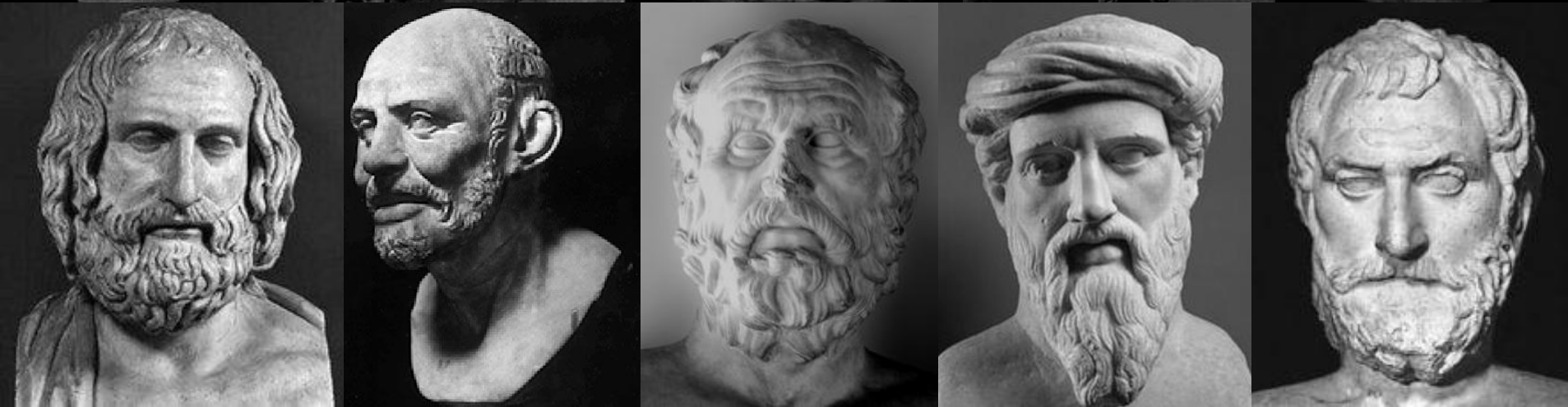


# A preszókratikus görög csillagászat

A csillagászat története 1, 2014. október 3.



# Az ógörög világ tudományos térképe



- Preszókratikus korszak  
i.e. 6-5. sz.
- Klasszikus korszak  
i.e. 4 sz.
- Hellenisztikus korszak  
i.e. 3 sz. – i.sz. 2. sz.

# Kezdeti mitologikus kozmológia

Legkorábbi forrásaink:

- Homérosz eposzai (i.e. 8. sz.): közvetett csillagászati, kozmológiai elemek
- Későbbi görögök utalásai:
  - orphikus kozmogóniák (i.e. 6. sz.)
  - egyéb homályos és megbízhatatlan emlékek
- Hésziodosz (i.e. 7. sz.)
  - *Munkák és napok* (naptár, csillagászat...)
  - *Theogónia*



„Elsőnek jött létre Khaosz, majd Gaia követte, szélesmellű Föld, mindennek biztos alapja, Tartarosz éjköde eztán, mélyen a földnek ölében és Erosz, az, ki a legszebb mind a halhatatlanok közt, elbágyasztja a testet, az istenek és a halandók keblében leigazza a józanságot, a bölcs ész. Szült Khaosz és Erebosz lett gyermeke és a sötét Éj, szült a sötét Éj, s tőle eredt Aithér meg a Nappal, mert szerelembe vegyült Erebosszal s lett viselőssé. Gaia először méltó párját hozta világra, csillagos Égboltot, hogy mindent ez beborítson, és legyen Uranosz áldott istenek égi lakása. Aztán szülte a nagy hegyeket, meghitt ligetekkel, hogy dombos-völgyes tájékon laknak a nümphák, és ő szülte a zordon tenger végtelen árját, Pontoszt, még szerelem nélkül, majd Uranosz ágyán mélyörvényű Ókeanoszt, Koioszt s vele Krioszt, fenséges Hüperiónt, Iapetoszt vele együtt...

# A homéroszi kozmosz rekonstrukciója

- Ég: üst-szerű szilárd félgömb
  - sok a „fémes” jelző (érc, vas, réz; ragyogó)
- Tartarosz („pokol”): az égbolt anyagából álló körfal határolja
  - nem félgömb (ábra csal), hanem henger, ami
  - vagy végtelen mély
  - vagy olyan mély, mint amilyen magas az ég
- Föld: kerek és lapos
- Föld körül Ókeanosz folyó (ezen hajózik a Nap éjjelente körbe)
- Köztük két réteg:
  - *aér*: a felhőig tartó ködös, párás levegő
  - *aithér*: a felhők feletti tiszta, tüzes lég
- Ég és Föld szétvált (*khaosz*: rés) → a rendezetlen kavargásból jött létre minden



# Tovább lépés a filozófiai kozmológiák felé

- Egyre kevésbé antropomorf: a világ elemeinek és az égitesteknek a közvetlen megszemélyesítése fokozatosan háttérbe szorul
  - istenekre hivatkozó szimbolikus magyarázat sémák-helyett anyagi elvek
  - de az égbolt megszemélyesítése nagyon sokáig fennmarad: lásd majd Arisztotelész, középkor...
- A kollektív tudást felváltják az iskolához, személyekhez kötődő nézetek
  - rengeteg különböző, versengő elképzelés lát napvilágot
- Ami iskolához vagy személyhez kötődő, az mások által vitatható
  - megjelennek a kritikák és az *érvek*
  - beindul a görög filozófiai tradíció: a nézeteket meg kell indokolni, és meg kell védeni az ellenvetésekkel szemben
  - a görög érvelési kultúra és tudatosság mértékét és széles hatókörét tekintve egyedülálló jelenség a kultúrák világtörténetében
    - első lépés a tudomány-eszményünk kialakulása felé: „a görög csoda”

# A preszókratikus filozófia és rá vonatkozó tudásunk

- „Preszókratikus”: Szókratész előtti (Sz. halála: i.e. 399)
- Szókratész után más korszak kezdődik
  - előtte a görög gyarmatvilág számos részén fontos filozófiai iskolák működtek, utána a legfontosabbak Athénba koncentrálnak
  - előtte kevésbé jellemző a matematikai alkalmazása, utána egyre inkább: „Ne lépjen be, aki nem ért a geometriához” (az Akadémia bejárata (?))
  - előttről csak töredékes információink maradtak fenn, utánáról fontos és terjedelmes szövegek (pl. Platón, Arisztotelész)
- A későbbi görögök visszaemlékezései maradtak fenn, eredeti munka nem
  - egyenes idézetek: későbbi görögök még olvashatták az eredeti munkákat, és néha idézik hosszabban-rövidebben (Arisztotelész (-4.), Plutarkhosz (+2.), Szextosz Empirikosz (+2.), Szimplikiosz (+6.), stb.)
  - testimóniumok: kommentárok, összefoglalások, stb. régi művekhez (doxográfiai hagyomány: korábbi szerzők véleményeinek összegyűjtése)

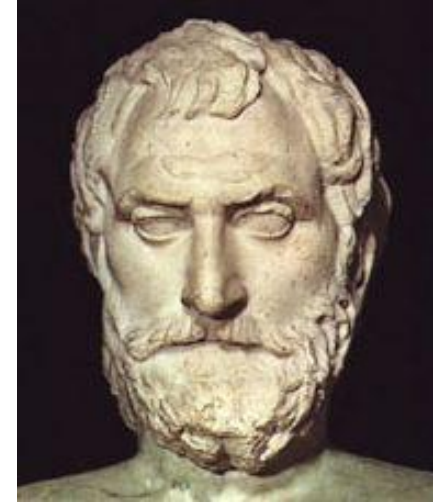
# Ión kozmológiák



- Kis-Ázsia, főként Milétosz városa
- Legfontosabb képviselők: Thalész (-6. sz. első fele?), Anaximandrosz (-6. sz. közepe?), Anaximenész (-6. sz. közepe?)
- Anyagi elvekre hivatkoznak a világegész magyarázatához: **arkhé**-t keresték
  - valószínűleg Anaximandrosz vezette be a fogalmat
  - jelentése: „kezdet” (lásd *acheológia* mint régészet), valamint később „elv” (lásd *anarchia*, *monarchia*: elv nélküliség, egyelvűség)
- Thalész: az *arkhé* a víz – a föld vízen úszik, és az élethez mindenütt víz kell
- Anaximenész: az *arkhé* a levegő – minden anyag ennek sűrűsödésével vagy ritkulásával jön létre, ennek eredménye a hideg és a meleg, a lapos föld levegőn úszik
- Anaximandrosz: az *arkhé* az *apeiron* (= határtalan) – olyan anyag, ami (még) nem azonos egyik elemmel sem, hanem amelyből „létrejön valamennyi égbolt és a bennük lévő kozmoszok”

# Thalész mint csillagász

- A görög emlékezet szerint mindenben ő volt az első (csillagászat, matematika, filozófia, stb.)
- Emblematikus figura: a 7 bölcs egyike (az egyetlen „tudós”)
- „Mondják, hogy amikor egyszer Thalész a csillagokat vizsgálva felfelé nézett, és beleesett egy kútba, egy tréfás és csinos trák szolgálólány kinevette őt, hogy az égi dolgokat akarja tudni, s még azt sem veszi észre, ami közvetlenül mellette, a lába előtt van.” (Platón)
- „Thalésznek többen szemére hányták szerénységét, mondván, hogy a bölcselet nem hajt hasznot. Ő azonban – a hagyomány szerint – csillagászati ismeretei alapján előre látta, hogy az olajfák termése bőséges lesz, s ezért még a tél folyamán megszerezte az összes milétoszi és kíoszi olajsajtolókat, csekély összegű előleggel lekötve olcsón bérbe vette azokat, mivel senki sem ígért többet. Amikor aztán érkezett a termés betakarításának ideje, s mindenki egyszerre és gyorsan akart sajtolóhoz jutni, Thalész tetszés szerinti áron adta bérbe azokat és sok pénz szerzett: megmutatta, hogy a bölcsek is könnyen meggazdagodhatnak, ha akarnak, de ők nem erre törekednek.” (Arisztotelész)
- Teljesen ellentmondó karakter, gyanús állítások → vajon mennyire hitelesek?



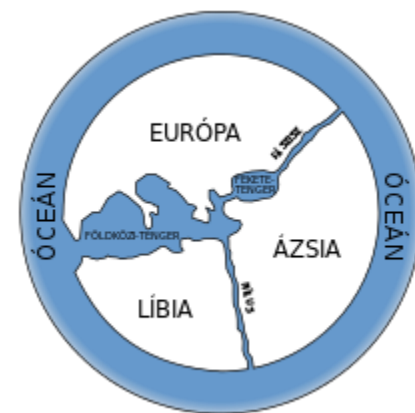
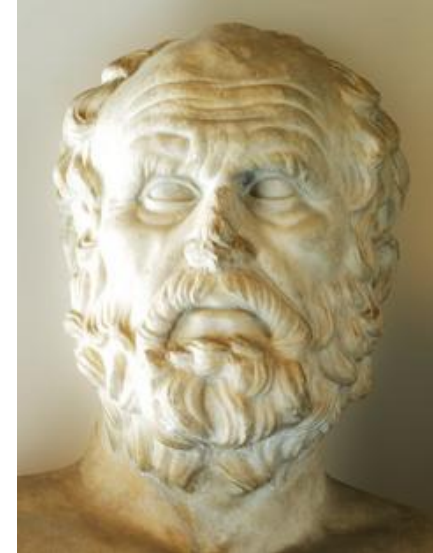


- A napfogyatkozás-előrejelzés legendája (Hérodotosz szövegezésében):  
Alüattész lüd és Küaxarész méd király között „a háború egyenlő szerencsével folyt tovább, a hatodik évben azonban egy csata alkalmával az történt, hogy harc közben a nappal váratlanul éjszakára fordult. A nappalnak ezt az átváltozását a milétoszi Thalész megjósolta volt az iónoknak, s határidőül éppen azt az évet jelölte meg, amelyben az esemény valóban bekövetkezett.”
  - a görögök biztosan nem tudtak ekkor még fogyatkozásokat előrejelezni: ehhez pontos és hosszabbtávú észlelési tradícióra van szükség
  - esetleg babilóniai ismeretekre támaszkodhatott, bár kérdés, ismerhette-e azokat, és ekkor még ők sem tudtak pontosan fogyatkozást előrejelezni
  - mindenesetre ez segít Thalész datálásához: a fogyatkozás i.e. 585-ben volt
- Vannak későbbi görögök, akik esetleges írásokat tulajdonítanak Thalésznek:
  - Hajózási csillagászat (navigációs geometria, hasonló háromszögek, stb.)
  - A napfordulóról, a napéjegyenlőségről
- De valószínűbb, hogy nem írt semmit
  - ekkor még sokkal jellemzőbb a szóbeli tanítás tradíciója
  - nem tudunk olyan görögről, aki azt állítaná, hogy olvasta ezeket a műveket



# Anaximandrosz

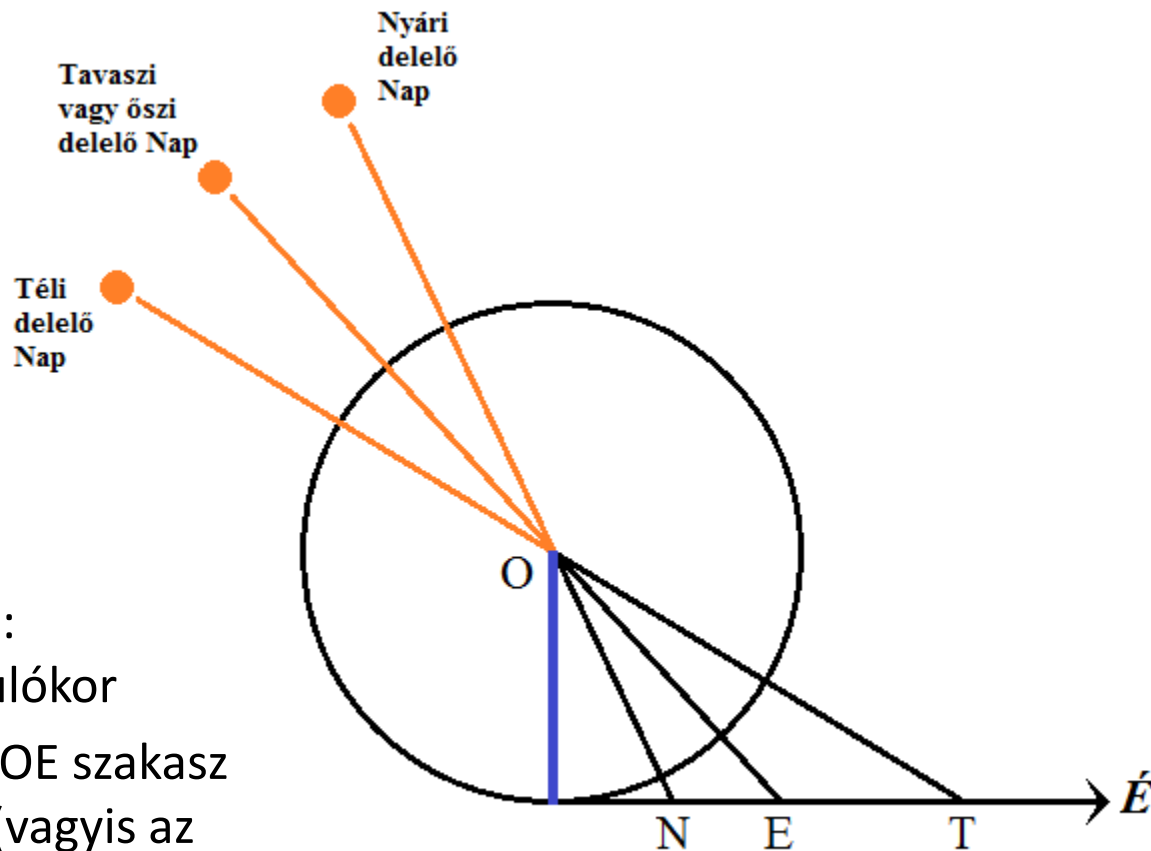
- Elsőként rajzolt világtérképet, ami kerek volt, és víz ölelte a lakott területeket
- A Föld henger alakú, mélysége harmada a szélességének, az emberek a felső körlapon élnek
- A Föld a világ közepén lebeg, semmi sem tartja
- „Az égitestek úgy jöttek létre, hogy tűzkörként leváltak a kozmoszban levő tűzről, és levegő zárta őket körül. Lélegzőnyílásaik vannak, bizonyos sípformájú járatok, ezeken keresztül látszanak az égitestek. Ezért vannak fogatkozásaik is: ilyenkor a nyílások eltömődnek. A Hold is aszerint látszik hol növekvőnek, hol pedig csökkenőnek, hogy nyílásai éppen eltömődnek vagy kinyílnak. A Nap köre huszónhétyszerese a Föld körének, és tizennyolcszorosa a Hold körének; és legfölül van a Nap, legalul pedig az állócsillagok körei.” (Hippolütosz)





Gnómón segítségével kimutatta a napfordulókat és napéjegylenlőségeket:

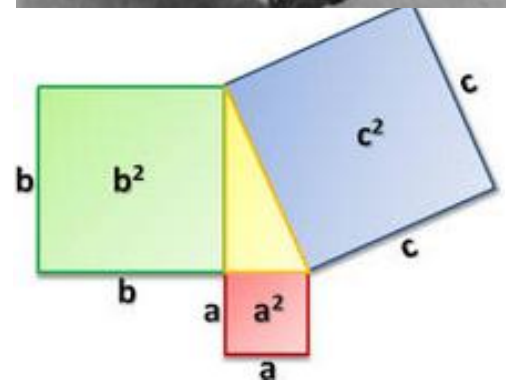
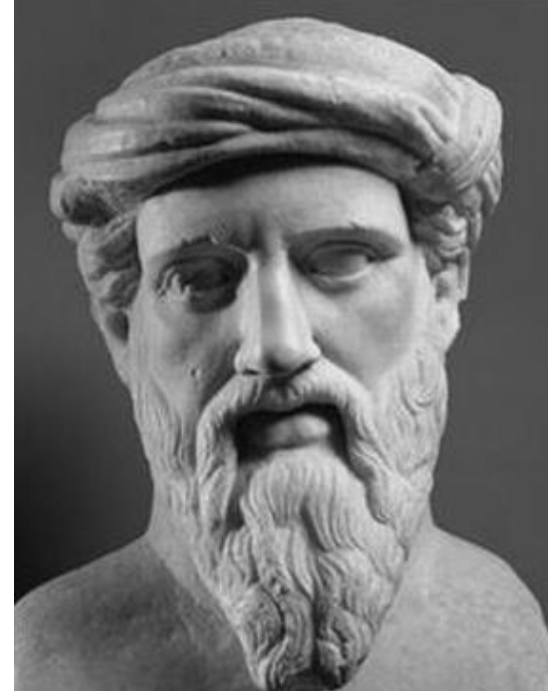
- Vegyük a bot napi legrövidebb árnyékait: ezek délben látszanak, mindig É-ra mutatnak
- Különböző évszakokban más és más a déli árnyék hossza: tegyük fel, hogy ezt minden nap mérni tudjuk
- Legrövidebb és leghosszabb: nyári (N) és téli (T) napfordulókor
- Napéjegylenlőség esetén az OE szakasz éppen felezi az NOT szöget (vagyis az ON és OT szakaszok által bezárt szöget)
- (A kör az éggömb geometriai modelljének előképe)



(Szabó Árpád rekonstrukciója,  
lásd *Antik csillagászati világkép*)

# A püthagoreusok

- Püthagorasz: i.e. 6. sz. közepe
- püthagoreanizmus: egy Püthagorasz által alapított vallási szekta
- a szekta sok keleti elemet tartalmazott (számmisztika, zenemisztika, vegetarianizmus, lélekvándorlás, stb.)
- maga az alapító egy mitikus figura, akiről konkrétan nagyon keveset tudunk
- *arkhé*: a szám
  - minden dolognak megvan a maga száma
  - a dolgok közti viszonyok számok arányaiként fejezhetők ki
  - ezért sokat foglalkoztak matematikával
  - ez az eszméjük nagy hatást fejtett ki a kora-újkori tudomány fejlődésére (a világ nyelve a matek)



- „Ha pedig ezek így állnak, világos, hogy az évszakok mindegyike is a hozzá közel álló elem számát kapja, a tavasz a levegőét, melyhez gyengédsége folytán hasonlít, a nyolcat, a nyár forrósága miatt a tűzét, a négyet, az ősz a föld szárazsága miatt a hatot, a tél nedvessége folytán a tizenkettőt. A tavasz tehát, mint állítólag Püthagorasz mondta, az őszhöz kvart, a télhez kvint, a nyárhoz oktáv viszonylatban van.” (Ariszteidész)
  - az elemek és számok kapcsolatához: lásd majd Platónnál
  - forró/hideg, száraz/nedves: lásd majd Arisztotelésznél
  - a zenei arányokhoz:
    - $8/6 = 4/3 \rightarrow$  kvart ;  $8/12 = 2/3 \rightarrow$  kvint;  $8/4 = 2/1 \rightarrow$  oktáv
    - $\Rightarrow$  ezt állítólag tényleg ők találták ki: a zene és az arányok kapcsolata (lásd majd: a szférák zenéje: a tökéletes arányok eredménye a világban)
- Püthagoeus *mathémata*: azok a területek, amiket érdemes vizsgálni:

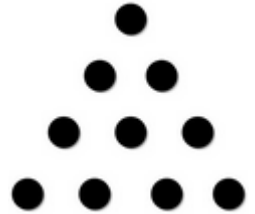
aritmetika + geometria + csillagászat + zene

- mert ezekben fejeződnek ki a számok
- ez volt a középkori oktatásban a *quadrivium*, a magasabb tudományok

# Philolaosz

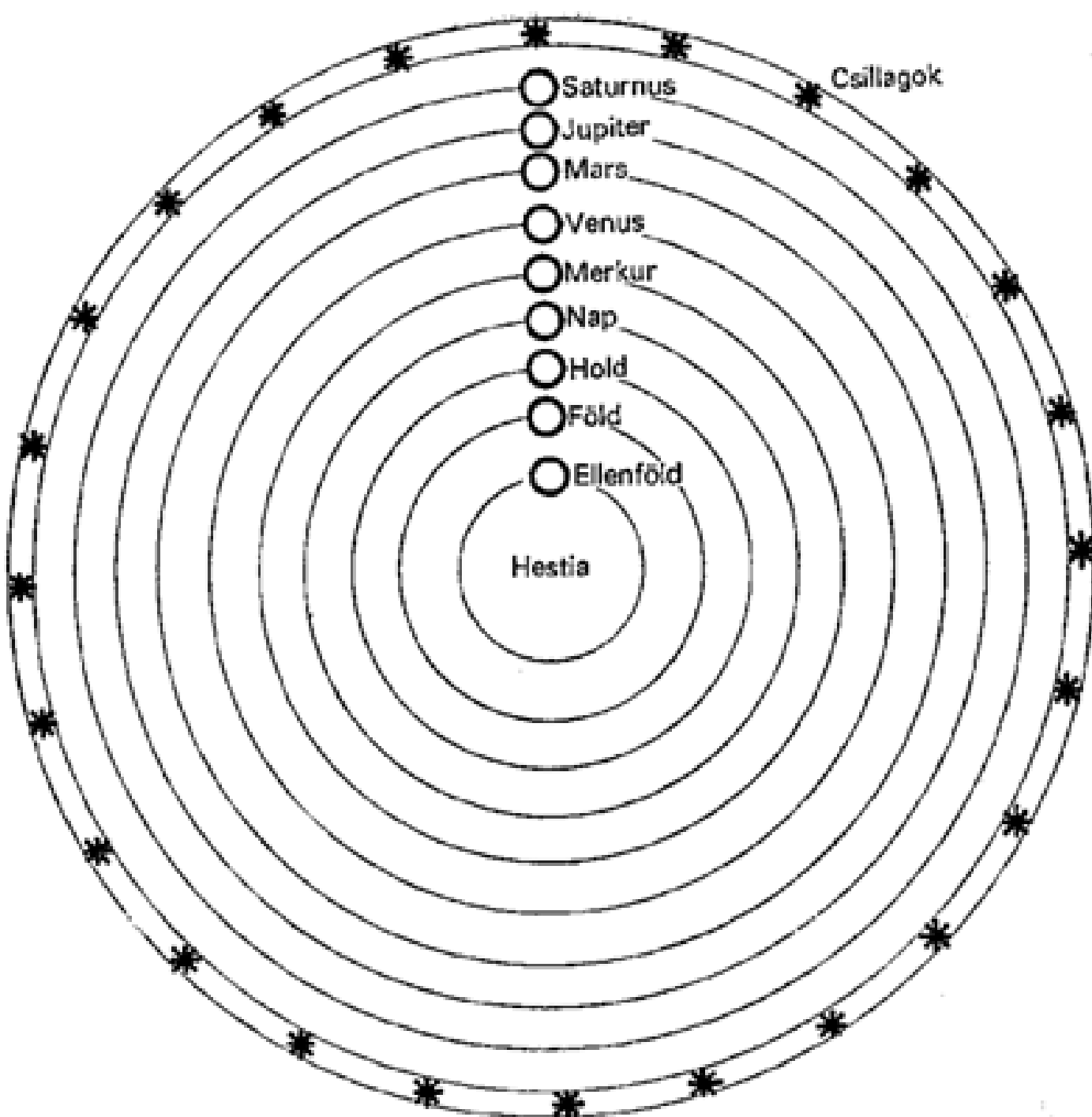
I.e. 5. sz. 2. fele: a püthagoreus közösség egyik utolsó vezetője

- A világegyetem középpontjában tűz van
  - mert: a tűz elem becsesebb a föld elemnél, tehát a Föld nem méltó arra, hogy ő legyen a középpont
- Ekörül kering 10 égitest
  - a püthagoreusok legszentebb száma a 10, az ún. *tetraktüs*, ezért pl. 10 ellentéppárral magyarázták a világot
  - A 10 égitest: az 5 bolygó, a Nap, a Hold, a csillagok (egyben), a Föld, valamint az Ellenföld
  - Arisztotelész szerint az ellenföldet azért vezették be, hogy meglegyen a 10
- A Föld keringésének eredménye nappal és éjszaka váltakozása
- A Központi Tüzet sosem látjuk, mert mindig elfordul tőle a Föld
- Hasonló okokból nem látjuk az Ellenföldet sem (a KT és a Föld között van)



⇒ az első világos nem-földközpontú nézet, de nem tűnik nagyon „tudományosnak”





Rekonstrukció:  
persze pontosan nem  
tudjuk (pl. sorrend?),  
és nem volt hozzá  
geometriai modell

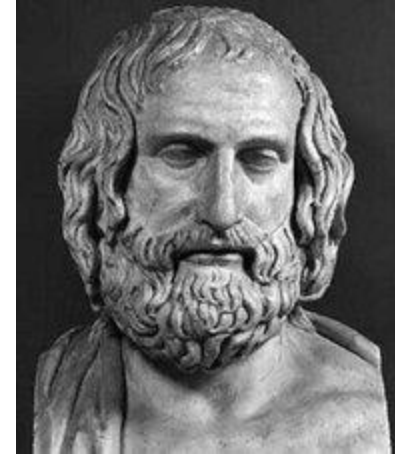
# Az atomisták

- Leukipposz, Démokritosz (i.e. 5. sz 2. fele)
- „Leukipposz és társa, Démokritosz azt mondták, az elemek a telített és az üres; az előbbit nevezték a létezőnek, az utóbbit pedig a nemlétezőnek. A létező telített és szilárd, a nemlétező üres és ritka. Azt mondják, hogy a létező semmivel sem létezik inkább, mint a nemlétező, minthogy az üres sem létezik kevésbé, mint a test. Ezek ketten a létezők anyagi okai.” (Arisztotelész)
- A nemlétezőre azért van szükség, mert ha nincs nemlétező, akkor eleai Parmenidész szerint nincs keletkezés és megszűnés (mert a létező előtt és után nemlétezőnek kellene lennie), nincs egynél több létező (mert köztük nemlétezőnek kellene lennie), nincs mozgás (mert ahonnan és ahova mozog a létező, ott korábban nemlétezőnek kellett volna lennie), stb...



- Létező: atomok (oszthatatlan testek); nemlétező: űr, üresség
- Az űr végtelen, ebben zuhannak az atomok
- Az atomok súly, méret és alak szerint különböznek, a hasonlóak hasonló gyorsan zuhannak és összetapadnak egymással, így keletkeznek a testek
- „Leukipposz és Démokritosz azt állítják, hogy a határtalan űrben határtalan számú atomokból határtalan számú világok tevődnek össze.” (Szimplikiosz)
  
- Későbbi értelmezések, továbbvitel:
  - Ha az űr végtelen, akkor a végtelen számú párhuzamosan létező világban végtelen számú egyformának is kell lennie (végtelen példányban létező)
  - Ha időben is végtelen, akkor végtelenszer jön létre és oszlik fel ugyanaz a világ is (meg mások is), tehát az idő ismétli önmagát
- Nagy hatással van a korai-újkorai természetfilozófiára:
  - létezik üres tér (szemben Arisztotelésszel)
  - a világ végtelen
  - korpuszkuláris filozófia: apró, láthatatlan anyagi testek tulajdonságai (alak, szám, méret, mozgás) magyarázzák az érzékelhető jelenségeket

# Anaxagorasz



- Athénban fejt ki hatást az i.e. 5. sz. közepén
- Számos csillagászati állítás maradt fenn:
  - a lapos Földet a levegő hordozza
  - a Hold a Naptól kapja a fényességét
  - a Nap, a Hold és a csillagok izzó kövek, melyeket az *aithér* körforgása hordoz körbe
  - a csillagok melegét a távolságuk miatt nem érezzük (de hidegebbek, mint a Nap)
  - a Nap nagyobb, mint a Peloponnészosz
  - a fogyatkozások okai árnyékolások
- Állítólag amiatt a tanítás miatt, hogy a Nap izzó kő (vagy fém), istenkáromlás vádjával száműzik Athénból (mások szerint mert szimpatizált a perzsákkal)
- Később, Platón idejében ezért az athéni filozófusok nem nagyon beszélnek a természet anyagai okairól, inkább metafizikai, etikai kérdésekre szorítkoznak

# Összefoglalás

- Kialakult egy személyes tanításokra támaszkodó, nézeteltéréseket elfogadó, szellemi versengést támogató kulturális közeg
- Érvek és kritikák hatására rengeteg különböző álláspont jelent meg
- Ezek közül némelyik elég modernnek tűnik visszatekintve:
  - a világ szerkezete matematikában nyilvánul meg (Püthagorasz)
  - az égitestek izzó kövek (Anaxagorasz)
  - a Föld nem a középpontban áll, hanem egyike a keringő égitesteknek (püthagoreusok)
  - a testek apró kis atomokból tevődnek össze (atomisták)
- Ugyanakkor óvatosan bánjunk az anakronizmussal
  - ugyanezek a figurák nagyon meredek állításokat is tettek (nem idéztem)
  - nagyon sok furcsa nézetből itt csak azokat válogattuk össze, amik nekünk előremutatónak tűnnek → utólag könnyű előzményeket összevadászni
  - nem tudjuk, miért gondolták ezeket, de semmiképpen sem lehetett rá empirikus (tapasztalati) alapjuk
- Nem létezett sem egységes, sem tudományos csillagászat (→ jövő órán lesz)