

# Csillagászat a középkori Európában

A csillagászat története 1  
2014. november 14.



# Kora-középkor: Az európai kultúra kettészakad

## Nyugat:

- Kereszténység az antik civilizáció ellen definiálódik
- Az ókori tudomány és filozófia szellemisége erősen visszaszorul
  - nem nagyon olvasnak görögül
  - ideológiai okok: lásd mindjárt
- Az ókori műveket nem másolják, ezek elvesznek a nyugat számára
- Az írásbeliség kolostorokhoz kötődik, és kizárólag vallási célokat szolgál

## Kelet:

- Bizánc központtal tovább él a görög nyelvű kultúra
- Fő irodalmi műfaj: kommentárok régi művekhez
- Jelentős írástechnikai újítások (kisbetű/nagybetű, szóközök)
- Eléggé izolált: nem nagyon áll kapcsolatban a nyugati fejleményekkel
- Megőrződnek görög szövegek de csak a reneszánsz kortól válnak ismertté nyugaton (1453: Bizánc eleste)

# Hit és értelem viszonya 1.



Szt. Ágoston (354-430):

„Ha azt kérdezik tőlünk, mit kell hinnünk, akkor nem szükséges a dolgok természetében kutakodnunk, ahogy a görögök *fizikusai* tették, és nem kell megrémülnünk, ha a keresztény mit sem tud az elemek számáról és erőiről, vagy az égitestek mozgásáról, rendjéről és fogyatkozásairól, vagy az állatok, növények, kövek, források, folyók, hegyek fajtáiról és természetéről, vagy az időrendről és távolságokról, vagy a közelgő viharok jeleiről, vagy ezernyi más olyan dologról, amit a filozófusok kitaláltak (vagy csak hiszik, hogy kitaláltak)... A keresztény számára elég azt hinni, hogy minden teremtett dolog, legyen az égi vagy földi, látható vagy láthatatlan, vagyis mindenek oka a Teremtő jósága, az egyetlen igaz Isten, és hogy őrajta kívül semmi sem létezik, melynek léte ne őtőle származna.”

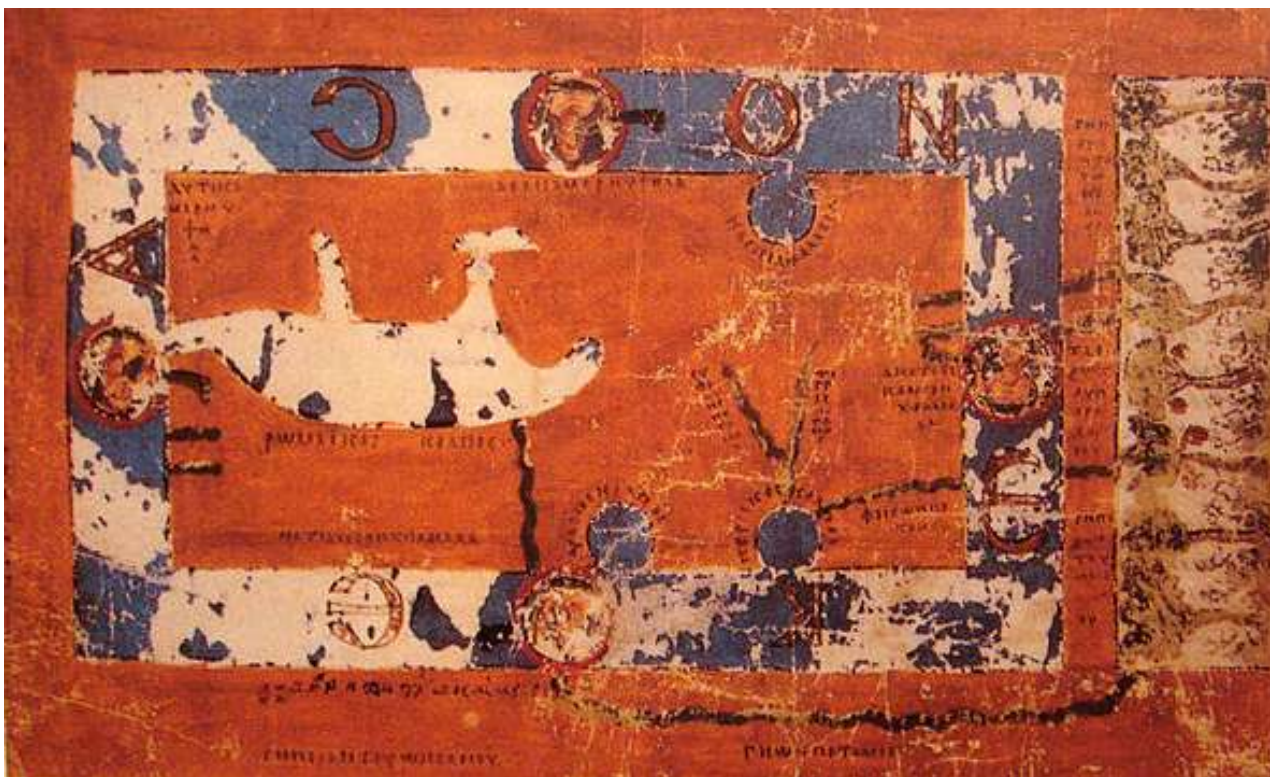
- V.ö. *Vallomások* (X. könyv): a keresztény kísértései közt a legerősebb a filozófia (kíváncsiság), mely nem testi, hanem lelki jellegű
- Tehát nem az a helyzet, hogy más választ kell adni a filozófiai/tudományos kérdésekre, mint a görögök, hanem más kérdéseket kell feltenni (Csak Isten és az üdvösség kérdése érdekes, nem a világi lét kérdései)

# Korai keresztény kozmológiák

Lactantius (~250–~325): *Institutiones Divinae*

- Milyen abszurdak a „pogányok” nézetei:
  - Ha a Föld gömbölyű lenne, a túloldalán lepottyannának az emberek, és az eső és a hó felfelé esne
- A Biblia alapján kritizálhatók a pogány filozófusok
  - „És monda Isten: Legyen mennyezet a víz között, a mely elválassza a vizeket a vizektől. Teremté tehát Isten a mennyezetet, és elválasztá a mennyezet alatt való vizeket, a mennyezet felett való vizektől.” (1 Mózes 1:6-7)
    - tehát az égbolt anyaga víz, nem pedig éter (kontra Arisztotelész)
  - „Az, aki ott trónol a föld pereme fölött, melynek lakói csak sáskáknak tűnnek, az eget fátyolként teríti ki, kifeszíti, mint lakósátrat.” (Ézsaiás 40:22)
    - tehát az égbolt nem gömb alakú
  - „A nap feljött vala a földre, mikor Lót Czóárba ére.” (1 Mózes 19:23)
    - tehát a Föld lapos, különben nem jöhetne fel rá a Nap

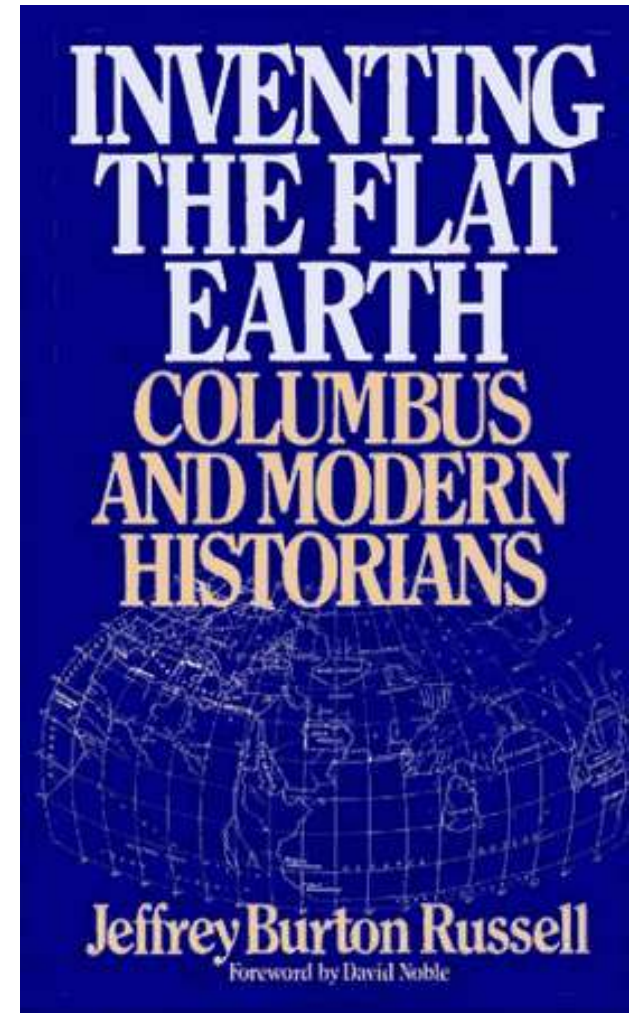
- Kozma (*Cosmas Indicopleustes*) (6. sz.): „Keresztény topográfia”:  
ezeket az elemeket szedi össze, bibliai szöveghelyekkel érvelve
- A föld téglalap, K-Ny irányba kétszerese az É-D iránynak



- Az égbolt félhenger alakú (sátor) és mozdulatlan
- Az égitesteket angyalok hordozzák az égen, ill. a föld peremén

# „A középkorban azt hitték, hogy a Föld lapos”

- Ez egyáltalán nem igaz: bár nem volt ez lényeges kérdés, azért a legtöbb szerző úgy gondolta, hogy gömb alakú
- (Különben Kolumbusz sosem mert volna elindulni Indiába nyugat felé)
- A 19. században a darwinizmus nyomán kirobbant vallás-tudomány háborúban konstruálták meg a középkori lapos Föld mítoszát
- Ehhez olyan szerzőket vettek elő, mint Lactantius és Kozma, akik viszont nem voltak nagy hatással a kortársakra ebben, és nézeteiket szinte senki sem osztotta



# A csillagászati érdeklődés később élénkül

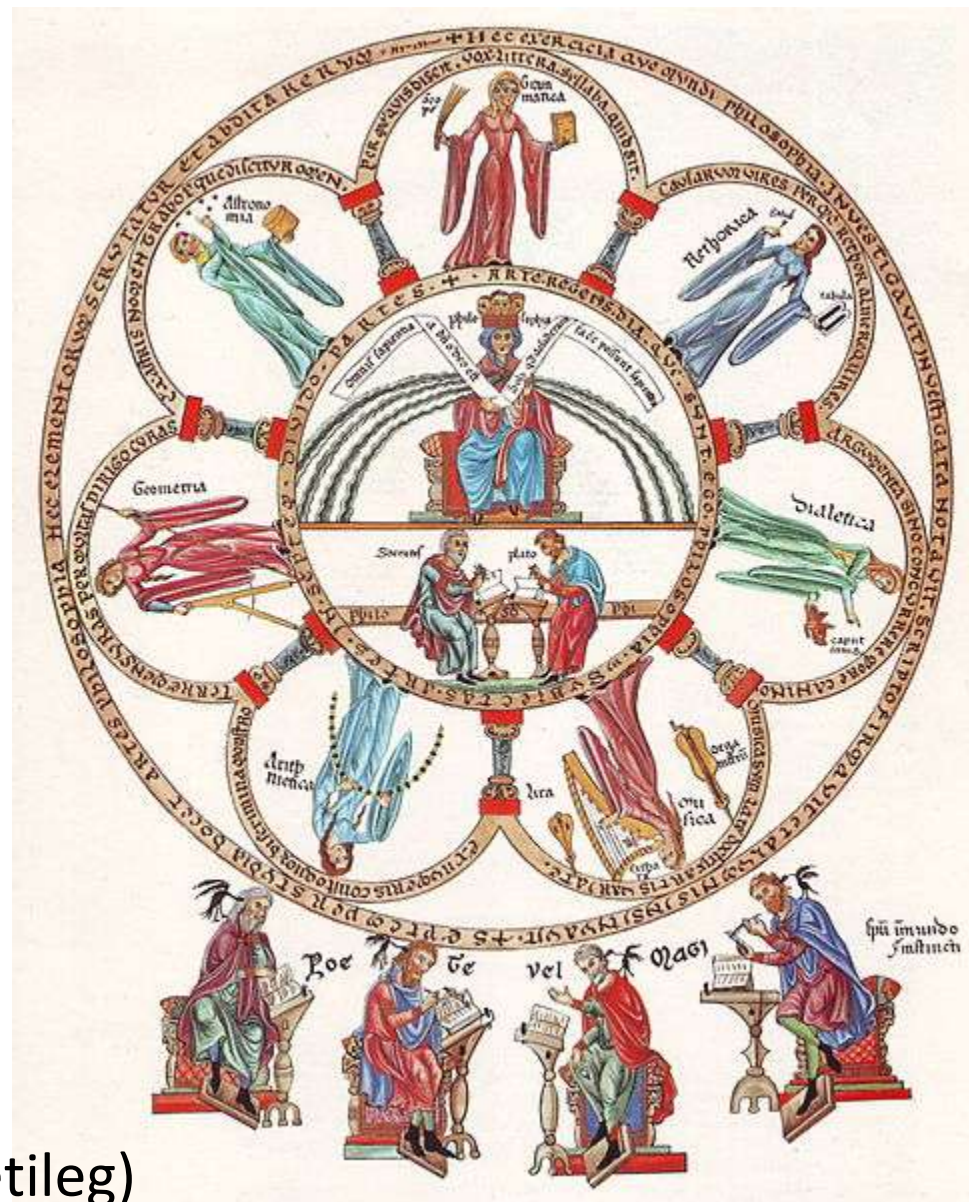
- 8. sz.: Beda Venerabilis: *De temporum ratione* (Az idő számítása)
  - gömb alakú Föld, Nap hatása az évszakokra, naptárszámítás, a Húsvét számításának problémája (*computus* – a naptárszámítás és kereszténység keresztmetszete)
- 9. sz.: karoling reneszánsz: írásbeliség, oktatás hangsúlyosabb
  - elemi technikákat kezdenek használni égitest-pozíciók számításához
- 10. sz.: érdeklődés az arab tudomány iránt (mely a görög tudományt értelmezi és viszi tovább)
  - megismerkednek a matematikai csillagászat alapjaival
  - megjelenik az asztrolábium mint csillagászati műszer
  - megjelennek az első egyszerűbb csillagászati táblázatok

# A hét szabad művészet

A középkori oktatás alapját képező tudományágak:

- Trivium (az alapok):
  - grammatika (latin)
  - retorika
  - dialektika
- Quadrivium (magasabb szint):
  - aritmetika
  - geometria
  - csillagászat
  - zene/harmónia

→ a csillagászat (legalábbis elméletileg) az egyik legfontosabb tudomány, tehát érdemes a tanulmányozásra





## Hit és értelem viszonya 2.



Canterbury Szent Anzelm (~1033-1109):

„Így hát, Uram, aki a hithez értelmet adsz, add meg nekem – amennyire helyesnek ítéled –, hogy meg is értsem, hogy létezel, amiként hisszük, és hogy az vagy, aminek hiszünk.”

➔ Bár a hit előrébbvaló és a tudás fő forrása, azért az értelem is jó, ha le tudom vele vezetni azt, amit amúgy a hitemmel tudok

(Ontológiai istenérv:

- Isten az, aminél nagyobb dolog el nem képzelhető.
- Isten létezik az értelemben, hiszen ha a fenti kifejezést megértem, akkor a megfelelő fogalom megjelenik az elmémbe.
- De ha csak az értelmében létezne, akkor elképzelhető lenne egy nála nagyobb létező: olyan, ami a valóságban is létező Isten, ami épp általa nagyobb, hogy létezik az értelemben és a valóságban is.
- Tehát az ellentmondás miatt szükségszerű, hogy a valóságban is létezzék.)

# A skolasztika korszaka

- 13. században létrejönnek az első egyetemek
- Ezek elődei olyan fordítóközpontok, ahol főleg Arisztotelész (és néhány egyéb ókori szerző) műveit fordítják arabból latinra
- Kialakul egy igen művelt réteg, amelyik magas szintű intellektuális kultúrát hoz létre
- Dialektikus alapok: az egyes kérdéseket vitatják (rögzített koreográfiájú vita formájában)
- Itt már erősen érdeklődnek az ókori tudomány iránt
  - elsősorban Arisztotelész
  - főleg filozófia (és ennek teológiai vonatkozásai)
  - nem nagyon használnak magasabb szintű matematikát
- Sok a név és álláspont → ne spóroljunk velük... 😊

Recognized	University
859 <sup>[6]</sup>	Fes
970~988 <sup>[7]</sup>	Cairo
11th c. <sup>[2]</sup>	Salerno <sup>[uncertain 1]</sup>
1088 <sup>[8]</sup>	Bologna
1188 <sup>[2]</sup>	Modena <sup>[uncertain 1]</sup>

Fordító-  
központok



Az első  
egyetemek  
Európában

Recognized	University
1204 <sup>[2]</sup>	Vicenza
1208 <sup>[2]</sup>	Palencia <sup>[uncertain 1]</sup>
Beginning of 13th c. <sup>[2]</sup>	Paris
Beginning of 13th c. <sup>[2]</sup>	Oxford
Beginning of 13th c. <sup>[2]</sup>	Montpellier
1209–25 <sup>[2]</sup>	Cambridge
1215 <sup>[2]</sup>	Arezzo
Before 1218/19 <sup>[2]</sup>	Salamanca
1222 <sup>[2]</sup>	Padua
1224 <sup>[2]</sup>	Naples
1228 <sup>[2]</sup>	Vercelli
1229 <sup>[2]</sup>	Toulouse
c. 1235 <sup>[2]</sup>	Orléans
1245 <sup>[2]</sup>	Rome (Roman Curia)
1246 <sup>[2]</sup>	Siena
1248 <sup>[2]</sup>	Piacenza <sup>[uncertain 1]</sup>
c. 1250 <sup>[2]</sup>	Angers
1254–60 <sup>[2]</sup>	Seville <sup>[uncertain 1]</sup>
1261 <sup>[9]</sup>	Northampton <sup>[uncertain 1]</sup>
End of 13th c. <sup>[2]</sup>	Valladolid
1290 <sup>[2]</sup>	Coimbra
1300 <sup>[2]</sup>	Lleida

Recognized	University
1303 <sup>[2]</sup>	Avignon
1303 <sup>[2]</sup>	Rome (Sapienza)
1308 <sup>[2]</sup>	Perugia
1308 <sup>[2]</sup>	Coimbra
1318 <sup>[2]</sup>	Treviso
1332 <sup>[2]</sup>	Cahors (French)
1339 <sup>[2]</sup>	Grenoble
1339 <sup>[2]</sup>	Verona <sup>[uncertain 1]</sup>
1343 <sup>[2]</sup>	Pisa
1348 <sup>[2]</sup>	Prague
1349 <sup>[2]</sup>	Florence
1350 <sup>[2]</sup>	Perpignan
1354 <sup>[2]</sup>	Huesca (Spanish)
1361 <sup>[2]</sup>	Pavia
1364 <sup>[2]</sup>	Cracow
1365 <sup>[2]</sup>	Orange
1365 <sup>[2]</sup>	Vienna
1367 <sup>[2]</sup>	Pécs
1369 <sup>[2]</sup>	Lucca <sup>[uncertain 1]</sup> (Italian)
1379 <sup>[2]</sup>	Erfurt
1385 <sup>[2]</sup>	Heidelberg
1388 <sup>[2]</sup>	Cologne
1389 <sup>[2]</sup>	Budapest
1391 <sup>[2]</sup>	Ferrara



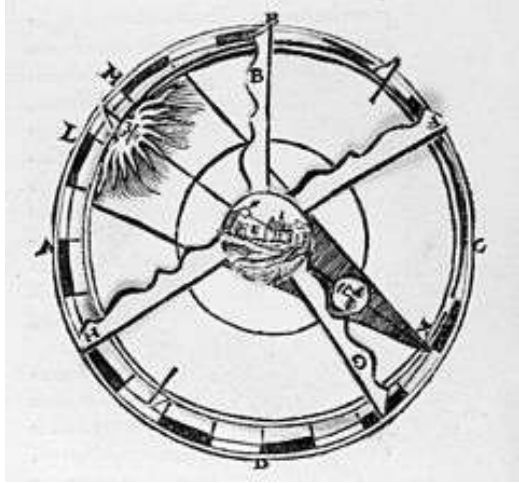
...entibus. et  
...olma duxit

# A csillagászat elméleti alapműve

Johannes de Sacrobosco (~1195–~1256, Párizs):

*De sphaera mundi* (A világ szférájáról) (kb. 1230)

- 1175-ben Cremonai Gerard lefordítja arabból az Almagesztet  
→ ez és néhány arab munka alapján készül
- Rövid, kissé elnagyolt összefoglalása néhány csillagászati alapismeretnek
- Nincs benne matematika: nem praktikus célokat szolgál
- Gömb alakú égbolt és központi helyű, gömb alakú Föld mellett érvel, magyarázza a fogyatkozások okait, stb.
- Vegyülnek benne arisztotelészi és ptolemaioszi elemek
- Először használja a világ mint gépezet metaforát: „A világ gépezete [*machina mundi*] kettéoszlik az éteri és az elemi régiókra.”  
→ ez a 17. században uralkodó természetfilozófiai metaforává válik („óragép-világ”)
- Angol fordítás: <http://www.esotericarchives.com/solomon/sphere.htm>



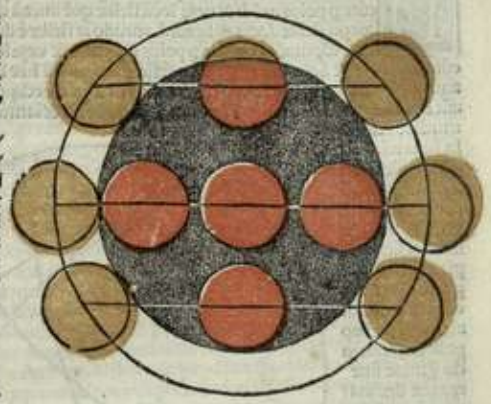
Et est eclipsis generalis in omni terra, si ipsa fuerit in capite vel cauda Draconis directe. Particularis vero, si fuerit prope infra metas determinatas, scilicet eclipsi.

Figura ostendens numerum ac ordinem sphaerarum celestium, indicansque divisionem mundi secundum substantiam.

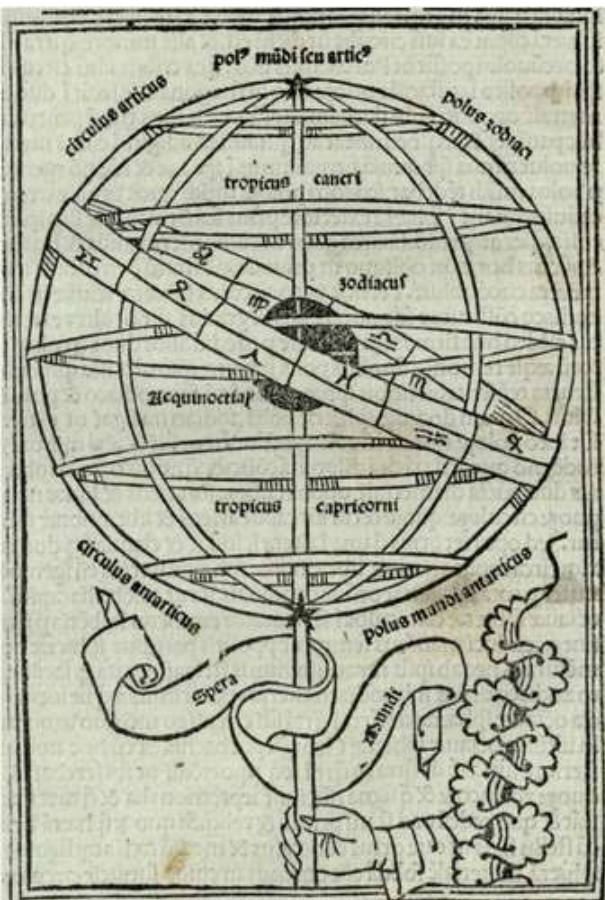
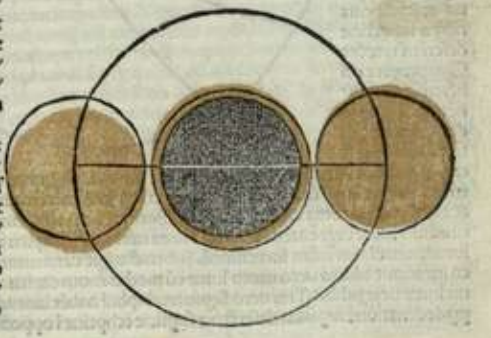


xxxiiii. sp tamē q̄ est pportio. v. ad lxi. ea est motus solis i hora ad diametere suā uisualē lune uero i auge eccētrici & epicycli. xxxvi. sp tamē q̄ ē pportio. xlviii. ad. xlvii. ea ē motus lune i hora ad diametere suā uisualē. Quāq̄ se q̄. poli sit ut ēt quadoq̄. Solis eclipsis accidat ulis nūq̄ tamē naturalē appere pōt rōe diuersitatis as pēchut totus sol toni terrae uli eclipsis. Dū sol i auge eccētrici fuerit diameter umbre i loco trāsitus lune se hēat ad diametere lune uisualē sicut. xlvii. ad. v. Excessus aut eius dū sol ē i auge super diametere eius dū sol alibi fuerit i eccētrico decus plus est ad dīam motuū Solis i hora quibus dū ē i auge atque illo loco alio mouetur.

Theorica eclipsis lunaris,



Theorica eclipsis solaris,



## Sacrobosco két további műve:

- *Algorismus*
  - az első bemutatása a hindu-arab számírásnak
  - (melynek használata majd csak a 16. sz. körül válik széleskörűvé)
- *De anni ratione* (Az évek számlálásáról)
  - naptárprobléma: a Julián-naptár kb. 10 napos csúszásban van ekkor
    - Ugyanis: a Julián-naptár (1. sz. óta) 365,25 napos évet használ (négyévente szökőév)
    - ez hosszú távon pontatlan (az év hossza inkább 365,2425 nap)
    - A probléma egyre súlyosabb, a 16. században válik akuttá
    - Megoldás majd: Gergely-naptár, 1582  
(szökőév: négyévente, kivéve ha a dátum éve osztható százzal (nincs szökőnap), kivéve ha négyszázzal is osztható (van szökőnap))
  - Sacrobosco pontosítási ötlete: 288 évente egy nap kihagyása az évből

# A csillagászat gyakorlati alapműve

Alfonz-táblázatok (Toledo, 1250-es évek körül)

- 1252-vel indított efemerisz-táblázatok
- X. Alfonz kasztíliai király szponzorálta
- az alapja: 11. sz-i efemerisz-táblázatok arab szerzőktől
- meglehetősen pontos, elég bonyolult matematika alapján készül, arab forrásokból
- a Kopernikusz alapján készült Porosz-táblázatokig (1551) a legfontosabb efemerisz-táblázat Európában
  - Megjegyzés: egy csillagászati elmélet elfogadását jelentősen előrelendíti, ha alapjául szolgál pontos, a gyakorlatban (pl. navigáció) használható pozíció-táblázatoknak
  - A Porosz-táblázatokot majd Kepler Rudolf-táblázatai váltják (1627)





# Albertus Magnus

- 1200 előtt – 1280, Párizsi egyetem (is)
- 38 kötetnyi (!) írás, kb. mindenről
- Értelmezi Arisztotelész életművét a skolasztikának
  - Arisztotelész válik a legfontosabb alapszerzővé („a Filozófus”)
  - szinte minden állítását igazságként fogadják el (kivéve: a világ – az anyag természete – örökkévaló és mindig is létezett)
  - össze kell egyeztetni a kereszténységgel, megfelelő interpretációt adni
  - tanítványa, Aquinói Szent Tamás dolgozza ki a hiányzó részleteket
  - 1277-es párizsi elítélő határozat: az egyház hivatalosan elítéli Arisztotelész tanainak zömét (219 tételt) és Aquinói Tamás vonatkozó tanításait
  - ebben ellenére az egyetemeken később is Arisztotelész az alapszerző
- *Speculum astronomiae* (Csillagászati tükör): asztrológiai mű
  - sokáig az *asztronómia* és *asztrológia* fogalmakat felcserélhetőnek tekintik
  - a legfőbb probléma a szabad akarat kérdése → az égitestek nem determinálnak, hanem csak hajlamosítanak, ami akarattal felülírható



# Aquinói Szent Tamás: Hit és értelem viszonya 3.



- 1225-1274
- Az ún. racionális teológia úttörője

„Isten létezése, valamint hasonló igazságok Istenről, melyeket természetes értelemmel beláthatunk, nem hittételek, hanem a hittételek előcsarnokai; mert a hit előfeltételezi a természetes ismereteket... Mindamellett ha valaki nem érti meg a bizonyítást, azt semmi nem gátolhatja abban, hogy hitként fogadjon el olyasvalamit, ami önmagában alkalmas arra, hogy tudományos alapon tudjuk és bizonyítsuk.”

→ Az értelem előrébb való a hitnél:

- aki elég képzett filozófiában, az képes a hittételeket racionális bizonyítások segítségével is belátni
- aki nem elég képzett, annak ott a puszta hit
- a bibliai leírás mint metafora: a tanulatlanok nyelvén szól

- A „mennyezetek közti víz” kérdéséről (lásd: Lactantius):

„Mivel ez az elmélet jó okkal hamisnak bizonyítható, ezért nem vélhetjük, hogy ez lenne a Szentírás értelme. Inkább azt kell gondolnunk, hogy Mózes a tudatlanokhoz beszélt, és tekintettel volt gyengeségükre, ezért csak az érzékel könnyen felfogható dolgokat tárta fel előttük. Ám még a legtudatlanabb is felfogja érzékeivel, hogy a föld és a víz testi jellegű, de az, hogy a levegő testi, már nem mindenkinek nyilvánvaló. Így tehát Mózes nyíltan beszél a vízről és a földről, de nem említi nyíltan a levegőt, hogy a tudatlanok előtt ne fedjen fel semmit, ami meghaladná az értelmüket.”

- Krisztus mennybemeneteléről:

„Úgy tűnik, Krisztus számára nem volt való, hogy a Mennybe emelkedjen. Mert a Filozófus azt mondja, hogy ami a tökéletesség állapotában van, az mozgás nélküli. De Krisztus a tökéletesség állapotában volt... Így tehát mozgás nélkül kellett lennie. De az emelkedés mozgás...

Továbbá, a Mennyeik felett nincs hely, ahogy azt az *Égboltról* bizonyítja. Ám minden testnek helyet kell elfoglalnia. Így Krisztus teste nem emelkedhetett a Mennyeik fölé...

Továbbá, két test nem foglalhatja el ugyanazt a helyet... Mivel helyről helyre mozogni csak úgy lehet, ha áthaladunk a közbülső helyeken is, úgy látszik, Krisztus nem emelkedhetett a Mennyeik fölé, hacsak azok [= a kristály-szférák] meg nem nyíltak, ami lehetetlen.”

Tamás (is) hirdeti az ún. instrumentalista pozíciót:

„A csillagászok által elképzelt feltételezések nem szükségszerűen igazak. Bár e feltételezések segítségével, úgy tűnik, képesek vagyunk megőrizni a jelenségeket, mégsem kell azt állítanunk, hogy igazak, mert lehetséges, hogy a csillagok általunk megfigyelt mozgása más módszerrel is leírható, amely módszer egyelőre ismeretlen előttünk.”



- A csillagászati modellek („hipotézis”) nem úgy írják le a dolgokat, ahogy azok vannak, hanem csak „megőrzik a jelenségeket”
- A 17. sz. elejéig ez az egyház által elfogadott álláspont, lásd majd:
  - Andreas Osiander előszava Kopernikusz művéhez
  - Galilei pereit és az abban hozott ítéleteket

# A létezés nagy lánc

## Természetfölötti lények

Isten

- Seraphim (seraph i)
- Cherubim
- Thrones (ophanim)
- Dominations
- Virtues
- Powers
- Principalities
- Archangels
- Angels

Ember

## Ásványok

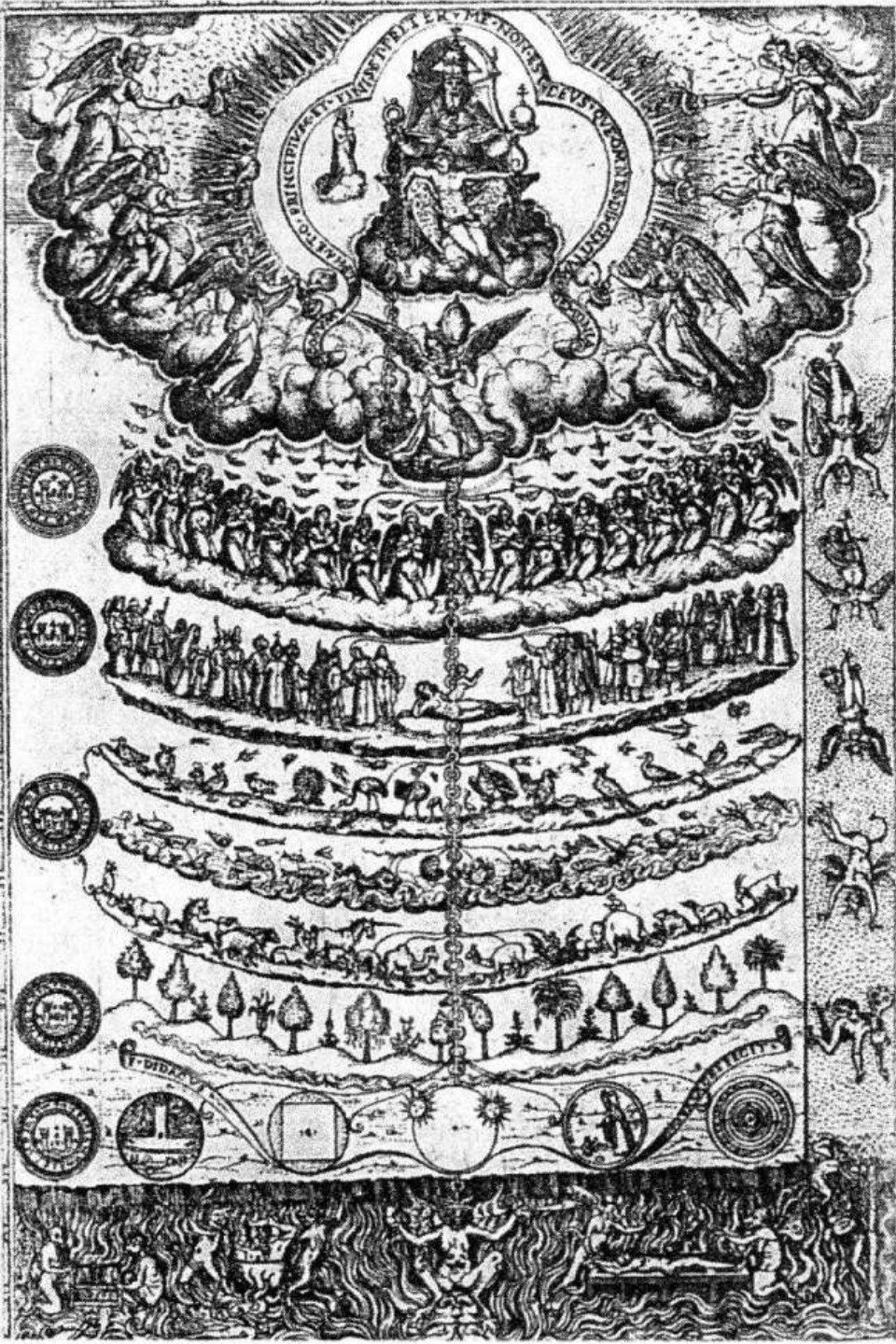
- Lapidarical Primate: Diamond
  - Diamonds
  - Rubies
  - Emeralds
  - Sapphires, etc.
- Metallic Primate: Gold
  - Gold
  - Silver
  - Iron (and steel)
  - Bronze
  - Copper, etc.
- Geological Primate: Marble
  - Marble
  - Granite
  - Sandstone
  - Limestone, etc.
- Minute Particles (gravel, sand, soil, etc.)

## Növények

- Trees
- Shrubs
- Bushes
- "Crops"
- Herbs
- Ferns
- Weeds
- Moss
- Fungus

## Állatok

- Mammalian Primate: Lion or Elephant
  - Wild Animals (large cats, etc.)
  - "Useful" Domesticated Animals (horse, dog, etc.)
  - "Tame" Domesticated Animals (housecat, etc.)
- Avian Primate: Eagle
  - Birds of Prey (hawks, owls, etc.)
  - Carrion Birds (vultures, crows)
  - "Worm-eating" Birds (robin, etc.)
  - "Seed-eating" Birds (sparrow, etc.)
- Piscine Primate: Whale
  - Aquatic Mammals
  - Sharks
  - Fish of various sizes and attributes



# A létezés nagy lánc

(Makrobiosz „aranylánca”):

- összekapcsolódott egy arisztotelianus kozmológiai rendszerrel: ahogy egyre magasabbra emelkedünk, egyre tökéletesebb létezőkkel találkozunk
- (Lásd: Dante utazása a Föld közepén található pokol bugyraitól felfelé az eget felé)
- Így a Föld-központú világkép nemcsak csillagászati kérdés, hanem összefügg a világ erkölcsi rendjével
- (Kicsit kontra-intuitív: a pokol közepe kerül a világ középpontjába, és Isten a világ peremére szorul, hiszen a fel/lent ellentétpár a kifelé/befelé ellentétet jelenti Arisztotelésznél)
- Később a létezés nagy lánc szolgált alapul az első tudományos igényű élőlény-klasszifikációkhoz (pl. Linné, 18. sz.)



Szféra	Mozgató
Első Mozgató	szerafok
állócsillagok	kerubok
Szturnusz	trónusok
Jupiter	uralmak
Mars	hatalmasságok
Nap	erények
Vénusz	fejedelemségek
Merkúr	arkangyalok
Hold	angyalok



# Az oxfordiak

## Robert Grosseteste (1175-1253)

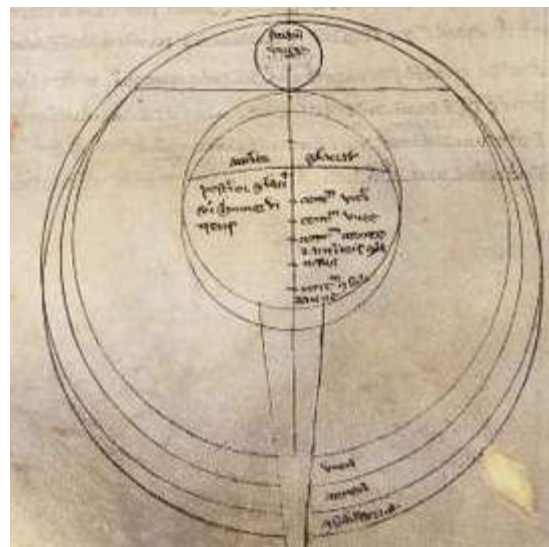
- hangsúlyozza a kísérleteket
- indukció és dedukció (általánosítás és levezetés) kettős módszere
- fizikai magyarázatok: színek, nehézkedés, égitestek keletkezése kikristályosodással

### Művek (témái):

- bevezető mű a csillagászatba
- a fény természetéről
- az árapályról
- matematika szerepe a tudományban
- a szivárványról

## Roger Bacon (1214-1292)

- Grosseteste tanítványa
- a kísérletezést szembeállítja a tekintélyen alapuló tudással → empirizmus)
- Optikai munka (pl. nagyító)
- a Julián-naptár kritikája
- az égitestek helyéről és méretéről



# Jean Buridan

- ~1300-1358, Párizsi egyetem
- **Impetus-elmélet** kimunkálója

## Alapprobléma: a hajítás problémája

- Arisztotelész: egy tárgy addig mozog (a természete ellenére), amíg mozgatják
- Kérdés: az elhajított test miért nem zuhan le azonnal, miután elengedtük?
- arisztoteléanus válasz: antiperisztázisz-elmélet:
  - mozgó test mögött vákuum keletkezne
  - de a vákuum nem lehetséges
  - ezért oda azonnal beáramlik a közeg
  - és ez lökődik előre a testet egy ideig

## Buridan kritikája ez ellen:

- Ha a beáramló közeg tolná a testeket, akkor a tompa tövű dárda messzebbre repülne, mint a hegyes tövű, hiszen jobban tudja tolni a levegő
- Ha a beáramló közeg tolná a testeket, akkor a vízen sikló csónak fara mögött kellene érezni a víz erős nyomását
- Ha a beáramló közeg tolná a testeket, és ha a forgó mozgás is mozgás, akkor a pörgő malomkő esetét (miért pörög tovább a pörgetés megszűnése után) nem tudnánk magyarázni, hiszen mindig ugyanakkora teret foglal el, és nincs hova beáramolnia a levegőnek

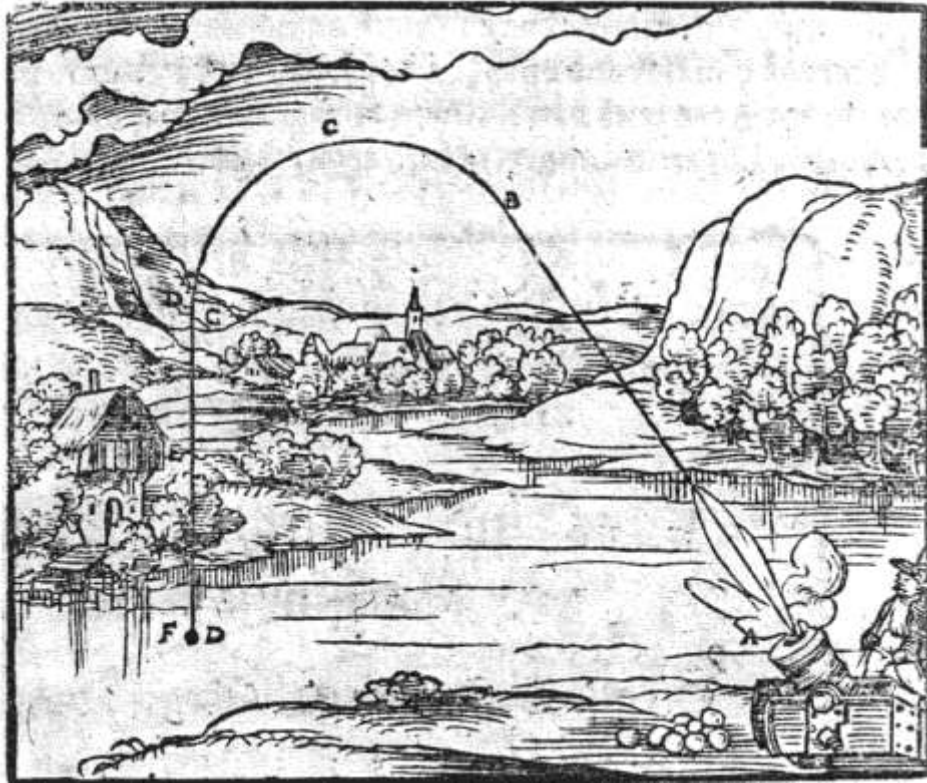
## Buridan válasza a hajítás problémájára az *impetus* fogalma:

„Amikor egy mozgató mozgásba hoz egy testet, akkor egy bizonyos impetus-t helyez bele, vagyis egy bizonyos erőt, mely lehetővé teszi a test számára, hogy arra mozogjon, amerre a mozgató elindította, legyen ez felfelé, lefelé, oldalra, vagy körbe. A behelyezett impetus arányos a sebességgel. Emiatt mozog tovább a kő, miután elhajítója abbahagyta a mozgatást. Ám a levegő ellenállása (valamint a kő nehézkedése) miatt, amely az impetus által okozott mozgással ellentétes irányba akarja mozgatni a követ, az utóbbi folyamatosan gyengül...”

- arányos a sebességgel és a tárgy anyagának mennyiségével
- ezzel magyarázza az égitestek mozgását:
  - Isten a teremtéskor impetus-t helyezett a szférákba
  - mivel ott fent nincs közegellenállás, sőt a szférák mindig ugyanazt a helyet töltik ki (mint a malomkerék), és a szférák nem emelkednek vagy süllyednek (nem lassít a nehézkedés), ezért a kezdeti impetus megmarad
  - (így nincs szükség egy folyamatosan beavatkozó Mozdulatlan Mozgatóra)
- (Galilei majd felváltva használja az impulzust és az impetus-t)

## Az ágyúlövedék pályája:

- az ábrázolás az impetus-elmélet alapján készült
- amint elfogy az impetus, a lövedék egyszerűen lezuhan



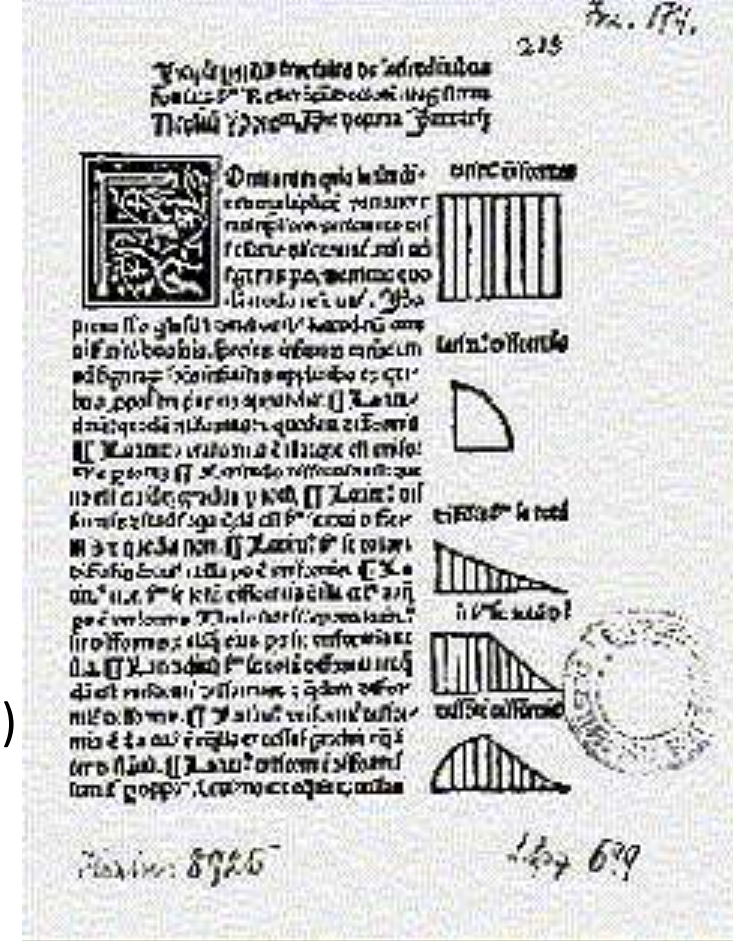
## Alagút-gondolatkísérlet:

- Ha fúrnánk egy alagutat a Föld kp-ján át, és beleejtenénk egy tárgyat, akkor az a kp-ig gyorsulna (impetust gyűjt), majd onnantól lassulva (impetust veszít) éppen a felszínig emelkedne
- Oszcillációs mozgás első dinamikus modellje
- Ez lesz az ingamozgás Galilei-féle magyarázatának alapja
- Robert Hooke is felveti a problémát Newtonnak, a válasz ugyanaz



# Nicole Oresme

- 1323-1382, Párizs
- Formák szélessége elmélet:
  - *extensio*-k: tér- és időbeli kiterjedés
  - *intensio*-k: tulajdonságok intenzitása
  - hogyan függ össze a kettő?
  - vízszintesen ábrázoljuk a kiterjedést (pl. idő)
  - függőlegesen az intenzitás nagyságát
- ez alapján vannak
  - egyenletes mennyiségek: nem változik az intenzitás
  - egyenletesen egyenetlen mennyiségek: egyenletesen nő vagy csökken
  - egyenetlenül egyenetlen: minden egyéb módon történő változás
- motiválja később a fizikai függvény fogalmának kialakulását (17. sz.)



## Oresme asztrológia-kritikája:

- *nem* azon az alapon, hogy az égitestek ne lennének hatással ránk (mert ekkoriban mindenki azt gondolja, hogy vannak), hanem:
- egyrészt a túl direkt befolyás ellentmond a szabad akarat doktrínájának
- másrészt:
  - az egyes mozgások arányai irracionálisak (ez az év/nap arányra is áll)
  - ezért az együttállások sosem pontosan ugyanolyanok
  - így ahogy a bolygópályák sem tudhatók tökéletes pontossággal, a jövő sem jósolható előre kellő pontossággal

## Oresme érvei a Föld forgásának lehetőségessége mellett:

- kinematikailag ekvivalens a forgó Föld és a forgó égbolt hipotézise
- dinamikailag is ekvivalensek
- így nem lehet megcáfolni a Föld forgását sem a tapasztalatra hivatkozva, sem észérvekre hivatkozva
- a Biblia vonatkozó szöveghelyei pedig metaforikusan fogalmaznak
- akinek van ideje, érdemes végigolvasni az érvelést magyar fordításban:  
<http://hps.elte.hu/~kutrovatz/oresme.htm>

# A skolasztika vége és öröksége

- Az aranykor „vége”: 1346–53: a Fekete Halál
  - Európa lakosságának harmadát-felét elpusztítja a pestisjárvány



- Ám az egyetemeken az arisztotelianus tanok maradnak uralkodó szerepben a Tudományos Forradalomig, sőt tovább...