

1. Az idő

"Ha megkérdik tőlem, mi az idő, nem tudok válaszolni, ha nem kérdik meg, tisztában vagyok vele."

Szent Ágoston

1.1. Vajon miért mondta ezt Szent Ágoston? Te mit válaszolnál erre a kérdésre?

"Alice fáradtan fölsóhajtott:

– Hát nem sajnálják az időt ilyen ostobaságokra pazarolni – méltatlankodott. – Olyan találós kérdést tesznek föl, amelyekre nincs is válasz.

– Miért sajnálnók az Időt? – ellenkezett a Kalapos. – Hiszen az Idő nem beteg.

– Nem értem – jegyezte meg Alice.

– Hát persze hogy nem érted – vágott szavába a Kalapos megvető fejmozdulattal. – Mert hiszen te biztosan nem beszélgettél még az Idővel, nekem pedig jó barátom.

– Én csakugyan nem beszéltem vele – felelte Alice óvatosan –, de jól ki tudom verni, amikor zenét tanulok.

– Ó, hát akkor mindent értek – mondta a Kalapos. – Mert azt az Idő nem állja. Ha viszont nem ütnéd, hanem jóba lennél vele, kezes szolgád volna, s eligazítaná az órát. Tegyük fel például, hogy reggel nyolc óra van, s kezdődik a tanítás. Nos, egyebet sem kell tenned, csak két szót súgnod az Idő fülébe, s máris fordult egyet az óra, aztán íziben fél egyet mutat: ebédidőt.

– Ez csakugyan remek volna – kacagott Alice, s aztán elgondolkozva tette hozzá: – De hátha még nem volnék akkor éhes?

– Annyi baj legyen. Akkor addig marad fél egy, amíg meg nem éhezel.

– Tán maga így tesz az Idővel? – kérdezte Alice.

– Nem – rázta fejét búsan a Kalapos. – Mi nem vagyunk beszélő viszonyban egymással. Összevesztünk. Most április elsején történt. Éppen aznap, amikor szegény cimborám megbolondult – mutatott a teáskanalával Április Bolondjára. – Akkor a Királynőnél nagy hangverseny volt. Nekem kellett énekelni ezt a dalt:

Libbenj-lebbenj, denevér!

Nincsen messze már a cél.

– Ismered ezt a dalt ?

– Mintha már hallottam volna.

– Várj csak, így megy tovább:

Nagyot koppansz a falon,

bunkó nő az orrodon.

Erre a Mormota kissé fölneszelt, s félálomban dudorászni kezdte:

– Libbenj-lebbenj, denevér. – S mindaddig dudorászta, amíg jól oldalba nem bökték.

– No, szóval, alig értem az első versszak végére – folytatta a Kalapos –, amikor a Királynő fölugrott, és elkiáltotta magát: „Ez sose vág be időre. Nem tartja meg az ütemet. Üssétek le a fejét.”

– Borzasztó – fakadt ki Alice.

– Azóta haragszik rám az Idő – bólogatott a Kalapos. – Meg nem tenne többet semmit a kedvemért. Az órák mindig hatot mutat.

Alice fejében derengeni kezdett valami.

– Ezért van itt az asztal uzsonnához terítve ? – kérdezte.

– Úgy van, úgy van – sóhajtotta a Kalapos –, nálunk minden idő uzsonnaidő, időnk sincs közben elmosogatni.

Lewis Carroll: Alíz Csodaországban

Milyen időmérő eszközöket ismersz? Rajzolj le minél többet!

1. Próbálgatok meg időmérőket készíteni az itt található eszközökből! Mérjük meg velük, hogy milyen hosszú a hallott dal! Készüsetek táblázatot az eredményekről! Mit mérnek valójában ezek az eszközök? Mit mérhet az atomóra?

1.2. Milyen mértékegységekkel mérjük az időt? Töltsd ki az alábbi táblázatot?

Mértékegység	Minek a periódusán alapul?
évszázad	
hónap	
év	
generáció	
nap	
perc	
óra (atom óránál)	

1.3. Stopperrel és a készített időmérőkkel mérjétek meg a következő jelenségeket!

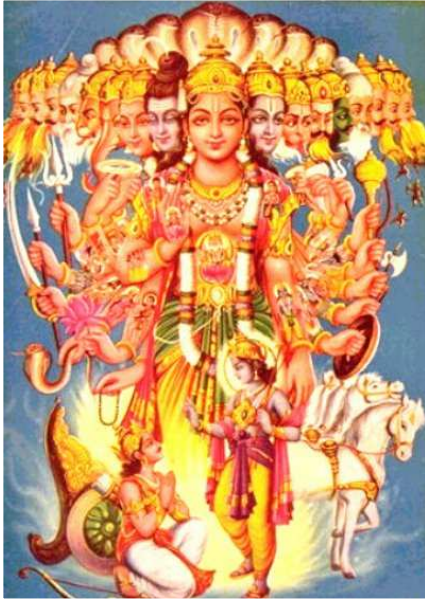
Jelenség	Idő
toll leesése a padról	
papírlap leesése a padról	
felérni a negyedik emeletre	
leérni a földszintre	
otthonról beérni az iskolába	
visszataratni a lélegzetet	
megenni egy kiflit	
meginni egy kancsó vizet	
megtanulni egy verset	

1.4. Számoljátok ki, mennyi idő telhetett el az alábbi események óta!

Esemény	idő	mértékegység
Születésed		nap
Születésed		óra
Gimnazistává lételeid		perc
Legutóbbi karácsony		nap

1.5. Becsüld meg, mennyi idő telt el a jelölt esemény óta!

Esemény	Idő
Az első ember megjelenése	
Az első élőlények megjelenése	
A Föld kialakulása	
A Világegyetem kialakulása	



Az időt különbözőképpen fogják fel a különböző kultúrák. A hindu világszemlélet ciklusokra osztja a világ idejét a következőképpen: A maha júga 4 320 000 emberi évből áll és négy részre osztható.

Első része a krita júga, ami 1 728 000 emberi évből áll, ez az aranykor. Nincsenek betegségek, az emberek halhatatlanok, 21 könyök magasra nőnek és az erények uralkodnak a világban.

A második rész a treta júga, ami 1 296 000 évig tart. Ez az ezüst kor, az emberek 10 000 évig élnek, 14 könyök magasak. A világban három rész erény keveredik egy rész bűnnel.

A harmadik rész a dvapara júga, 864 000 év hosszú. Az emberek csak 1 000 évig élnek és 8 könyök magasak. Ez a bronz kor, mikor a világ fele erény, fele bűn. Az utolsó a káli júga, csak 432 000 éves. Az emberek csak 3,2 könyök magasak és csak 120 évig élnek, egy

rész erény keveredik három rész bűnnel. A káli júga végén hatalmas katasztrófák történnek a földön.

1 000 maha júga adja a teremtő isten Brahma egy napszakát a kalpát. Egy nappali kalpát mindig egy ugyanolyan hosszú éjszakai kalpa követ, amiben megszűnnek a világ és a rend. A két kalpa együtt egy Brahma-nap. 360 Brahma nap adja ki a Brahma-évet. A hinduk szerint jelenleg a Brahma év első napjának 454. maha júgájában tartunk a káli júga 5103. évében.

1.6. Rajzold le a világ idejét a hindu hitvilág szerint!

1.7. A keresztény elképzelés teljesen más az időről. Rakd sorrendbe a következő eseményeket!

végítélet, özönvíz, teremtés, bűnbeesés, kereszthalál, Antikrisztus uralma

1.8. Rajzolj mindegyikhez!

1.9. Mi az alapvető különbség a két időfelfogásban?

2. A Világegyetem keletkezése és fejlődése

*"Van egy elmélet, miszerint, ha egyszer kiderülne, hogy mi is valójában az Univerzum, és mit keres itt egyáltalán, akkor azon nyomban megszűnne létezni, és valami más, még bizarrabb, még megmagyarázhatatlanabb dolog foglalná el a helyét.
Van egy másik elmélet, amely szerint ez már be is következett. "*

Douglas Adams

Mióta létezik az idő és a tér? Hol és mikor ér véget? Van-e vége a Világegyetemnek, és hogyan keletkezhetett? Ezeket az alapkérdéseket a kozmológiának nevezett tudomány vizsgálja, és nem ritkán lep meg minket fantasztikusnak tűnő elméletekkel.

2.1. Vissza tudsz-e emlékezni, "kis korodban" volt-e ezzel kapcsolatban valamilyen elképzelésed, mi volt az a probléma, ami a legjobban izgatott? Írd le ide!

Mára a tudósok egyetérteni lászanak abban, hogy az Univerzum megközelítőleg 15 milliárd évvel ezelőtt keletkezett, egy hatalmas robbanással. (Az erről készült kép sajnos megsemmisült.)

Mint több más korszakalkotó elmélet, ennek az elfogadása is hosszú évekbe tellett. A korábban, általánosan elfogadott "Állandó állapotú Világegyetem" verzióval szemben egy történelmi pillanat óta, amit elneveztek "**Nagy Bumm**"-nak, a Világegyetem folyamatosan tágul, még hozzá egy meg nem határozható középpontból. A kutatók "Őstojás"-nak nevezték el azt a végtelenül kicsi és végtelenül forró pontot, amelynek a felrobbanása jelentette talán egyszerre az idő létrejöttét is (pl. Szent Ágoston szerint a világ az idővel és nem az időben keletkezett). Ekkor még minden ma ismert fizikai erő egységes formában képzelendő el, azaz ne is próbáljuk mai ismereteink alapján megfogalmazni ennek a mérhetetlenül kicsi potnak a tömegét, sűrűségét, hőmérsékletét! Méretére annyit mondott egy amerikai csillagász, hogy "ezen a ponton elméleteink már szépen összeillenek a Biblia teremtéstörténetével, miszerint a világ a semmiből jött létre." Azóta a mérési adatok szerint a galaxisok minden irányba távolodni lászanak egymástól.

2.2. Gondold át még egyszer, mit tudsz az atomok szerkezetéről!

Az Ősrobbanás fázisai:
A robbanás első másodpercének tört része alatt valósággal felfúvódott az Univerzum, és csak ezután állt be a ma is észlelhető tágulási ütemére. Már az első másodperc végére megszülettek az atomok első építőelemei; a kvarkok és a leptonok. Létrejön az Univerzumot meghatározó négy erő:

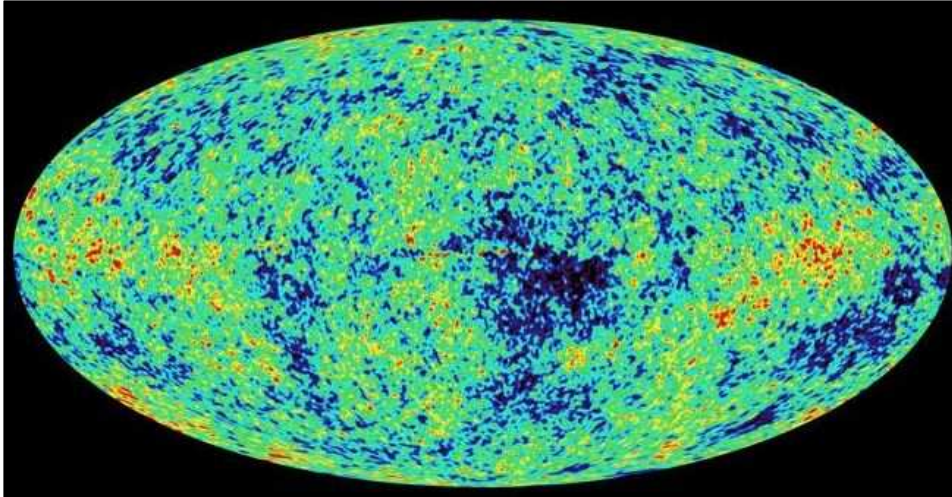
- Erős erő - a kvarkok között hat

Gyenge erő - kvarkok és leptonok között hat (ennek köszönhető a béta-bomlás)

1. Készítsetek híradást a "Fókusz" számára az Ősrobbanás pillanatairól!

2.3. Nézz utána, és írd le, mit neveztek az ókori görögök "hülé"-nek!

A harmadik perc végére megszülettek a periódusos rendszer legegyszerűbb néhány elemének atommagjai, főleg hidrogén,-és héliummagok, de még szabadon mozogtak az elektronok.



A háromszáz-
ezredik év
végére kerültek
csak helyükre a
szabad
elektronok,
kialakítva a
legelső
atomokat. A
világ ekkor
még nem volt
más, mint sűrű,
forró hidrogén,-
és héliumfelhő.

Ezután

évmilliárdok kellettek ahhoz, hogy a táguló köd "csomósodni" kezdjen, előgalaxisok alakulhassanak ki, és a gravitációs vonzás hatására középpontjaikban csillagképződés kezdődhessen meg. A képen az ebből az időből származó sugárzást láthatjátok. Ez a legkorábbi képünk az Univerzumból, így nézhetett ki létrejötte utánháromszázezer évvel.

Bár itt nincs módunk a "Honnan tudják, hogy..." típusú kérdések megválaszolására, de az Ősrobbanás tényének három legfontosabb bizonyítékával szolgáló megfigyelést megemlíjtük:

- 1.: A galaxisok távolodása**, ami csak egy robbanásszerű jelenséggel magyarázható. A távolodás bizonyításához azonban meg kell ismerkednünk egy hétköznapi, de igen érdekes fizikai jelenséggel, amit egy, az 1800-as évek első felében (!) élt osztrák fizikus fedezett fel, aki után ez a jelenség a Doppler-effektus nevet kapta. (ld. Doppler-effektus)
- 2.: A Világegyetem becsült héliumkészlete** több annál, amit a csillagok valaha is megtermelhettek volna; a "felesleg" feltehetően a robbanás folyamán alakult ki, amikor még nem léteztek a csillagok.
- 3.: Háttér- vagy maradványsugárzás** tapasztalható minden irányból a kozmoszban, ami kizárólag a robbanási elmélettel magyarázható.

2.4. Nézz utána, mik a fekete lyukak és a kvazárok! Írd le ide röviden!

Természetesen a tényként kezelt elméletekkel mindig vigyáznunk kell a csillagászatban, így meg kell említenünk más Univerzum keletkezési verziót is. Az egyik ilyen pl. az orosz A. Fridmann meteorologus nevéhez köthető, amit az "**Oscilláló Világegyetem**" néven szoktak emlegetni. Ez pedig, igen röviden, arról szól, hogy a Világmindenségben két téridő-rendszer működik, négy dimenzióban, amelyek egymáshoz képest mozognak, és több billió évenként találkoznak, ami a "**Nagy Reccs**" néven fut, és az Univerzum összeroppanását jelenti, sőt egyes csillagászok még olyan helyeket is feltételeznek a Világmindenségben, ahol az idő visszafelé telik.

3. A csillagászat kezdetei

Mai szemmel talán érthetetlen, milyen fontos volt a régen élt embereknek a csillagos égbolt. Számos kérdésre, amit ma néha okkultnak gondolunk, ott keresték a választ, és sokszor meg is kapták. Csak a fényektől és mindenféle ingerektől elvakított érzékeink nem mesélnek nekünk a csillagok által jövőnkről, betegségekről, a jövő évben várható termésről vagy bizonyos jegyben született emberek lelki alkatáról. Pedig ennél még sokkal több mindenféléről kérdezték őkseink a csillagokat. A legelső emlékek ilyesféle dolgokról kisebb-nagyobb kőtömbök formájában maradt ránk, Európában Romániától Franciaországon keresztül Angliáig, számos helyen. A legismertebb közülük az angliai **Stonehenge** páratlan kőegyüttese.



A kb. tízezer évvel ezelőtt, a neolitikum határán földműveléshez fogott emberiségnek meg kellett tudnia határozni olyan fontos időpontokat, mint a vetés, aratás, stb. időpontja. Részben ezért állították fel, ma is megmagyarázhatatlan eszközökkel messze földről iedez szállítva ezeket a hatalmas kőtömböket, Kr.e. 2700. táján. Az égi mozgások csodálatos rendjére rádöbrent ember kért ezúton segítséget fizikai teste életben tartásához, és kereste általa a mindent mozgató isteni természetet. A kőkörök legfontosabb iránya a látóhatár azon pontjára mutat, ahol a nyári napforduló idején felkel a Nap. Ugyanígy rámutatnak a fő vonalak a többi napforduló és nap-éj egyenlőség meghatározta irányra, és megtudhatók általuk a nap- és

holdfogyatkozások időpontjai. De, hogy távoli elődeink pontosan milyen "istentiszteleteket" végeztek, miféle áldozatokat mutattak be, sose fogjuk megtudni.



Változó kíváncsisággal álltak a különféle népek a csillagászat rejtelseihez. Sok közülük világgépük megfogalmazásán, gazdag mítosz és eredtmonda-világán nem foglalkozott bonyolult matematikai számításokkal. Viszont igen sokféle lehetséges világgép fogalmazódott így meg. **Indiában**, pl. teknősbéka hátán álló elefántok tartják a Földet, az észak-amerikai **haida indiánok** világgépében halak és madarak szerepelnek, amihez hasonlókat leginkább totemoszlopokról ismerhetünk: A **mezopotámiaiak** viszont ránk hagyományozták a csillagképek alakjait, amiknek más nevet adtak, de ők kötötték úgy össze képzeletben a csillagokat, ahogy ma is számontartjuk őket. Pontosán meghatározták a nap- és holdfogyatkozások időpontjait, és hasonlóan a magyar népi felfogással, a napok kezdetét az esti napnyugtától számolták. **Egyiptom** csillagászai már 12 hónapra osztották az évet, ami a Nílus áradásával vette kezdetét, és a 30 napos hónapokat egy 5

napos ünnepnapos szakasszal toldották meg. De talán legfontosabb felfedezésük az volt, hogy a Merkúr és a Vénusz a Föld körül kering, a Föld pedig, fogalmazásuk szerint "lebeg".

Alapvető jelenségek az égbolton

Számtalan olyan jelenség van, amit kitartó megfigyeléssel bármiféle műszer nélkül is alaposan meg lehet figyelni. Ezek a megfigyelések kezdetben szóban hagyományozódhattak át és már így is nagyon hatékony eredményeket lehetett elérni. Nem csoda azonban, hogy a csillagászat az írás megjelenésével vált igazán megalapozott tudománnyá, így ugyanis pontos megfigyeléseket lehetett végezni több évtizeden, akár évszázadon keresztül. Mit figyelhettek meg az égen pusztán szemmel és alapos feljegyzésekkel?

- A Nap egynapi mozgását
- A Hold fázisait
- Az égbolt napi mozgását
- Az égbolt éves mozgását
- A bolygók mozgását

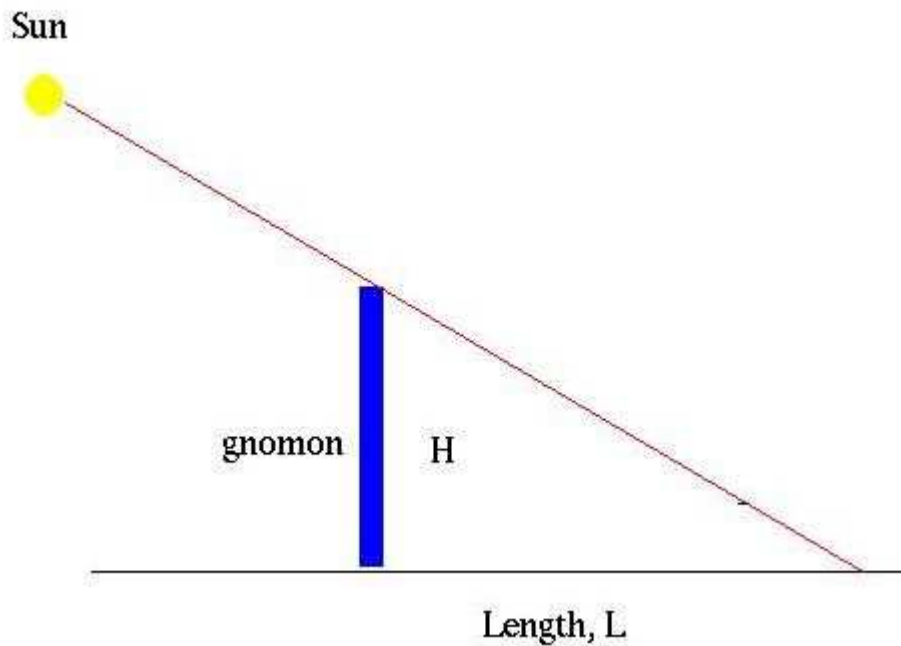
Ókori görög csillagászat

Csak néhány csillagász egyszerű és nagyszerű gondolatmenetével, megállapításával, mérésével tudunk itt foglalkozni, kiragadva egy-kettőt a legnagyobbak közül.

Thalész (Kr.e. 640.550):

Véleménye szerint a Föld egy lapos, óceánon úszó korong, viszont pusztán egy botja, amit úgy nevezett gnómon, és egy aránypár segítségével meg tudta mérni egy piramis magasságát.

3.1. Az alábbi ábra segítségével próbáld meg kitalálni, hogy csinálta Thálész abban az esetben, ha $H = L$! Írj és rajzolj!

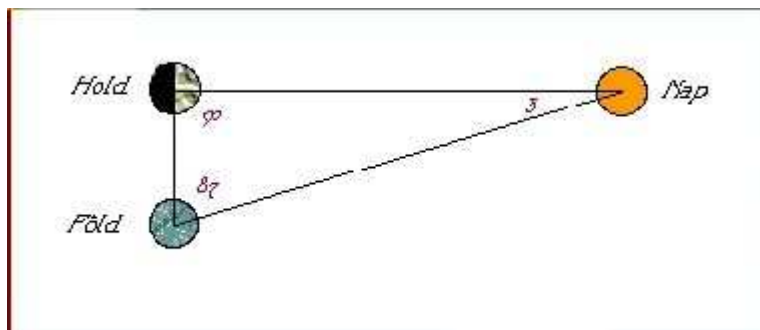


Ezekon a képeken azt láthatod, hogy a Földön párhuzamosan több, egymás számára ismeretlen kultúra is hasonló eredményekre, gondolatmenetekre juthat, függetlenül egymástól. (A gnómon használata Kínában és Borneó szigetén.)

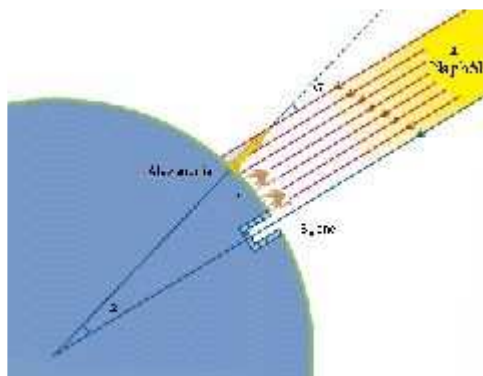


A görögség legnagyobb csillagászai közül is most csak Arisztarkhoszról (Kr.e. 310-230)szólunk, aki az első napközéppontú világképet vázolta fel Kopernikusz előtt csaknem 2000 évvel. Sajnos számításai még nem lehettek elég pontosak ahhoz, hogy a többi nagy geocentrikus világképet valló gondolkodóval szemben meg tudja védeni igazát. Gondolatmenete a következő volt:

1. Megvárta, amíg a Hold félholdnak látszik. Ekkor a Föld-Hold-Nap szög derékszög.
2. Megmérte a Földnél levő szöget, ez 87 fok volt (itt tévedett a méréssel.)



3. Így a két szög ismeretében megszerkesztette a háromszöget, majd megvizsgálta a Föld-Hold táv., és a Föld-Nap táv. arányát. Erre 1/19-et kapott, vagyis szerinte a Nap 19-szer van messzebb a Földtől, mint a Hold.
4. Ugyanakkor egyforma nagyságúnak látszanak, ami csak úgy lehet, ha a Nap 19-szer nagyobb, mint a Hold.
5. Saját méréseiből tudta, hogy a Föld kb. 3-szor nagyobb a Holdnál (úgy, hogy erre a holdfogyatkozásokkor a Holdra vetülő földárnyék nagyságából következtetett.)
6. Végül megállapította, hogy ha a Nap 19-szer nagyobb a Holdnál, a Föld pedig 3-szor nagyobb a Holdnál, akkor a Nap kb. 6-szor nagyobb a Földnél. Így ésszerűbb, ha a nagyobb égitestet, a Napot helyezük a Világmindenség középpontjába! Továbbá azt is megállapította, hogy a földpálya elenyészően kicsiny a Világmindenséghez képest.



Végül **Eratosthenész** (Kr.e.276-195) nagyszerű gondolatmenetét nézzük meg, aminek segítségével ki tudta számítani a Föld területét:

1. Gömb alakból indult ki.
2. Két, azonos hosszúsági körön lévő város szögtávolságából indult ki, amivel aztán a bolygó területét akarta kiszámítani.
3. Alexandriát és Szüénét (ma Asszuánt) választotta. Megtudta, hogy Szüénében jún. 23-án merőlegesen delel a Nap, mert egy kútban a fenekét világította meg.
4. Ekkor Alexandriában egy gnómon segítségével meghatározta, mennyire tér el a delelő Nap a merőlegestől. Ez 7 fok 12 perc volt, ennyi tehát a két város szögtávolsága. Ez a Föld területének 1/50-ed része, azaz területének is 1/50-e a két város távolsága.
5. Egy karavánvezetőtől megtudta, hogy a távolság 5000 sztadion. Ezt megszorozta 50-nel, ami megadta a Föld területét. Ez 39 700 km-t jelent, ami igen közel jár a valóságos 40 000-hez.

3.2. Gondold át lépésről-lépésre ezt az egyszerűnek látszó gondolatmenetet!

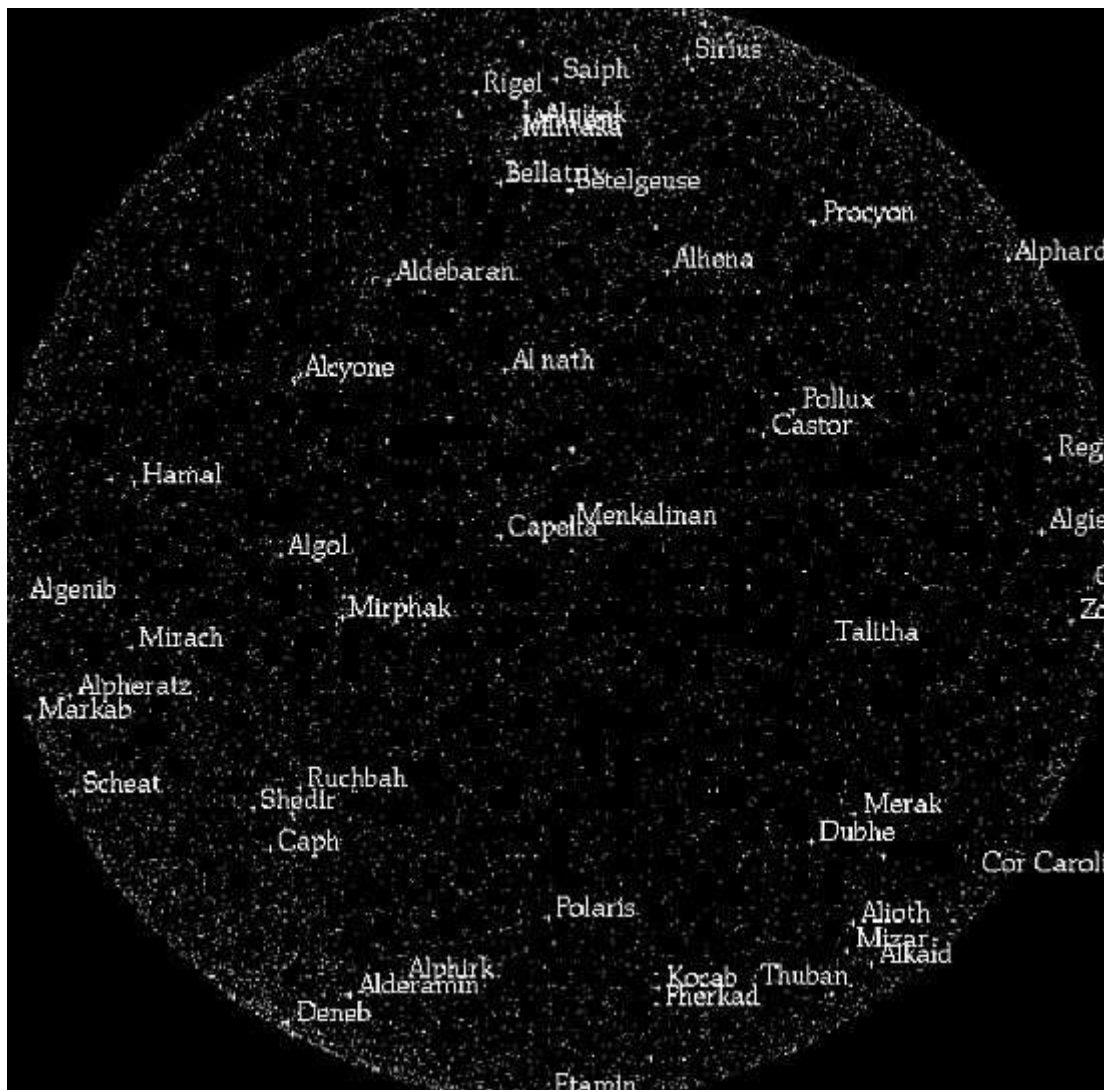
4. A csillagászat "Nagy Fordulata"

A De Revolutionibus Orbium Coelestium minden idők egyik legkevesbé ismert és olvasott könyve. Első, 1543-as, nürnbergi kiadásakor ezer darabot nyomtak belőle, s az ezer példány sem fogyott el. (...) Ez valóban figyelemreméltó és a történelemformáló jelentőségű könyvek közt egyedülálló negatív rekord.

Arthur Koestler

Az ókor megannyi nagyszerű elmélete után a csillagászatra, csakúgy mint megannyi más tudományra nehéz, ideológiáktól terelt, központilag vezérelt évszázadok következtek. Olyan elméletek láttak napvilágot, melyek szerint a Föld hol korong, hol tojás, hol téglalap, hol meg Mózes frigyládájához hasonló alakú. Nem arról van szó, hogy az emberek megbolondultak volna, egyszerűen más volt a fontos a számukra. A világban elsődlegesen nem a természettudományos üzenetet keresték. Volt azonban egy nép, amelyik nem fejtette el a görögök tudását. Az ókori ismereteket az arab kultúra őrizte meg és fejlesztette tovább.

4.1. Keres olyan csillagneveket az égbolt térképén, amik feltehetően arab eredetűek, és gyűjtsd ide össze őket!



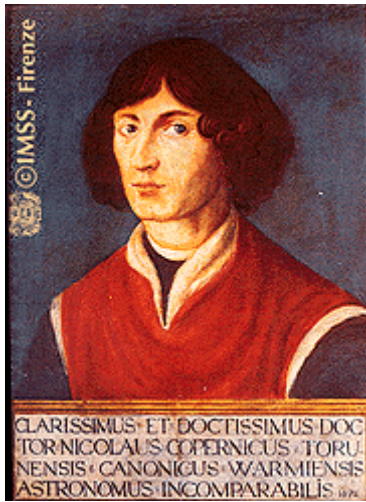
4.2. Milyen, az iszlám által magas szinten művelt tudomány-, vagy művészeti ágakról hallottál, tanultál korábban? Írd le, esetleg híres muzulmán tudósok, művészek neveit is, ha ismersz ilyeneket!

4.3. Gondolkozz el azon, szerinted segíti, vagy hátráltatja a tudományt, ha az arabokhoz hasonlóan egymással

szoros kapcsolatban működnek tudományágak, sőt akár művészetek is csatlakoznak hozzájuk? Mi mostanában a helyzet ezen a téren?

4.4. Kik voltak, akik a napközéppontú világméretet már korábban felvetették? Miért nem tarthatta magát akkor ez a nézet? Írd le!

Ptolemaiosz óta lassan eltelt ezeröttszáz év, és az akkori számítások, előrejelzések kezdtek sorra megdőlni, elcsúszni az időben. A távol-keletről kiindult, és kontinenseken átívelő, jórészt a hajózásra építő kereskedelem, és főleg a nagy felfedezések korában nem lehetett a flottákat hibásan navigálni, emberek életét kockáztatni, így szembe kellett néznie a kornak azzal, hogy újra kell fogalmazni csillagászati ismereteit.



Ekkor lépett színre a csillagászat talán legnagyobb formátumú egyénisége, (hazája nyelvén, lengyelül) Mikolaj Kopernik, latinosan **Nicolaus Copernicus**(1473-1543), aki rájött, hogy az égi mozgások csak a Nap középpontba helyezésével írhatók le. 1512-ben írta le alapvetéseit "Commentariolus" c. munkájában, amik röviden a következők:

1. Az égi körmozgásoknak nincs közös középpontjuk.
2. A Föld közepe nem a világ közepe.
3. Az összes körmozgás a Nap körül történik.
4. A csillagok csak látszólag forognak, valójában a Föld fordul meg a tengelye körül 24 óránként.
5. A Nap látszólagos mozgása a földforgás és a Nap körüli keringés következménye, a Föld, akárcsak a többi bolygó, kering a Nap körül.
6. A bolygók hurokvetése nem a bolygók mozgásának következménye, hanem annak, hogy a Föld változtatja helyzetét, és ezért a Földről látjuk úgy, hogy hurkokat ír le az égen. (Ez a pont, szemben az első öttel, új Arisztarkhoszhoz képest.)

Kopernikus világmérete



Látható, hogy ő még csak a Szaturnuszig ismerte a bolygókat és, hogy ő is még csak tökéletes körpályákban tudott gondolkodni. Emiatt nem sikerülhetett pontosabban Ptolemaioszénál bolygópálya-előrejelzései. Így szívében nyugtalansággal hunyt el 1543. május 24.-én, azon a napon, amikor frissen kinyomtatott munkájának elejére egy munkatársa tudtán kívül olyan bevezetőt írt, amiben csak a számolásokban hasznos elméletnek minősítette a leírtakat.. Kopernikus jelentőségét abban kell látnunk, hogy a "Nagy Felejtés" századai után újból elő mert állni egy olyan feltevessel, amit a görögök is csak hamvába holt elképzelésnek tekintettek, ismét a Napot állította

középre, és először végzett alapos számításokat egy heliocentrikus világkép alapján.

4.5. Ma hány bolygó létezéséről tudunk a Naprendszerben?



Tycho Brahe (1546-1601) az egyik legkülönösebb egyénisége volt a csillagászat történetének. Azzal együtt, hogy a távcső megjelenése előtt halt meg, az egyik legjelentősebb megfigyelő csillagásznak tartjuk. Ő sem hitte el, hogy a Föld mozog, ezért úgy vélte, hogy a Nap körül keringhetnek a bolygók, az viszont mindenestül a Föld körül. Igen pontos csillagkatalógust összeállítása fűződik nevéhez és sokat vizsgálta a Marsot. Mint ember különös egyéniség lehetett, pl. azt tudjuk róla, hogy hirtelen haragú ember volt, egy párbaj során levágták orrát, amit rézorrral pótolta, illetve, hogy egy lakoma során vesztette életét.



Johannes Kepler (1571-1630) olyan tudós volt, akinek személyében egyesült a mélyen vallásos világnézet az újdonságra, változásra mindig nyitott emberrel. Ő volt, aki el tudott szakadni a körpályák dogmájától, rájött, hogy a bolygók ellipszis alakú pályán keringenek, amely már Brahe megfigyeléseivel összhangban volt. Igen nehéz élete volt, mint a "nagy embereknek" általában, sokszor kellett menekülnie, költöznie. Ő volt az, akinél egyesült a megfigyelés és a számítás pontossága is.

Az égi mozgásokat három törvényben írta le, melyek kimondják, hogy

1. A bolygók ellipszispályán mozognak, melynek egyik gyújtópontja a Nap.
2. A Nap közelében járva gyorsabban mozognak.
3. A távolabbi bolygók lassabban mozognak.

4.6. Szerkesszünk ellipszist a rendelkezésre álló eszközökkel!



Galileo Galilei (1564-1642) volt az első ember a világon, aki, miután a frissen feltalált távcsőbe nézett, rengeteg újdonságot fedezett fel az égbolton. Meglátta, hogy a titokzatos Tejút csillagokból áll, hogy a Jupiternek holdjai vannak, azaz nem csak a Föld körül történhet minden mozgás, és, hogy a Vénusznak is vannak fázisai. Ami annyit jelentett, hogy a Vénusz is a Nap körül kering! Ez volt az utolsó szeg a geocentrikus világkép koporsójába! A bolygómozgások megértéséhez még fontosabbak voltak dinamikai kutatásai. Megfigyelte, hogy milyen erők hatására miként mozognak a testek és elsőként ismerte fel, hogy a mozgás nem folyamat, hanem állapot.



Isaac Newton (1643-1727) igazi "interdiszciplináris" gondolkodóként, kiváló matematikai képességekkel a fizika olyan alaptörvényét, a tömegvonzás törvényét fogalmazta meg, amivel a csillagászat alaptörvényére világított rá. Ez pontosabban azt jelenti, hogy a Világmindenségben az égitestek mindegyike vonzást gyakorol egymásra, méghozzá tömegüktől függő nagyságú erővel, amely a köztük lévő távolság négyzetével arányosan csökken. Tehát két, m_1 és m_2 tömegű test esetében:

$$Erő \approx \frac{m_1 * m_2}{d^2}$$

Íly módon kimutatta, hogy ugyanaz az erő szabályozza a bolygók keringését és a fáról leeső almát.

5. A csillagok élete és halála

A világűr az némi anyag
Meg a semmi keveréke
Mondtam még akkor este
Bele a lány szemébe

Lovasi András

Az Univerzumban bármerre nézünk, a legkülönbözőbb fejlődési stádiumban lévő csillagokat, csillaghalmazokat, galaxisokat láthatunk, mégis, életünk túlságosan rövid ahhoz, hogy egy kicsit is követni tudjuk egy csillagnak a fejlődését. Tekintsük át először röviden, mi is alkotja az Univerzum végtelen terét!

A legnagyobb űrt az ún. **csillagközi anyag** teszi ki. Hihetetlenül ritka, mindössze egyetlen atom van egy köbcéntiméterében, hőmérséklete 10 Kelvin, anyaga pedig gáz és por. A gázban előfordulhat, hogy egy csillag helyezkedik el, ilyenkor "**világító köd**"-ról beszélünk:



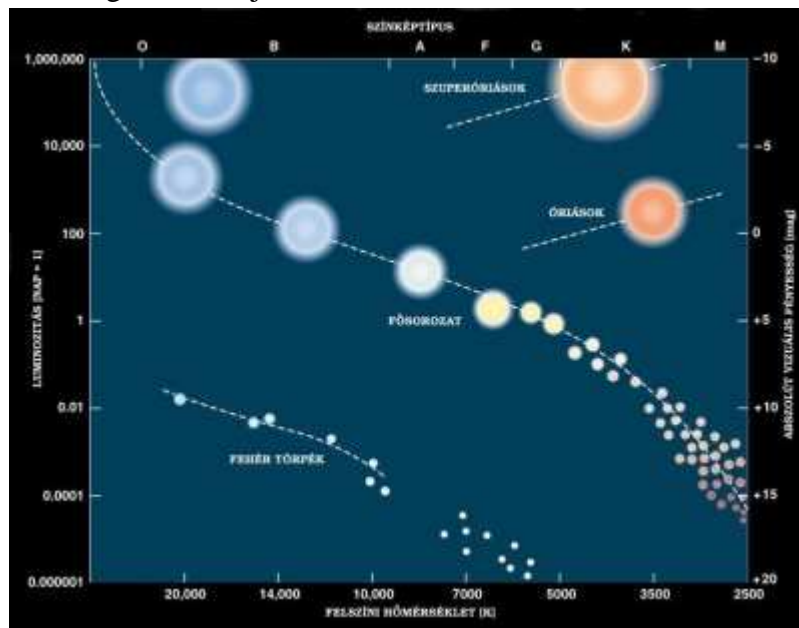
A por mikroszkópikus kristályokból áll, ami eltakarhatja a mögötte levő csillagokat, mint pl. a közismert "Lófej köd"



A csillagok kialakulása: ha a ködökben megindul a gravitációs összehúzódás, és belsejükben eléri a hőmérséklet a 15-20 millió fokot, megindul a nukleáris magfúzió, és néhány millió év alatt új csillag születik. Ha nem éri el a "góc" tömege a fúzióhoz szükséges tömeget, "elvetél" szegényke, és *barna törpe* válik belőle. A csillagok csapatosan, *nyílt csillaghalmazok*-ban szoktak világra jönni, amilyen pl. a "Fiasztúk" is:

A magfúzió során az elemi részecskék egyesülnek. Két proton és két neutron alakít ki egy hélium magot. A hélium magok azután képesek további nagyobb atommagokká alakulni. Mindez a folyamat nagyon sok energia felszabadulásával jár. Ennek az energiának egy része távozik fény formájában.

Nem mindegy, hogy mennyi és milyen anyag alkot egy csillagot, ettől függ, hogy milyen típusba tartozik majd a csillag. A csillagok típusait az általuk kibocsájtott fény színe és erőssége alapján állapítják meg. Ezeket a lehetőségeket a csillagászok egyik kedvenc ábrája a Hertzsprung-Russel diagram mutatja be.



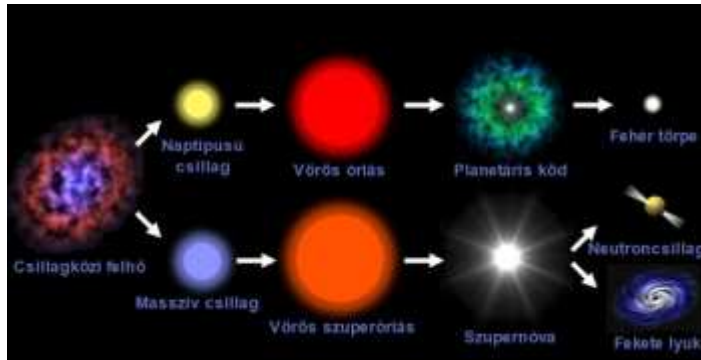
Amikor egy csillag magjában a nukleáris reakciók már teljes erővel beindultak, azok belülről nyomást fejtenek ki, ami ellensúlyozza az összehúzódást, és ekkor egyensúlyi állapotba kerül. A csillag életének hossza méretétől függ. Haláluk így három típusba sorolható:

A kicsik:
Lassan fogyasztják el hidrogén-készletüket, így több tízmilliárd évig élhetnek, nem indul be magfúzió, azaz a H-He átalakulás, lassan kialszanak, *fekete törpévé* válnak.

A közepesek:
Mint a mi Napunk is, amikor majd elégette a hidrogént, azaz héliummá alakította, azt még tovább égeti szénre és oxigénre. Így hatalmas energiatermelés közben *vörös óriássá* változik. Amikor elfogyott a hélium, kicsi, forró, *fehér törpévé* változik csillagunk.

A nagyobbak:
Hamarabb felélik hidrogénkészletüket, életük így nem szokott néhány millió évnél hosszabb

lenni. Itt is eléri a "vörös óriás" állapotot, de utána még a héliumból keletkezett szén is átalakul, "elég", méghozzá kb. 750 millió fokon (!). Ez is még tovább alakul, végül vas lesz a csillag anyagából. Ez a vasmag a gravitáció hatására összeroppan, anyaga tisztán neutronná alakul, ami felrobban. Ezt nevezzük *szupernóva-robbanásnak*. Újabb kémiai elemek keletkeznek, szétszóródnak az űrben, amik később akár élőlények alkotórészeiként, így bennünk is, tovább élhetnek.



A Nap



Most pedig az életet adó **Nap**ról, röviden, számokban: Átmérője a Földének 110-szerese, tömege 330 000-szorosa. A mag hőmérséklete 15-20 millió Kelvin, felszíne 5800 Kelvin, tengelyforgási ideje 30-34 nap. Anyaga kb. 3/4-ed részben hidrogén, 1/4-ed részben hélium, és 2%-ban teljesen vegyes. (Összesen 100%).

Napunk nincsen nyugalomban, a benne zajló magfúzió változatos intenzitással folyik. Ennek köszönhető, hogy gyakran jelennek meg rajta foltok, néha több millió tonnányi anyagot vet ki magából. Nyugalmas és intenzívebb periódusai egy tizenegyéves ciklusban váltakoznak.

Ez a folyamat adja még kb. 10 milliárd évig a legszebb férfikorban lévő Nap életet adó energiáját. Szerkezetével, jelenségeivel találkozhat az fenti honlapokon, érdemes utánanézni, hiszen arról az égitestről van szó, amely, ha egy kicsit is kisebb, nagyobb, hidegebb, melegebb, stb. lenne, már elképzelhetetlen volna életünk a Földön.

csillagközi anyag, magfúzió, fekete lyuk, napfolt ciklus

6. A Naprendszer



Süss fel
napfényes
nap, kertek
alat a
ludaim
megfagynak!

Népköltés

Kialakulása



A jelenleg leginkább elfogadott elmélet szerint a Naprendszerünk, a már korábban említett, forgó, "csomósodó", csillagközi gáz- és porfelhőből jött létre. (Lásd Univerzum kialakulása). A gravitációs tere összehúzta, aminek következtében, mint egy forgó táncos esetében, aki kezeit behúzza, gyorsulni kezdett forgása (ld. a képen.) Eközben a "derék" tájon anyagkiáramlás indult meg, ami szétválasztotta egymástól a Nap ősét és a bolygók anyagát. A Nap közelében az összetapadt porszemekből a Föld típusú-, távolabb, a gázokból a Jupiter-típusú bolygók fejlődtek ki. A közös eredet és a forgó mozgás közbeni kisodródás bizonyítékának tekinthető, hogy a Nap forgásával megegyező irányban kering az összes bolygó, csaknem az összes hold, ill. a Vénusz és az Uránusz kivételével ebben az irányban forognak a bolygók.

6.1. Szerinted mi lehet az oka annak, hogy nem mindegyik hold forog ebben az irányban?

A Naprendszer elemei

A Naprendszer az a tér, amelyen belül a Nap gravitációs ereje dominál. Központi és egyetlen csillaga a Nap. Kilenc bolygója van, amik közül a középkorban is még csak hatot ismertek. Két alapvető típusuk van; a Naphoz közelebbi, közet anyagú, kisebb méretű, nagy sűrűségű Föld típusú bolygóké (Merkúr, Vénusz, Föld, Mars), és a kis sűrűségű, távolabbi gázóriások csoportja (Jupiter, Szaturnusz, Uránusz, Neptunusz). Ez eddig, ugye, csak nyolc. A kilencedik, a legtávolabbi, Plútó, kilóg kissé mindkettőből. Anyagát tekintve ugyanis valószínűleg az üstökösökhöz hasonló, eredetileg pedig talán a Neptunusz megszökött holdja. Van még a Naprendszerben hét bolygó körül keringő, összesen 66 darab hold, és a Mars, ill. a Jupiter pályája közt keringő, 100000 darabból álló aszteroidák, kisbolygók öve. A Neptunuszon túl még egy kisbolygó öv található. Különleges vándorai még Naprendszerünknek az üstökösök. Több száz milliárd üstökő lehet, melyek magját jég és kő alkotja, csóvájukat pedig a napszél fújja messzire.

Üstökösökről, kisbolygókról, pl. magyar nevű, felfedezésű kisbolygókról ld. a www.mcse.hu honlapot!
Meg ha a csillagászat bármely vonatkozása izgat, akkor is bátran klikkelj ide



Még említsük meg a Napból folyamatosan kiáramló, apró részecskékből álló ún. bolygóközi anyagot, és a meteorokat, amelyeket a népnyelv "hullócsillagoknak" nevez, és anyaguk általában kisbolygók ütközéséből leszakadó kő és fém törmelék, melyek bejutva a Föld légkörébe a surlódástól felizzanak, illetve, a nagyobbak nem égnek el, hanem becsapódnak a Föld felszínébe.

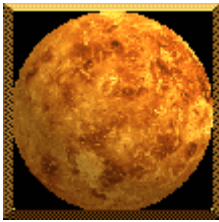
Most néhány szóban a bolygókról:



A

Merkúr:

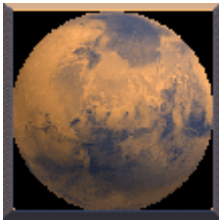
A leggyorsabban keringő bolygó, egy éve mindössze 88 földi napig tart, többször annyi sugárzás érkezik egy négyzetméterére, mint a Földre, és nincs légköre, így napfelőli oldala elérheti a 480 Celsius fokot is, míg árnyékos felén ez lemehet -180 fokra. Ritkán látható, hiszen a Naphoz közel kering.



A

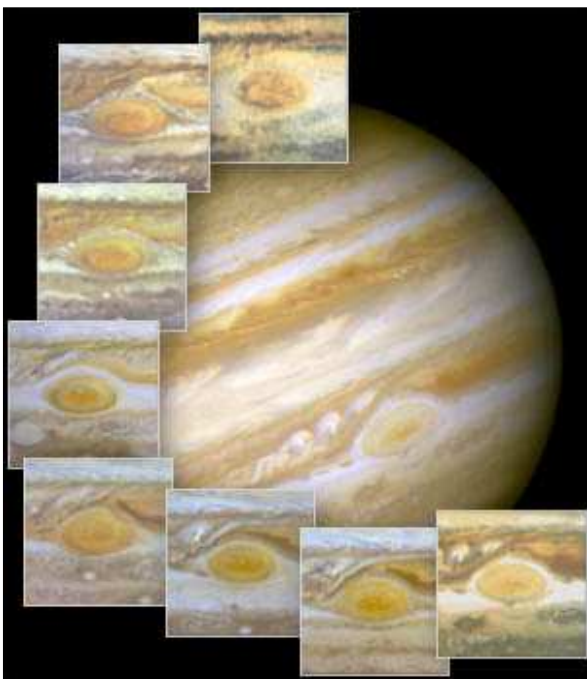
Vénusz:

A szerelem istennőjéről nevezték el a legfényesebben tündöklő bolygót, aminek az ókoriak még két nevet adtak, hiszen nem tudták, hogy a hajnalban és napnyugtakor világító két égitest valójában ugyanaz. A régi magyarok viszont már "Esthajnalcsillag" néven nevezték. Különlegessége az Uránusszal együtt, hogy fordított irányban forog. Szinte teljes egészében széndioxidból álló légkörének köszönhetően igen erős üvegházhatás tapasztalható rajta, felszínének átlaghőmérséklete ezért 477 Celsius fok! A Földhöz alapadatain túl több tulajdonsága is hasonlóvá teszi, mint pl.: felszínének gyűrtheységei, kontinensei és vulkanizmusa.



A **Mars:** 2 holddal is rendelkezik az embereket leginkább foglalkoztató bolygó. Kb. fele akkora átmérőjű, mint a Föld, tengelyferdesége szinte a Földével azonos, átlaghőmérséklete -40 Celsius fok, légköre ritka szén-dioxidból áll. Változatos a felszíne, hatalmas kialudt pajzsvulkánok tarkítják, mint a 26 000 m magas Olympus Mons. Sarki jégsapkáiban jelentős mennyiségű víz rejtőzik.

6.2. Mit hallottál a Földön kívüli élet kutatásairól? Te mit gondolsz a marslakók létezéséről? Írd le! Rajzolhatsz is!



A **Jupiter-típusú bolygók:** A **Jupiter**, a **Szaturnusz**, az **Uránusz** és a **Neptunusz** Itt nem tudunk egyesével foglalkozni velük, épp csak megemlítjük, hogy a Naprendszer legnagyobb bolygója a **Jupiter**, aminek tömege kétszerese az összes többiének, 16 hold keringi körbe, és valamiféle belső energia-termelő rendszere van. A kavargó gázoktól sávozott felszín mutat, amit főképpen hidrogén, hélium, ammónia és metán alkot. A **Szaturnusz**nak 23 (!) holdja van, és gyors forgása eredményeképp a leginkább ellapultnak számít. Az **Uránusz** szinte merőlegesen a keringés síkjára és fordított irányban forog, és az előző két óriáshoz hasonlóan neki is van gyűrűrendszere. És végül említsük meg a Neptunuszt, aminek létezésére úgy derült

fény, hogy feltűnt, hogy valami zavarja az Uránusz mozgását. Aztán kiszámították a 8. bolygó helyét, amit 1846-ban, jó tíz évre rá meg is találtak.

bolygó, csillag, hold, Föld-típusú bolygó, Jupiter-típusú bolygó, üstökös, meteor, aszteroida

7. Asztronómia-asztrológia

Néha úgy gondolom, az a legbiztosabb jele, hogy létezik rajtunk kívül értelmes élet az Univerzumban, hogy nem próbáltak meg kapcsolatba lépni velünk.

Woody Allen

A csillagászat eredetileg nemcsak a tudósok dolga volt. A csillagokra tekintés csak manapság vált szokatlan tevékenységgé, - a régiek számára mindennapi izgalmas, titokzatos világ volt a csillagok világa, mítoszok, múlt és jövő kulcsa.

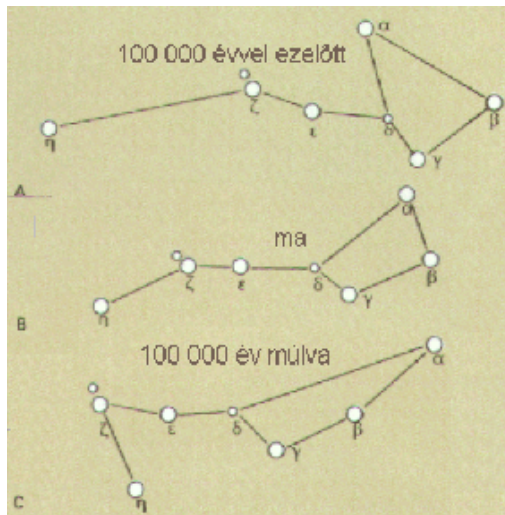


A csillagos égbolt sokezer csillaga közt nehéz eligazodni. Ezért a csillagászok - már évezredekkel ezelőtt is - az egymáshoz közel látszó csillagokat gondolatban összekapcsolva odaképzelték valamit (mesebeli alakokat, hétköznapi tárgyat, állatot). Ezeket nevezzük csillagképnek. Minden nép más-más csillagképet használt, sőt a csillagászok néha önkényesen változtatták ezek határait, mígnem a Nemzetközi Csillagászati Unió 1928-ban a ma használatos 88 -at nem rögzítette. Az északi félgömbön főleg mitológiai alakok és hétköznapi állatok találhatók meg. A déli félgömbre már került néhány érdekesség: körző, mikroszkóp, tukán, repülőhal, légszivattyú.

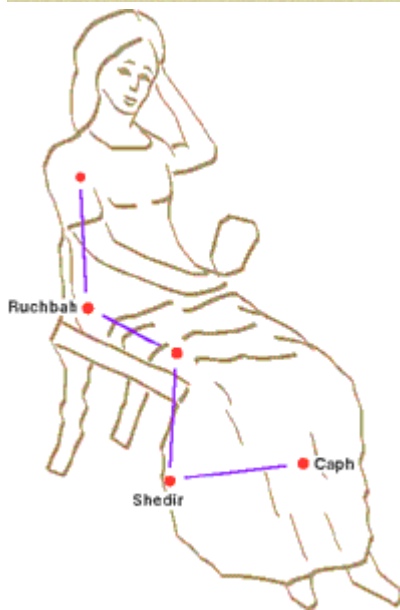
Manapság mi ezeket a csillagkép-elnevezéseket használjuk, pedig a magyarságnak régen megvoltak a saját elnevezései, sőt azok tájegységenként is gyakran változtak.

7.1. Nézz utána, és írd le néhány régi magyar csillag, vagy csillagkép nevét, és derítsd ki, milyen mondák fűződnek a Tejúthoz!

A ma használatos, rögzített csillagképek közül nézzük meg a legismertebbeket!



Nagy Göncöl: talán mindenki ismeri. Az ábra azt mutatja, hogy mennyire változik a csillagok egymáshoz viszonyított helyzete az idővel a csillagok természetes saját elmozdulása következtében. Nem véletlen, hogy az egyiptomiak még nem annyira szekérnek, mint inkább sonkának látták. Úgy vélték ez Osiris isten combja az égen. (Szegény Osirist, mint oly sok más istent is párszor feldarabolták élete során és egy -két darabja rossz helyre került.



Kassziopeia:A magyar mondavilágban a "Korcsma" nevet kapta, ahova még az Atyúristen is bejárt inni. A görög mondavilág szerint királynőt formáz, Cepheus király feleségét. 1572-ben egy hatalmas szupernova robbant fel benne, melynek fényessége a Vénuszéhoz volt hasonló, és amit Tycho Brahe is feljegyzett.



Említsük meg még Kassziopeia lányát, **Andromédát** is, aki az égen anyjával szemben, azaz délre helyezkedik el. Ő egy nimfa volt, akit a vízparti sziklákhöz láncoltak áldozatul a félelmetes tengeri szörnynek. A hős Perzeusz mentette meg az utolsó pillanatban, mielőtt felfalta volna a cet. Őlében egy foltot, az Androméda-ködöt láthatjuk, amit akár Budapestről is élvezhetünk tiszta időben. Természetesen Perzeusz is felkerült az égre, csakúgy, mint Androméda apja Cepheus. Hogy a családi tabló teljes legyen, még a cetnek is akadt hely.

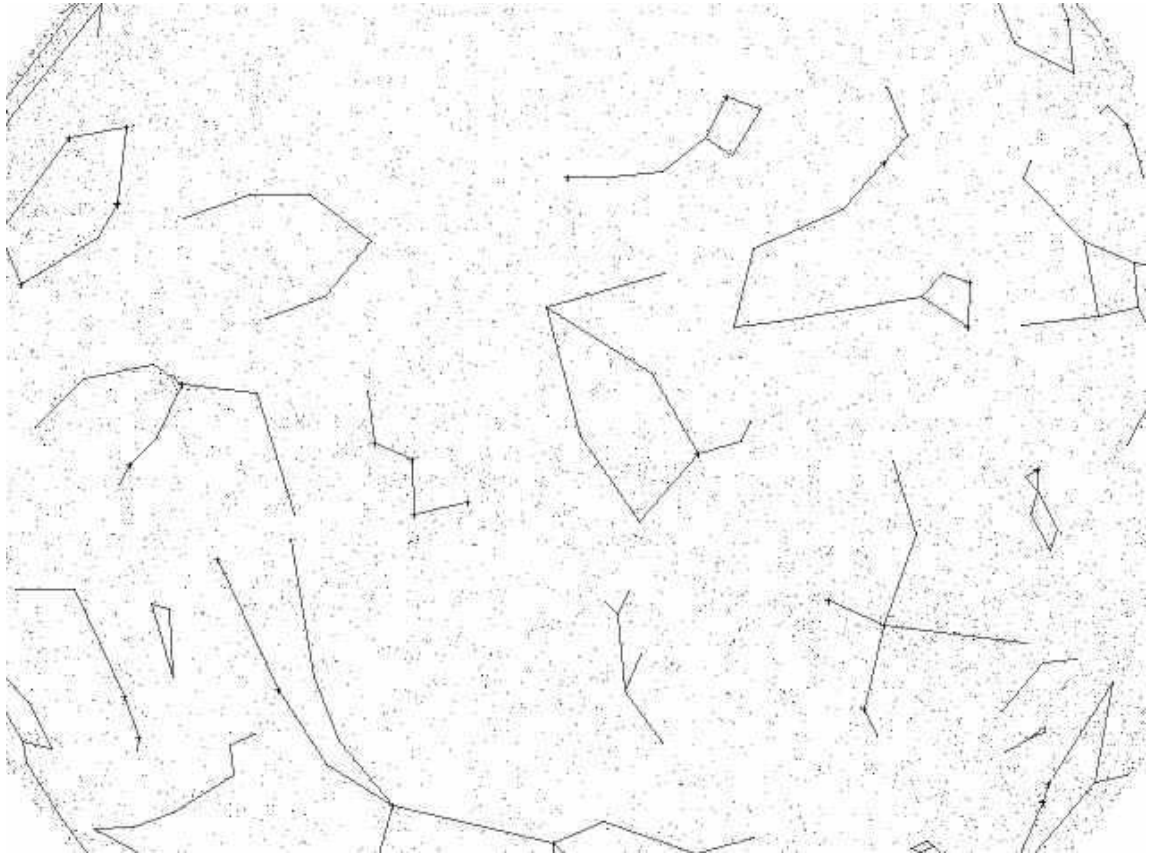
Szinte a végtelenségig kalandozhatnánk a csillagvilág mítoszai közt, de ízelítőnek most ennyi talán elég.

7.2. Most az a feladatod, hogy te gyárts mítoszt csillagokról.

Az alábbi ábrán a nyári égbolt látható, a feladatod pedig az, hogy válassz ki néhányat a csillagképpé



összekapcsolt égitestek közül, rajzolj valami egészen új alakot köréjük, és írd le, kik ők, és mi a történetük. Ha egy történelmi korba helyezed el őket, azt is vázold!



ASZTROLÓGIA



Az ókorban kialakult tudomány. Az égitestek állásának születésünkre, és így egész életünkre gyakorolt hatásával foglalkozó tudományág. A csillagképek elhelyezkedése alapján felosztották az évet 12 hónapra, és annak alapján nevezték el, hogy a Nap éppen melyikben tartózkodik. Ezek a zodiákus csillagképek.

Az asztrológiát nem tekinthető a mai fogalmaink szerint tudománynak. El kell azonban ismerni, hogy szinte végtelen az olyan szellemóriások száma, akik komolyan hittek benne, mint pl. Shakespeare, Kepler, Arisztotelész, Newton, Goethe, Dosztojevszkij, Berlioz vagy Puskin.

A népek azonban az alapokról is különbözően vélekedtek. A kelták, például 13 hónapra osztották az évet, a hónapra jellemző fáról elnevezve azokat. Mindegyik hónapot tíz napos dekádokra osztották fel, és eszerint jellemezték az abban a jegyben születetteket. Kínában évezredekkel ezelőtt fejlődött ki az asztrológia tudománya. A kínai horoszkópban is 12 jegy van, azonban ezek egy-egy holdévre vonatkoznak. A jegyeket náluk közkedvelt állatokról nevezték el. A kínai asztrológiában az 5 elem is hatással van egy jegy szülöttére, tehát igazából 60 évből áll egy teljes ciklus. Alapvetően két magyarázatot adnak az asztrológiát

űzők arra, miért van értelme a munkájuknak. Az egyik szerint a csillagok valóban irányítják a sorsunkat. Ez az állítás nem nagyon igazolható, hiszen a bolygók és az egyes emberi lények között eleddig semmilyen hatóerőt nem sikerült kimutatni. A másik elmélet szerint nem a csillagok vannak befolyással az életünkre, hanem ezek csak jelzést adnak róla. Eszerint az elgondolás szerint létezik a világnak egy végső terve, mögöttes lényege, ami meghatározza életünk alakulását és a bolygók mozgását is. Az asztrológia tehát csak következtet a sorsra a csillagokból. Ezt az elméletet már nem olyan egyértelmű cáfolni, de bizonyítani sem. A tudományos vizsgálat próbáját ez sem állja ki, mivel tudományosan értelmezhetetlen fogalmakat használ (pl. ráhangolódás, megérezés).

Afelől azonban bizonyosak lehetünk, hogy a sajtót elárasztó tucathoroszkópok legjobb indulattal is csak parasztvakításnak nevezhetők.

7.3. Készíts olyan horoszkópot, amiről minél többen ismerik fel, hogy róluk szól!

7.4. Tervezz kísérletsorozatot, hogyan vizsgálnád, hogy megalapozott-e az asztrológia?

csillagkép, asztronómia, asztrológia

8. A Föld kialakulása, ős- és előidő



Az elkövetkező néhány fejezetben a Földön fogunk kalandozni, de nem térben, hanem az időben. Kezdjük a legelején!

Minden népnek meg van a maga eredetmondája a Föld kialakulásáról.

8.1. A Biblia teremtéstörténete szerint, ugyebár, ...de nem is folytatjuk. Írd le, melyik napon, mit teremtett a keresztények és zsidók Istene

A tudományos vizsgálódás alapján leszűrhető tények a következők: Bár az eddig fellelt legidősebb kőzetek csak 4,2 milliárd évesnek bizonyultak, a kutatók a Föld korát 4,6 milliárd évesnek becslik. Ekkora tehető az ősi földkéreg megszilárdulása. Az egyszerűbb tájékozódás érdekében idő-kre és időszak-okra osztjuk. Egy-egy idő vagy időszak kezdetét és végét általában valamilyen földtörténeti esemény jelez. A földtörténeti korbeosztás az alábbi táblázat szemlélteti.

Idő	Időszak	Radiometrikus kor millió években	
		egységek időtartama	kezdetének ideje
kainozoikum= újidő	negyedidőszak	2	2
	harmadidőszak	65	67
mezozoikum= középidő	kréta	70	137
	jura	58	195
	triász	35	230
paleozoikum= óidő	perm	55	285
	karbon	65	350
	devon	55	405
	szilur	35	440
	ordovícium	60	500
	kambrium	70	570
archeozoikum= ősidő	prekambrium	3000+	3600+

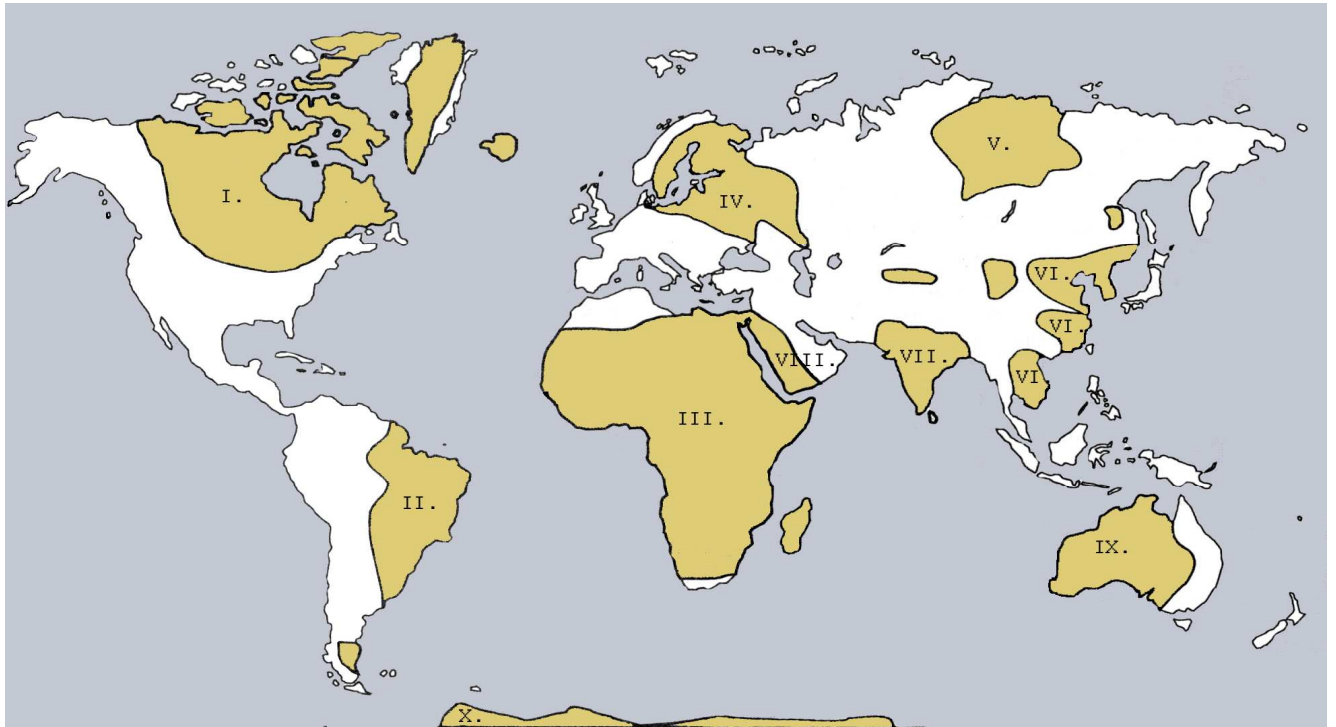
Ős- és előidő (4,6 milliárd és 590 millió év között)

A földtörténeti ősidő (archaikum) és előidő (proterozoikum) majdnem 4 milliárd évet ölel fel, s ezzel a leghosszabb fejezet a Föld történetében. Az összevontan prekambriumnak nevezett idő 4,6 milliárd éve ezelőtt a Föld kialakulásával kezdődött. Ha egy méteres rúdon ábrázolnánk a prekambriumot 87 cm-t fogna át. Mégis sokkal kevésbé ismert, mint a későbbi időszakok.



Bolygónk a hideg csillagközi anyagból keletkezett anyagsűrűsödés révén, születésekor még hideg és szilárd volt, s feltehetően még nem alakultak ki a gömbhéjak. A fiatal égitest anyaga, vagy annak egy része hamarosan megolvadt és sűrűsége szerint rendeződni kezdett. Az olvadásnak több oka volt. A legelső fázisban hihetetlen sok **meteorit** csapódott be, amitől a Föld tömege nőtt, felszíne felizzott. A felszín megolvadáshoz a jelenlévő **radioaktív anyagok**, valamint a forgásból adódó **súrlódás** is hozzájárult. A megolvadt anyagok összetevői a felszín felé törekedtek és kiterjedt **tűzhányó** tevékenység indult meg, a bolygó nagy részét izzó lávatenger borította. Ezekből a lávából szilárdulhatott meg az **ősi földkéreg**.

A képlékennyé vált anyagok **gömbhéjak** szerint rendeződtek, a középpont felé süllyedtek a vas és a nikkell, a felszínhez közel maradtak a szilikátok - a szilikátok olyan vegyületek, melyek szilíciumot (Si), oxigént (O) és még valamilyen fémet tartalmaznak. A hűlésnek indult Földön szinte folyamatos **vulkanizmust** kell elképzelni a folyamatos meteorzápor felszínszaggató tevékenysége következtében óriási gázprodukciónal, ami az **öslégekört** eredményezte (főleg szén-dioxid, ammónia és vízgőz). Amikor az öslégekör hőmérséklete 100 Celsius fok alá esett, a benne levő víz lecsapódott, ami annyit jelent, hogy véget nem érő **esőzések** következtek. A lehülés pedig az első jégtakaróval fedett területeket hozta létre a Földön, valamint kialakultak a Föld első óceánjai.



Ábra: A Föld ősmasszívumai. I. Kanadai-, II. Dél-Amerikai-, III. Afrikai-, IV. Balti-, V. Szibériai-, VI. Kínai-, VII. Indiai-, VIII. Arabiai-, IX. Ausztráliai-, X. Antarktisi-ősmasszívum.

A köpeny felső, meleg tartományában a hőmérsékletkülönbségek miatt hatalmas anyagáramlások keletkeztek, s darabokra szakították a kérget. Ekkor indultak meg az **ősi lemeztectonikai folyamatok**. A lemezhatárok mellett jelentkező nagyfokú tűzhányótevékenység óriási mennyiségű magmás (vulkanikus) kőzetet eredményezett. Feltehetően a legősibb **kontinensek** is ebben az időben, feltételezések szerint 3,8 milliárd éve alakultak ki, s nem "sokkal" utána a legősibb élőlények is megjelentek. Róluk egy másik fejezetben tanulsz majd.

A 2,5 milliárd éve kezdődött előidőben a kontinensek ütközése következtében **hegységképződések** indultak meg, a szárazulatokról pedig rengeteg hordalék került a tengerekbe, így vastag üledékréteg alakult ki. Az így keletkezett üledékes és kiömlési (vulkáni) kőzetek zöme a külső erők hatására lepusztult és/vagy átalakult, a mélyebb rétegekben kialakult magmás (vulkanikus) kőzetek azonban megmaradtak. Ezek alakították ki az **ősföldeket** vagy **ősmasszívumokat**, amelyek a szárazföldi területek nagy részét képezik.

8.2. Rajzold le, hogyan képződött el a Föld felszínét ebben az időszakban! (Néhány szóban csatolhatsz hozzá időjárás-előrejelzést, hívd fel a turisták figyelmét a különleges viszonyokra - öltözködés, felszerelés, ...!)

Földtörténeti idő, földtörténeti időszak, ősidő, előidő, meteorit, radioaktív anyag, tűzhányó, ősi földkéreg, gömbhéj, vulkanizmus, ősléggör, ősi lemeztectonikai folyamatok, kontinens, hegységképződés, ősföld, ősmasszívum

9. A földtörténeti óidő és a kontinensek vándorlása

A kontinensek vándorlása

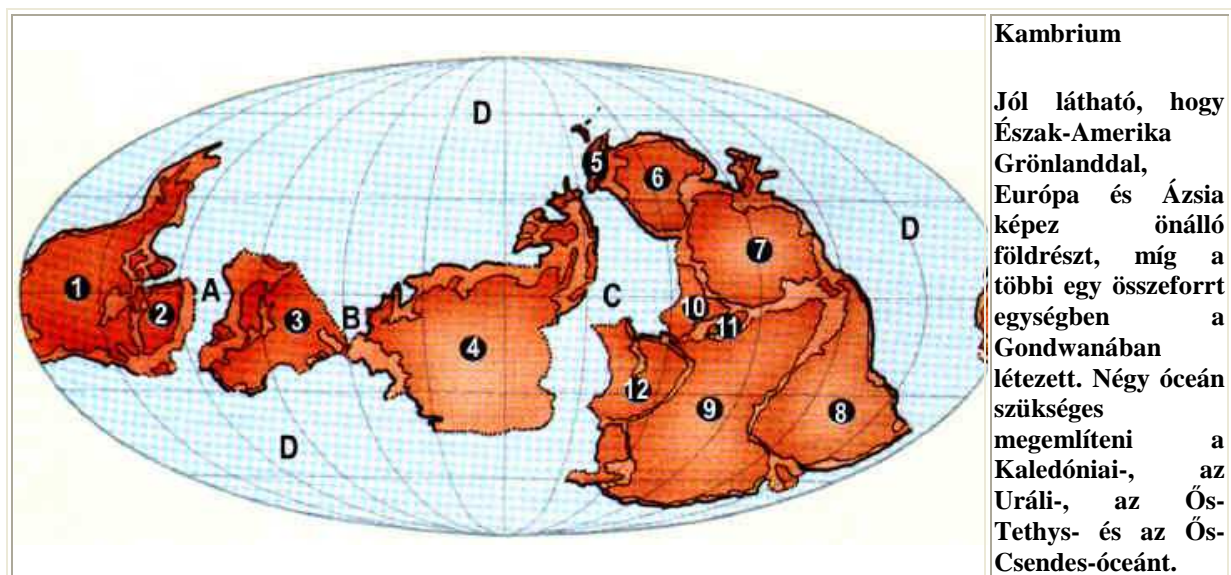


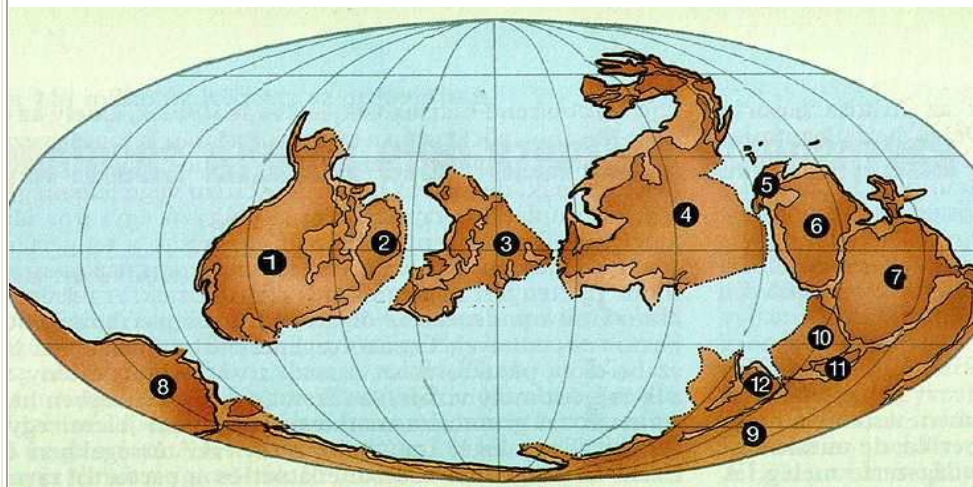
Több, mint 140 éve a földrajztudósok felfedezték a Dél-Amerika keleti és Afrika nyugati partvonal közti hasonlóságot - a két kontinens úgy illik egymás mellé, mint a kirakós játék két darabja. Továbbá az élőlények hasonlóságát is felfedezték már a két kontinensen. Magyarázatot azonban nem találtak. A kérdésekre csak egy - foglalkozását tekintve - meteorológus(!), Alfred Wegener elmélete tudta megadni a választ. Ugyanis arra hívta fel a figyelmet, hogy a Föld mélyében lassan áramló képlékeny magma hátán egymáshoz képest a kontinensek el tudnak mozdulni egymáshoz képest. Az elmélet megszületését követően kezdték el vizsgálni, hogyan vándoroltak a kontinensek az egyes földtörténeti korok során. *Kép: Alfred Wegener*

A földtörténeti óidő hat időszakra osztható, ezt az alábbi táblázat szemlélteti.

paleozoikum= óidő	perm	55	285
	karbon	65	350
	devon	55	405
	szilur	35	440
	ordovícium	60	500
	kambrium	70	570

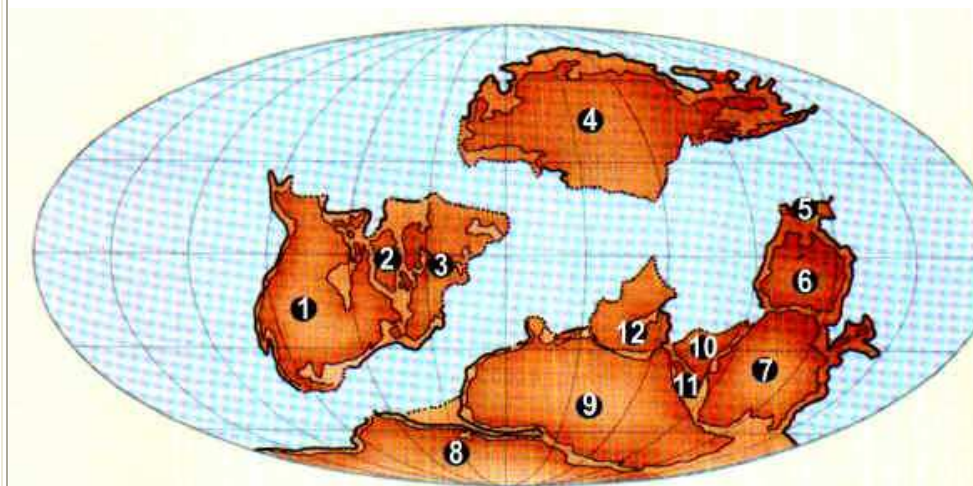
Most végig követjük, hogyan mozogtak az egyes kontinensek és milyen fontosabb események kísérték ezt. A jelmagyarázat a táblázat alján olvasható.





Ordovícium

A kambriumhoz képest valamennyi földrész keleti irányba tolódik, míg a Gondwana déli irányba húzódik. Európa az Egyenlítő vidékén, míg Ázsia mai helyzetéhez képest kb. 90 fokkal elfordulva helyezkedik el. Fokozódik az üledékfelhalmozódás és erősödik a vulkanizmus. Kezdetét veszi az a hegységképződés, amely a szilurban éri el csúcspontját.



Szilur

A szilurban éri el fő fázisát az ordovíciumban elkezdődött hegységképződés. Ós-Európa és Ós-Amerika egymáshoz közeledve, majd összeütközve a Kaledóniai-óceán aljzatán lerakódott üledékes kőzeteket. A Kaledóniai-óceán bezárult és a redőbbe préselt rétegekből kialakult a Kaledóniai-hegységrendszer. A hegységrendszer tagjai napjainkra erősen letarlódtak, napjainkra fellelhető nagyobb tagjai: Skandináv-hegyvidék, a skóciai Grampian és Highland, Kelet-Grönland hegyvidékei és Észak-Amerikában az Appalache-hegység északi

	része. Az említett folyamat volt a: Kaledóniai-orogenezis
--	---

Devon

Két hegységképződés közti üledékfelhalmozódási időszak. A fiatal, magas Kaledóniai-hegységrendszer gyorsan pusztul, anyaga a tengerek üledékgyűjtő medencéibe halmozódik fel.

Karbon

A szárazföldek egymáshoz való közeledésének, a közöttük lévő óceáni medencék bezáródásának, tehát a nagy hegységképződéseknek időszaka volt. Ős-Európa és Ős-Amerika összeütközése Ős-Ázsiával felgyűrte az Uráli-medence üledékeit és kialakult az Urál-hegység, Ős-Európa és Ős-Ázsia egyesült, kialakult Laurázsia. A Gondwana szintén csatlakozik Lauráziához, miközben összezárja az Ős-Tethys-óceánt. Így a szárazföldek egyetlen óriási földrészé, a Pangea-vá kapcsolódnak össze. Ezen időszakban keletkezett az Urál-hegység, az Appalache-hegység déli része, a Francia-középhegység, a Német-középhegység, az Ardenek, a Lengyel-középhegység, a Rodope, a Cseh-medence peremhegyei, hazánkban pedig a Velencei-hegység és a Mecsek. A karbon időszakban kialakult hegységek alkotják a Variszkuszi-hegységrendszert, kialakulásuk neve:

Variszkuszi-orogenezis

	<p>Perm</p> <p>Ekkor játszódta a Variszkuszi-hegységképződés utolsó fázisai. A földfelszín egyetlen, hatalmas szárazulata a Pangea, amelyet az Ős-Csendes-óceán vett körül. A Pangeába öbölszerűen benyúló tenger a Tethys-óceán (Ős-Földközi-tenger).</p>
--	---

Jelmagyarázat: 1. Észak-Amerika, 2. Grönland, 3. Európa, 4. Ázsia, 5. Új-Guinea, 6. Ausztrália, 7. Antarktisz, 8. Dél-Amerika, 9. Afrika, 10. India, 11. Madagaszkar, 12. Arábia, A. Kaledóniai-óceán, B. Uráli-óceán, C. Ős-tethy-óceán, D. Ős-Csendes-óceán

9.1. Keresd meg a Földrajzi Atlaszban az említett hegységeket!

Gondwana, Kaledóniai-óceán, Uráli-óceán, Ős-Tethys-óceán, Ős-Csendes-óceán, orogenezis, Kaledóniai-orogenezis, Variszkuszi-orogenezis, Pangea

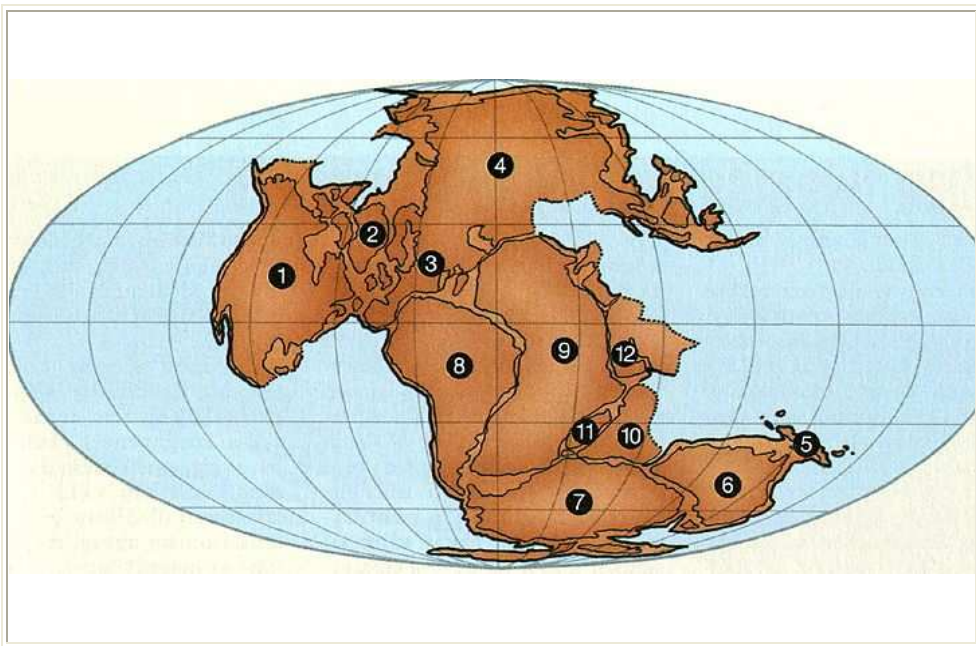
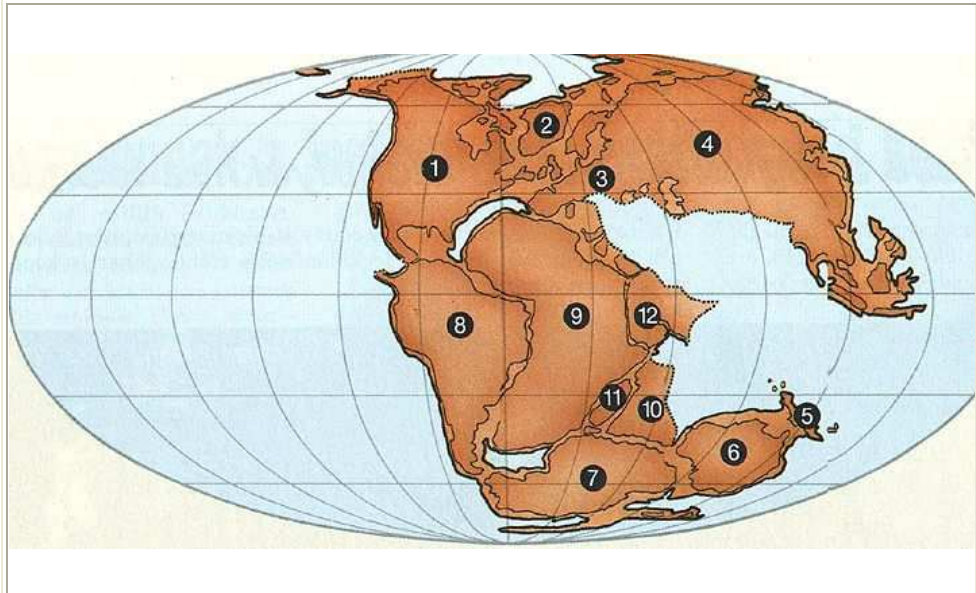
10. A földtörténeti közép- és újidő

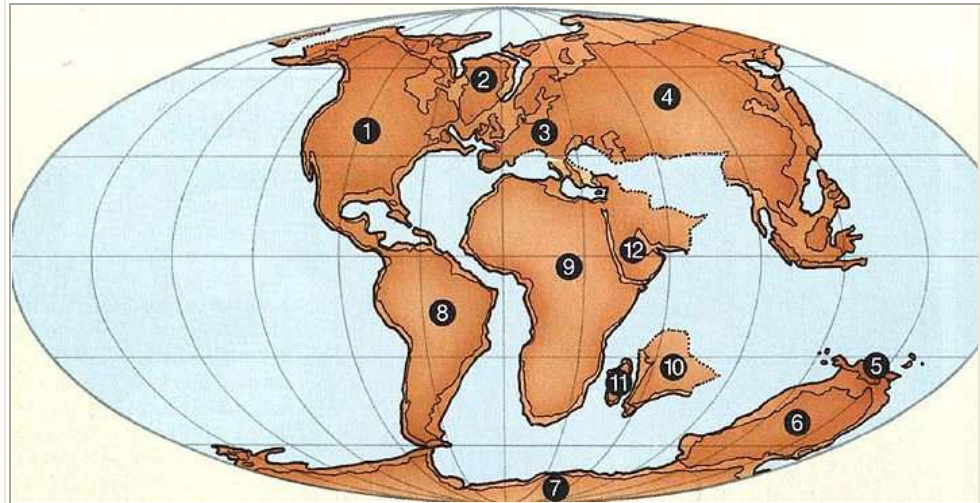
Középidő

A földtörténet legnépszerűbb kora, amit a divatosá vált dinoszauruszoknak köszönhet. Triász, Jura és Kréta időszakokra osztjuk:

mezozoikum = középkor	kréta	70	137
	jura	58	195
	triász	35	230

A kontinensek még összefüggő szárazulatot alkotnak az elején, ez a Pangea. Ezt a világóceán öleli körül, a Panthalassa, melynek öble a Laurázsia és Gondvana közé benyúló Tethys.

	<p>Triász</p> <p>Elkezdődik Laurázsia és Gondvana szétvállása. Hegységképződés i szempontból nyugodt időszak, hatalmas mennyiségű üledék halmozódik fel. Jellemző a nagyarányú mészkő- és dolomitképződés.</p>
	<p>Jura</p> <p>Megkezdődik Laurázsia és a Gondvana további darabolódása, hasadékvölgy-rendszerek alakulnak ki. Kialakulnak a mélytengeri árkok, továbbá megindul a Pacifikus- és az Eurázsia-</p>

	<p>hegységrendszerek kialakulása. A két folyamat neve:</p> <p>Pacifikus-orogenezis, Eurázsiai-orogenezis</p>
	<p>Kréta</p> <p>Az egész Földön jellemzőek a tengerelöntések, a Pangea véglegesen szétesik, szélesedik az Indiai-óceán medencéje.</p>

Újidő

A földtörténeti újidő 65 millió évvel ezelőtt veszi kezdetét. Felosztását az alábbi ábra szemlélteti.

kainozoikum = újkor	negyedidőszak	2	2
	harmadidőszak	65	67

A **harmadidőszak** további részekre osztható:

paleocén	66-55 millió éve
eocén	55-36 millió éve
oligocén	36-24 millió éve
miocén	24-5 millió éve
pliocén	5-1,7 millió éve

A középidőben megindult kőzetlemez-mozgások folytatódnak, a kontinensek egyre inkább közelednek mai helyükhöz. Észak-Amerika teljesen elszakad Euráziától, és Dél-Amerikához kapcsolódott. Tovább folytatódik az Eurázsiai- és a Pacifikus- (Csendes-óceáni) hegységrendszer kialakulása, a legerősebb időszak a miocén korára jutott.

A **negyedidőszak**ban a kontinensek elérik mai helyüket, de természetesen vándorlásuk nem állt meg.

Pacifikus- (csendes-óceáni) orogenezis, Eurázsiai-orogenezis

11. Az élet eredete és az evolúciós rendszerek

A korábbi fejezetekben megismerkedtünk a Föld történetével, most az élőlények kialakulásán és fejlődésén a sor.

Az élet eredete



A prekambrium ősi kontinenseinek, hullámverte partszegélyi vizeiben alakult ki bolygónk legcsodálatosabb jelensége: az élet. A legelső életnyomok 3,8 milliárd évesek, mai ismereteink szerint a baktériumok őseihez tartozó szerveződések voltak.

Ilyeneket találtak, pl. Grönlandon és Ausztrália egyik hegységében. Ma is élnek olyan sztramatolitnak nevezett kékbaktériumok, amik akkoriban tömegesen lehettek jelen. Egy ilyen telepnek a megkövesedett

képét láthatod itt.

Hogyan alakulhattak ki az első élőlények?

Az élet kialakulását hosszú, ún. **kémiai evolúció** előzte meg. A kémiai evolúció során az egyszerű molekulákból bonyolult összetételű óriásmolekulák, ún. **makromolekulák** alakultak ki. Ilyen makromolekulák a *fehérjék* és a *nukleinsavak*. A fenti elméletet S. L. Miller bizonyította be 1953-ben. Miller berendezése az ősi, földi körülményeket mintázta. Alul folyékony víz, a gáztérben vízgőz, metán, ammónia, továbbá az ősi villámlásokat utánozó elektromos kisüléseket hozott létre. A kísérlet során élőlények segítségével, ún. **abiogén** úton állított elő egyszerű szerves molekulákat, valamint a fehérjéket felépítő *aminosavakat*. Azt, hogy az így keletkezett makromolekulák, hogyan rendeződtek élő anyaggá, még ma sem tudjuk.

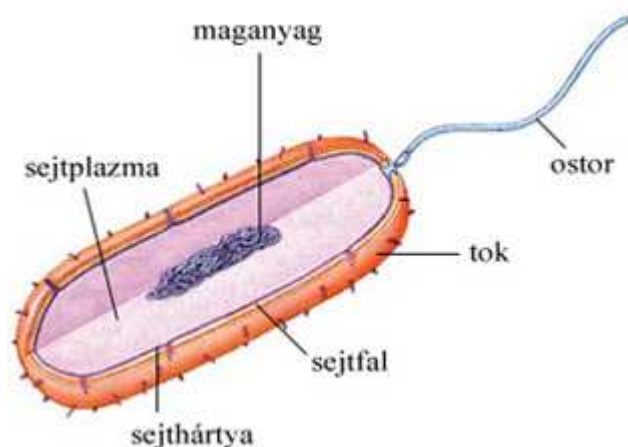
Ha pusztán a fizikus vagy a kémikus szemével nézzük, az élet, az élőlények teljesen természetellenes dolgoknak tűnnek. Gondoljuk csak át, milyen folyamatokról tanultunk eddig! Az oldott anyag egyenletes eloszlása az oldószerben, a hőmérséklet kiegyenlítődése egy edényben, vagy a porrészecskék egyenletes eloszlása egy szobában mind olyan természetes folyamatok, melyek a rendezetlenséget, az összevisszaságot növelik.

Az élőlényekben viszont csodálatos rendezettségben találhatóak az atomok és a belőlük kialakult molekulák. Az élőlények koncentrálnak az energiát, az anyagokat, megakadályozzák azok egyenletes eloszlását. Persze mindehhez folyamatos energiabevitelre van szükségük. Az ilyen rendszereket *egyensúlytól távoli*, **metastabil** rendszernek nevezik. A fizikus és a kémikus csak-csak megérti, miképpen is maradhat fent egy ilyen furcsaság (folyamatos energiabevitelre van szüksége), de arra már nem nagyon talál magyarázatot, miképpen is jöhetett létre magától egy ilyen furcsa jelenség.

Szüleiteknek is nyugodtan hivatkozhattok arra, hogy a rendtelenség teljesen természetes állapot, rendet rakni viszont természetellenes. A természet erői ellen hiába is küzdünk, ha egy nap összpontosítjuk is a porszemcséket a szemeteskosárba, hamarosan újra szétszóródnak.



Hogyan is néz ki a legegyszerűbb élőlény?



Először is szükséges egy rendszer, ami elhatárolja a külvilágtól. Ez a sejtfal vagy/és sejtmembrán (képen: cell wall, plasma membrane). Szükséges a sejt információit rögzítő, a szaporodáskor azt tovább adó ún. **örökítőanyag**. Az örökítőanyag (maganyag) minden élőlényben a DNS-neven rövidített makromolekula. A baktériumok esetében az örökítőanyag a sejtplazmában (sejt belső terét kitöltő kocsonyás rész) szabadon, határoló burok nélkül van jelen. Az ilyen élőlényeket

prokariótának nevezzük. Ezen kívül rendelkeznek még egy vagy több mozgást segítő ostorral.



Az első baktériumok valószínűleg kémiai anyagok átalakításával nyerték az energiájukat. Ma is élnek ilyenek, főként hőforrásoknál, szuroktavakban, a föld mélyén és óceáni vulkánoknál találhatjuk meg őket. Később, mintegy egymilliárd évvel ezelőtt azonban egyes élőlények elkezdtek áttérni a napfény energiájának használatára. Ennek a folyamatnak a mellékterméke (kipufogógáza) volt az oxigén, ami lassan, de biztosan átalakította a Föld légkörét. Csak néhány élőlény volt képes

alkalmazkodni ehhez a változáshoz (ez is egy nagy horderejű véletlen esemény), de azok sokkalta hatékonyabb működésre lettek képesek. Az oxigéndús légkörben kialakult a sztratoszféra ózonpajzsa is, ami idővel lehetővé tette a szárazföldek benépesedését is.

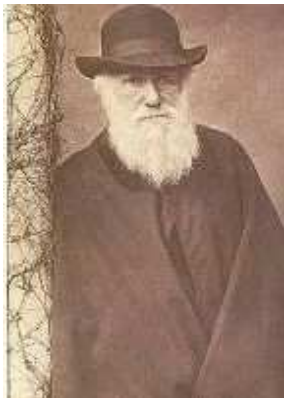
Evolúciós rendszerek

Az ősi baktériumok igen kezdetleges szerveződések voltak. Vajon, hogyan alakulhattak ki belőlük az igen bonyolult élőlények, mint például az ember? A kérdésre a választ az **evolúció** adja, amely azzal foglalkozik, hogyan alakultak ki az évmilliók során a fejletlenebb élőlényekből a fejlettebbek, hogyan alkalmazkodtak környezetükhöz és vajon miért haltak ki igen népes élőlénycsoportok.

I. Vegyetek magatok elé hat négyzetláncos papírt. Mindegyiken jelöljétek ki egy 18x18 négyzetből álló négyzetet! Dobjatok kétszer három dobókockával! Az így kapott sor és oszlop kockáját satírozzátok be (ha már be van satírozva, radiózzátok ki)! Ezt ismételjétek meg még ötször, a külön-külön lapokon. Ezután szavazzatok, hogy melyik tetszik a legjobban és azt másoljátok át a többi öt lapra. Ezután dobjatok újra, szavazzatok, másoljátok! Hasonlítsátok össze, milyen képek születtek a különböző csoportokban harminc-negyven forduló után! Noha a véletlen dolgozott, mégis egészen képszerűek lettek az eredmények.

Bármely olyan rendszerben, melynek részegységei rendelkeznek három tulajdonsággal beindulnak az evolúciós folyamatok. Ez a három tulajdonság a *szaporodás*, *öröklődés* és a *változatosság*. Az ilyen rendszer részegységei egyre jobban fognak alkalmazkodni a környezetükhöz. A *szaporodás* miatt idővel mindig több egyed lesz, mint amennyit a környezet eltartani képes. A *változatosság* miatt lesznek olyan egyedek, melyek jobban alkalmazkodtak a környezetükhöz, mint a többi és ezek maradnak életben. Az *öröklődés* miatt a túlélők utódai öröklölni fogják az elődök tulajdonságait, tehát jobban alkalmazkodnak a környezetükhöz. Ezt a folyamatot nevezik **természetes szelekciónak**.

11.1. Gondold végig, miért van szükség erre a három tulajdonságra ahhoz, hogy evolúcióról beszélhessünk! Mi történik abban a rendszerben, melyben nincs változatosság? Mi történik abban, melyben nincs öröklődés? És abban, melyben nincs szaporodás?



A természetes szelekció gondolatát **Charles Darwinnak** köszönhetjük. 1859-ben jelent meg könyve mely egyszerűen *A fajok eredete természetes szelekció útján a létért folyó küzdelemben a rátermettebbek életbenmaradásával* címet viselte. Valamiért az utókor csak *A fajok eredete* címen hivatkozik rá. Ebben fejtette ki elméletét, miszerint az élővilág állandó változásban van és folyamatosan alkalmazkodik a környezetéhez. Ebben a könyvében is hangsúlyozza, hogy a természetes szelekció nem az egyetlen módja a fajok változásának. Később egy másik folyamatot is leírt, a *szexuális szelekciót*. Ez a párosodás jogáért és a nőstények választásával valósul meg. A természetes és a szexuális szelekció nem mindig hat egy irányba.



A lanfarkú madár hatalmas faroktollai kifejezetten akadályozzák a túlélésben, de nőstények ennek alapján választanak párt. Ma már tudjuk, hogy az evolúció folyamatában számos tényező is szerepet játszik, ezek egyike csak a természetes szelekció, de akadnak közte előre meg nem jósolható, véletlen események is, mint például egy meteor becsapódása. Mindezek azonban nem rengették meg alapjaiban Darwin gondolatait.

A darwini gondolatok kezdetben kiváltották az egyház (és egyes liberális politikusok) rosszsallását. A teremtés kontra evolúció vita mára azonban nagyjából elcsillapodott. Az evolúcióbiológusok kijelentették, hogy csak folyamatokról és mechanizmusokról beszélnek nem pedig végső okokról, és az egyházak többsége is deklarálta, hogy el tudja fogadni az evolúció gondolatát. Egyedül az amerikai szélsőséges egyházak harcolnak még ma is az ellen, hogy az evolúciót tanítsák az iskolákban.

III. Nézzetekzetek utána milyen tapasztalatoknak köszönheti Darwin elméletét?
IV. A csoport egyik fele gyűjtsön érveket az evolúció, másik fele a teremtés mellett! Cseréljétek ki a listákat és próbáljátok vitában megvédeni a másik érveit!

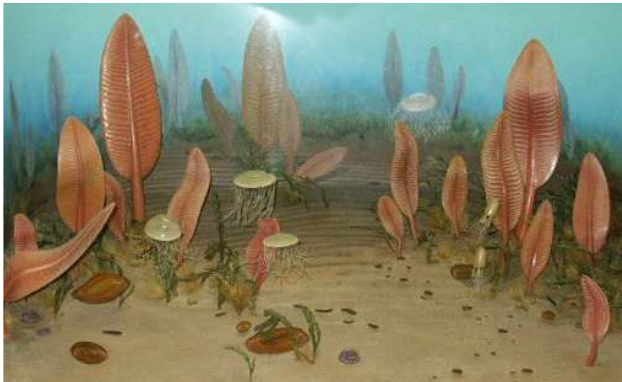
Bármit is állít az evolúcióbiológia az élőlények változásáról, arról nem sokat tud mondani, miként is jöttek létre az első olyan rendszerek, melyek már rendelkeztek az említett három tulajdonsággal. Az élet eredetének vizsgálatával a legfontosabb probléma, hogy semmiféle kézzelfogható nyom nem maradt róla. Nagyon ritkák az olyan kőzetek, melyek ebből az időből valók és azok sem őrzik meg a ritka és bomlékony szerves molekulák nyomait. Ezért csak modelleket tudunk alkotni. A Föld korai állapotait ismerve feltételezhetjük, hogy viszonylag könnyedén jöhettek létre bonyolult szerves molekulák. Ezek között olyanok is akadhettek, melyek önmaguk másolatait tudták elkészíteni a szerves alapegységekből. Különböző ilyen molekulák összekapcsolódva alakíthattak ki egyre bonyolultabb rendszereket. A bonyolult és együttműködő rendszerek kialakulásához nem feltétlenül kellenek bonyolult szabályok.

A legelső élő sejtek valószínűleg három fontos részegységből álltak: egy önmaga másolására képes molekulából (ez lehetett a *DNS* vagy *RNS*), egy határolóhártyából, mely lehetővé tette, hogy azon belül a kémiai folyamatok számára kellemes környezet alakuljon ki (ezek a mai sejthártyához hasonló *lipidekből* lehettek) és olyan anyagokból, melyek meggyorsították a másoláshoz és a hártya növesztéséhez szükséges kémiai folyamatokat (ezek lehettek a biológiai folyamatokat gyorsító és vezénylő *fehérjék*). Ha ezt a három részegységet összekapcsoljuk és esetleg még egy külső, az alakot biztosító falat kapcsolunk hozzá, már meg is kapjuk a *baktériumokat*. Mindez elképzeléseink szerint 3,8 milliárd évvel ezelőtt történhetett meg.

kémiai evolúció, makromolekulák, abiogén, metastabil, örökítőanyag, prokarióta, evolúció, természetes szelekció

12. Az élővilág fejlődése

Előidő

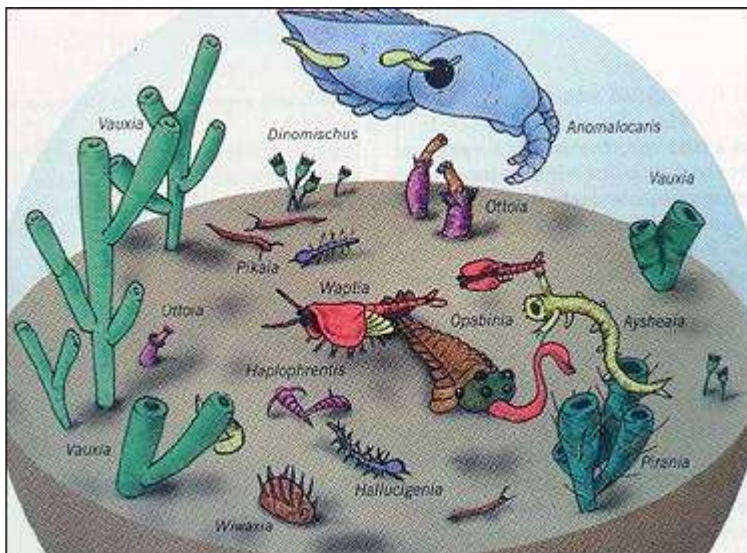


Kb. 2 milliárd éve jelent meg az élővilág nagy újítása, a sejtmag. A sejtmagvas élőlényekben az örökítőanyagot egy hártya borítja. Az ilyen szerveződéseket **eukarióta** élőlénynek nevezzük. A legősibb eukarióták az **ősi ostorosmoszatok** lehettek. Ezek a lények rendelkeztek a növényekre jellemző **színtesttel**, de az állatokhoz hasonlóan is megtudtak élni. Nem véletlen, hogy belőlük indult ki a fejlődés három főiránya, a növények, a gombák és az

állatok. Mindhárom csoport ősei már az előidőben megjelentek. A rohamos fejlődés azonban nem állt meg. Kb. másfél milliárd éve megjelent az **ivaros szaporodás** (idáig főleg osztódással szaporodtak az élőlények), amely sokkal gazdagabb változatosságra adott lehetőséget. A növények fotoszintézise során termelt oxigén lehetővé tette az élőlényeknek a gazdaságosabb energia nyerést, így hamarosan megjelentek az első több sejtű élőlények. S tán kevesen gondolnák, de a prekambrium végére (590 millió éve) a gerincesek kivételével valamennyi állatcsoport őse megjelent már. Az előidő leggazdagabb kőüvelelőhelyét az ausztráliai Edicara város közelében találták meg. Itt 680 millió éves élőlények kerültek elő.

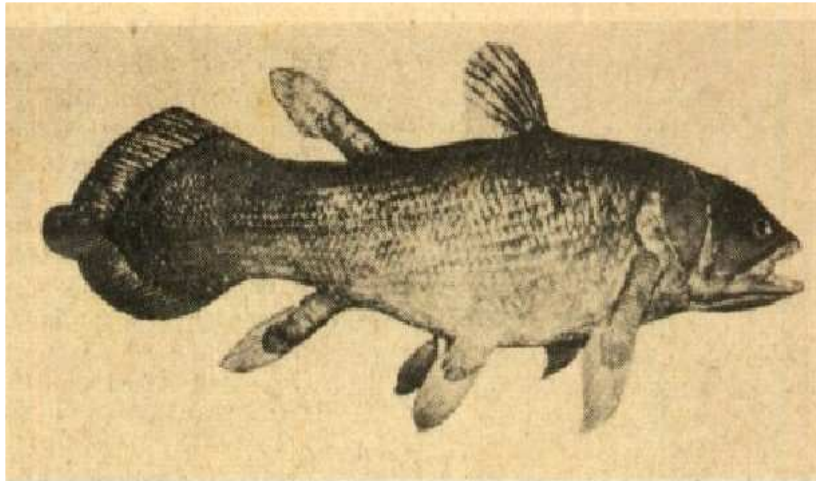
Kép: Edicara-fauna.

Óidő



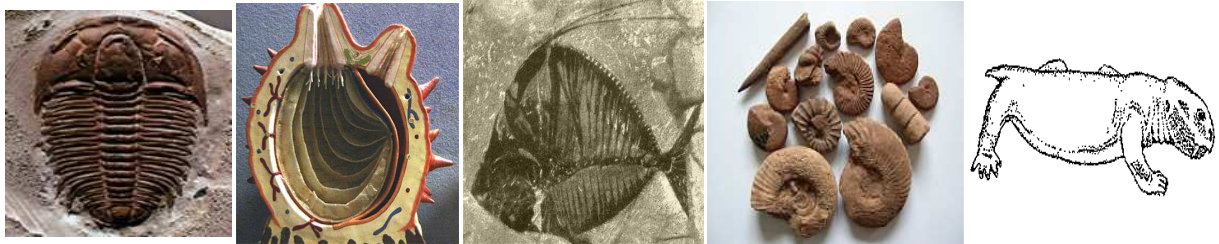
A kambriumi állatvilág legnagyobb újítása a szilárd váz megjelenése volt. A vázak anyaga igen változatos volt, mészkő, kova, foszfát, kitin. Szintén hatalmas lépés a gerincesek felé vezető fejlődés őseinek, a **gerinchúrosoknak** a megjelenése. Az ókorban egymás után jelentek meg a fajok, és ki is tudtak lépni a szárazföldre, hála a káros UV-sugaraktól védő ózonernyő kialakulásának. Az élővilágnak köszönhetően a légkör oxigénszintje is lassan elérte a mostani 10%-át, ami újabb

törzsek megjelenésének kedvezett. A devont, például a "halak időszakának" tartják, amelyeknek legjellemzőbbje, a páncélos őshal nehéz páncélja miatt úszásképtelen volt, a fenéken közlekedett.



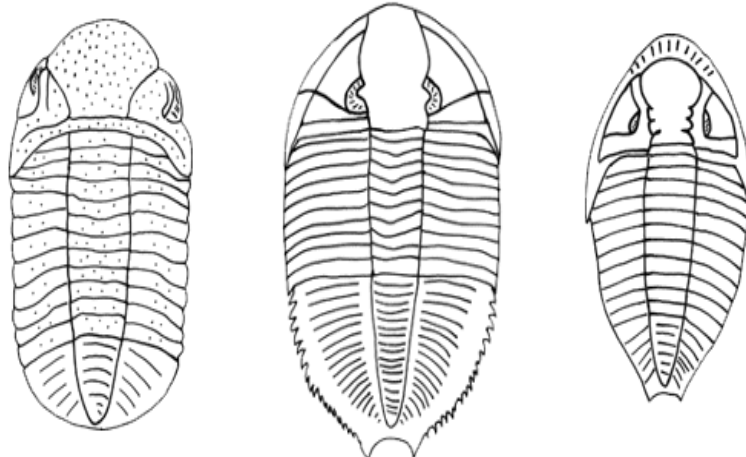
Kialakult olyan hal is - amely már tudott úszni (!), és nem is olyan régen kifogták példányait is az óceánból- ami arról nevezetes, hogy később az őskétéltűek alakultak ki belőlük. Ez volt a bojtosúszójú hal: Az időszak utolsó negyedében, a karbonban a klíma trópusivá melegedett, és pálmákból, páfrányokból

hatalmas lápok, mocsarak alakultak ki, aminek köszönhetjük a kőszentelepek kialakulását. Az ókor végének jellemző, ma is élő növénye a páfrányfenyő volt.



A kambrium vezérvadai a háromkaréjú ősrák (Trilobiták). Az ordovíciumban hatalmas telepeket alkotó állkapocsal rendelkező halak. Graptoliták. A szilurban jelentek meg az állkapocsal rendelkező halak. Ammoniteszek. A devon érdekes kőületei a fejlábúakhoz tartozó Ammoniteszek. A perm végén jelennek meg az emlősök felé vezető fejlődés képviselői, a Diictodonok.

Az állatok vázrendszeréről:



Phacops

Coronura

Odontocephalus

Közismert, hogy a rovarok vázrendszere, szemben, pl. az emberével a testük külsején helyezkedik el. Viszont biztos feltűnt az is, hogy a nagyobb állatoknál ilyen nem találunk. Miért?

Már a földtörténeti ókorban "kiderült". hogy súlyos korlátai vannak a **külső váznak**. Igaz, hogy könnyebben alakul ki, de formagazdagsága erősen

korlátozott, és nem kell magyarázni, hogy tömege szükségszerűen nagyobb arányában a belsőénél, azaz csak kis méretben életképes találmány. Ezért nincsenek, szerencsére, akkora rovarok, mint egy ló.

12.1. Mi a legnagyobb, általad ismert, külső vázas állat?

12.2. Írj olyan állatfajokat, amik belső vázasak, de kívül is védi őket valami. Mik az előnyei, hátrányai? Te mit "változtatnál" rajtuk? Írj, rajzolj!

Középidő

Az előző időszak, a perm végén hatalmas változás zajlott le az élővilágban. A hullócsaládok 3/4-e kipusztult a Földről a tengeri törzsek 80%-a, és vannak olyan becslések, amik szerint a fajok mindössze 5%-a élte túl. A máig legnagyobbak számító tragédiának nem egy oka volt.

A kihalások okai: Összejátszhatott az, hogy az összeállt kontinensek sekélytengeri partvonalainak aránya töredékére csökkent. A kontinensek belsejében, pedig nagyon megnőtt az óceántól való távolság, és sivatagok alakultak ki, hatalmas hőingadozású klímával. Az összeütközött kontinensek peremének felgyűrődésével hegységek képződtek, hideg, hegyvidéki éghajlattal. A szárazföldek belsejében az évszakok váltogatták egymást, ami korábban szintén nem volt általános. Ezekhez jött még hozzá a világtenger szintjének drasztikus csökkenése, ami a kontinentális talapzat nagy részét szárazulattá változtatta, és vulkánkitörések, meteor becsapódások, de még felvetődött egy komoly eljegesedés gondolata is.

Az élet, tehát sokkal nehezebbé vált, a többség számára elviselhetetlenné.



A Pangea feldarabolódása a triász végén kezdődik, amikor kettéválik a szuperkontinens északi és déli részekre.

Ez a változás egyben az egyik legérdekesebb változást eredményezte az élővilág történetében, amely a lassú, tíz-húsz millió évig taró lábadozás után magához tért. A tengereket a fejlábúak uralták, a szárazföldeken megjelentek a teknősök és krokodilok ősei, a Föld első emlősei, de a legismertebb földtörténeti epizód, a **dinoszauruszok kora** is ekkor kezdődött el. A növényvilág terén már valamennyi ma élő

növénytörzs ősei jelen voltak.

A jura a dinoszaurusz-félék teljes uralmát hozta. A 160 millió évig uralkodó élőlénycsoport tagjai igen változatosak voltak, mind méretben (10 cm-több tíz méter), mind életmódban. A korábbi feltevésekkel ellentétben nem voltak ostoba jószágok, sőt viselkedésükkel feltehetően kiténtek hullótársaik közül. A dinoszauruszok mellett fontos megemlíteni, hogy megjelenik a madarak őse, s az sem mellékes, hogy jelentős területet hódítanak meg a fenyőfélék.

12.3. Milyen dinoszauruszokat ismersz? Rajzolj le egy növényevőt és egy ragadozót!

12.4. Most pedig teremtünk dínót! Szerinted milyen dínó nem volt még? Alkoss olyant, ami szerinted életképes lenne; rajzolj, ismertesd előnyeit, gyengeségeit!

I. Készítetek kiselőadásokat különböző dinoszaurusz fajokról!

A kréta végére megjelennek a legismertebb zárvatermők, a nyír, a tölgy és a bükk. Az állatvilág legjelentősebb előre lépése a méhlepényesek térhódítása, legismertebb eseménye viszont a dinoszauruszok kihalása. Ez a folyamat mind a mai napig vitatott.

12.5. Nézz utána milyen elméletek születtek a dinoszauruszok kihalásával kapcsolatban!

12.6. Három térképet látsz a földtörténeti középkorból. Tedd őket sorrendbe, és magyarázd el, mi történik rajtuk, hogyan változnak a kontinensek és a tengerek! Írd le!

1.



2.



3.



Újidő

Az újidő kezdetére már valamennyi élőlény jelentős fejlettséget ért el. Az eocénra (55-38 millió éve) már valamennyi ma élő emlősrend ősei kifejlődtek. A kor legjelentősebb eseménye a 15-20 millió éve elindult emberi evolúció. Erről az Afrika epochában fogsz részletesen tanulni.

A nagy kihalások

A földtörténet során öt jelentősebb kihalást tartanak számon. Ezeket az alábbi táblázat szemlélteti:

	Családok		Nemzettségek	
	észlelt kihalás (%)	számított kihalás (%)	észlelt kihalás (%)	számított kihalás (%)
ordovícium végi (443 millió éve)	26	84	60	85
késő devon (376 millió éve)	22	79	57	83
perm végi (251 millió éve)	51	95	82	95

triász végi (200 millió éve)	22	79	53	80
kréta végi (65 millió éve)	16	70	47	76

Forrás: Pálffy József - Kihaltak és túlélők

A kutatók rengeteget töprengenek azon vajon mik okozhatták a kihalásokat. Nagyon sok elmélet és részben bizonyíték szól a meteorit becsapódások, a vulkánkitörések, az éghajlatváltozás és a tengerszintváltozás mellett. Több tudós periodicitást vél felfedezni a kihalások során, míg mások a génekben rejlő kipusztulási tényezőt hangsúlyozzák. Hogy mi az igazság talán soha nem derül ki. Tény viszont, hogy a darwini lassú fajeltűnések időnként nem igazolódnak.

Napjainkban gyakran hallani a fajok kipusztulásáról. Becslések szerint óránként 3 faj tűnik el a Föld felszínéről végleg, legtöbbjüket mégcsak nem is ismerjük. A táblázatból azonban jól látszik, s ezt az evolúciós elmélet is alá támasztja, hogy fajok mindig is haltak ki. Mi akkor a probléma? A problémát természetesen több oldalról lehet megközelíteni. Vannak akiknek erkölcsi aggályaik vannak, míg mások a gazdasági összeomlást, a Föld lakosságának élelmezési problémáit hangsúlyozzák. Egy biztos. Az emberi tevékenység hatására oly mértékben felgyorsult az élőhelyek átalakulása és megszűnése, amely egy hatodik, nagy kihalási hullámot indíthat el. De legyünk nyugodtan önzők! Mi van akkor, ha egy olyan faj tűnik el végleg, amit még nem is ismerünk, és esetleg fontos gazdasági haszonnövény lehet, vagy ne talán a rákgyógyítás egy fontos hatóanyagát tartalmazza?

A természet védelméről itt tanulsz majd.

eukarióta, szintest, ivaros szaporodás, gerinchúrosok, külső váz, belső váz,

13. Az élővilág sokfélesége és rendszerezése

Az előző fejezetben végig követhetted, hogyan fejlődött ki az élővilág. Vajon hány élőlény él ma Földünkön?

Az élővilág sokfélesége

Az előző kérdésre senki sem tudja a pontos választ. Jelenleg kb. 1,8 millió élőlényt (fajt) ismerünk, de a kutatók ennél jóval többet gondolnak. Becsléseik valahol a 4 és a 120 millió közt vannak, a legelfogadottabb álláspontok szerint a Föld fajainak száma 6-8 millió között lehet. Ma már elfogadott tény, hogy nagyon fontos egy-egy élőhely fajainak sokfélesége. Ezt **biodiverzitásnak**, biológiai sokféleségnek nevezzük.

De, hogyan lehet ennyi élőlény közt eligazodni? Remélhetőleg benned is felmerült az az igény, hogy jó lenne a megismert élőlényeket valamiféle rendszerbe állítani, már csak azért is, hogy könnyebb legyen megtanulni őket.

	A világon ismert fajok száma	Hazai fajok száma	Védett	Fokozottan védett	Összesen
Növények	350000	3000	632	63	695
Mohák	25000	589	78	0	78
Harasztok	13000	60	42	1	43
Nyitvatermők	640	8	0	1	1
Zárvatermők	311360	2343	512	61	573
Állatok	1250000	42016	828	137	965
Gerinctelenek	1205000	41460	450	32	482
Gerincesek	45000	556	378	105	483
Körszájúak	*	*	0	2	2
Halak	22900	81	27	5	32
Kételtűek	3000	16	18	0	18
Hüllők	6300	15	12	3	15
Madarak	8700	361	280	81	361
Emlősök	4100	83	41	14	55
Összesen:	1600000	45016	1460	200	1660

Az élővilág rendszerezése

13.1. Nézd végig a folyósói állatokat! Rendezd csoportokba őket!

13.2. Írd össze milyen szempontok alapján társítottad őket! Vajon milyen a jó csoportosítás?

Te is ezeket írtad?

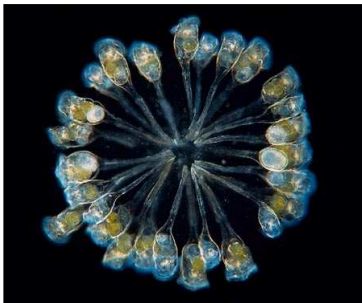
- Mindent be tudjunk illeszteni valamilyen kategóriába;
- Mindent csak egy kategóriába tudjunk beilleszteni;
- A kategóriák legyenek hierarchikus felépítésűek (nagy zsákokban kis zsákok) a könnyebb tájékozódás végett;

Természetesen ahhoz, hogy a csoportosításunk egyáltalán lehetséges legyen, tudnunk kell, mi az, amit csoportosítunk. Mi az élőlények rendszerezésének alapegysége? Ez az alapegység a faj.



Furcsa egy dolog ez a fogalom, mert nincsen pontos, konkrét meghatározása. Ahányszor próbálták egzakt módon körülírni, annyiszor derült ki, hogy az valamiért nem megfelelő. A legelső meghatározás szerint azok az élőlények számítottak egy fajba tartozóknak, melyek egymással szaporodni képesek. Ez a megfogalmazás azonnal megbukik a ló és a szamár közös gyermekén, az öszvéren. Az öszvér viszont maga teljesen szaporodásképtelen, ezért úgy módosították a

meghatározást, hogy az utódnak szaporodóképesnek kell lennie. De ez a meghatározás sem működik például a tigris és az oroszlán esetében. Állatkertekben ugyanis a tigrisnek és az oroszlánnak vidám, szaporodóképes utódai születnek. Az azonban mégiscsak képtelenségnek tűnik, hogy az oroszlánt és a tigrist ugyanabba a fajba soroljuk! Ezért aztán újabb kikötést kellett tenni: a szaporodóképes utódot természetes körülmények között legyenek képesek létrehozni. Mivel a szibériai tigris és az afrikai oroszlán csak az állatkertben találkozhatnak egy szenvedélyes éjszaka erejéig. Van azonban sok olyan élőlény, ahol nem ilyen könnyű eldönteni, mi képes természetes körülmények között szaporodóképes utódot létrehozni a másikkal. *Kép: egy tigroszlán*



Ott vannak például azok a kerekcsférgek, melyek csak ivartalanul szaporodnak, ezeknél a meghatározás szerint minden egyedet külön fajba kellene sorolni! Bármilyen furcsának is tűnik, a faj eddigi legjobb meghatározása az lett: *Faj az, amit egy megbízható biológus annak tart.* Ne lepődjünk meg túlságosan, a biológia a legkevésbé egzakt a természettudományok között, találkozunk majd még ennél sokkal cifrább dolgokkal is. Állapodjunk meg annyiban, hogy a fajokat akarjuk rendszerezni. De miként tehetjük úgy, hogy az megfeleljen a

követelményeinknek? Elsődlegesen a hasonló kinézetűeket fogjuk egy-egy csoportba sorolni, de óvatosnak kell lennünk! De hova kerüljön például a kenguru? A lába alapján a sivatagi futóegérrel kerülhetne egybe, az életmódja alapján az antiloppal, az erszénye alapján a vombattal. Melyik tulajdonságot vegyük figyelembe, hogy a csoportosításunk megfeleljen a kívánalmainknak? *Kép: kerekcsféreg kolónia.*

Gondolj vissza arra, amit az előző fejezetekben tanultál az élővilág kialakulásáról! Az egyes élőlények másokból alakultak ki, azokat tehát, melyeknek van közös őse egy kategóriába sorolhatjuk. Látható, hogy ez a csoportosítás teljesen megfelel a kívánalmainknak: Minden lénynek lesz helye és minden lénynek csak egy helye lesz. A csoportosításban a következő kategóriákat alkalmazzuk:

- faj (species)

A tudományos elnevezéseket tudósokból álló bizottságok fogadják el, általában az nevezhet el egy fajt, aki felfedezte azt. A nevek többsége az élőlény tulajdonságaira utal latinul vagy görögül esetleg a felfedező tudóstársait örökíti meg. Vannak persze olyan

- nemzetség (genus)
- család (familia)
- rend (ordo)
- osztály (classis)
- törzs (phylum)
- királyság (regnum)

nevek is, amik csak úgy hangzanak, mintha komoly elnevezések lennének (pl. az *Ochisme* bogarak nemzetségének neve, vagy az *Abracadabrella* ugrópók nemzetség) és a kutatók humorérzékének állítanak emléket.

(Természetesen a komoly rendszertannal foglalkozó tudósok (a **taxonómusok**) ennél sokkal több kategóriát használnak: tagozat, öregrend, csapat, dandár stb., de mindannyiunk szerencséjére, ezekkel nem kell foglalkoznunk.) Az élőlények tudományos elnevezése a nemzetséget és a fajt jelöli (ezért hívják ezt kettős nevezéktan), nagybetűvel írjuk a nemzetség nevét, a fajnevet kisbetűvel. A nagy fakopáncs neve *Dendrocopos maior* azt mutatja meg, hogy a fakopáncsok nemzetségébe tartozik és azok közül a nagy fajba, a balkáni fakopáncs neve *Dendrocopos syriacus* jelzi, hogy azonos a nemzetség, de más a faj.

A citromsármány (*Emberiza citrinella*) rendszertani besorolása például a következőképpen alakul:

Faj: citromsármány (*citrinella*)

Nemzetség: sármányok (*Emberiza*)

Család: sármányfélék (*Emberizidae*)

Rend: énekesmadarak (más néven verébalkatúak) (*Passeriformes*)

Osztály: madarak (*Aves*)

Törzs: gerincesek (*Vertebrata*)

Királyság: állatok (*Animalia*)

Az élővilág királyságai

Nézzük meg gyorsan a fordított irányt! Hogyan alakul az élővilág rendszerezése fentről lefelé?

Az élővilágban öt királyságot különítünk el:

- 1. Prokarióták** – ide tartoznak a sejtmag nélküli élőlények, a baktériumok.
- 2. Egysejtűek eukarióták** – ide tartoznak a sejtmaggal rendelkező, de többnyire csak egy sejtből vagy legalábbis egyféle sejtípusból felépülő élőlények.
- 3. Növények** – ide tartoznak a sokféle sejtípusból felépülő, saját anyagaikat maguk számára előállító (*autotróf*) élőlények
- 4. Gombák** – ide tartoznak a sokféle sejtípusból felépülő, összefüggő, sok sejtmagos sejtfonalakból álló, saját anyagaikat más élőlények anyagaiból előállító (*heterotróf*) élőlények.

5. Állatok – ide tartoznak a sokféle sejtípusból felépülő, különálló sejtek által alkotott, saját anyagaikat más élőlények anyagaiból előállító (*heterotróf*) élőlények.

A *prokarióták* rendszerezése nagyon nehéz dolog, leginkább a molekuláris biológia eszközeivel lehetséges, ehelyt nem gyötrődünk vele.

Az *egysejtűek* rendszere az utóbbi néhány évben (szintén a molekuláris biológiának köszönhetően) hatalmas változáson ment át. Itt csak egy-két fontosabb törzset említünk meg:

Csillósok (ide tartozik a közösleges papucsállatka)

Spórások (ide tartozik a malária kórokozója)

Gyökérlábúak (ide tartoznak a szabadon élő amőbák)

Kovamoszatok (ezek az élőlények a tengeri életközösségek legfontosabb termelői közé tartoznak)

Barna moszatok (ide tartoznak a Sargasso-tenger óriás moszatai)

13.3. Az Állatismeret könyv segítségével rajzold le az alábbi élőlényeket!

közösleges papucsállatka (csillósok)	iszapamőba (gyökérlábúak)	kürtállatka (csillósok)

I. Ismerkedjete meg a mikroszkóphasználat rejtelmeivel! Nézegessetek egysejtű eukarióta állatokat!

A *növényeket* két nagy csoportra osztjuk, **telepes** és **hajtásos** növényekre. A *telepesek* közé tartozik a **zöldmoszatok** és a **mohák** törzse. A *hajtásos* növényekhez a **harasztok**, a **nyitva-** és **zárva-termők** törzsei.

A *gombák* közül a **tömlősgombák** és a **kalapos (bazídiumos)** gombák törzsét említjük, nem mintha nem lenne több, de kíméletesek akarunk lenni.

Ismerkedés az állatok néhány csoportjával

A **szivacsok** törzsébe ún. **álszövetes** állatok tartoznak, ez azt jelenti, hogy sejtjeik nem specializálódtak egy-egy funkció ellátására. Kivétel nélkül vízi szervezetek, többségük tengerekben él **helytűlő** életmódot.

A **csalánozók** már **szövetes** állatok, akárcsak az őket követő többi törzs. A szivacsokhoz hasonlóan vízben élnek, nevüket a testfelületükön lévő csalánsejtekről kapták.

A **laposférgek** törzsén belül már érdemes osztályokat is megemlíteni. A **galandférgek** osztályának képviselői mind belső élősködők, akárcsak a **mételyek**. A **galandférgek** szabadon, többnyire patakokban élnek.

A **gyűrűsférgek** törzsének két ismert képviselője a közönséges *földigiliszta* és az *orvosi pióca*. Előbbi a kevéssertéjűek, utóbbi a nadályok osztályába tartozik.

13.4. Írj a fenti törzsekhez 1-3 hazai példafajt! Rajzolj is!

szivacsok törzse	csalánozók törzse	laposférgek törzse	gyűrűsférgek törzse

II. Készütesek fényképgyűjteményt a fenti törzsek képviselőiről!

III. Nézzetek utána milyen élősködő laposférgek vannak és azok, hogyan fejlődnek!

A **puhatestűek** törzsének két osztálya jól ismert, egyik a **csigák** osztálya, másik a **kagylók** osztálya. Érdemes azonban megemlíteni egy harmadikat is, a **lábásfejűek** osztályát.



A csigák teste négy részre: fejre, lábra, köpenyre és zsigerzacskóra tagolható.

A kagylók teste csak három részre, a feji rész hiányzik.

A lábásfejűek közé tartozó nyolckarú polip színváltozással jelzi érzelmi állapotát.

Az **ízeltlábúak** törzse az élővilág legnagyobb törzse, az ismert élőlények 2/3-a ebbe a csoportba tartozik. Ebből adódóan további rendszerezésük igen bonyolult és szerteágazó. Itt három osztályukat említjük: 1. hatlábúak (rovarok), 2. rákok és 3. csáprágósak (pókok).

13.5. Az Állatismeret könyv segítségével készíts egy táblázatot a füzetedbe, jelöld a fontosabb hatlábú (rovar) rendeket példafajokkal! Próbáld meg jellemezni az egyes rendeket!

III. Vizsgáljátok meg mikroszkóp segítségével az egyes rovarrendek képviselőit!

Az eddig említett állattörzsek az ún. **ósszájúak** közé tartoztak az elkövetkezendőben az **újszájúak** csoportjait tekintjük át.

Tüskésbőrűek törzsébe tartoznak a tengeri sünök, tengeri uborkák, kígyókarúak, tengeri csillagok és atengeri liliomok. Kivétel nélkül tengeri állatok.

A **gerincesek** törzsének osztályai bizonyára ismerősen csengenek: halak, kétéltűek, hüllők, madarak, emlősök.

biodiverzitás, faj, taxonómus, álszövetes, szövetes, ósszájú, újszájú