

A föld és az élet keletkezéséről

A Bibliát évszázadokon át kinyilatkoztatott igazságnak tekintették.

A 18. század végén még a legtöbb tanult ember elhitte, hogy a világ csak néhány évezrede létezik, mivel a Biblia akkori értelmezése szerint a teremtés i.e. 4004-ben történt.

Ussher ír érsek ugyanis a biblia alapján kiszámította a föld korát. Szerinte az Úr i.sz.e. 4004 október 23-án este teremtette Ádámot! Visszaszámolt 6 napot és már meg is volt a pontos dátum: i. e. 4004. október 18.

Úgy gondolták, hogy a távoli múlt emlékei összegyűjthetők azokból az antik forrásokból, melyeket az ősi Kelet, Egyiptom és Görögország történetéről írtak.

Senki sem sejtette, hogy az írás kialakulása előtti koroknak is létezett egységes történelme.

Szem előtt kell tartanunk, hogy minden múltból alkotott kép a saját korának terméke, de az eszmék és elméletek folyamatosan fejlődnek, vagyis a mai kutatási módszerek néhány évtized, vagy év múlva már idejétmúltak lesznek.

A föld korának becslése

Sokáig a föld korát 5600 évesnek vélték, és csak a 19 század elején próbálkoztak újabb becslésekkel.

Ennek ellenére a századfordulón (19-20) is hiányoztak a pontos adatok. Többnyire 6000 és 1600 millió év közé estek a becslések.

Ma tudjuk, hogy a föld legidősebb kőzetei **3,8** milliárd évesek (1 táblázat).

A világ, a nap, és a föld kora

- Az egész általunk ismert világ korát ma 12–14 milliárd évesre becsülik.
- Ebben a mi tejútrendszerünk egyik csillaga, a mi Napunk legfeljebb 5 milliárd éves.
- Földünk kora mai ismereteink szerint 4,5–4,6 milliárd év. Természettudományos ismeretekkel rendelkező kutatók között ebben ma nincs vita, mivel ez a szám több független, ún. radiometrikus mérésen alapul.
- A naprendszer bolygóinak kialakulása mintegy 4,6 milliárd évvel ezelőttre tehető.

A bolygók ősfeljődés története

- A naphoz közeli bolygóktól a nap óriási tömegével a gravitációs erők hatására a könnyű elemeket (H, He) elszippantotta.
- A bolygókban a nagyobb atomtömegű elemek feldúsultak. A föld anyagának tömörülése és a még erős radioaktivitás megolvasztotta a kialakuló bolygó anyagát.
- Az olvadékok fajsúly szerinti rétegződésének következtében a gáznemű anyagok kiszorultak a központi magból és kialakult a föld ősi atmoszférája.
- Az ősatmoszféra redukzív jellegű lehetett, fő komponensei valószínű, hogy: H_2 , H_2O , He, CH_4 , CO_2 , NH_3 , H_2S és bomlástermékeik O_2 , N_2 , C, S lehettek.

Ősóceán, ősatmoszféra

Körülbelül 4 milliárd évvel ezelőtt a földfelszín hőmérséklete annyira lecsökkent, hogy az atmoszférából kicsapódott a víz és így létrejöttek az ősóceánok.

Eközben az ősatmoszféra összetétele is megváltozott. Az ősatmoszférában a víz fotodisszociációja során molekuláris oxigén (O_2) keletkezett.

Mi történt a hidrogénnel?

A hidrogén mennyisége pedig tovább csökkent, mert a föld gravitációja nem tudta visszatartani, így kiszökött a világűrbe. A hidrogén a földön csak vegyületeiben (pl. H_2O , NH_3 , CH_4 stb.) maradhatott fenn számottevő mennyiségben.

- A XIX. század előtt sokan úgy vélték, hogy az élet egyszerűbb formái, különösen a baktériumok, férgek, rovarok, moszatok, megfelelő körülmények között ma is keletkezhetnek élettelen anyagból.

- Az élővilág sejtes felépítésének felfedezése után azonban kiderült, hogy új sejt csak egy korábbi sejt osztódásával alakulhat ki: minden sejt sejtéből jön létre.

- Az életnek élettelenből való keletkezésére vonatkozó naiv nézetekre a végső csapást a nagy francia biológus, **Louis Pasteur** mérte, aki a XIX. század második felében egyértelműen bebizonyította, hogy az élet csíráinak elpusztítása (sterilizálás) után, az újabb fertőzés lehetőségétől elzárva, semmiféle élettelen anyagból sem keletkezhet élet.

- Ha ez igaz - s a kísérletek egész sora ezt igazolta a földi élet eredetére a következő alternatív válaszok adhatók:
- a) Az élet mindig megvolt a Földön.
- b) Az élet más égitestről került ide.
- c) Az élet természetfeletti erők közreműködésével keletkezett (teremtés).
- d) Az élet a mai állapotoktól jelentősen eltérő körülmények között, fokozatosan alakult ki a Földön. (Pasteur állításai rövid időre és a mai körülményekre vonatkoznak.)

a) Az élet mindig megvolt a Földön.

- Ezt ma már senki sem veszi komolyan.
- Izotópos kormeghatározások alapján tudjuk, hogy Földünk kora kb. 4,6 milliárd év, s mintegy 4 milliárd éve van szilárd kéreg és cseppfolyós víz bolygónkon.

b) Az élet más égitestről került ide.

- Az életnek más égitestről való származtatása (pánspermiaelmélet) - már nem cáfolható ilyen egyszerűen.
- Az elképzelés szerint ellenálló spórák meteoritokkal vagy lebegve érhatték el a Földet. Mindez azonban roppant valószínűtlen, mivel környezetünkben nem ismerünk egyetlen élőlényekkel benépesített égitestet sem. Nem lehetetlen azonban, hogy valahol a világegyetemben ilyen van, sőt hozzánk hasonló technikai civilizációval is rendelkezik.

c) Az élet természetfeletti erők közreműködésével keletkezett (teremtés).

- Ez a lehetőség tudományos módszerekkel nem vizsgálható.
- Napjainkban azonban egyre inkább a megismert természettörvények veszik át a korábban természetfelettinek vélt funkciókat.
- A XVIII. században még azt tartották, hogy annyi faj van, ahányat Isten megteremtett.
- Ma már az ember is teremt új fajokat, s az evolúció ténye általánosan elismert.
- Az élet keletkezésének tudományos elmélete még nem problémamentes ugyan, de nem látunk semmi elvileg leküzdhetetlen akadályt, ami miatt a materialista megközelítés reménytelennek látszana.

d) Az élet fokozatosan alakult ki a Földön.

- Az élet itt a Földön jött létre, s e folyamat megértéséhez nincs szükség természetfeletti erőkre.
- Pasteur cáfolata csak a mai állapotra vonatkozik. Hosszú évmilliók alatt a maitól teljesen eltérő környezetben kialakulhatott az élet a Földön.

Az élet fokozatosan alakult ki a Földön.

- Erre a következtetésre először 1924-ben a szovjet I. **Oparin**, majd tőle függetlenül 1929-ben a brit J. B. S, **Haldane** jutott.
- Mindketten megállapították, hogy az élőlények legtöbb szerves vegyülete oxigén jelenlétében nem stabil, hogy az élet keletkezése feltehetően oxigénmentes körülmények között történt. Ha viszont nem volt oxigén a légkörben, ez nemcsak a kémiai, hanem a fizikai állapotot is a maitól jelentősen különbözővé tette.
- A mai oxigénes légkör felső határán ugyanis a kétatomos oxigénmolekulából ózon keletkezik, mely a 300 mikronnál rövidebb hullámhosszú ultraibolya sugarakat elnyeli. Oxigénmentes légkörben viszont ez a sugárzás akadálytalanul érte a Föld felszínét, sőt a vízbe is kb. 10 méterig hatolt. Ezáltal energiaigényes kémiai reakciók is végbemehettek.

Hol és hogyan jöttek léte a szerves vegyületek?

Alexandr I. Oparin már a húszas évek elején felvetette azt a lehetőséget, hogy az ősatmoszférában és az ősóceán vizében metán, ammónia, víz és a hidrogén egyidejűleg jelen volt, vagyis ilyen körülmények között az élőlények testének minden vegyülete létrejöhetett

Az élő anyagban a leggyakoribb elemek a H, O, C, N – a protoplazma 99%-át képezik! – ezzel szemben a földkéregben a leggyakoribb elemek az O, Si, Al, Na.



Alexandr Ivánovich Oparin (1894-1980)

- Oparin és Haldane állítását nem sok figyelemre méltatták.
- Egy negyedszázadon keresztül alig foglalkoztak ilyen problémákkal, míg **1952**-ben a Chicagói Egyetem egyik professzora, **H. C. Urey** könyvet nem írt az Égitestek (The Planets) címmel.
- Szerinte a Föld ősi légköre lényegében **oxigénmentes** volt, s jórészt **hidrogénből, metánból, ammóniából és vízgőzből** állhatott. E gázkeverékből a légköri villámlások hatására egyszerű, szerves vegyületek szintetizálódhattak.

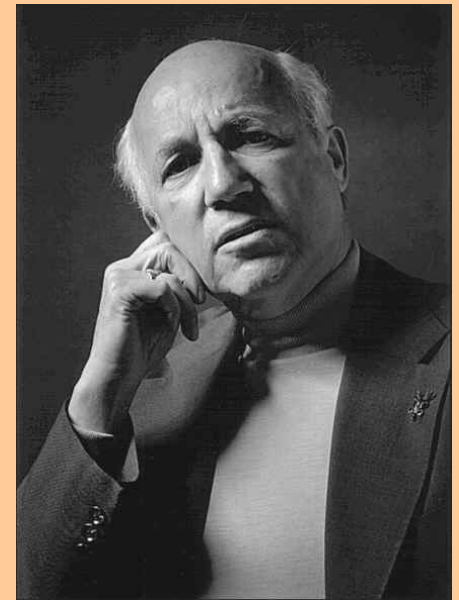


Harold Clayton Urey (1893-1981)

A nagy fazék

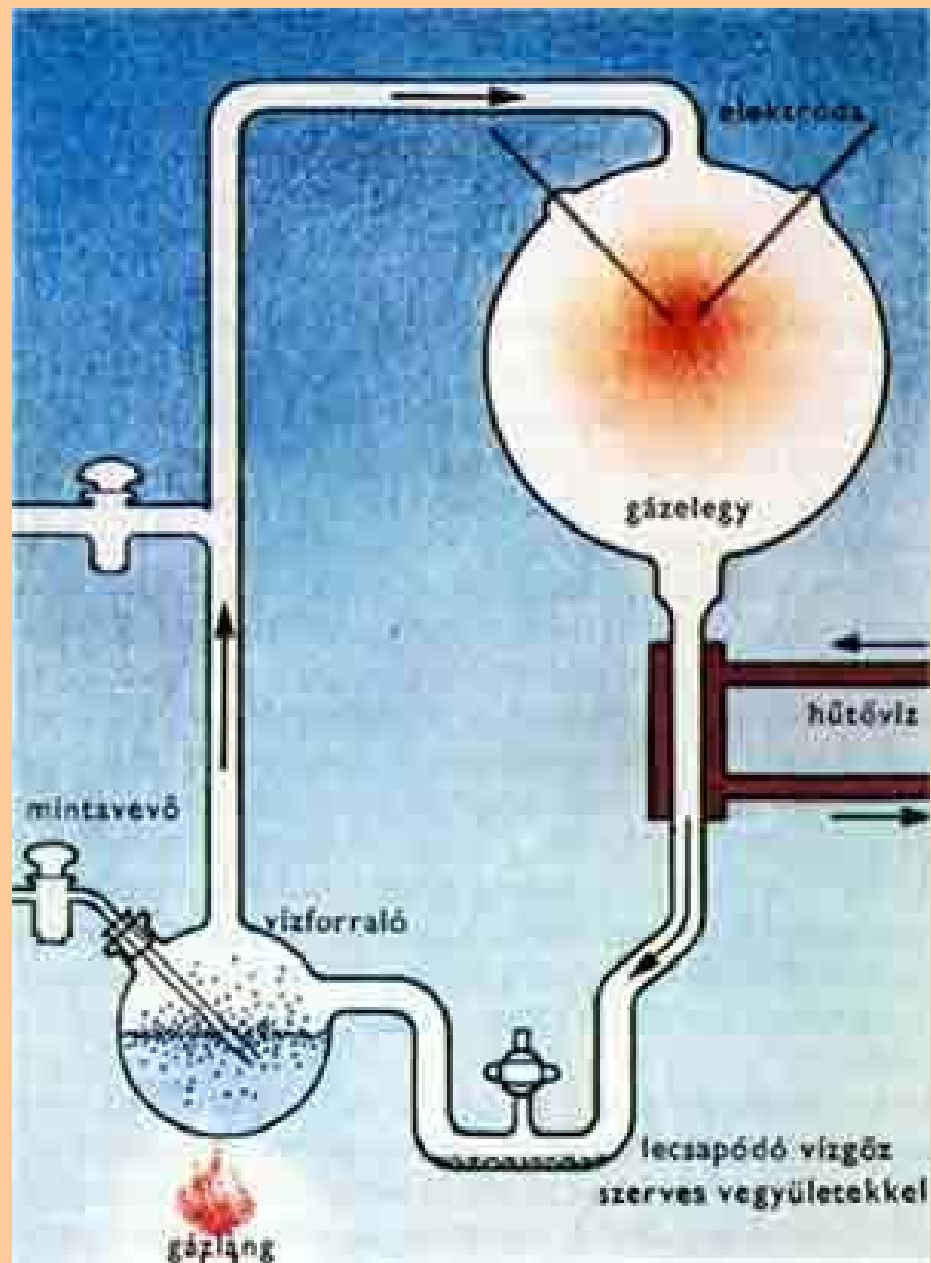
- Az ősi légkör vizsgálata során nem hagyható figyelmen kívül a napból jövő folyamatos energiaáram és a légköri elektromos jelenségek hatása. A párolgás és lecsapódás állandó váltakozása során az ósóceánok vizében az oldott anyagok újra meg újra keveredtek és újabb, meg újabb vegyületeket alkottak egymással.

Melvin Calvin - amerikai biokémikus a Berkley egyetem ciklotronjában 1951-ben szén monoxidot és vizet „ kozmikus” sugárzás hatásának tett ki. Formaldehidet (HCHO) és hangyasavat (HCOOH) kapott amik tulajdonképpen fontos kiindulási anyagok, hiszen a fehérjékkel részt vesznek az aminosavak bioszintézisében.

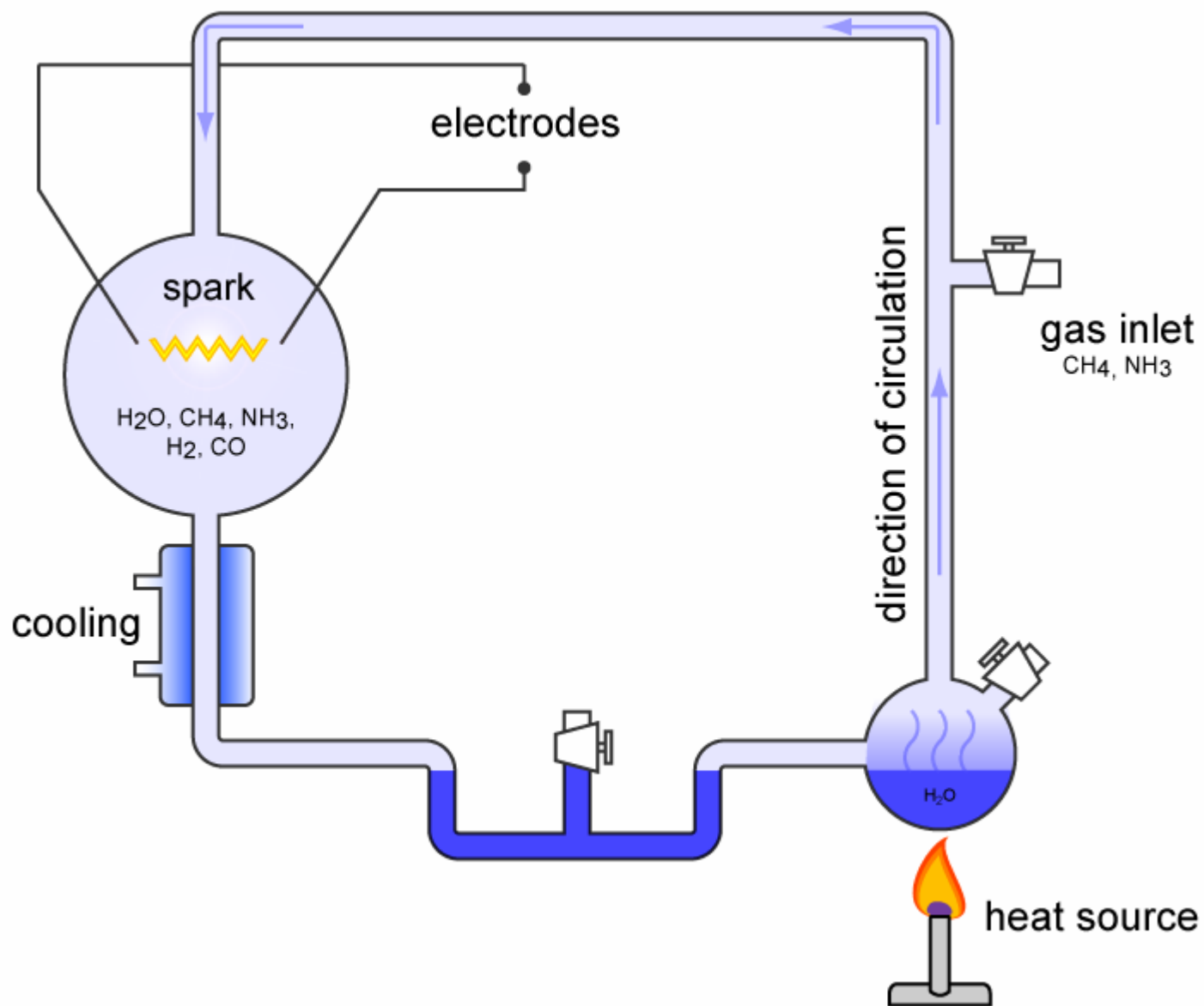


Melvin Calvin (1911-1997)

- **Urey** egyik tanítványa, **S. L. Miller** megkísérelte utánozni ezt a folyamatot. Egy lombikban vizet forralt, s ennek gőzét egy nagyobb, ötliteres palackba vezette, melybe elektródákat forrasztott be, s ezek között gyakori elektromos kisüléseket létesített. A palackból egy hűtőn keresztül vezette vissza a gázt a vizet tartalmazó lombikba.







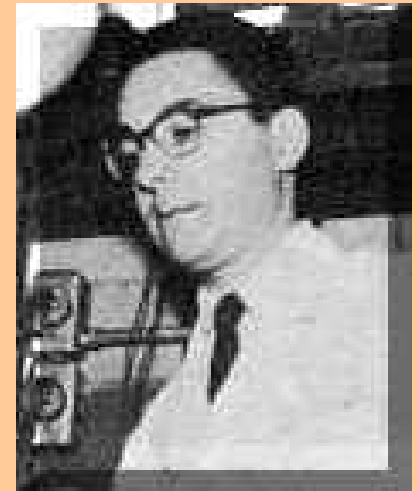
- Az egész rendszerből a levegőt a feltételezett ősi légkörnek megfelelő gázkeverékkel (H_2 , CH_4 , NH_3) szorította ki.
- A víz forralásából fejlődő vízgőz a gázpalackba jutott, ahol a kisülések hatására a gázeleggyel reakcióba lépett, s a termékek a hűtőben lecsapódó vízgőzzel ismét a vizes lombikba kerültek vissza.
- A kísérletet két hétig folytatta, majd a termékeket megelemezte.

- Az eredmény meglepő volt. A metánként (CH_4) bevitt szén 15 százaléka különféle oldott, szerves anyagokká alakult át, s további jelentős része elemezhetetlen kátrányként vált ki az edény falán.
- A keletkezett vegyületek zöme **hangyasav** és más szerves savak, köztük **aminosavak** voltak. Létrehozhatók tehát a fehérjék építőkövei!

Stanley L. Miller - 1953-ban egy készüléket szerkesztett, melynek segítségével megpróbálta az ősóceán és az ősatmoszférában lejátszódó folyamatokat modellezni. Az „Ősóceán” a kísérlet első hetében már aminosavak (az aminosavak minden állati és növényi fehérje építőelemei) bonyolult elegyét tartalmazta.

Ammónia, metán és cián-hidrogén reagálásával – egyszerű fehérjék jönnek létre

metán és cián-hidrogén reagálásával – a nukleinsavak alkotórészei jöttek létre!



Stanley Lloyd Miller (1930-)

- **Miller** kísérletét **1953**-ban közölte le az amerikai természettudományos folyóirat, a **Science** hasábjain, s a cikknek csaknem akkora hatása volt, mint az angol **Nature**-ben ugyanekkor publikált, híres DNS-modellnek, a kettős spirálnak (**Watson** és **Crick** cikke). Egy új kísérletes tudomány alakult ki a biológia és a szerves kémia határán, mely célul tűzte ki a legnagyobb biológiai kérdőjel, az élet keletkezésének megfejtését.

DNS – 1953

- Cambridge-ben vagyunk, 1953 tavaszán. Kinézve a Cavendish Laboratórium ablakán a megújuló élet első jeleit láthatjuk: a virágok és a természet zöldje lassan újra magukhoz térnek, megjelennek a friss, új hajtások. De a Laboratórium ablakán senki nem néz ki - odabent hatalmas munka folyik.
- Ekkorra már nyilvánvaló a DNS, vagyis dezoxiribonukleinsav információkat hordozó szerepe, de az igazán nagy kérdésre a válasz még hátra van: hogyan?

- **James Watson**, a fiatal amerikai biológus és **Francis Crick** brit fizikus együtt hajolnak a képletek, ábrák, műszerek fölé, fáradtan néznek egymásra, de szemükben a győzelem ígérete.
- Watson igazi csodagyerek - 15 évesen már a Chicagói Egyetem padjait koptatta, 22 évesen pedig ledoktorált.
A Labor és e kettős feladata pedig a biológiai molekulák röntgensurgaras szerkezetének vizsgálata. És miről árulkodik az egyik vizsgálat?
A DNS spirális szerkezetű, dugóhúzó alakú...
újabb cinkos pillantás, és elemzések sora indul meg.

- **Alexander Tud** végezte (többek között) a kémiai szerkezetvizsgálatot. Ez alapján a DNS molekula vázát cukormolekulák és foszfátcsoportok alkotják, és ehhez a vázhoz négy különböző szerves bázis kapcsolódik. Mindezek alapján végre elkészülhetett az első, három dimenziós modell.
- Az első leírás és az ábra 1953-ban, a **Nature** tudományos folyóiratban jelent meg, meglepően rövid terjedelemben és szerényen. Pedig új felfedezések áradatát indította el!
A cikkben egy igen fontos - napjainkra beigazolódott - mondat található:
"Nem kerülte el figyelmünket, hogy az általunk felállított bázispárosodási szabályokból egyenesen következhet a genetikai anyag másolódásának egy lehetséges mechanizmusa."
A felfedezésért természetesen Nobel díj is járt.



- Élővilágunk egyedei egytől-egyig fehérjékből épülnek fel, ezek a fehérjék pedig kb. húsz féle aminosavból épülnek fel. **De mi határozza meg ezen aminosavak sorrendjét?**

A tudóspár kutatása alapján kiderült, hogy a kettős spirál kettéválhat, a szálai elválnak, szétcsavarodnak, így két különálló molekulává bomlik szét. De ez még nem minden... Az egyszálú molekulák mintául szolgálnak, hogy a kiegészítő szálat újra fel lehessen építeni - így, az eredetivel azonos spirál jöhet létre. A DNS-szakaszok bázispárjainak sorrendje pedig kódolja az aminosavak sorrendjét is.

- 125 évvel **Miller** kísérlete előtt dőlt meg az ún. "életerő" (vis vitalis) elmélet, melynek hívei úgy vélték, hogy az életre jellemző szerves vegyületek csak az élőben keletkezhetnek.
- **Wöhler** 1828-ban szervetlen anyagokból egy egyszerű szerves vegyületet, a karbamidot szintetizálta.
- **Miller** kísérletével most már az is bizonyítást nyert, hogy szerves vegyületek (így pl. aminosavak is) a Föld ősi állapotában maguktól is kialakulhattak. A legelső lépés az élet kialakításában ezzel már tudományos igazolást nyert.

Kísérletekkel tehát sikerült fehérjéket és nukleinsavakat létrehozni.

Az élőlények anyagi alkotóiból valamilyen úton módon – létrejött az élet!?

Vajon sikerül-e valaha élőlényeket is létrehozni, ha tudjuk, hogy az evolúciónak erre 500 millió évre volt szüksége!?

Mikor is jelenhetett meg az élet a földön?

- A 4 milliárd év elképzelhetetlenül hosszú idő (az emberi élet 60-80 évéhez képest), de tudjuk, hogy az élet megjelenése a földön e távoli időben történt.
- Az emberiség már régóta keresi a választ arra, hogy hogyan, miből jött létre az élet és miként fejlődött tovább.

- **Thalész** (kb. i .e. 624-546) – i.e- 600 táján azt állította, hogy az őselem a víz, és az élőlények vízből, vagyis nedves elemből jöttek létre! (felismerte a víz jelentőségét)

- Thalész tanítványa **Anaximandrosz** (i.e. 611-546) kiegészítette mestere állítását azzal, hogy az élet keletkezéséhez szükséges „ősanyag” már nem található meg a földön.
- Mindkét gondolkodó azt állította, hogy az embernek egészen „másféle” halszerű elődei voltak.

- **Empedoklész** (i.e. 495-435) szerint a föld először az élőlények egyes részeit hozta létre. A szeretet és a viszály hatására ezek a testrészek egyesültek egymással. Eközben rengeteg életképtelen szörny is létrejött. Csakis azok maradtak fenn, amelyek véletlenül egymáshoz illő részek egyesüléséből formálódtak ki. Ez a kiválasztódás alapelvének „fantasztikus” megfogalmazása i.u. 1. évszázadáig a római filozófus **Lucretius** megjelenéséig tartotta magát.

Empedoklész



- Az ókor tudósai közül **Arisztotelészt** (i.e. 384-322) tekinthetjük az élő természet legjobb ismerőjének, mintegy 500 állatfajt írt le és az állatok első rendszere is az ő nevéhez fűződik



- Az emberiség írásbelisége alig néhány ezer éves, az emberi faj kora (3 millió év) is elhanyagolható az élővilág 3,5-4 milliárd éves történetéhez képest. Minél régebbi korokba hatolunk egyre kevesebb őskövülettel találkozunk.
- De a föld geológiai és kémiai evolúciója során megjelenő szervezetek mikor is tekinthetők élőknak? **Mely ponton kezdődik az a folyamat, amit biológiai evolúciónak nevezhetünk?**

- Oparin így nyilatkozik: ***"Hogyan és pontosan mikor alakultak át a legfejlettebb koacervátumok (fehérjecseppecskék) a legkezdetlegesebb élő lényé, azt nem tudjuk. Laboratóriumi körülmények közt ugyanis ezt a folyamatot nem lehetett megvalósítani, és nem állnak rendelkezésünkre az erre a folyamatra utaló őslénytani adatok sem. Tehát az a furcsa helyzet állt elő, hogy ... semmit sem tudunk ... az élővé válás pillanatáról . . ."*** (Élet és Tudomány 73/19. "Oparin az élet keletkezése" c. cikk. 880.o.)
- A tudós Venetianer Pál így nyilatkozik: ***"Az élet keletkezéséről biztosan csak annyit mondhatunk, hogy egyszer megtörtént."***

Az élet kritériumai

Életjelenségek

szaporodás

mozgás

növekedés

anyagcsere

ingerlékenység

Az élet kritériumai Gánti Tibor nyomán

- Az élő rendszerek működésének vannak olyan ismérvei, amelyek valamennyi élőlényre – az egysejtűekre éppúgy, mint a soksejtű szervezetekre – egyaránt jellemzőek, ezért alkalmasak az élő állapot meghatározására.
- Az élő rendszerek azon jellemzői, melyek az élő állapotnak egyedi szinten is szükségszerű feltételei, a **reális** vagy **abszolút életkritériumok**:
 - 1. Az élő rendszer inherens egység
 - 2. Az élő rendszer anyagcserét folytat

Abszolút életkritériumok:

1. Az élő rendszer inherens egység
2. Az élő rendszer anyagcserét folytat
3. Az élő rendszer inheresen stabil (a külső környezet állandó változásai mellett ugyanaz marad)
4. Az élő rendszer információhordozó alegységekkel rendelkezik (genetikai állomány, hormonális rendszer, ideg rendszer stb.)
5. Az élő rendszerekben végbemenő folyamatok szabályozottak és vezéreltek (a szabályzás biztosítja a rendszer állapotának megtartását, a vezérlés a rendszert új állapotba lépteti)

Potenciális kritériumok

1. Az élő rendszerek növekedésre és szaporodásra képesek.
2. Rendelkeznek az öröklődő változásra való képességgel és az evolúció képességével.
3. Az élő rendszerek halandók

Definíció: Azok a rendszerek tekinthetők élőknak, amelyekre az inherens egység, az anyagcsere-folyamtok, az inherens stabilitás, az információhordozó alrendszer megléte, valamint a folyamataik szabályozottsága és vezéreltsége jellemző, függetlenül anyagi felépítésüktől, megjelenési formáiktól és attól, hogy a Világegyetemben hol keletkeztek!

Az élet létrejöttének hipotézisei!

- **molekuláris hipotézis** – a DNS (dezoxiribonukleinsav) molekulát helyezi középpontba!
- Az ősóceánban katalizátorok (gyorsító anyagok) hatására a DNS molekulák nagyobbak lettek és kedvező feltételek mellett önmegkettőződésszel szaporodni kezdtek, emellett a fehérjemolekulák felépítését is serkentették és fordítva!
- Az élet e kétféle molekulájának további fejlődése a környezettel való kölcsönhatásban mehetett végbe. Az önmaguk felépítéséhez szükséges szerves anyagokat az ősóceánból vehették fel.
- Azután pedig azok az élőlények kerültek előnybe, melyek a testüket felépítő anyagokat maguk is elő tudták állítani. Az energiát a környezetből vették, de később az emésztéshez hasonlóan maguk szabadították fel azt. Ezután félig áteresztő (szemipermeabilis) hártyával vették körül magukat, ami szilárdabbá és összetartóbbá tette őket, így a rendszer anyagaiból sem ment veszendőbe semmi.

Az élet létrejöttének hipotézisei!

- **koacervátum hipotézis** – **Oparin** szerint a molekuláknak önmagukban semmi funkciójuk nincs. A DNS molekulák szerinte hamarabb elbomlottak, mint ahogy kifejthették volna hatásukat. A fehérjék és fehérjeszerű vegyületek hajlamosak arra, hogy a környezet felé hártáival határolják el magukat – Oparin koacervátumoknak nevezte e képződményeket.
- **Fox** mikroszférákról (mikrogömbökről) beszél. Az ósóceánban az oldott anyagok szüntelenül reagáltak egymással. A fehérjék és fehérjeszerű vegyületek csak akkor maradhattak fenn, ha keletkezésük pillanatában azonnal egy halmazba tömörültek és közös összefüggő hártáival vették körül magukat. A mikroszférák (mikrogömbök) ill. koacervátumok éppen elhatárolódásuk miatt jelentettek ideális tárolóhelyet a nukleinsav alkotórészeknek.

- A mikroszférák (mikrogömbök) és a prokarióták közötti átmeneti szervezeteket Protocellnek nevezik.
- **A mikroszférákra ill. mikrogömbökre primitív anyagcsere és szaporodás jellemző.**
- **Az élő protocellnek rendelkeznie kell a szervezetre vonatkozó információ többé-kevésbé pontos átadásának képességével is!**