



Kopernikusz

A kopernikuszi fordulat, 2015. március 24.

Született:

↓ ebben a házban

- Nicolaus néven, 1473. február 19, Toruń
- Lengyel vagy német?
 - Toruń a lengyel korona alá tartozott, de eredetileg német nyelvű porosz város. Kop. valószínűleg németül beszélt, de latinul írt, és tudott lengyelül, olaszul, görögül...
 - régen sokat vitatkoztak ezek a lengyel és német tudósok
 - mai konszenzus: nincs értelme a nemzeti identitásnak a reneszánszban
- Apai ágon sziléziai gyökerű: Kopernik faluból származik (→ rézkereskedelem)
- Anyai ágon a város gazdag, befolyásos családja: egyházi, politikai kötődések
→ ez lesz a meghatározóbb (apja korán meghal)



Iskolák

- 1491-95: Krakkó
 - „Szabad művészetek” kara, de erős matematikai-csillagászati hangsúly
 - Peurbach *Theoricæ novæ planetarum*-a az egyik alapkönyv, olvas még Arisztotelészt, Eukleidészt, az Alfonz-táblázatokat, Regiomontanust...
 - humanista hatások is érvényesülnek
 - nem szerez diplomát: hazautazik, hogy frissen püspökké nevezett nagybátyja mellett kanonok legyen, de valamiért késlekedik a kinevezése



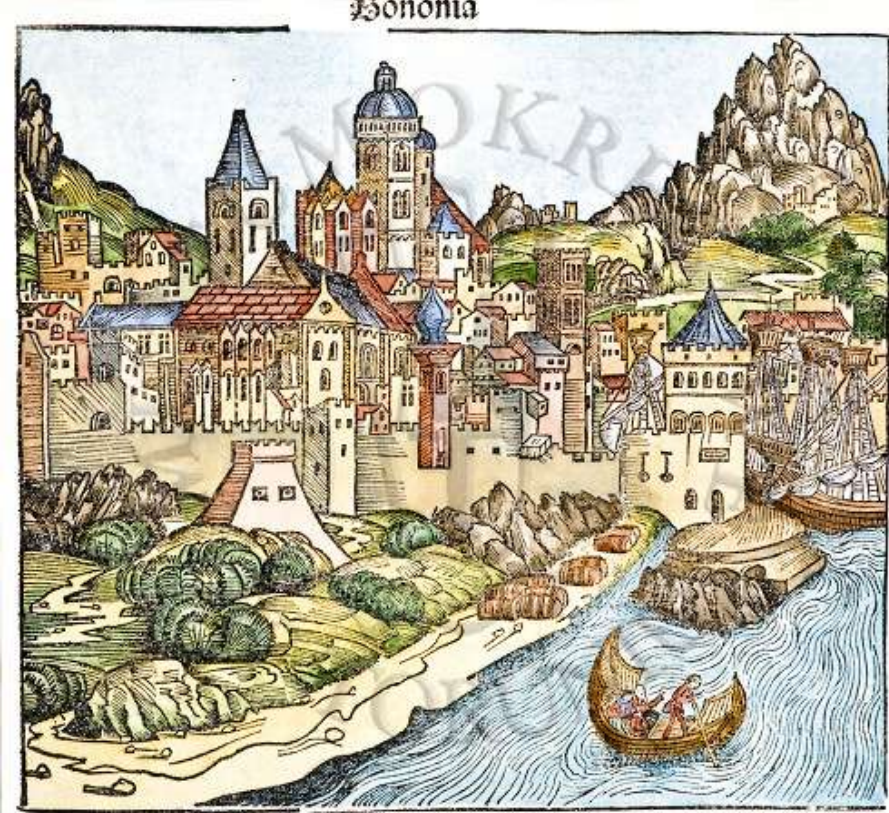
Egy 1493-as
ábrázolás
Krakkóról



Marcin Bylica (Ilkus Márton, a Hunyadiak udvari asztrológusa) által ajándékozott műszerek a Krakkói Egyetemen: ezeket tanulmányozta Kopernikusz (asztrolábium és éggömb)



- 1496-1500: Bologna
 - főleg egyházjogot tanul
 - csillagászati mestere:
Domenico Maria **Novara** da Ferrara
→ Peurbach, Regiomontanus hatás
 - 1497 márc. 9: észlelés: a Hold fedti az Aldebarant (α Tauri)
→ baj van a ptolemaioszi elmélettel
 - elkezd görögül tanulni



- 1500: Róma
 - Novarával utaznak az évszázadfordulót ünnepelni
 - észleléseket végeznek (pl. holdfogyatkozás)
 - Rheticus szerint ekkor már sikeres csillagászati előadásokat tartott nagy közönség előtt



- 1501-03: Padova
 - rövid hazalátogatás után, ahol további kimenőt kap tanulmányai folytatására
 - itt orvoslást tanul lelkesen
 - erős humanista hatások érik: megtanul rendesen görögül
 - asztrológiai tanulmányok (mert az orvoslás része, bár őt sose érdekelte a reneszánsz tudósokhoz képest)
 - lehetséges, hogy itt kristályosodott ki a mozgó Föld gondolata
- 1503: Ferrara
 - megszerzi (mert itt olcsó) a doktorátust római jogból és egyházjogból



További élete és munkássága

- Szülőföldje különböző városaiban lakik (Lidzbark, Olsztyn, Frombork)
- Orvoslással, egyházszerzési teendőkkel, jogi kérdésekkel foglalkozik az egyház kötelékében (de soha nem szentelik pappá)
- Három tanulmányt ír a pénzről: *Meditata* (1517), *Modus cudendi monetam* (1519-1522), *Monete cudende ratio* (1526)
 - pénzreform szükséges Poroszországban → kvantitatív érvekkel
- Foglalkozott kartográfiával: Poroszország és Lengyelország egyes térképeit készítette, ill. működött közre (sajnos nem maradtak fenn)
- Lefordította egy 6-7. századi bizánci szerző (Theophülaktosz Szimokatész) verses leveleit latin prózára
 - 1509: megjelenik nyomtatásban (22 oldal, 500 példányban)
- A magánélete jórészt ismeretlen, de nem nősült és nem voltak gyerekei



Csillagászati munkássága

- Három csillagászati témájú szövegéről tudunk:
 - „Kis kommentár az égi mozgások hipotéziséhez” (*Commentariolus*): rövid kézirat, nem kiadásra szánt szöveg 1510 körül (1514-től említik)
→ ez már napközéppontú (nem látjuk, mik az előzmények)
 - „Werner ellen írt levél” (1524): felkérésre írt rövid kritikája Jonannes Werner „A nyolcadik szféráról” írt művének (ebben nem említi a heliocentrizmust)
 - *De revolutionibus orbium coelestium* (Az égi körök forgásáról): a főműve, évtizedekig írja, de csak 1543-ban jelenik meg nyomtatásban, unszolásra
- 1513: felkérték Rómából a naptárreform kidolgozására
→ évekig dolgozott rajta, küldött is anyagokat, de ezek elvesztek
- Végzett észleléseket
 - nem túl sokat (kb. 100): számításait jórészt Ptolemaiosz észleléseire alapozta
 - pontatlan műszerei voltak, főleg fából, ezek egyike sem maradt fenn: napkvadráns, armilláris asztrolábium, parallaktikus műszer, *camera obscura* (a parallaktikus műszert még felvásárolta Tycho Brahe 1584-ben, és örömében verset is írt róla)



Észleléseinek többségét
Fromborkban végezte
(balra fent eredetiben,
jobbra fent ma), az ottani
katedrálishoz tartozó
egyik toronyból (jobbra
lent)



Az egyetlen fennmaradt „műszere” Olsztyn várában található, ahol 1516-21 között tartózkodott.

Ez egy falra rajzolt szerkesztés („táblázat”), amelynek segítségével napéjegylenlőségi ponton tartózkodó Nap pályáját tudta kiszámítani.





Ezt a rekonstruált
Kopernikusz-szobát a
Krakkói Egyetemen
rendezték be...



...ezt pedig Fromborkban

A Commentariolus

- 40 kéziratos oldal, több példányban kering Európában
→ jópáran tudhattak róla, hogy mit vall Kopernikusz
 - Mi volt a baja a korábbi elméletekkel, mit akart az újítással elérni???
 - A Bevezető szerint szükség van „a körök egy ésszerűbb elrendezésé[re], melyből minden látszó egyenlőtlenség levezethető, és amelyben minden a saját központja körül mozog egyenletesen, ahogy azt az abszolút mozgás szabálya megkívánja”
 - Ennek érdekében lefektet bizonyos feltevéseket vagy axiómákat (... →)
 - „Ezen feltevések leszögezése után megpróbálom megmutatni, hogy miként lehet módszeresen megőrizni a mozgások egyformaságát.”
- ⇒ A fő problémája a korábbi hipotézisekkel az **egyformaság hiánya**, vagyis hogy nincs egy központi rendező elv, amelyből levezethetők lennének a rendszer egyes részletei

Feltevések:

1. *„Az égitesteknek és égi szféráknak nincs egyetlen közös központja.”*

Megj.: probléma, hogy míg Ptolemaiosznál minden a Föld körül kering, addig Kopernikusznál *majdnem* minden a Nap körül, kivéve a Holdat
→ kevésbé centralizált (→ lásd majd: Galilei felfedezi a Jupiter holdjait...)

2. *„A Föld központja nem központja az univerzumnak, hanem csak a nehézkedésnek és a Hold szférájának.”*

Megj.: elválik a fizikai és a kozmológiai centrum, megbomlik az egység!
→ Új magyarázat kell a nehézkedésre (nem: a nehéz a központ felé tart)
→ *De Rev.* I/9: „nem más, mint egyfajta természetes vágy, melyet a mindenség Teremtője helyezett a dolgok részeibe, hogy azok egymáshoz tapadjanak és gömb alakjában egyesüljenek”

3. *„Minden szféra a Nap mint középpont körül mozog, így a Nap az univerzum központja.”*

4. *„A Föld-Nap távolság aránya a csillagos ég magasságához olyan sokkal kisebb, mint a Föld sugarának aránya a Naptól mért távolságához, hogy a Föld-Nap távolság észrevehetően kicsi a csillagos ég magasságához képest.”*

Megj.: ugyanaz, mint Arkhimédész Arisztarkhoszánál: a parallaxis hiánya miatt (és ez így is marad 1838-ig...)

5. *„A csillagos ég mozgásának látszata nem a csillagos ég valódi mozgásának, hanem a Föld mozgásának következménye. A Föld a környező elemekkel együtt naponta egyszer megfordul rögzített pólusai körül, míg a csillagok és a legfelsőbb mennyek mozdulatlanul maradnak.”*

Megj.: „a környező elemekkel együtt”: lehetséges fizikai ellenvetések ellen (miért nem fordul el a Föld a tengerek vagy a légkör alatt ↔ fizika ehhez?)

6. *„A Nap mozgásának látszata nem saját mozgásának, hanem a Föld mozgásának következménye, mellyel ugyanúgy keringünk a Nap körül, mint bármelyik másik bolygó. Így a Földnek egynél több mozgása is van.”*

Megj.: a Föld három mozgása a *De Rev*-ban: keringés, forgás, precesszió

7. *„A bolygók látszó retrográd és direkt mozgásai nem saját mozgásuknak, hanem a Föld mozgásának következményei. A Föld mozgása tehát képes magyarázatot adni az eget mozgásában látszó számos egyenlőtlenségre.”*

⇒ Az utolsó mondat a kulcs: ez az a központi rendező elv, amelyből levezethetők a rendszer egyes részletei: **magyarázati rendszerré** áll össze

Illusztráció a 7. ponthoz:

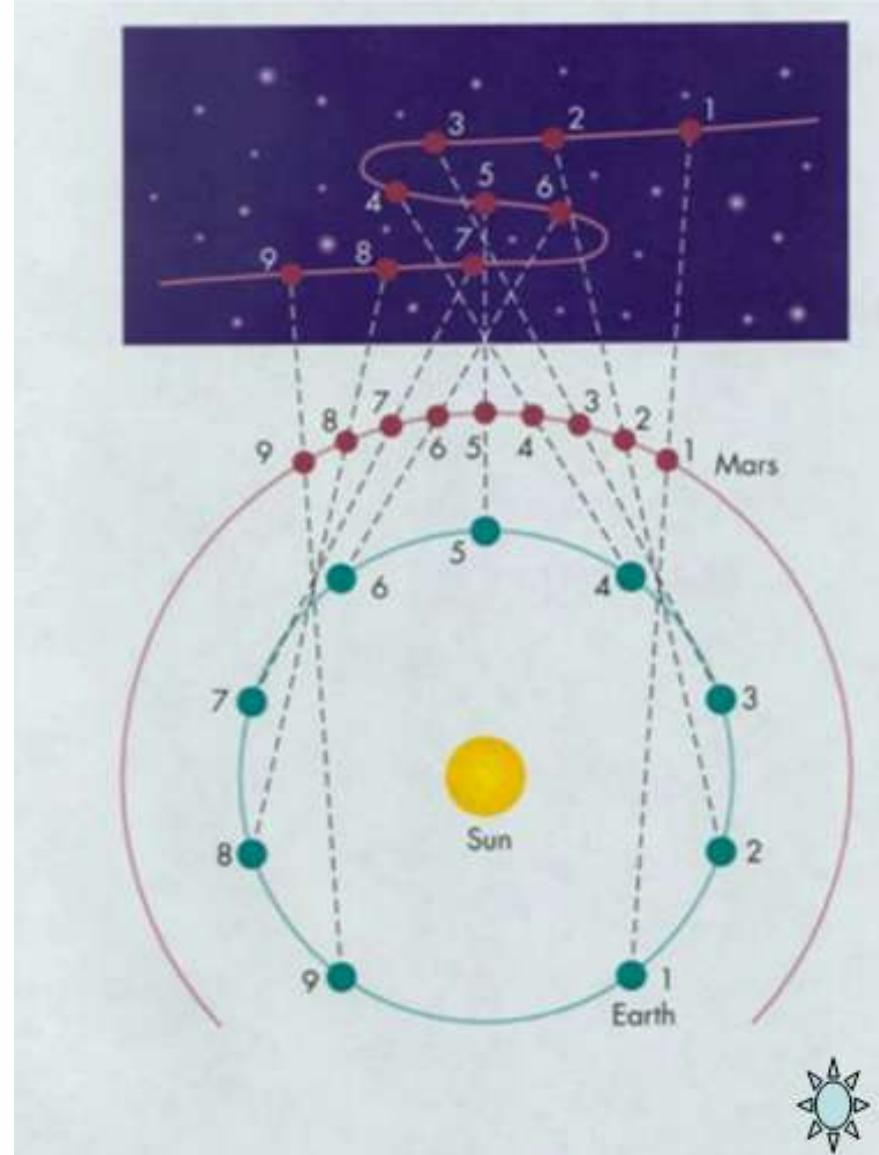
A bolygó előre-hátra mozgása csupán látszólagos, annak a következménye, hogy a megfigyelő mozog a Nap körül (lásd a Ptolemaiosznál említett animációt:

<http://hps.elte.hu/~kutrovatz/bolygomozgas.swf>)

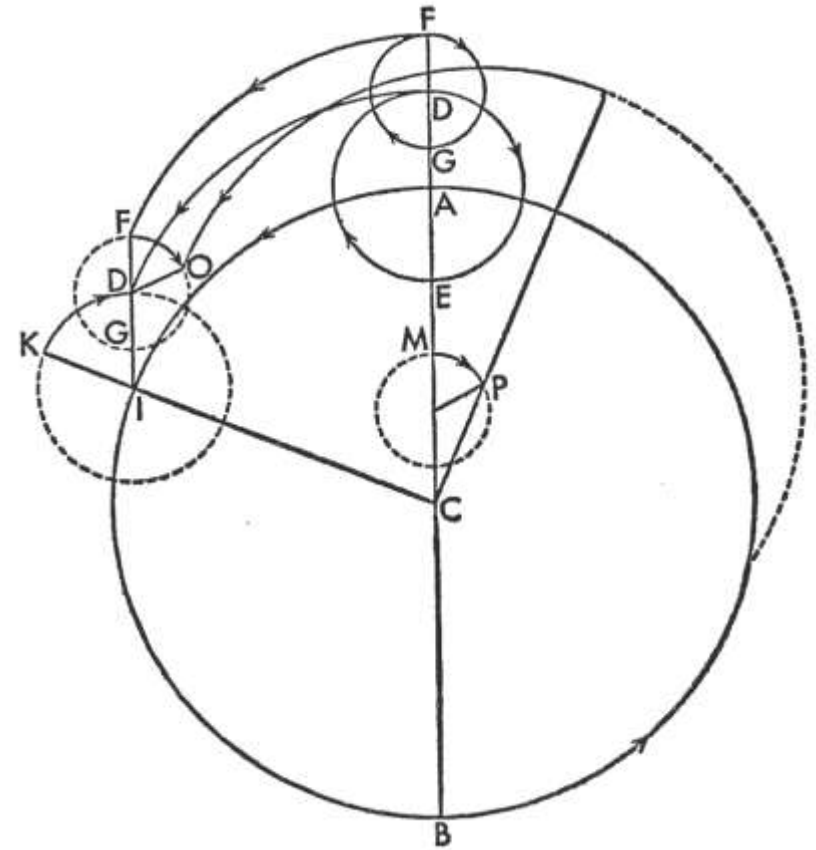
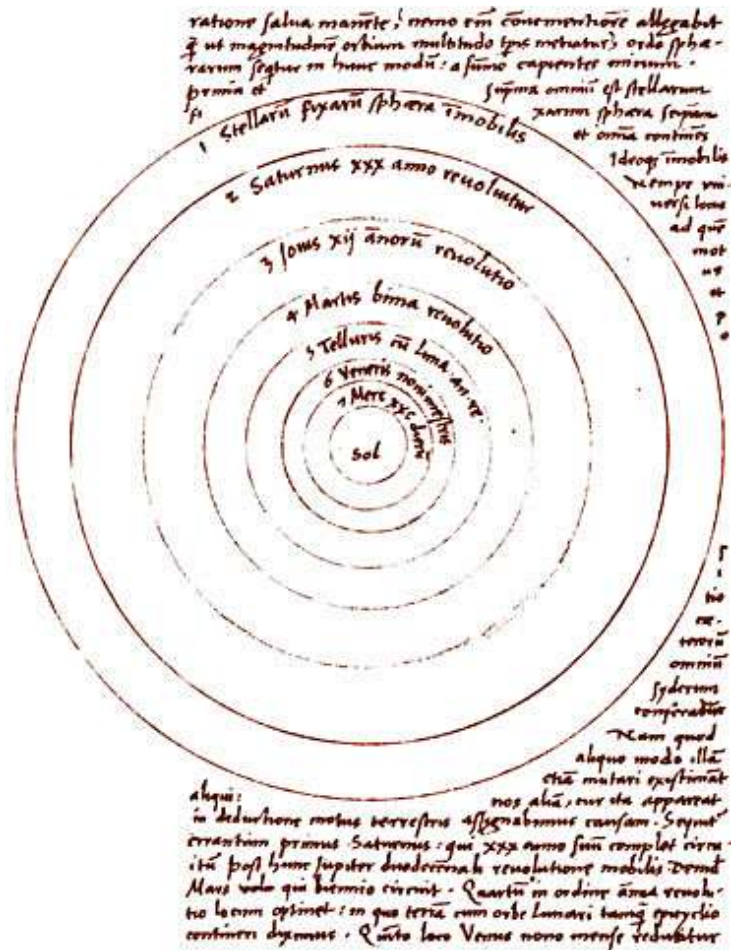
→ így a rendszer egyszerűbbnek tűnik:
nem kellene epiciklusok a hurkokra

↔ sajnos a bolygók *nem* körpályán mozognak, tehát ha nem akarunk Ptolemaiosznál pontatlanabbak lenni, mégis kellene epiciklusok és excenterek a körök torzítására

→ így összesen 34 körre lesz szüksége:
7 a Merkúrra, 5 a Vénuszra, 3 a Földre,
4 a Holdra (a Föld körül), és 5-5-5 a külső bolygókra



A De revolutionibus orbium coelestium



- I/10. fejezet: ilyen egyszerű a világ
- nincs a Hold berajzolva: elcsúnyítaná
- nem távolságarányos
- a körök valójában jóval bonyolultabbak

Később: egyetlen pálya valódi szerkesztése:
 Itt a rendszer még bonyolultabb, mert a
 pontosabb számítások és mérések alapján
 egyre több körre van szüksége

A kiadási huzavona

- A kézirat már 1530 körül készen van ↔ vonakodik kiadni, mert részben tart a fogadtatástól, részben nem elégedett a részletekkel (pl. nem volt alkalma összevetni a rendszert egy görög nyelvű Ptolemaiosz-szöveggel)
- Pedig sokan biztatják a kiadásra (pl. 1533: maga a pápa érdeklődik)
- 1539: megérkezik hozzá a 25 éves Georg Joachim **Rheticus**, aki híres csillagászokat látogat Európában (pl. a Regiomontanus-tanítvány Schönert)
 - két évig ott is marad, és Kopernikusz egyetlen tanítványává válik
 - ajándékba hoz egy görög nyelvű Ptolemaiosz-szöveget és egyéb műveket
 - közben gyorsan elkészít egy térképet Poroszországról
 - mialatt K. a végső kéziratot dolgozik, Rheticus elolvassa azt és ír róla egy „Első összefoglalást” (***Narratio Prima***), amit aztán ki is nyomtat (1540)
 - látva a *Narratio Prima* sikerét, K. beadja a derekát és R. Nürnbergbe viszi a kéziratot nyomdába, ahol R. felügyeli a munkálatokat (1541)
 - aztán el kell utaznia, és átadja a munkát Andreas Osiandernek
- A mű végül megjelenik. Kopernikusz hetekkel később meghal: 1543. május 24.

Inter multa ac varia haurum artiumq; studia: quibus
 hominum ingenia uigilantur, ea praecipue amplectenda
 existimo: summoq; prosequenda studio: quae in rebus pul-
 crissimis, et summi dignissimis versantur. Quae sunt
 quae de diuinis mundi reuolutionibus: eiusq; siderum
 magnitudinibus: distantys: ortu et occasu: cetero-
 rumq; in caelo apparentiu causis, pertrahat: ac tota
 demum forma explurat. Quid autem caelo pulcherrimum
 nempe quod continet pulchra omnia: quod uel ipa nomina
 declarant: Caelum et Mundus. hoc puritatis et ornamenti:
 illud caelati appellationem. Ipsum pleriq; philosophorum ob mi-
 nimam eius excellentiam, uisibile deum uocauerunt. Proinde
 si artium dignitates pensis sua de qua tractat materia aestimet
 erit haec longe praestantissima: qua alij quidem Astronomiam
 alij Astrologia: multi uero praesertim mathematicos resu-
 matione uocat. Ipsa nimirum ingeniarum artium caput: dig-
 nissima homini libero: omnibus fere mathematicis speciebus
 fulcitur. Arithmetica Geometria. Optica. Geodesia Mecha-
 nica et si quae sint aliae: omnes ad illam sese conferunt. At
 cum omnium bonarum artium sit abstrahere a uarijs: et hominis
 mentem ad meliora dirigere: haec propter incredibile animi
 uoluptate abundantius id praestare potest. Quis enim in herendo
 ijs quae in optimo ordine constituta uideat diuina dyspo-
 sitione dirigi: assidua uotum contemplatione: et quadam
 consuetudine non prouocetur ad optima: admiratinq; opi-
 suem omnem in quo tota felicitas est et omne bonum. Neque
 enim frustra diuinus ille psalter delectatum se dicebat si fortuna
 dei: et in operibus manuum eius exultabundum: nisi quod huius
 medijs: quasi uoculo quodam ad summi boni contemplationem
 educamus. Quam uero utilitate et ornamento Respub.
 consistat: ut primatorum comoda innumerabilia tras: annis
 postquam auaduerit plato. Qui in septimo Legu libro ita
 maxime expitanda putat: ut per eam diuini ordinis in menses
 et annos digesta tempora i solennitates quoq; et sacrificia: uisa

A kézirat első oldala

AD SANCTIS-
SIMVM DOMINVM PAV-
 LVIII. PONTIFICEM MAXIMUM,
 Nicolai Copernici Praefatio in libros
 Reuolutionum.



ATIS equidem, Sanctissime Pater, as-
 stimare possum, futurum esse, ut simul
 atq; quidam acceperint, me hisce meis li-
 bris, quos de Reuolutionibus sphaerarum
 mundi scripsi, terrae globo tribuere quod-
 dam motus, statim me explodendum
 cum tali opinione clamitent. Neq; enim
 ita mihi mea placent, ut non perpendam,
 quid alij de illis iudicaturi sint. Et quamuis sciam, hominis phi-
 losophi cogitationes esse remotas a iudicio uulgi, propterea
 quod illius studium sit ueritatem omnibus in rebus, quatenus
 id a Deo rationi humanae permissum est, inquirere, tamen alie-
 nas prorsus a rectitudine opiniones fugiendas censeo. Itaq; cum
 mecum ipse cogitarem, quam absurdum et uisibile existimatu-
 ri essent illi, qui multorum seculorum iudicijs hanc opinionem
 confirmatam norunt, quod terra immobilis in medio caeli, tan-
 quam centrum illius posita sit, si ego contra assererem terram
 moueri, diu mecum haesi, an meos commentarios in eius motus
 demonstrationem conscriptos in lucem darem, an uero satius
 esset, Pythagoreorum & quorundam aliorum sequi exemplum,
 qui non per literas, sed per manus tradere soliti sunt mysteria
 philosophiae propinquis & amicis duntaxat. Sicut Lydidis ad
 Hipparchum epistola testatur. Ac mihi quidem uidentur id
 fecisse: non ut quidam arbitrantur ex quadam inuidencia
 communicandarum doctrinarum, Sed ne res pulcherrimae, &
 multo studio magnorum uirorum inuestigatae, ab illis contem-
 nerentur, quos aut piget ullis literis bonam operam impende-
 re, nisi quaestuosis, aut si exhortationibus & exemplo aliorum
 ad liberale studium philosophiae excitentur, tamen propter
 stupiditatem

Egy oldal az első kiadásból

Instrumentalizmus az Előszóban

„A csillagász feladata az, hogy bonyolult megfigyelések révén egybegyűjtse az égi mozgások történetét, és ekkor – minthogy akárhogy érvel is, e mozgások valódi okait képtelen feltárni – kigondoljon vagy megszerkesszen tetszése szerint bármilyen hipotézist, amely alapján a mondott mozgások kiszámíthatók a geometria elveit követve mind a múltra, mind a jövőre. Művészete mindkét területre kiterjed, hiszen hipotéziseinek nem szükséges igaznak lenniük, vagy akár valószínűnek, hanem elegendő olyan számításokkal szolgálniuk, amelyek egyeznek a megfigyelésekkel...”

- Ez rendben is lenne: a csillagászat „hivatalos” feladata – jelenségek megőrzése
- De ha Kopernikusz nem gondolja, hogy *valóságosan* a Nap van a kp-ban, akkor hogyan képes a rendszer magyarázni az egyes elemeket?
- Válasz: ezt az előszót nem ő írta, hanem a nyomdai munkálatokat felügyelő Andreas Osiander (feltehetőleg, hogy tompítsa a fogadtatás életét)
- Viszont ezt Keplerig senki sem tudta (mert O. elfelejtette odaírni a nevét), ezért azt hihette az olvasó, hogy ez Kopernikusz álláspontja

Miben *nem* előrelépés Kopernikusz modellje?

- Nem egyszerűbb, mint Ptolemaioszé
 - bár bizonyos értelemben igen: nem kellene „hurkos” epiciklusok
 - de gyakorlati értelemben nem: kb. ugyanannyi körre van szüksége
 - ráadásul ha ki akarom számítani egy bolygó látszó pozícióját az égen, akkor ki kell szerkeszteni mind a bolygó, mind a Föld valódi pozícióját a Nap körül
↔ Ptolemaiosznál csak egy számítás kell: a megfigyelő a kp-ban van
- Nem pontosabb, mint Ptolemaioszé
 - ahol újabb megfigyelések alapján számít, ott igen (a régi adatok elavultak)
 - de *elvi*ekben nem pontosabb, hiszen epiciklusokkal, excenterekkel számol, és nagyjából ugyanazon ókori megfigyelésekre illeszti a szerkesztéseket
- Nem modernebb, mint Ptolemaioszé
 - a matematikája 1500 éves, nem veszi figyelembe a későbbi innovációkat
 - a kozmológiája, fizikája ókori: vannak szférák, csak körmozgás lehetséges, a világ véges, gömb alakú, és a csillagszféra határolja
 - (lásd a jövő órán a részleteket)

Miben előrelépés Kopernikusz modellje?

- Néhány apróságot újít:
 - elveti az ekvánspontot, mert az ellentmond az egyenletes körmozgásnak
 - új modellt szerkeszt a Holdra, hogy ne kelljen akkora méretváltozás (persze ennek semmi köze ahhoz, hogy a Föld vagy a Nap van a kp-ban)
- De a fő előny itt is az egységesség, a „közös mérték”:
 - A második, III. Pál pápához ajánlott, valóban általa írt előszóból:

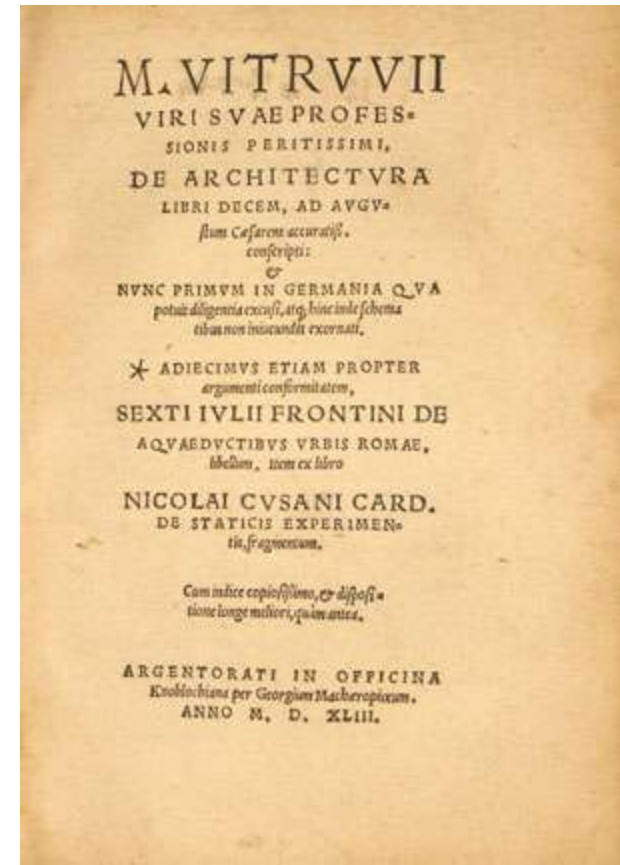
(a régi csillagászok) „Arra sem voltak képesek, hogy felfedezzék vagy levezessék a legfontosabb belátást, vagyis az univerzum szerkezetét és részeinek valódi **szimmetriáját**. Ellenben pontosan úgy jártak el, mint aki különböző helyekről vesz kezeket, lábakat, fejet és más részeket, melyek gyönyörűen vannak ugyan megformálva, de nem ugyanahhoz a testhez tartoznak és így nem felelnek meg egymásnak – az ilyenekből inkább egy szörnyet, semmint embert lehet összeállítani.”

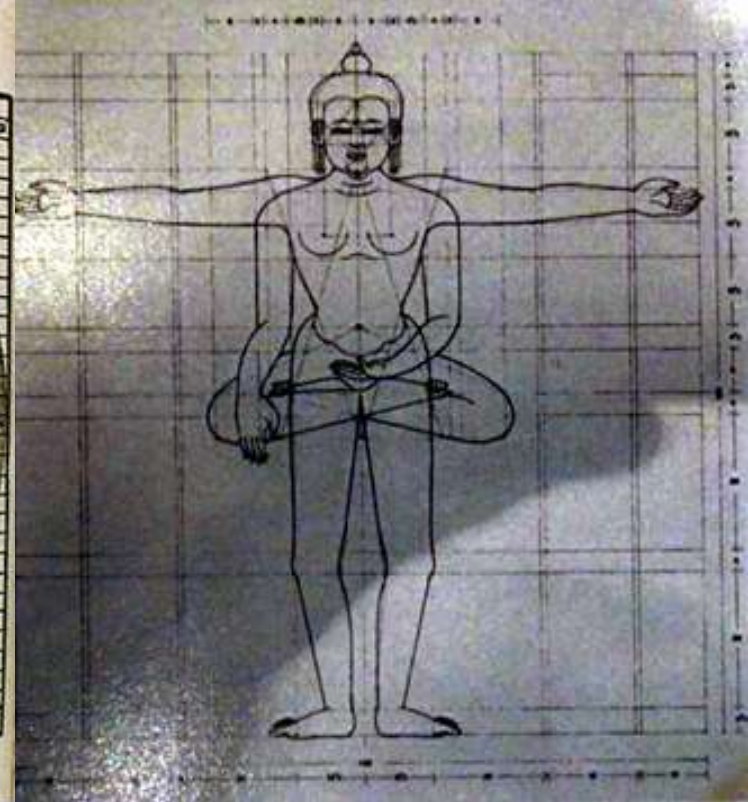
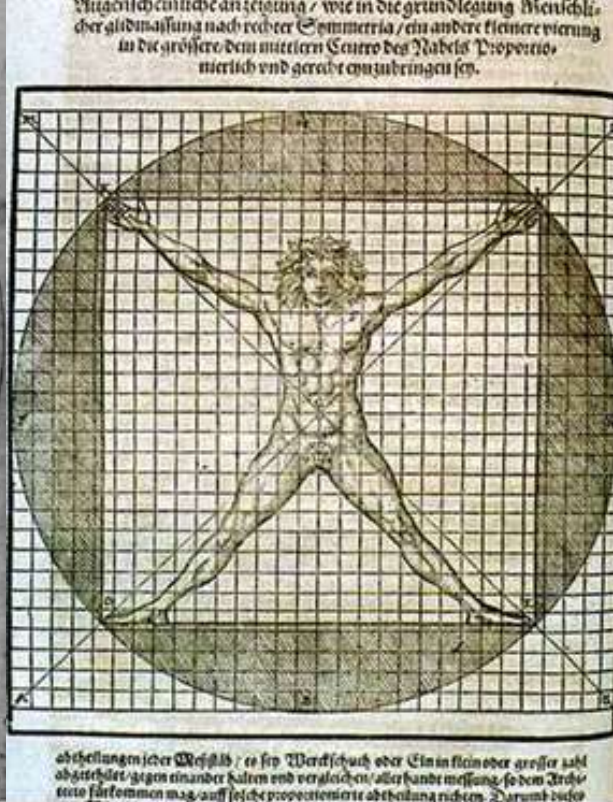
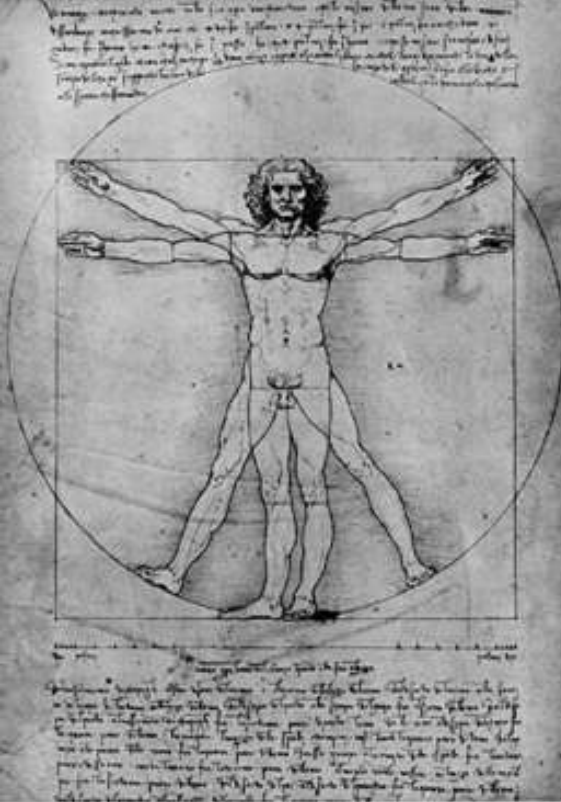
Mit jelent a szimmetria?

- Eredeti értelem: *szün + metria*: együtt mérhetőség, összemérhetőség (matematikai értelemben vett racionalitás: van hozzájuk közös mérték)
- A reneszánsz korban elterjedt értelem:
Marcus Vitruvius Pollio, -1. századi római építész: *Tíz könyv az építészetről*

„A szimmetria egy mű részeinek megfelelő elrendezése, valamint a részeknek és általában az egésznek a viszonya, egy bizonyos részhez mint mércéhez képest. Így például az emberi testben egyfajta szimmetrikus harmónia áll fenn az alkar, a láb, a tenyér, az ujj és egyéb kis részek között; és ugyanez a helyzet a tökéletes épületekkel is.”

(→ ugyanaz a metafora, mint Kopernikusnál: a korban tökéletesen közismert)





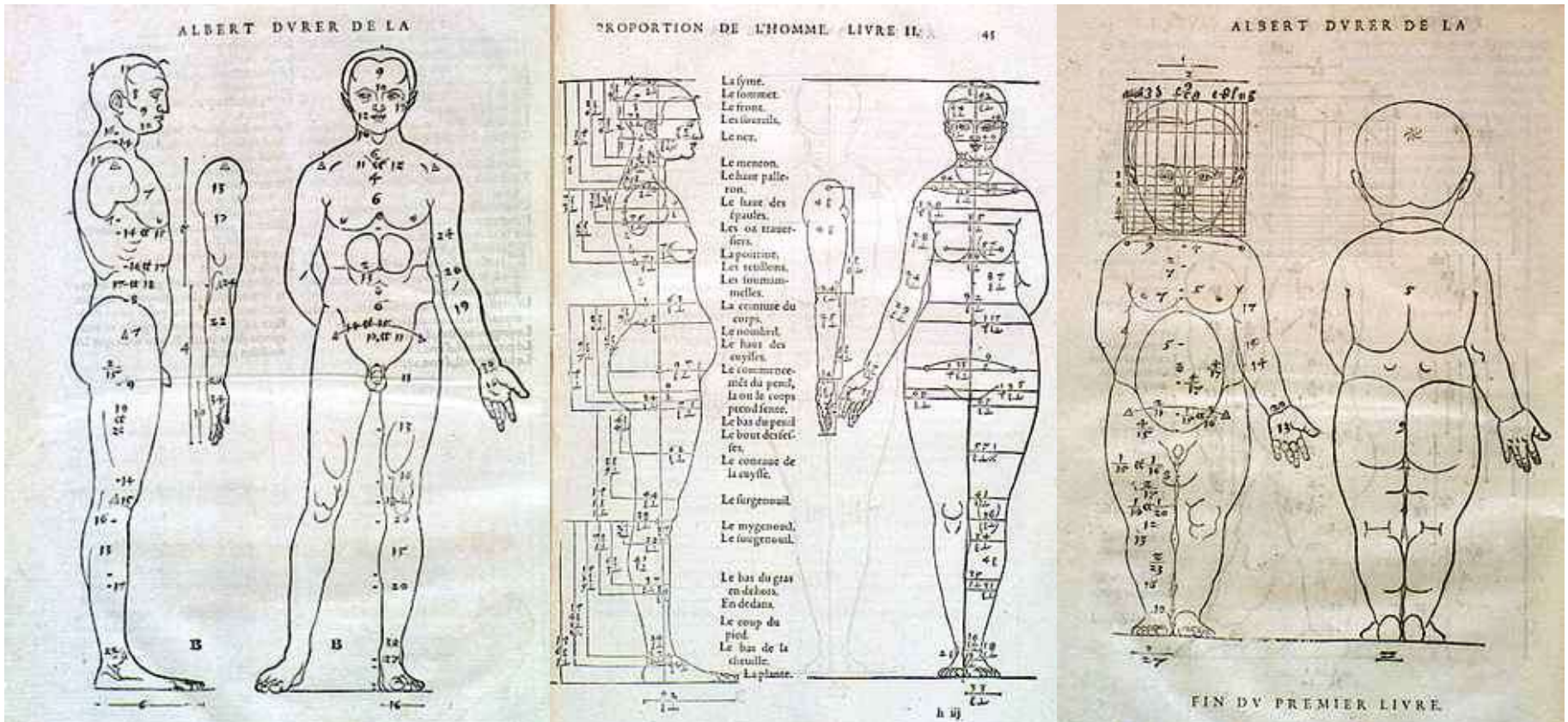
Vitruvius műve sok-sok kiadást megért és sok-sok illusztrációt kapott:

Leonardo da Vinci, 1492 – Egy hasonló, 1548 – Meg egy kakukktojás

Leonardo magyarázata az ábrához: „Vitruvius, az építész azt mondja az építészetről szóló művében, hogy az emberi test méretei a következők: 4 ujj tesz ki 1 tenyeret, és 4 tenyér tesz ki 1 lábat, 6 tenyér tesz ki 1 könyököt; 4 könyök teszi ki egy ember magasságát. Ezen túl 4 könyök tesz ki egy lépést, és 24 tenyér tesz ki egy embert. Az ember kinyújtott karjainak hossza megegyezik a magasságával. A haja tövétől az álla hegyéig terjedő szakasz egytizede a magasságnak; az álla hegyétől a feje tetejéig terjedő szakasz egynyolcada a magasságának; a mellkasa tetejétől a haja tövéig egyhetede az egész embernek...”

Ugyanezt Albrecht Dürernél:

„Mindenek felett meg kell találnunk a részek legbiztosabb és legmegfelelőbb **közös mértékét**. Ha ez sikerült, akkor kitartóan és állhatatosan követve ennek rendjét megformálhatjuk az egyes részeket, kicsiket és nagyokat, a szépség megragadásával közeledve a tökéletességhez.” (Négy könyv az emberi arányokról, 1528 – Vitruvius és 2-300 ember megfigyelése alapján)



A „szörny” fogalma a reneszánszban:

- „örömömre szolgálna, ha tartózkodna a monstrózus dolgoktól, mint amilyen a hosszú lábak és a rövid törzs kombinációja, vagy hosszú karok a keskeny mellkas mellett...”
(Leonardo)
- „Őszintén óhajtjuk, hogy a részek arányosak legyenek egymással, nem pedig rosszul és esztelenül összedobálva”
(Dürer)
- „pontosan úgy jártak el, mint aki különböző helyekről vesz kezeket, lábakat, fejet és más részeket, melyek gyönyörűen vannak ugyan megformálva, de nem ugyanahhoz a testhez tartoznak és így nem felelnek meg egymásnak – az ilyenekből inkább egy szörnyet, semmint embert lehet összeállítani.”
(Kopernikusz)

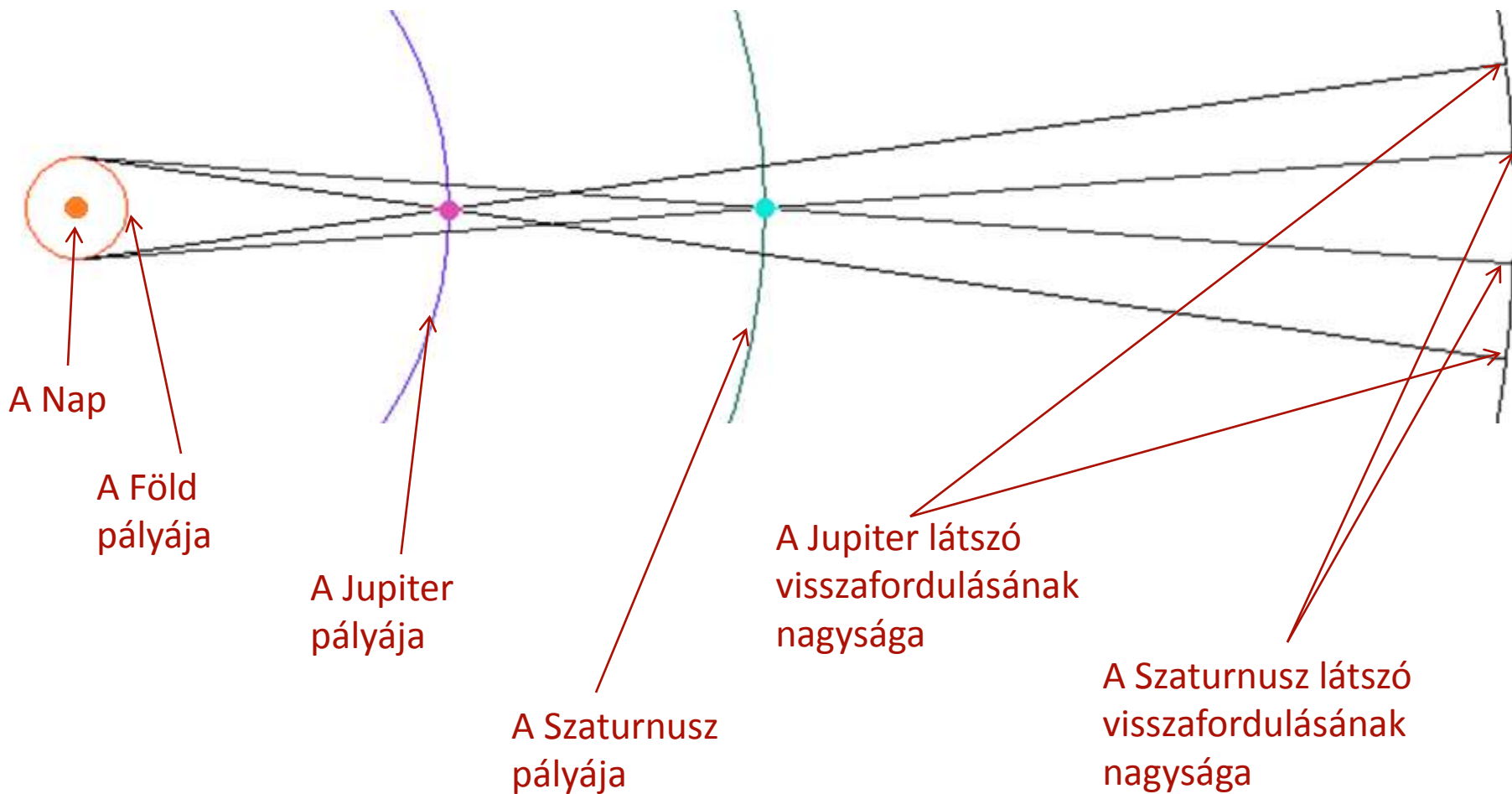
Hieronymus Bosch (1450-1516) szörnyei



A szimmetria értelme Kopernikusnál

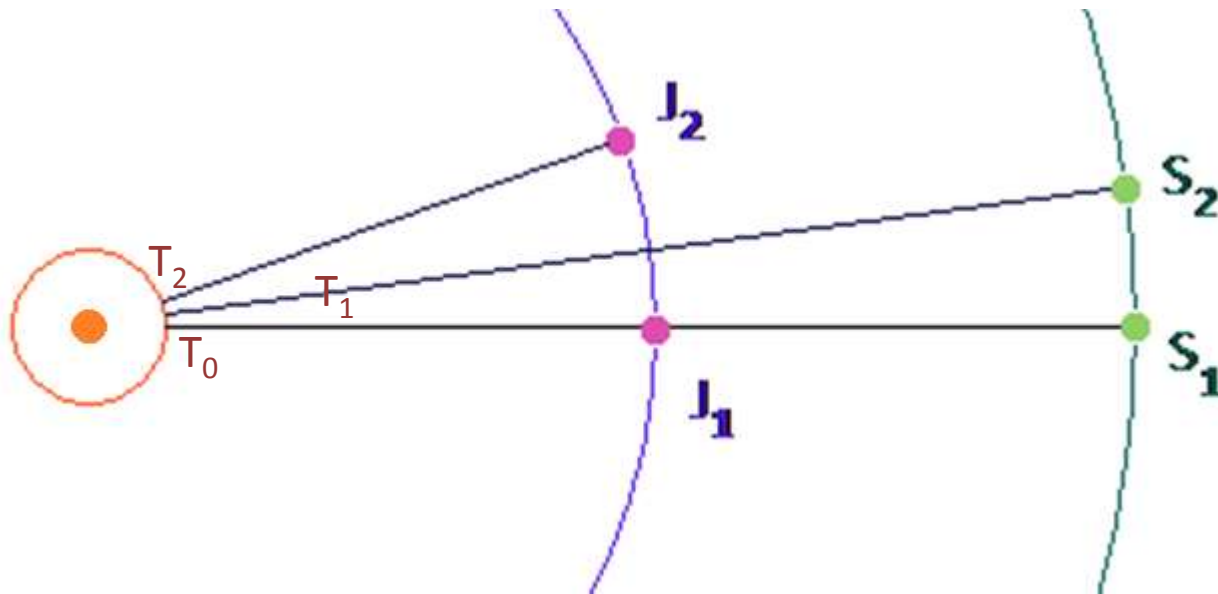
„A rendezettség mögött tehát a kozmosz csodálatos **szimmetriája** rejtőzik. Tiszta harmónia uralkodik a szférák mozgásában és méretében, mely másképpen fel sem fogható. Így ugyanis érthetjük, miért nagyobb a Jupiter progressziója és retrogressziója, mint a Szaturnuszé, ám kisebb, mint a Marsé (...) valamint azt is látjuk, hogy az ilyen oszcillációk miért gyakoribbak a Szaturnusznál, mint a Jupiternél (...) továbbá, hogy a Szaturnusz, a Jupiter és a Mars miért vannak közelebb a Földhöz, amikor oppozícióban állnak a Nappal, mint amikor elvesznek a Nap sugarai közt s majd újra előbukkannak onnan. (...) Mindezen jelenségek **ugyanazon okból** következnek, vagyis a Föld mozgásából.” (*De Rev.* I/10)

„miért nagyobb a Jupiter progressziója és retrogressziója, mint a Szaturnuszé”



(Megjegyzés: Ha figyelembe vesszük a bolygók haladását, a különbség még nagyobbá válik.)

„az ilyen oszcillációk miért gyakoribbak a Szaturnusznál, mint a Jupiternél”



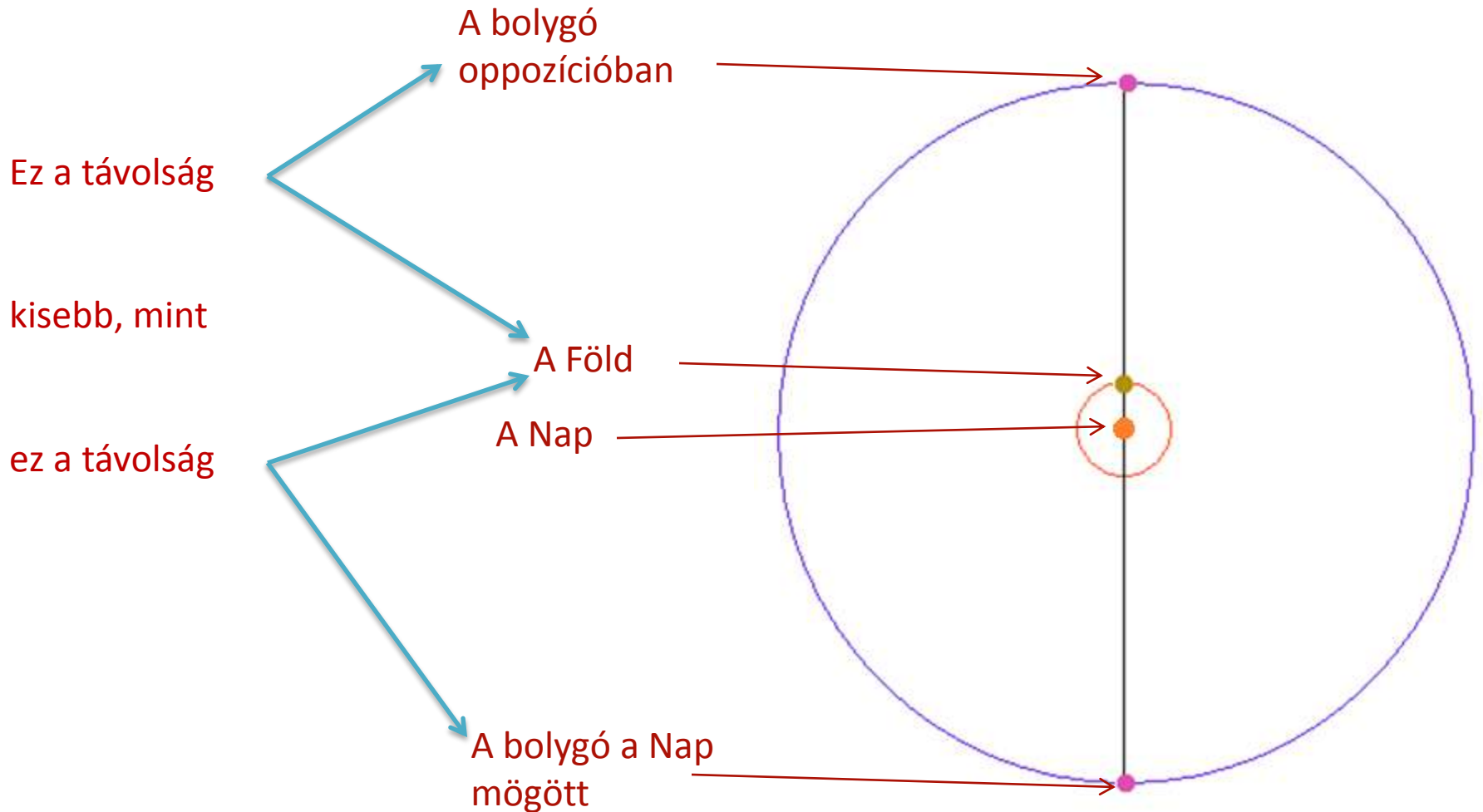
T₀: A Föld, a Jupiter (J₁) és a Szaturnusz (S₁) egy vonalban áll.

T₁: Mire a Föld egyszer megkerüli a Napot, mindkét bolygó elmozdult a pályáján.
A Föld először a Szaturnusszal (S₂) kerül egy vonalba.

T₂: Ezután kerül egy vonalba a Jupiterrel (J₂).

(Minden egy vonalba kerülés egy visszafordulási hurok középpontja.)

„a Szaturnusz, a Jupiter és a Mars miért vannak közelebb a Földhöz, amikor oppozícióban állnak a Nappal, mint amikor elvesznek a Nap sugarai közt”



Összefoglalás

- A fő motiváció a **szimmetria** mint magyarázó erő
- A geometriai rend **magyarázati rendszert** tesz lehetővé
- A magyarázati rendszer **egységbe foglalja** az egyes elemeket
- A **közös referencia**, „mérték” a Föld mozgása
 - más bolygók látszó mozgása összefügg a Föld keringésével
 - levezethető a sorrendjük, a mozgások paraméterei, stb.

Rheticus, *Narratio prima*, 10. fej.: „[a bolygómozgások] **közös mértéke** az a nagy kör, amely a Földet szállítja, mint ahogy a gömb alakú Föld sugara közös mértéke a Hold körének, a Hold és a Nap távolságának, stb.”

→ olyan rend van a rendszerben, hogy egyetlen elem megzavarásától felborulna az egész

Végső nyugalom

- A beszámolók szerint a fromborki katedrális altemplomában lett eltemetve
- Sokáig keresték a maradványokat, míg végül 2005-ben megtalálták
 - rekonstruálták a koponyából az arcszerkezetet, és hasonlított az ábrázolásokra (pl. törött orr, heg a bal szem felett)
 - a DNS-minta egyezett egy hajszáléval, melyet egy Kopernikusz könyvtárából származó könyvben találtak
- Ezért 2010-ben újratemették szép sírba, ugyanazon a helyen



A legkorábbi
ábrázolás (157?),
egy önarckép mása
←

Arckonstrukciók
koponya alapján
→



A síremlék (↓), a koporsó (→),
és a koporsó nyughelye a
síremlék tövéénél (↘)



Emlékezete például:

