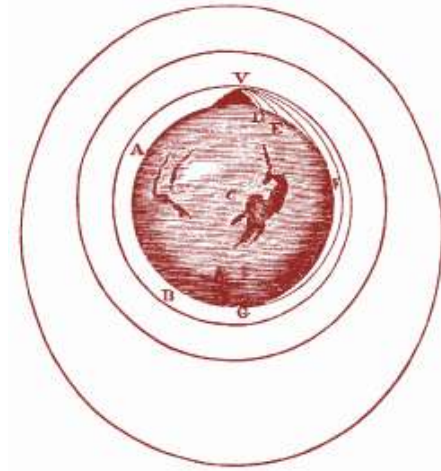
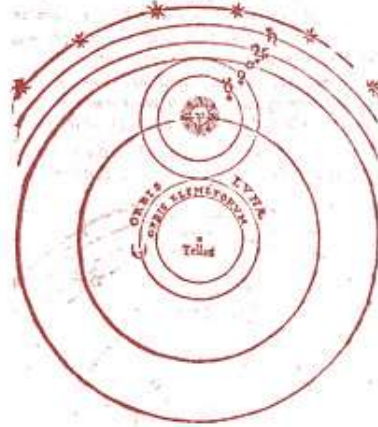
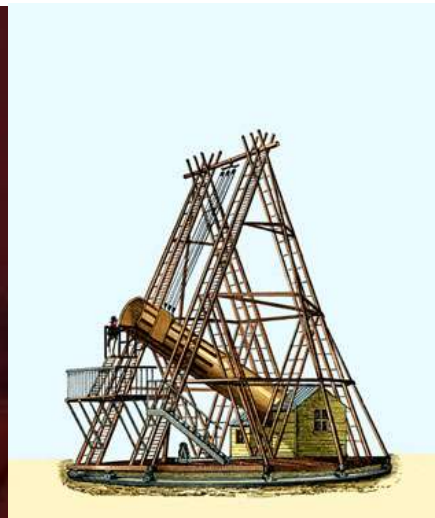


Systema maximarum vniuersitatis  
partium ex sententia Martiani  
Capellæ.



# A CSILLAGÁSZAT TÖRTÉNETE 2.



# A félév tervezett (?) menete

- Február 13: Csillagászat a 16. sz. második felében: Kopernikusz fogadtatása, G. Bruno, T. Brahe
- Február 20: Johannes Kepler
- Február 27: Galileo Galilei
- Március 6: Csillagászat a 17. sz. második felében: Csillagászat és a tudományos forradalom
- Március 13: Isaac Newton
- Március 10: Megfigyelőcsillagászat a 18. században: J. Flamsteed, E. Halley, J. Bradley és mások
- Március **17**: Csillagászat és mechanika a 18. században: háromtest-probléma és bolygóelmélet
- Április 10: 19-20. sz.: A Naprendszer felfedezése
- Április 17: 19-20. sz.: Spektroszkópia, fotometria, műszertechnika
- Április 24: 19-20. sz.: Csillagszerkezet és csillagfejlődés
- Május 1: 19-20. sz.: Kozmológia
- Május 15: Kitekintés a mai űrkutatásra és csillagászatra

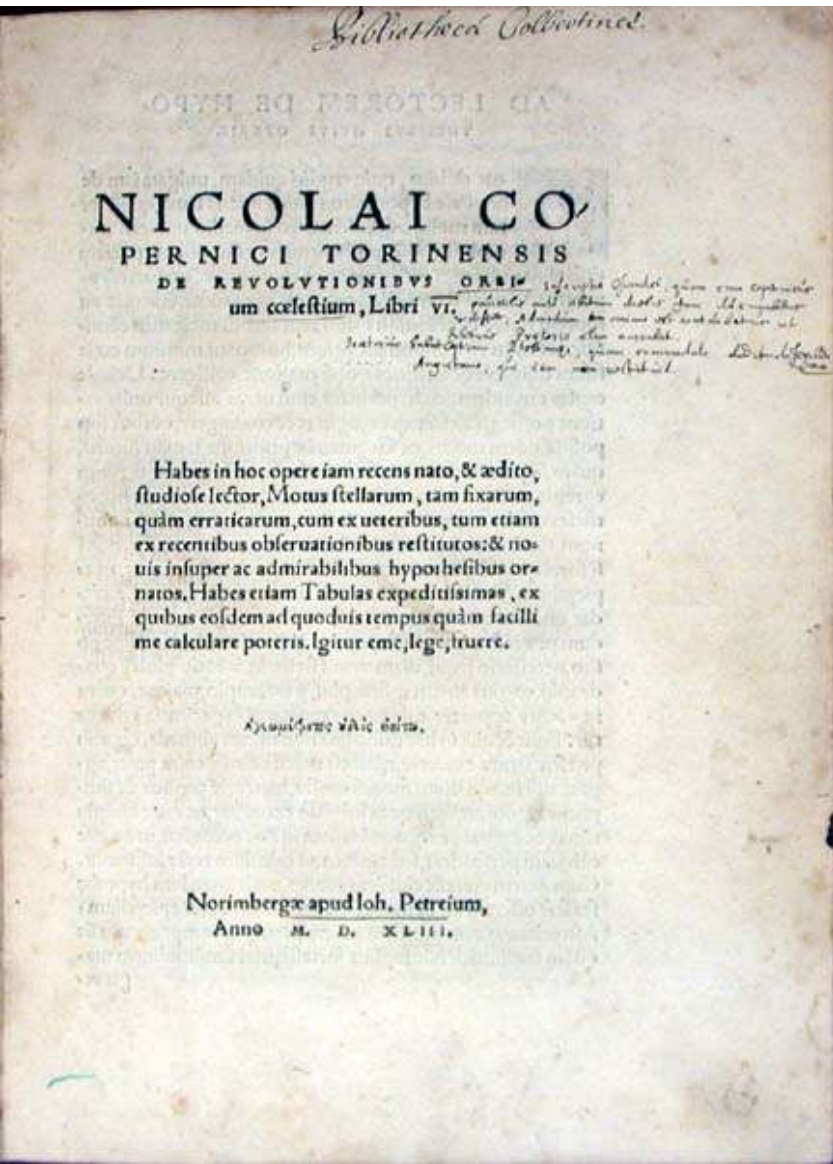


# Kopernikusz fogadtatása a 16. század második felében

A csillagászat története 2.  
2015. február 13.



# Itt tartottunk az előző félév végén:



1543: megjelenik Kopernikusz műve, a *De revolutionibus orbium coelestium* (Az égi pályák forgásáról)



# Közvetlen követők 1: Georg Joachim Rheticus

(1514-1574)

Korábbi tevékenység (láttuk):

- Ő volt végül Kopernikusz egyetlen tanítványa és közvetlen munkatársa
- Ő volt, aki 1540-ben megjelentette a kopernikuszi csillagászat „első összefoglalását”, a *Narratio Prima*-t

Későbbi tevékenység:

- Minden addiginál pontosabb trigonometrikus táblázatokon dolgozik
  - szinuszok, tangensek stb. 10"-es osztással 15(!) jegyre
  - ↔ haláláig nem készül el („A háromszög tudománya”)
  - tanítványa, Valentinus Otho nyomtatja ki 1596-ban: 1500 oldal (csak 10 jegyig szerepel, de így is a 20. sz. elejéig használhatóan pontos)
- Sokat dolgozik a kopernikanizmus és a Szentírás összeboronálásán: hogyan egyeztethető össze a Föld mozgása a Bibliával
  - ↔ sosem fejezi be + valószínűleg nem meri megjelentetni
  - halála után (1651!), anonim jelenik meg („Levelek a Föld mozgásáról”)

## Közvetlen követők 2: Erasmus Reinhold (1511-1553)

- Mint Rheticus, ő is a wittenbergi egyetem matematikaprofesszora
- Lelkes csillagász: Peurbach bolygóelméletét tanítja és kommentálja
- 1542: egy új korszak beköszöntéseként jellemzi Kop. művének készülő megjelenését
- 1551: Porosz Táblázatok (Poroszország hercege patronálta)
  - Kop. táblázatait pontosítja: gyakoribb osztások és nagyobb pontosság (néhol mp-ek is meg vannak adva, Kop. sosem ment percek alá)  
+ megváltoztaja néhány konstans értékét
  - de mivel nagyon kevés az új észlelés, nem sokkal pontosabb a 13. sz-i Alfonz-táblázatoknál, csak éppen sokkal frissebbek a számítások
  - lassan és fokozatosan szorítja ki az Alfonz-táblázatokot, és közben elterjeszti Kop. hírnevét és a matematikai technikáit
  - csak közben sehol sem említi meg, hogy Kop. rendszere „mellesleg” napközéppontú, és soha nem áll ki a heliocentrikus hipotézis mellett



# A Porosz Táblázatok:

CANON ASCENSIONVM RECTARVM.

2

CANON ASCENSIONVM.

0	V			Dra S		♄		Dra S		II		Dra S		♃		Dra A		
	amp	cr	z	/	//	tem	/	//	/	//	tem	/	//	/	//	/	//	
0	0	0	0	0	0	27	54	20	4	21	57	48	48	4	46	90	0	0
1	0	55	2	0	18	28	51	43	4	27	58	51	21	4	40	91	5	25
2	1	50	5	0	20	29	49	15	4	32	59	54	4	4	34	92	10	49
3	3	45	8	0	30	30	46	56	4	37	60	56	57	4	28	93	16	12
4	3	40	15	0	40	31	44	45	4	42	62	0	0	4	22	94	21	34
5	4	35	18	0	50	32	42	43	4	47	63	3	12	4	15	95	26	54
6	5	30	25	1	0	33	40	54	4	51	64	6	34	4	8	96	32	11
7	6	25	34	1	10	34	39	12	4	55	65	10	4	4	1	97	37	27
8	7	20	45	1	20	35	37	41	4	59	66	13	43	4	53	98	42	39
9	8	15	59	1	30	36	36	19	5	2	67	17	31	5	45	99	47	47
10	9	11	15	1	39	37	35	7	5	5	68	21	27	7	37	100	52	52
11	10	6	35	1	49	38	34	7	5	8	69	26	31	3	28	101	57	52
12	11	1	58	1	58	39	33	16	5	10	70	29	42	7	19	102	2	47
13	11	57	26	2	3	40	32	36	5	12	71	34	1	3	20	104	7	37
14	12	52	57	2	17	41	32	6	5	13	72	38	27	3	0	105	12	22
15	13	48	32	2	26	42	31	48	5	14	73	42	59	2	50	106	17	1
16	14	44	12	2	35	43	31	40	5	15	74	47	38	2	40	107	21	33
17	16	39	57	2	44	44	31	43	5	16	75	52	23	2	30	108	25	59
18	18	35	47	2	52	45	31	56	5	16	76	57	13	2	19	109	30	18
19	18	31	43	3	1	46	32	21	5	16	78	2	8	2	8	110	34	29
20	18	27	45	3	9	47	32	57	5	14	79	7	8	1	57	111	38	33
21	19	23	53	3	17	48	33	43	5	13	80	12	13	1	46	112	42	29
22	20	20	7	3	25	49	34	40	5	12	81	17	21	1	35	113	46	17
23	21	16	27	3	33	50	35	49	5	10	82	22	33	1	23	114	49	56
24	21	12	55	3	41	51	36	8	5	7	83	27	49	1	11	115	53	26
25	23	9	30	3	48	52	38	38	5	4	84	33	6	1	0	116	56	48
26	24	6	12	3	55	53	40	19	5	1	85	39	26	0	48	117	0	4
27	25	3	2	4	2	54	42	11	4	58	86	43	43	0	36	119	3	4
28	26	0	0	4	8	55	44	13	4	54	87	49	11	0	24	120	5	34
29	26	57	6	4	15	56	46	25	4	49	88	54	35	0	12	121	8	59
30	27	54	0	4	21	57	48	48	4	45	90	0	0	0	0	122	11	12

# Kitérő 1: A matematikai számítások fejlődése

A komputációs jellegű matematika és trigonometria fejlődésnek indul

- François Viète (1540-1603), francia
  - sík és gömbi háromszögek minden részének kiszámítására vonatkozó technikák (részben Rheticusra építve, 1571)
  - ún. betűalgebra: paraméteres egyenletek és formalizmus felé („Új algebra”, 1591)
- Simon Stevin (1548-1620), holland
  - *De Thiende* („A tizedek”, 1585): bevezeti a tizedes törteket (pl. 99,87654 jelölése: 99①8②7③6④5⑤4)
  - „Aritmetika” (1594): a másodfokú egyenlet teljes megoldása
- John Napier (1550-1617), skót
  - *Mirifici Logarithmorum Canonis Descriptio*, 1614: természetes alapú logaritmus (bár több előfutára volt)
  - Napier-csontok: manuális számológép
  - (1616, Henry Briggs: bevezeti a decimális alapot)





# A kopernikuszi mű fogadtatása

- Elválnak egymástól két dolog:
  - Kopernikusz csillagászati nagysága és **értedme**:  
Ezt mindenki egyöntetűen elismeri, éltetik az elmélet gyakorlati vonatkozásait, Ptolemaiosz méltó utódjának tartják (ebben a Porosz Táblázatok játszik főszerepet)
  - a heliocentrikus elmélet **igazsága**:  
Ezt nem nagyon tárgyalják, de ha igen, általában elutasítják (többnyire teológiai (Biblia) és fizikai (Arisztotelész) érvek alapján)
- De ez nem annyira meglepő:
  - eleve a bevett nézet: a csillagászati hipotézisek csak matematikai eszközök, nem a valóság leírásai („instrumentalizmus”)
  - Osiander anonim előszava a *De Rev*-hoz pontosan ezt szögezi le
  - (a pályák matematikája és a fizikai igazság csak Newton korában nő össze)
- „Kopernikusz azt állítja, hogy a Föld forog és a Nap mozdulatlanul áll az egek középpontjában, amely hamis feltételezésből kiindulva igazabb bizonyítását adja a szférák mozgásának és forgásának, mint bárki korábban.” (Thomas Blundeville, 1594)

# Egyházi megítélés 1: a reformátusok



Maga **Luther** élesen elutasítja, már a mű megjelenése előtt:

Említést tettek egy felkapott asztrológusról, aki annak kimutatásán munkálkodik, hogy a Föld forog, nem pedig az egek, a Nap és a Hold. Mint amikor valaki kocsin vagy hajón utazik, és azt képzelem, hogy ő maga mozdulatlan, míg a föld és a fák mozognak. [Luther megjegyzése:] „Így megy ez ma. Aki okosnak akar látszani, az ellentmond mindennek, amit mások igaznak gondolnak. Saját dolgot kell kitalálnia. Ezt teszi az a bolond, aki a feje tetejére állítaná a csillagászat egész tudományát. Én az ilyen vitatott kérdésekben inkább a Szentírásnak hiszek (Józsua 10:12), amely szerint Józsua a Napot állította meg parancsra, nem pedig a Földet.”  
(*Asztali beszélgetések*, 1539)

- (Megjegyzés: hogy valóban mondott-e ilyet Luther akkor, és pontosan mit, az vitatott kérdés, de a fenti visszaemlékezés megjelent 1566-ban)
- Persze a reformáció a Biblia szó szerinti értelmezését vallja, szemben a katolikusokkal, akik jogot formálnak a szöveg értelmezésére

## Philipp Melanchthon (1497-1560), Luther munkatársa



- egyrészt ő a wittenbergi egyetem meghatározó professzora, a „Melanchthon-kör” vezéralakja
    - ebből a körből kerül ki néhány korai Kopernikusz-támogató (Rheticus, Reinhold, Caspar Peucer)
    - ők „kapják fel” Kopernikuszt és szervezik le a mű kiadását
  - másrészt később ő is Kopernikusz ellen fordul
    - 1549-50: bibliai idézetek (+ fizikai érvek) a Föld mozgása ellen
    - egyetemi előadásokban abszurdnak nyilvánítja
    - tankönyvben külön fejezetet szán a Föld mozgásának
- ⇒ nem véletlen az a helyzet, hogy Rheticus vagy Reinhold nem állnak ki (vagy pláne nem harcolnak) a hipotézis igazsága mellett
- + az sem véletlen, hogy bár nagy lenne az érdeklődés, elég ritkán adják ki (második kiadás: 1566, harmadik kiadás: 1617...)



# Egyházi megítélés 2: a katolikusok

- Eleinte: nem nagy érdeklődés, de hallgatólagos beleegyezés
  - érsekek és püspökök biztatják Kop-t a mű kiadására
  - az egyik pápa hajlandó meghallgatni az elméletet, és nem tiltakozik
  - a másik (III. Pál) nem tiltakozik az ellen, hogy Kop. neki ajánlja a könyvet
  - a megjelenés után erősen tompítja az élet Osiander előszava, így O.K.
- Később itt is egyre élénkebb vitákat vált ki
  - jezsuiták (1540-től): erős tudományos érdeklődés jelentős intellektuális szigorral párosulva
  - a tridenti (v. trentói) zsinat (1545-1563) nyomán az egyház katonai jellegű hatalommá alakul: aktívan oda kell figyelni az eltévelyedőkre (lásd Bruno)
- A 17. sz. elejére komolyabb érdeklődés: főleg Galilei és Kepler fellépése nyomán a mű a tiltott könyvek listájára kerül (1616), és a heliocentrizmust teológiailag tévesnek és filozófiailag abszurdnak bélyegzik (1610, lásd Galilei)



## Kitérő 2: a naptárreform

- Kereszténység: egyetemes vallás → egyetemes naptár kell: Julián-naptár
  - láttuk: egyre pontatlanabb: előre siet (128 évente egy napot)
  - a középkor számára a legfontosabb csillagászati probléma (Húsvét)
- Reneszánsz: bár Regiomontanus meghal, mielőtt megoldhatná, Kop. meg visszautasítja a felkérést, de a Porosz Táblázatok nyomán lehetségessé válik a probléma megoldása
- A tridenti zsinat megbízza a pápát a probléma kezelésével
  - 1582, XIII. Gergely (→ Aloysius Lilius (könyvtáros)): **Gergely-naptár**
    - Clavius atya könyvben népszerűsíti a megoldást
    - de: a pápai utasítást nem fogadják el a protestáns országok
    - pedig Kepler is próbálja propagálni, de ő amúgy is gyanús
    - eleinte a protestáns országok bevezetnek egy hasonlót (kb. ugyanazt)
    - majd 18. sz. során lassan azért elfogadják a legtöbb európai országban
- A Gergely-naptár Kopernikusz műve és a Porosz Táblázatok alapján készül
  - eddigre beérik Kop. érdeme (nélkülözhetetlen a számításokhoz), de továbbra sem ismerik el a hipotézis igazságát (sőt...)

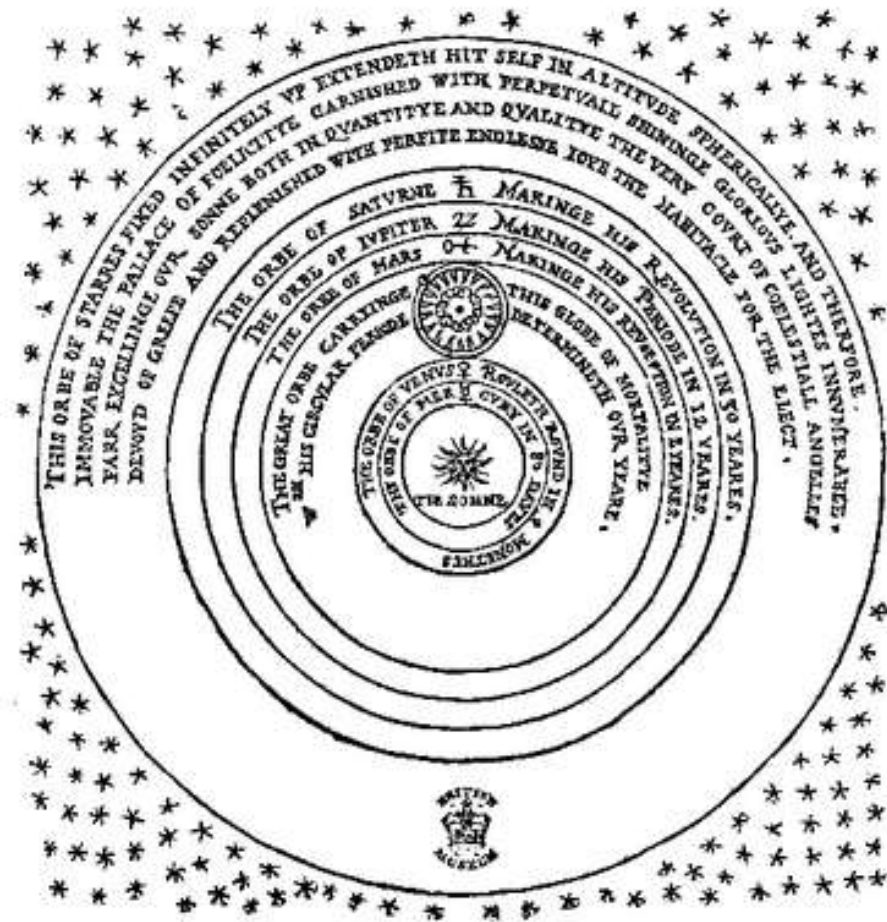
# Támogató csillagászok

Vannak azért olyan tudósok is, akik egyetértenek Kopernikusszal (németek, olaszok, spanyolok), a legtöbb támogató **Angliában** jelenik meg

- Robert Recorde (1512-1558)
  - a „=” jel kitalálója és a „+” jel elterjesztője Angliában
  - „Út a tudáshoz” (1551): egyetértőleg említi Kop. elméletét, de sajnos „nincs helye” a bevezetőben annak bizonyításához
- Thomas Digges (kb. 1546-1595): többször és módszeresen érvel mellette
  - pl. az 1572-es szupernóváról írt művében: nincs parallaxisa, így a hagyományos csillagászati elképzelésnek ellentmond (lásd Tycho Brahe)
  - 1576: „Az égi pályák tökéletes leírása”: tartalmaz részleteket Kop. művéből angolra fordítva + részletesen ismerteti a hipotézist
- William Gilbert (1544-1603)
  - 1600: *De magnete* → nagyon népszerű mű, ami szerint a Föld egy mágnes
  - elfogadja a Föld forgását (a mágneses pólusok körül), de nem tárgyalja a keringést (valószínűleg bizonytalan)
  - viszont írt hozzá egy előszót Edward Wright (1558-1615), ahol szisztematikusan felsorakoztatja a Kop. rendszere melletti érveket



A perfit description of the Caeftiall Orbes,  
according to the moft auncient doctrine of the  
Pythagoreans. &c.



Digges („Az égi pályák...”) az első, aki megszabadul a csillagszférától:

„Az állócsillagok eme köre, mely gömb alakban végtelenül kinyúlik felfelé, a boldogság mozdíthatatlan palotája, körítve megszámlálhatatlan csillogó fényforrás örök ragyogásával, mennyei angyalok udvara, mely messze meghaladja a Napot mennyiségben és minőségben, mentes a bűtől és teli van tökéletes, örök gyönyörrel, a kiválasztottak lakhelye.” (lásd az ábra szövegét)

A csillagszféra hagyományos funkciói:

- kinematikai: ez mozgatja a csillagokat
- dinamikai: ezt mozgatja az Első Mozgató, innen öröklődik minden mozgás
- kozmológiai: lezárja a véges teret

↔ ha a csillagok nem mozognak, akkor az első két funkció nem használható

→ a harmadik is fölöslegessé válik

+ Néhányan ebben látják az Olbers-paradoxon első felismerését (ha végtelen sok csillag van, miért nem fényes mindenütt az éjjeli égbolt?)

# Giordano Bruno (1548-1600)



- Itáliai domonkos szerzetes, teológus és filozófus
- Minden fennálló nézetet és tekintélyt előszeretettel tagadott
- Rengeteget utazott, de heves támadásai miatt gyakorlatilag mindenhol kitiltották (Genf, London, Wittenberg, Velence...), mindkét egyház kitagadta
- Radikalizálta Kopernikusz nézeteit:  
„Mindebből azt akarom következtetni, hogy az elemek és világtestek híres és közismert sorrendje ábránd és teljesen üres képzelődés (...) Tudni kell tehát, hogy van egy végtelen mező és egy átfogó tér, amely magában foglalja és áthatja a mindenséget. Abban végtelen sok ehhez hasonló test van, amelyek közül egyik sincs inkább a világegyetem közepén, mint a másik, mert a világegyetem végtelen, s ennél fogva nincs sem középpontja, sem kerülete; ezeket csak azoknak a világoknak tulajdoníthatjuk, melyek benne vannak oly módon, amint azt több ízben kifejtettem, főleg amikor bebizonyítottuk, hogy vannak bizonyos meghatározott középpontok, amilyenek a napok, a középponti tüzek; ezek körül mind a bolygók, földek, vízvilágok keringenek, amint hogy e hozzánk legközelebbi nap körül látjuk ezt a hét bolygót keringeni (...) Eszerint nincs egyetlen világ, egyetlen föld, egyetlen nap; hanem annyi világ van, ahány fényes csillagot látunk magunk körül...”  
(*A végtelenről, a világegyetemről és a világokról* (Kriterion 1990), 157-158. o.)

- a Föld nincs a középpontban, hanem kering a Nap körül
- de a Nap sincs a középpontban, mert a világegyetem végtelen
  - N. Cusanus (15. sz.) érvei: egy mindenható Isten nem teremt végeset
  - miért lenne bármely térrész kitüntetett, hogy csak abban van anyag?
  - mindig minden végtelenül mozog, különben a világ halott lenne
- a csillagok valójában mind-mind napok (esetleg a halványabbak bolygók)
- feltehető, hogy ezen csillagok (vagy némelyek) körül is keringenek bolygók, és könnyen lehet, hogy ezeken is létezik élet: egy-egy „világ” (az ókori végtelen-világ hipotézisek zárt világokban gondolkodtak, itt azonban az egyes világokból át lehet látni a másikkba)
- Egyrészt fantasztikusan előremutató, forradalmi kozmológia, és nagy hatást fejt ki majd a 17. század során (kb. egy newtoni kozmosz fizika nélkül)
- Másrészt a zseniális megérzéseket nem támasztják alá tudományos érvek
  - végtelen világ: hogyan lehetne kimutatni? a csillagok napok: hol van még a színképelemzés? a többi nap körüli bolygók??? stb.
  - amúgy sem használ matematikai vagy technikai érveket, nem csillagászati mű



- 1592-ben elfogja az Inkvizíció, és 7 éven keresztül tartó tárgyalásban elítélik
- mivel nem hajlandó sem megtagadni a nézeteit, sem együttműködni, 1600-ban nyilvánosan egy máglyán kivégzik Rómában



Ahol a máglyája állt 1600-ban (Campo de' Fiori),  
ma ott áll a szobra

André Durant festménye (2000)

## Giordano Bruno a tudomány mártírja?

- A 19. század óta ez él a köztudatban (lásd vallás-tudomány háború): a korát megelőző zseniális tudós, akit a vaskalapos egyház kivégezett
- Ugyanakkor vannak ezzel problémák:
  - a szövegei inkább filozófiaiak és misztikusak, mint tudományosak (nem végzett észleléseket, nem alkalmazott számításokat, stb.)
  - kérdés, tudományos nézetei miatt végezték-e ki
    - bár az eredeti periratok elvesztek, a beszámolók szerint a vádak:
      - a katolikus hittel szembeni vélekedések, egyházi személyek támadása
      - téves tanok a Szentháromságról, Krisztus természetéről és feltámadásáról
      - téves tanok Jézus mint Krisztus tekintetében
      - téves tanok a miséről, valamint a kenyér és a bor átváltozásáról
      - téves tanok Jézus anyjának, Máriának a szüzességéről
      - elfogadása **végtelen sok világnak** és azok örökkévalóságának
      - hit abban, hogy az emberi lélek átvándorolhat vadakba
      - mágia és jövendőmondás gyakorlása
- Az viszont biztos, hogy ő egy precedens volt arra, hogy valakit, aki hirdette Kopernikusz tanait, a nézetei miatt kivégeztek (Galilei pl. így láthatta)

# Tycho (Tyge) Brahe (1546-1601)



- Dán nemes
- 14 évesen megfigyel egy napfogyatkozást  
→ lenyűgözi, hogy előrejelezhető, ezért csillagásznak készül
- 17 évesen megfigyel egy Jupiter-Szaturnusz együttállást
  - az Alfonsz-táblák egy hónapot tévedtek, a Porosz Táblák néhány napot
  - szükség lenne egy pontos csillagászati elméletre
  - Már korán nagy és pontos műszereket épít (pl. kvadráns, éggömb)
- 20 évesen egy párbajban (matematikai vita miatt) elveszti az orra zömét  
→ élete végéig fémből készült orrot hord



- kb. ilyen orrot (ez nem az)
- ezen a képen látszik
- a kortársak szerint arany-ezüst ötvözet volt, de 1901-ben exhumálták és megállapították, hogy inkább bronznak tűnik
- (esetleg több mű-orra is lehetett?)

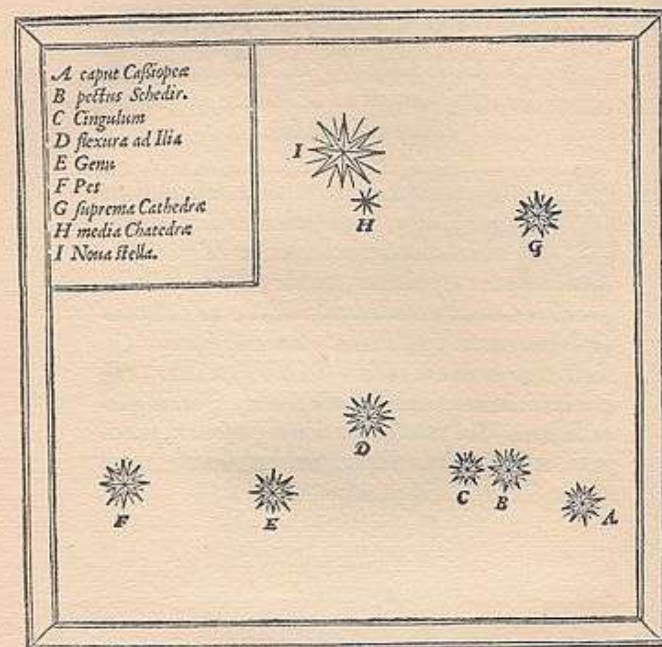




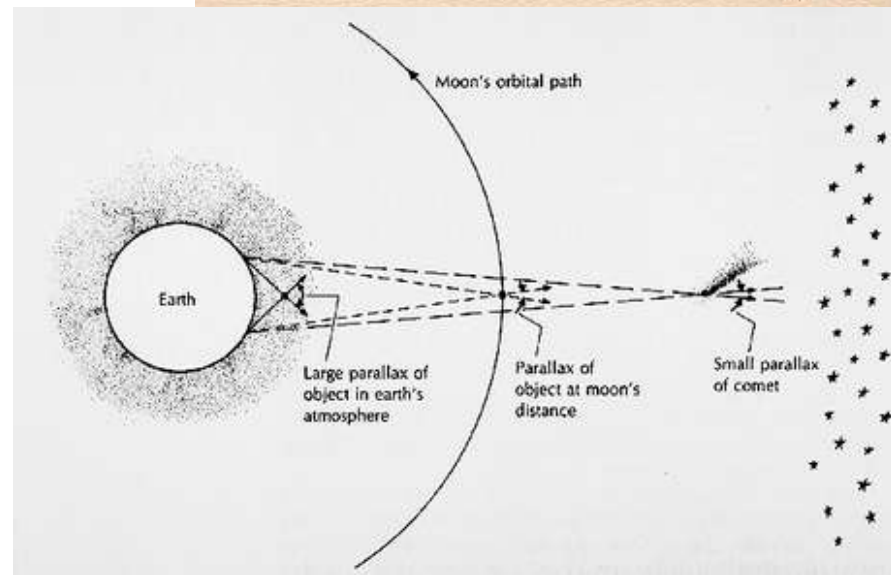
## 1572: fényes **szupernóva** a Cassiopeiában

- pontos észleléseket készít róla (16 hónapig)
  - „pontszerű” + nem változik a pozíciója  
→ állócsillag-szerű
  - változtatja a fényességét
  - nem mérhető ki a parallaxisa\*  
→ a Hold felett kell lennie
  - ⇒ ez cáfolja Arisztotelész azon nézetét,  
hogy a Hold feletti világban nincs változás!
- 1573: *De nova stella* („Az új csillagról”)
  - részletesen leírja pontos megfigyeléseit
  - bevezeti a „nova” szót („supernova”: 20 sz.)
  - asztrológiai elemzést készít

- \*Megjegyzés: a napi parallaxis hiánya:  
ahogy az ég/Föld forog, a megfigyelő  
más-más irányba látja a közeli testet  
a csillagokhoz képest  
→ ez a Hold és közeli bolygók esetén  
megfigyelhető, de itt nem  
→ messzebb kell lennie



*Distantiam verò huius stellæ à fixis aliquibus in hac Cassiopeiæ constellatione, exquisito instrumento, & omnium minorum capaci, aliquoties observavi. Inveni autem eam distare ab ea, quæ est in pectore, Schedir appellata B, 7. partibus & 55. minutis: à superiori verò*





## 1577: fényes **üstökös**

→ Európát lázba hozza

- Nem mutat parallaxist
  - összevetette saját dániai észleléseit prágai észlelésekkel, és látta, hogy míg a Hold látszó pozíciójában mutatkozik a perspektívakülönbség, addig az üstökösében nem

⇒ az üstökös legalább hatszor olyan messze van, mint a Hold, vagyis nem légköri jelenség, ahogy korábban többnyire hitték, hanem Hold feletti

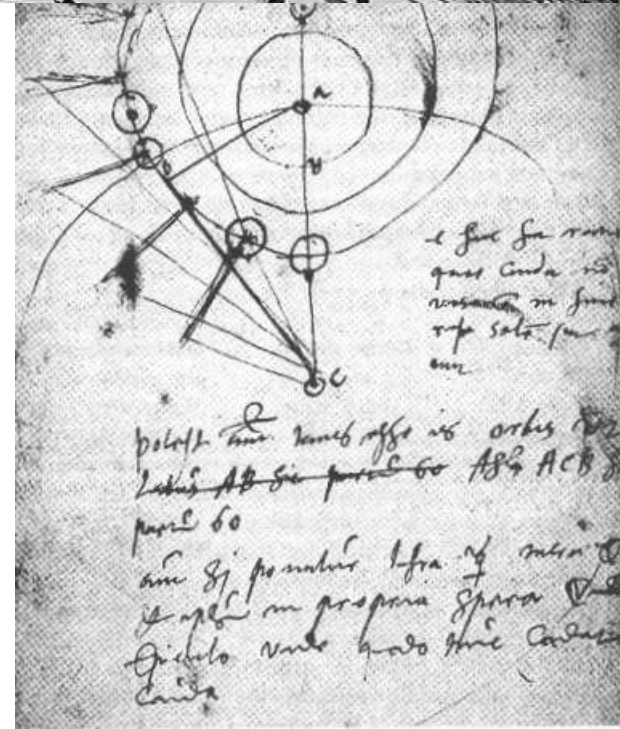
⇒ újabb változások a „változatlan” égi világban

- Sok pontos észlelés alapján megbecsüli a pályáját

⇒ keresztezi a bolygók pályáját, vagyis át kellene törnie a kristályszférákat

⇒ Brahe elveti a szférák létezését

(1580-tól: több kisebb üstökös, hasonló konklúziók)

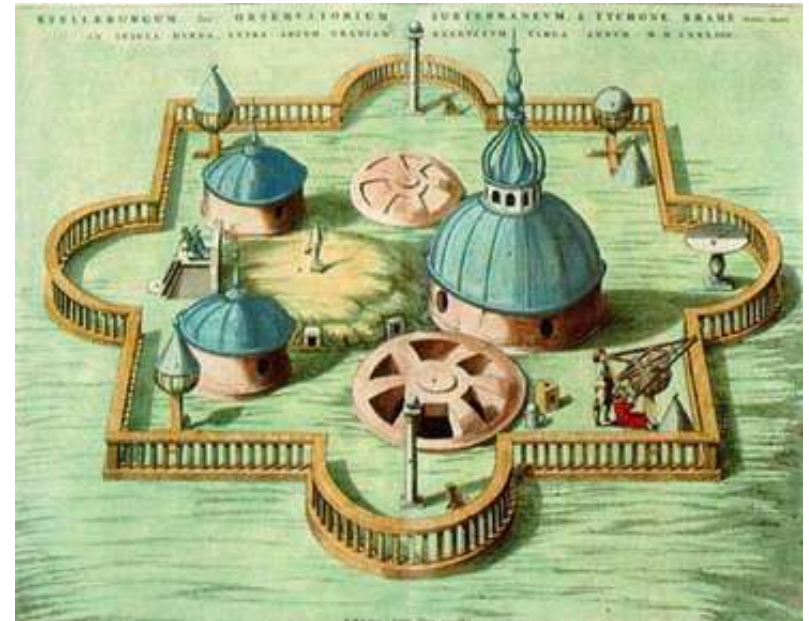
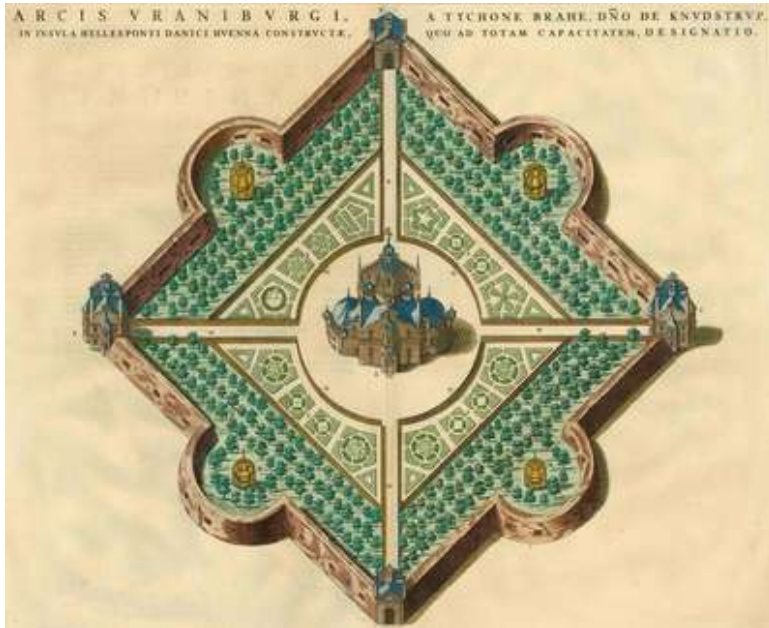


A dán királytól kap egy szigetet (Hven) **obszervatóriumot** építeni

Uraniborg: 1576-tól

+

Stjerneborg: 1581-től

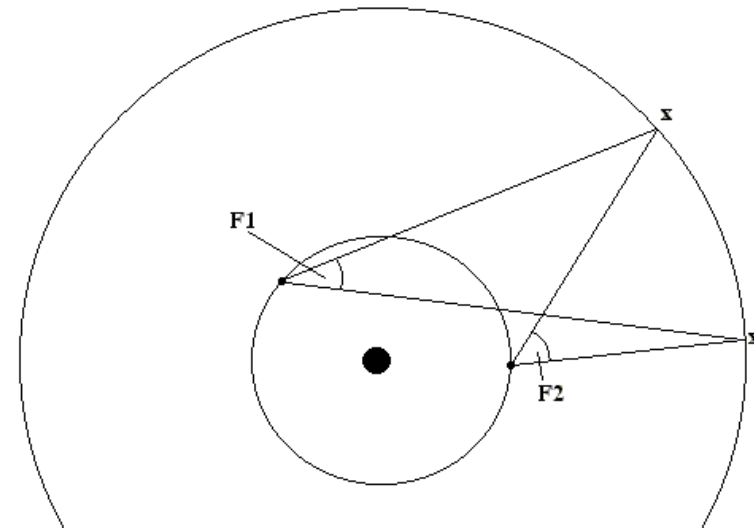
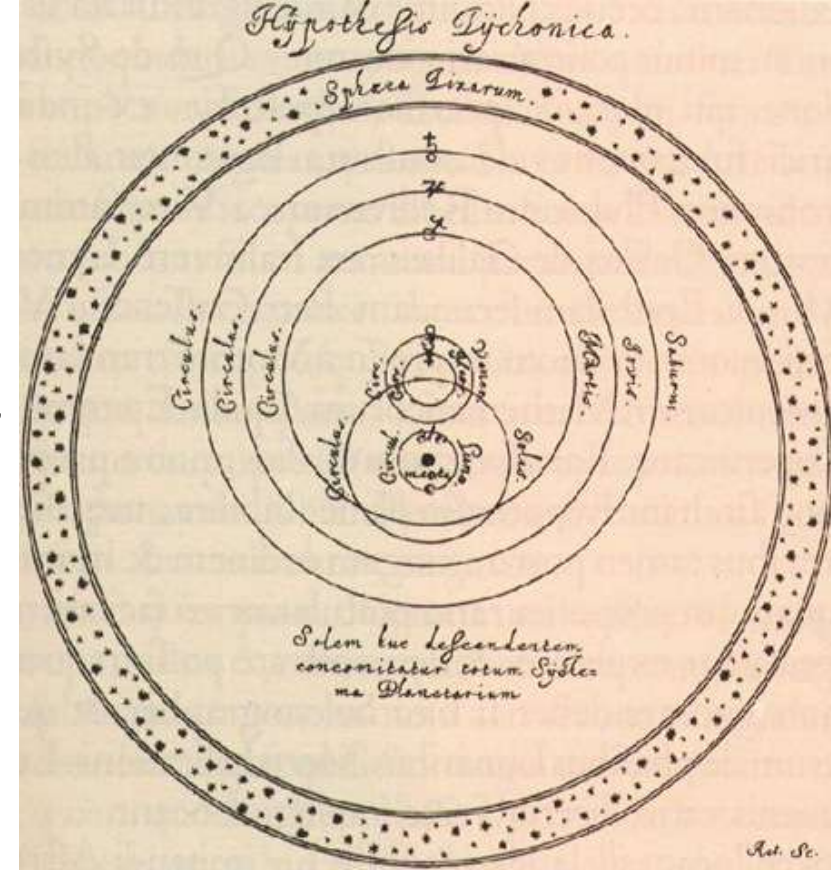


- Európa legnagyobb távcső előtti obsz.-a
- 1576-97: több mint 100 ember dolgozik itt
- saját nyomda, papírmalom, labor, börtön...
- hatalmas műszerek (pl. kvadráns)
- éveken keresztül folyó rendszeres és pontos észlelések: 1-2' pontosság! (Kopern.: irreális vágyként említette a 10' elméleti pontosságot)
- 1601-ben lerombolják (túl drága fenntartani)



## Tycho saját **csillagászati elmélete**:

- a heliocentrikus és geocentrikus keveréke
  - a bolygók a Nap körül keringenek (mert elfogadja Kop. erre vonatkozó érveit)
  - de a Föld nem bolygó, hanem a központ, ami körül a Nap és a Hold kering
- (nem lehetnek szférák: kereszteznék egymást!)
- Miért veti el Kopernikusz elméletét?
  - teológiai alapon (protestáns Dánia)
  - fizikai alapon:
    - a Föld természete szerint tohonya
    - a zuhanó tárgyak problémája
    - (tehát a Föld forgását is elveti)
  - észlelőcsillagászati alapon:
    - ha a Föld mozogna a csillagokhoz képest (éves keringés), akkor a csillagok helyzete és fényessége változna az év mentén
    - a minden eddiginél pontosabb módszeres észlelések nem mutatják



## Megjegyzések:

- Emlékezzünk: az éves parallaxis fenti hiánya miatt teszi fel mind Arisztarkhosz, mind Kopernikusz, hogy a csillagszféra nagyon messze van
- Csakhogy Tycho észlelési pontossága mellett az azt jelenti, hogy legalább 700x olyan messze kellene lenniük tőlünk, mint a Szaturnusznak
  - ekkor a kozmosz nagy része üres tér lenne: belül kicsi bolygópályák, kívül hatalmas éggömb, a kettő között a Nagy Semmi → gyanús
  - azt gondolja, hogy a nagyobb csillagok látszó nagysága pár szögperc (\*)  
→ ekkora távolságban ez azt jelenti, hogy általában nagyobbak, mint a Föld pályája Kopernikusz szerint → ez abszurd

(\* A fényesebb csillagok nagyobbak látszanak a halványabbaknál. A csillagok látszó kiterjedése azonban optikai illúzió. Ezt Galilei távcsöves észleléseiig nem tudták: akkor derül ki, hogy míg a távcső felnagyítja a bolygók látszó méretét, addig a csillagokét nem, azok továbbra is kb. pontszerűnek tűnnek.)



## Tervezett nagy csillagászati munkák:

- *Astronomiæ Instauratæ Progymnasmata* („Bevezetés az új csillagászatba”) több kötetes mű:
  - 1. kötet: az 1572-es szupernóva (újabb) tanulságai  
↔ nem készült el: az újabb, pontosabb Nap- és csillagészlelések fényében sokmindent újra kellett volna számolni (pl. refrakció!)  
→ Kepler publikálja (1602)
  - 2. kötet: az 1577-es üstökösről + Tycho saját rendszeréről  
→ 1588-ban megjelenik
  - 3. kötet: 1580-as évek üstököseiről ↔ sosem készül el
  - további sok kötet: Nap, Hold, bolygók pontos mozgása
- Tervez egy pontosabb és részletesebb csillagkatalógust (ezt leészleli) + bolygótáblázatokat (erre nem marad ideje kiszámolni)  
↔ ezt majd Kepler fejezi be és publikálja 1627-ben
- Új holdelmélet: felfedez néhány perturbációs effektust (variáció + a pályahajlás librációi)  
→ komoly előrelépés az addigiakhoz képest  
↔ ezt is Kepler publikálja (1602)

## A történet vége:

- 1599-1601: Prágába költözik, és II. Rudolf császár udvari csillagásza lesz
  - kap egy obszervatóriumot
  - felfogad két segédet a számításokhoz, az egyik a fiatal Johannes Kepler
    - feladatuk: a sok észlelési adattal alátámasszák Tycho elméletét (Kepler a Mars adatait kapja, de ő a heliocentrikus elméletben hisz)
- 1601-ben váratlanul meghal

A császári küldöttség fogadásán sokat iszik, de illemből nem megy ki vizelni, és elreped a hólyagja. 11 nap múlva meghal. Utolsó napjaiban delíriumban ezt ismételteti: *ne frustra vixisse videar* (ne tűnjön úgy, hogy hiába éltem)
- És tényleg nem élt hiába:
  - meggyőzte a kortársak/utókor többségét, hogy nincsenek szférák
  - és hogy a Hold feletti világban van változás (→ változócsillagászat)
  - és hogy mind Arisztotelész, mind Ptolemaiosz tekintélye felülírható
  - elkészítette azt a hatalmas adatsort
    - ami nélkül Keplernek esélye sem lett volna a törvényeire
    - amit még nagyon sokáig használtak számításokhoz
  - a 17. sz. elejére a földközéppontúság kérdése nem annyira Ptol. és Kop., hanem Kop. és Tycho elmélete közti választásként tűnik fel (voltak követői szép számmal, bár sosem volt az elmélete uralkodó)