



*Prof. dr Dragan Gajić*

*Kontroverzno astrobiologije*

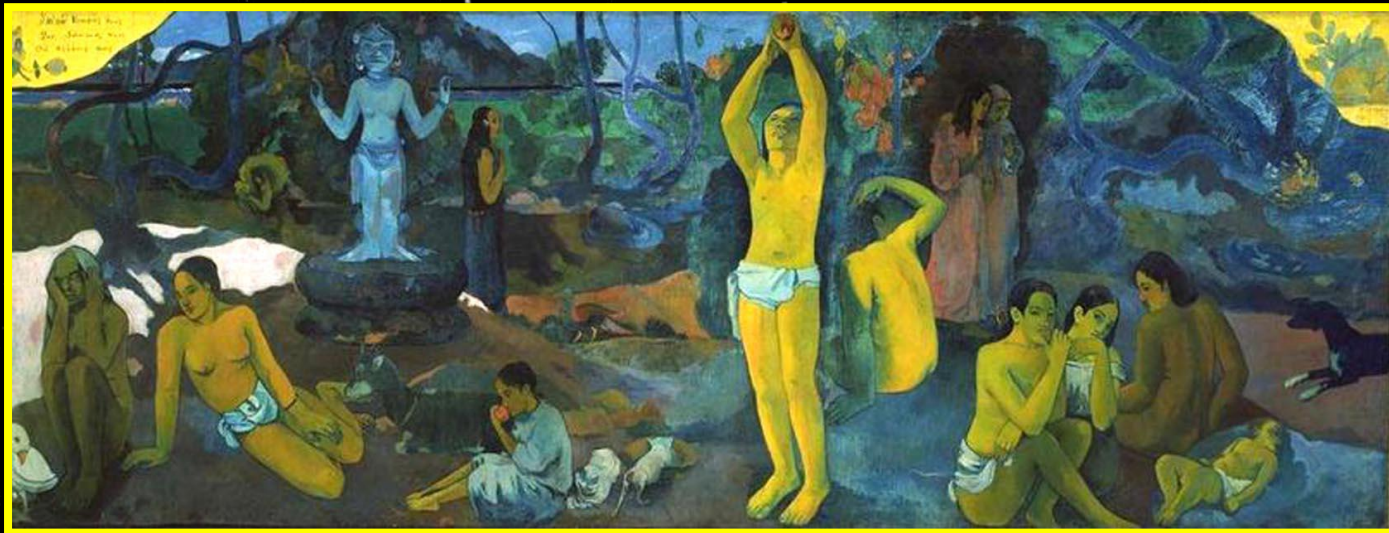


# **Kontroverze astrobiologije**

- Kanonska pitanja o životu
- Problem određivanja života i razgraničenja između žive i nežive materije
- Astrofizička determinisanost života i ekstremofili kao njena negacija
- Hemijska struktura života ili Retka zemlja vs. Kopernikanski princip
- Kako je nastao život? Evolucija ili stvaranje?
- Da li živi sistemi protivreče II principu termodinamike?
- Da li supernove stvaraju ili uništavaju život?
- Voda - astrobiološki značaj i njeno poreklo na Zemlji
- Katastrofe – faktor uništenja ili razvoja života?
- Where is Everybody?

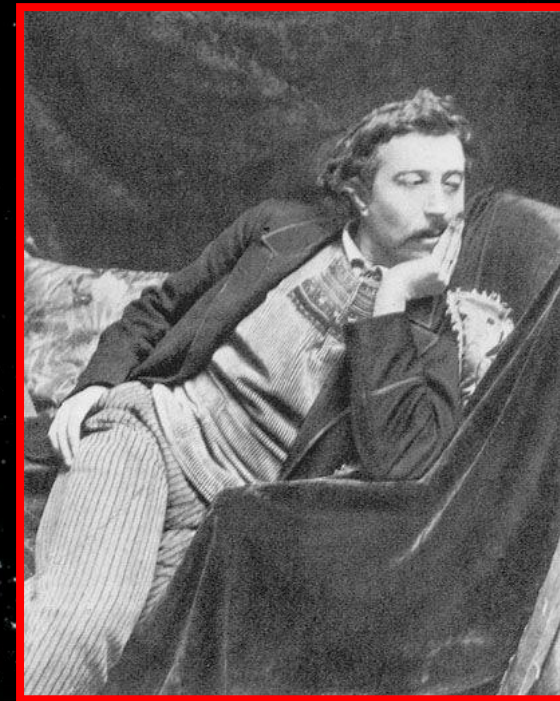
# Kanonska pitanja o životu

Odakle smo? Ko smo? Kuda ćemo?



Radi se o pitanjima koja je čovek postavljao od trenutka kada je postao svesno biće. Traženje odgovora na ova pitanja bilo je predmet interesovanja u svim civilizacijama, kako drevnim, tako i savremenim, kako u religijama, tako i u umetnostima i nauci. **Najčuveniji primer traganja za odgovorima na ova biblijska pitanja u umetnosti je pokušaj Pol Gogena (1897.) na slici u čijem naslovu se postavljaju ova pitanja.**

Nemogućnost spoznaje rađanja, života i smrti, dobijanja odgovora na postavljena pitanja možda su ga podstakla na pokušaj samoubistva. "Verovatno nikada nećemo saznati odakle smo, ko smo i kuda ćemo i to je jedno od najvećih čovekovih "prokletstava"" (Lešek Kolakovski). **I zaista odgovora do danas nema.**



U NASA su 1998. godine formulisana tri **kanonska** pitanja vezana za fenomen života na Zemlji i u Kosmosu, ne manje bitna od već pomenutih.

- *Kako nastaje život i kako se razvija?*
- *Postoji li život i na drugim mestima u Kosmosu?*
- *Kakva je budućnost života i inteligencije na Zemlji i u Kosmosu?*

**Odgovore na kanonska pitanja pokušava da nađe *astrobiologija* relativno mlada multidisciplinarna nauka. Ona razmatra život na Zemlji i čitavom svemiru, kroz njegov nastanak i evoluciju. U okviru svojih istraživanja astrobiologija utvrđuje uslove koji moraju biti ispunjeni da bi bilo gde u svemiru mogao da se formira život (*astrofizička determinisanost života*).**



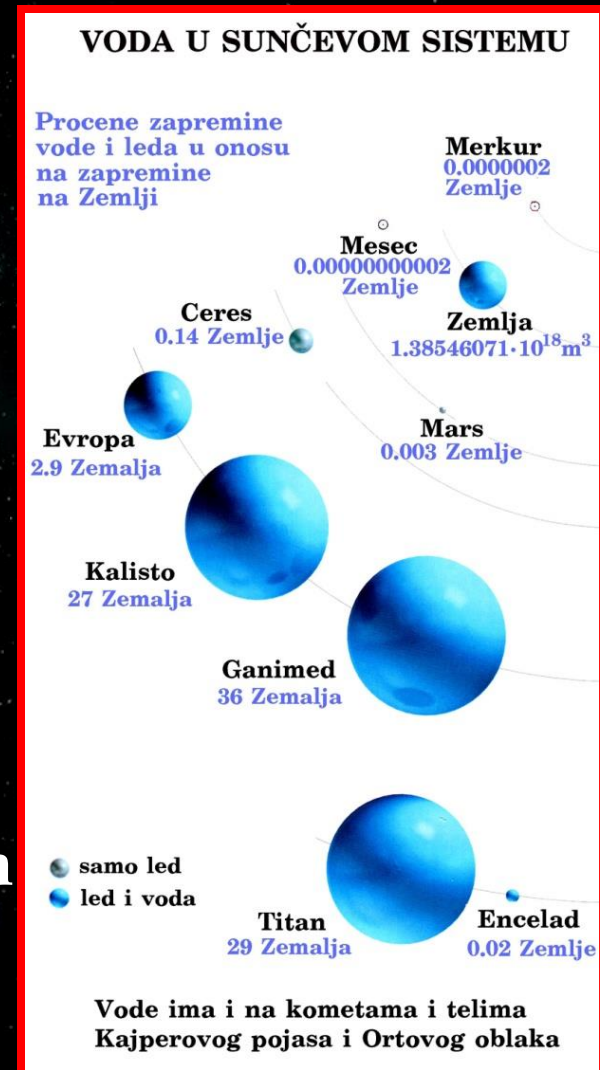
Gradeći svoju metodologiju astrobiologija se zasniva na saznanjima i zakonima, pre svega astrofizike i biologije, ali i fizike, hemije, planetologije, ekologije, geologije, molekularne biologije, itd.

**Astrobiologija je mlada nauka, iako se bavi "eonski" starim pitanjima. Njen burniji razvoj i dospevanje u žižu, ne samo, naučne javnosti, dešava se u poslednjih dvadesetak godina, nakon otkrića brojnih ekstrasolarnih planetarnih sistema, obilja vode, kao i velike prisutnosti organske materije u Sunčevom sistemu i čitavom svemiru.**

Voda u Kosmosu otkrivena je u svim agregatnim stanjima. Ima je i na nekim telima u Sunčevom sistemu za koja se doskora smatralo da su potpuno suva (npr. na Meseću zaleđena voda u kraterima na polovima ili "klatrirana" voda u stenama na manjim širinama ili na Marsu u permfrostu).

Voda je univerzalni organski rastvarač i bitan je faktor za nastanak živih organizama. Ispostavilo se da vode na nekim članovima Sunčevog sistema ima znatno više nego na Zemlji (npr. na Jupiterovim satelitima Evropi, Ganimedu i Kalistu ili na Saturnovom Titanu).

Potvrđeno je da vode ima u kometama, asteroidima, meteoroidima, a u ogromnim količinama, u vidu pare, u protozvezdanim oblacima gasa ili u obliku kristalića leda u interstelarnim oblacima gasa i prašine.



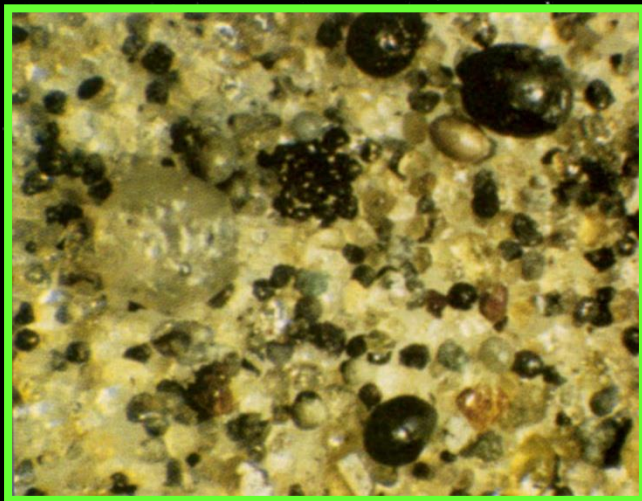
Zamah razvoju astrobiologije dala su i savremena otkrića brojnih egzoplaneta. Do 28. marta 2015. potvrđeno je postojanje 1906 egzoplaneta u 1202 planetarna sistema, od kojih je 480 multiplanetarnih. U okviru misije "Kepler" uočeno je preko 4000 kandidata za planete. U nastanjivoj oblasti (u kojoj su uslovi takvi da je moguć nastanak i opstanak života) oko matičnih zvezda od "potvrđenih" planeta jedna je Zemljinog tipa, a 20 su superzemlje (mase između 5 i 10 Zemljinih masa).



Među otkrivenim kandidatima za planete u nastanjivoj zoni matične zvezde jedna je subterestrička (veličine Marsa), 7 je Zemljinog tipa, a 92 su superzemlje. Ovi podaci ukazuju da broj planeta u Galaksiji koje bi mogle da budu "nastanjene" očigledno nije mali.

Pojačanom interesu za astrobiologiju doprinelo je i otkriće obilja organskog materijala na nekim telima u Sunčevom sistemu (**metanska jezera i ugljovodonične dine na Titanu**). U meteoritima otkrivenim na Zemlji pronađena su, čak, složena organska jedinjenja (**aminokiseline u Marčison meteoritu**). Pokazalo se da organskog materijala ima i u kometama.

U galaktičkim međuzvezdanim oblacima gasa i prašine detektovane su ogromne količine metanola, šećera i drugih organskih jedinjenja.





## Problem određivanja života i razgraničenja između žive i nežive materije

Iako se brzo razvija astrobiologija nije dala odgovor na kanonska pitanja. Kao i ostale nauke, ona mora da formuliše osnovni predmet svog istraživanja.

Biologija i astrobiologija proučavaju život.

Problem ovih nauka (a pre svega astrobiologije, koja razmatra život ne samo na Zemlji i ne samo ovakav kakvim ga poznajemo) je što **nema adekvatne definicije života.**

Pravljen je veliki broj pokušaja da se takva definicija formira.

Kod definisanja života ne sme se polaziti od hipoteza o konkretnim fizičkim uslovima. Određivanje pojma mora biti funkcionalno. **Pritom treba izbeći zamku da se o životu u Kosmosu govori sa stanovišta života i uslova koji su prisutni na Zemlji.**

**U savremenoj nauci figuriše par stotina različitih definicija života (v. npr. //baharna.com/philos/life.htm). Problem tih definicija je što im nedostaje funkcionalna univerzalnost.**

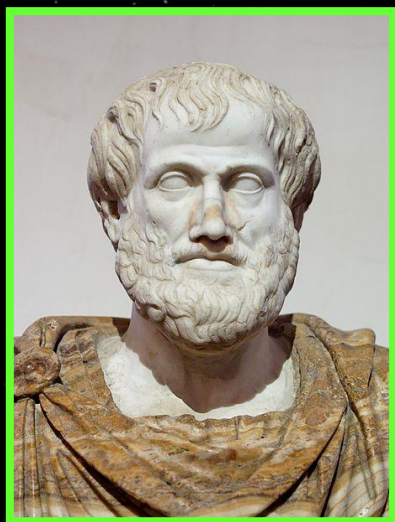
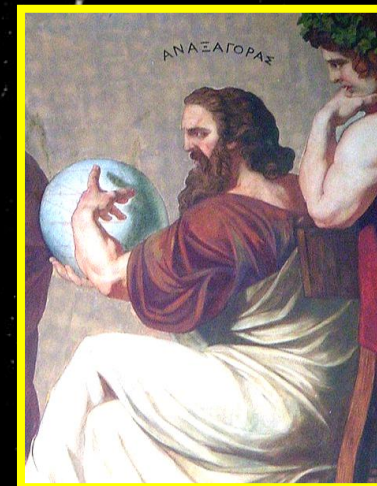
Sa druge strane, savremena nauka nema ni jedan dokaz da izvan Zemlje postoje bilo kakvi oblici života koji bi se bazirali na "našoj" ili bilo kojoj drugoj "hemiji života". Otuda i ne treba da čude, često jednostrana, shvatanja živog, s obzirom da je život na Zemlji jedini koji poznajemo.

**Treba imati u vidu i princip biološke kontingencije (Džordž Gejlord Simpson, 1964), koji se vezuje za razvoj i nalaženje inteligentnih formi života u svemiru, ali koji se može primeniti i na razvoj bilo kojih složenijih oblika života.**

**Po ovom principu, verovatnoća da se iz identične "startne" biohemijske pozicije na udaljenim kosmičkim objektima evolucijom dobiju slični složeni oblici života je zanemarljiva. To je posledica toga da veliki broj uslova determiniše manje-više slučajan "izbor" razvojnog toka.**

Verovatnoća za isti ili sličan evolutivni ishod još je manja ukoliko su početni biohemijski uslovi bar delom različiti. To još više otežava sačinjavanje univerzalne definicije života.

Po Anaksagori (510–428. g.p.n.e.) život je materija koju pokreće intelekt. On je prisutan samo u živim bićima i uređuje poredak u Univerzumu. Tvrдио je da su prvi ljudi nastali iz vlage, a da su se posle rađali jedni iz drugih. Znatno kasnije u ozbiljnim naučnim teorijama tvrdi se da je život (a ne čovek) stvoren abiogenezom, iz nežive materije u vlažnoj sredini.



Aristotel (384–322. g.p.n.e.) je tvrdio da je život materija spojena sa dušom. Duša je entelehija tela, koja je neodvojiva od njega i koja organizmima daje sposobnost regulacije.

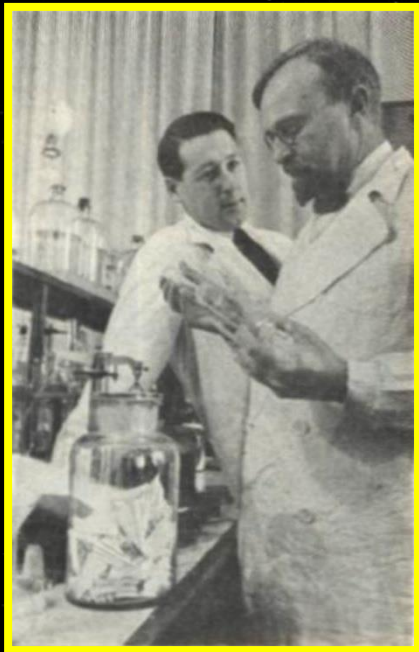
Princip entelehije, u različitim varijantama, bio je prisutan i u drugim drevnim kulturama, ali je imao svoje refleksije i znatno kasnije.

U kineskoj filozofiji takav princip *Ch'i*, životni dah Kosmosa, energija koja oživljava stvari. **Njeni tokovi u ljudskom organizmu označavaju meridijane koji su od značaja za akupunkturnu terapiju.**



U hinduističkoj filozofiji kosmička životna energija je *prana*. U kosmičkom prostoru se radi o jako difuznoj formi, energiji koja se svuda rasprostire. U pojedinačnim organizmima poprima specifičnu formu bioplazme, koja se nalazi u svim ćelijama.

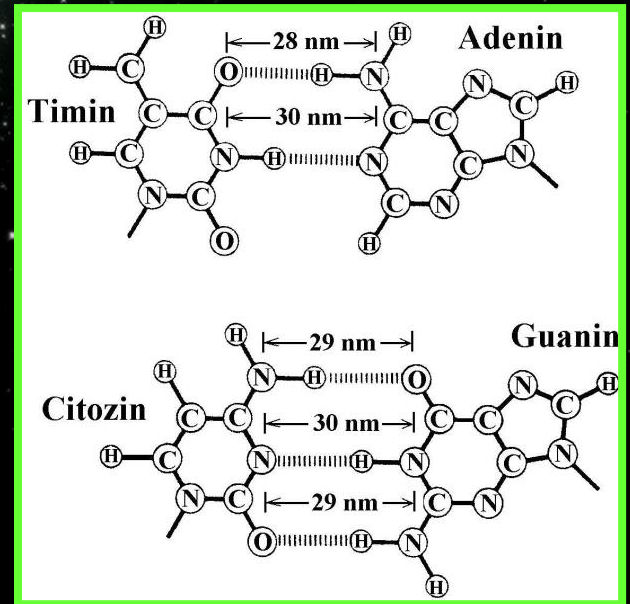
Refleksije učenja o entelehiji kao nužnom svojstvu žive materije, javljaju se znatno kasnije u drugim teorijama koje razmatraju fenomen života. U takve spadaju **vitalističke teorije**. U njima se ističe postojanje nematerijalnih principa ili procesa (vitalna sila, životni zamah) u živim organizmima, što ih razdvaja od nežive materije i koji se ne mogu objasniti terminologijom mehaničkih ili fizičko–hemijskih procesa.



**Sa druge strane, npr. Aleksandar Oparin ističe da živu materiju čine složeni molekulski agregati (belančevinasta tela), koja mogu da uređene razmene materije sa okolinom. Na Zemlji samo živi organizmi u svom sastavu imaju biopolimere (nukleinske kiseline, DNK i RNK, belančevine, proteine) i sposobni su da ih stvaraju. Njihovo nalaženje na kosmičkim objektima verovatan je dokaz postojanja biološke forme.**

A.A. Ljapunov je formulisao kibernetičke postavke života: **živa materija je složena, visoko organizovana i stabilna. Reakcijom na spoljašnje uslove, život se adaptira sredini, prilagođava je svojim potrebama, ali se i sam menja. To postiže prenosom informacije (nasleđivanjem). Za realizaciju stabilnosti neophodne su zalihe energije, koja se troši i nadoknađuje spolja (razmena energije i entropije). Razmena se reguliše upravljačkim sistemima, koji poseduju nasleđene informacije.**

Na Zemlji se prenos informacija među organizmima obezbeđuje nasleđivanjem karakteristika pomoću gena, delića hromozoma. **Geni se sastoje iz segmenata lanca DNK, u formi dvostrukog heliksa – dva lanca od 4 vrste nukleotida (adenin, timin, citozin i guanin).**



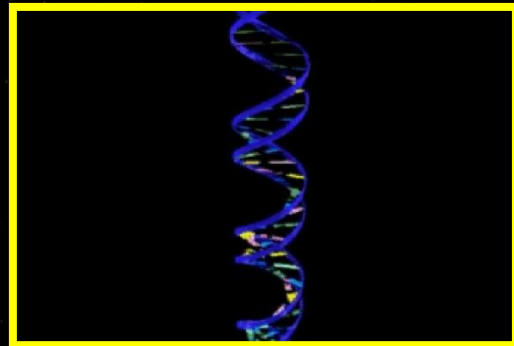
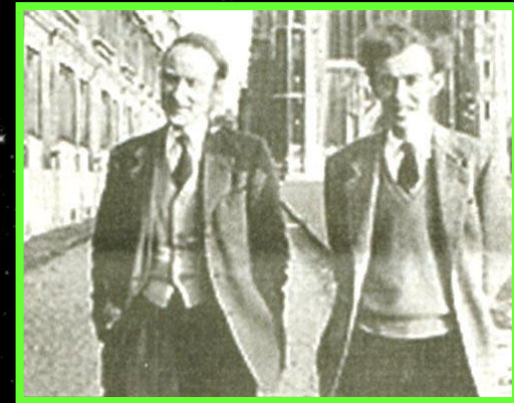
Džejms Votson i Frensis Krik (28. 2. 1953.) otkrili su ustrojstvo i ulogu DNK u nasleđu. Do otkrića su došli nakon što su "dobili" rentgenske snimke DNK, koje su snimili Rozalind Frenklin i Moris Vilkins. Votson, Krik i Vilkins podelili su 1962. godine Nobelovu nagradu. Frenklin je četiri godine pre toga umrla od karcinoma izazvanog radijacijom.

Postoji više definicija života koje su vezane za nasleđe uz evolutivne varijacije osobina.

NASA definicija: život je samoodržavajući hemijski sistem sposoban za darvinističku evoluciju. Trifonov: život definiše kao samoreprodukujući sistem sa varijacijama.

Fon Nojman: život je evoluirajući softver.

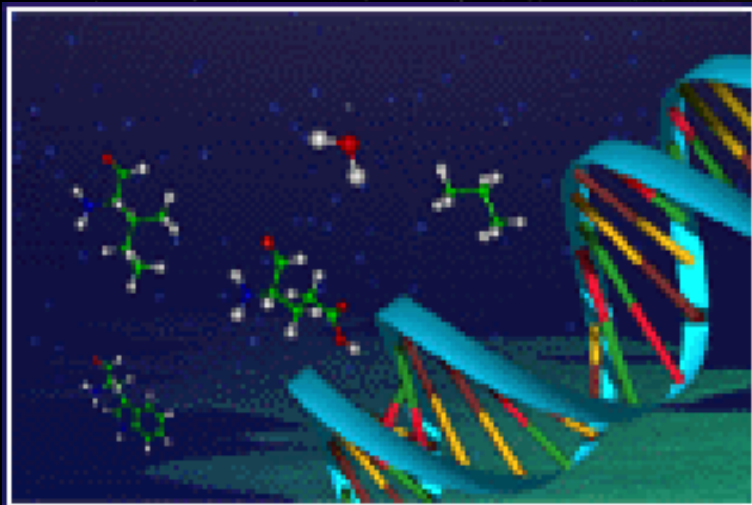
Prigožin: život je sistem koji se održava u haosu koji ga okružuje. E. Šredinger ("Šta je život", 1934.): redukcionističko gledište – najvažniji živi deo ćelije (hromozomi) ponašaju se kao aperiodični kristal".



Danas su sve prisutniji pokušaji da se život definiše deskriptivno, preko spiska svojstava koje treba da ima.

**Manje–više takve** definicije života sadrže sledeće elemente :

- Razmena energije i materije sa spoljašnjom sredinom – **ovo podrazumeva sposobnost živog da asimiluje spoljašnju materiju, da je preradi i prilagodi sopstvenoj materijalnoj strukturi, što omogućava njeno dalje reprodukovanje.**
- Rast, razvoj i složenost strukture – **život koji poznajemo na Zemlji, ma koliko primitivan, ima vrlo složenu molekulsku strukturu.**





• Iritabilitet – osobina organizama da reaguju na promene uslova u spoljašnjoj i unutrašnjoj sredini, korišćenjem energije sopstvenog metabolizma. Prilagođavanje je sposobnost menjanja tokom vremena. To se postiže mutacijama. Mutirani organizmi u prirodnoj selekciji opstaju ili izumiru. Prilagođavanje je temeljna sposobnost za evoluciju života.

• Reprodukcija – autoreplikacija i nasleđe, kao sposobnost “proizvodnje” novih pojedinačnih organizama.

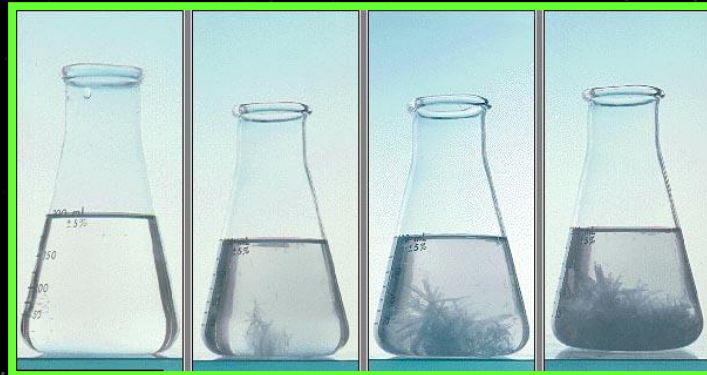


Pored ovih u biologiji se pominju i druge karakteristike života:

- homeostaza – održavanje stalnih uslova u unutrašnjoj okolini ćelija.
- organizacija – tela živih organizama sastoje se od jedne ili više ćelija, specijalizovanih funkcija.
- biohemija zasnovana na polimerima



Ove osobine (sve ili neke) imaju pojedini rastvori, gline, kristali...

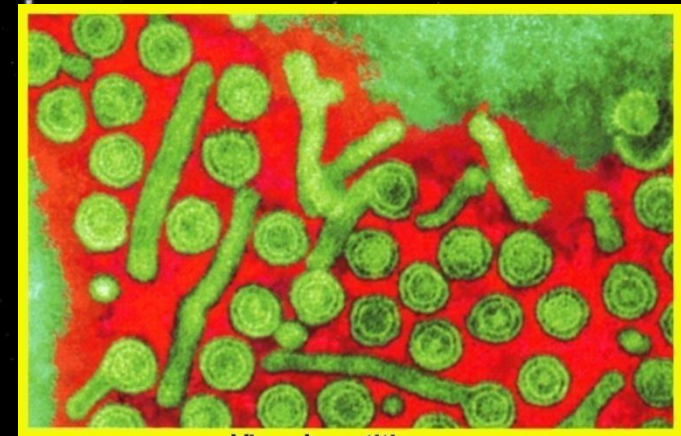
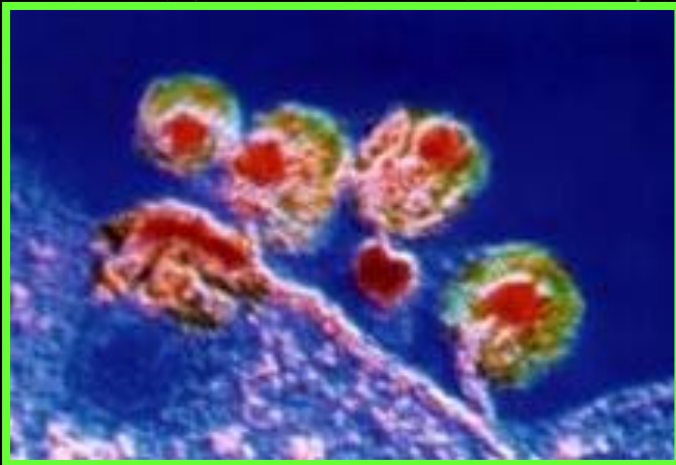
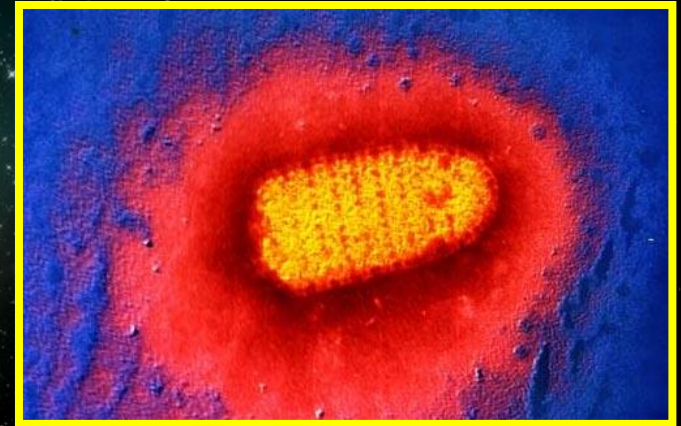
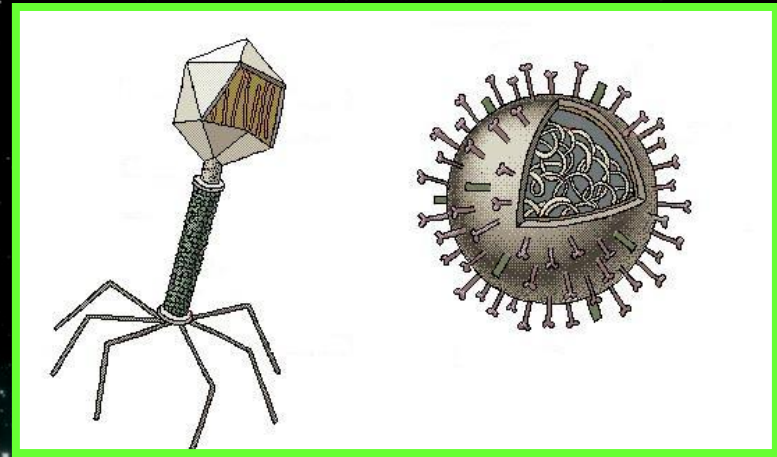


Osobinu da sami sebe reprodukuju imaju i neki računarski programi, dok neki živi organizmi to nisu u stanju da rade (npr. mazge i mule ili sterilni organizmi). Rđa se takođe razvija i raste. I računarski virusi sadrže informaciju koju prenose dalje. Čak i vatra ima neke karakteristike živog (razmenjuje materiju i energiju sa okolinom, umnožava se, itd). Za njih ne bismo mogli da kažemo da predstavljaju život!



Pol Dejvis (*"Peto čudo"*) ističe da život poseduje različita svojstva među kojima ni jedno ne definiše život kao takav, ali se mnoga od njih sreću kod materije za koju se sa sigurnošću može tvrditi da nije živa.

**Virusi** su primeri verovatno najjednostavnijeg oblika života. Praćelijske (acelularne) su strukture, a životne funkcije im se ispoljavaju tek kada su u živoj ćeliji drugih organizma. To je razlog da su u nauci podeljeni stavovi oko statusa virusa u kontekstu života. Verovatno da predstavljaju prelaznu formu između nežive materije i živih organizama.



Granica između "živog" i "neživog" nije jasna.  
Postoje čisti slučajevi: jasno određeni "živi" i "neživi" entiteti.  
Pritom, treba dati odgovor na logično pitanje: u kojoj meri život može biti jednostavan, a da ga ipak nazivamo životom?

Možda je jedina prava definicija života:

*Svako intuitivno zna šta je život!*

Neki autori navode da je formulisanje definicije života irelevantno za njegovo istraživanje.

Hengenvald (2011): "Definicija života ne samo da je nepotrebna, već može da šteti njegovom razumevanju"

Bilo kako bilo pitanje osnovnog predmeta istraživanja astrobiologije je kontroverzno: *ona istražuje život, ali ne postoji njegova prava definicija.*

## Astrofizička determinisanost života i ekstremofili kao njena negacija

To što ne postoji jasna i sveobuhvatna definicija života u astrobiologiji nije prepreka da se odrede uslovi koji moraju istovremeno da budu ispunjeni na bilo kom mestu u svemiru da bi se formirao i razvio bilo kakav oblik života.

U astrobiologiji se kao osnovno ističe da su za nastanak života neophodni:

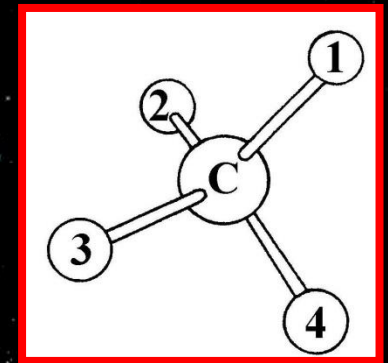
- 1) izvor energije
- 2) vrsta atoma koja omogućuje stvaranje složenih molekulskih sklopova
- 3) tečni rastvarač u kome bi molekuli mogli da se kreću i stupaju u međudejstvo
- 4) dovoljno vremena da se život začne i razvije

Prvi i četvrti uslov nisu ozbiljna prepreka za nastanak života: zvezde su snažni izvori energije koji traju stotinama miliona i milijardama godina, a kao mogući izvori energije mogu da posluže i radioaktivnost (npr. elementi K, Th,U).

Iz pomenutih osnovnih uslova izvodi se i niz drugih koji nemaju iste "težine", ali je svaki od njih bitan za nastanak i razvoj života.

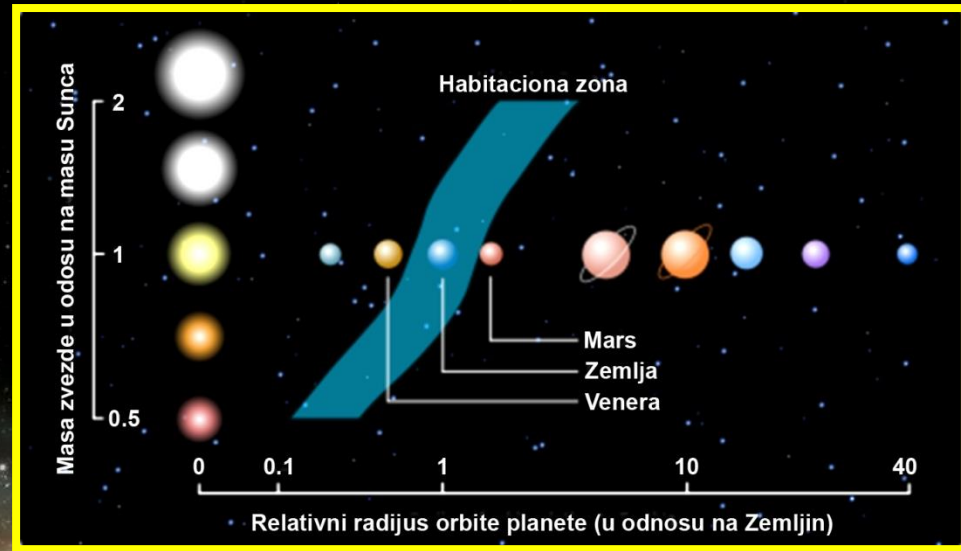
1. Za nastanak života neophodna je tečna sredina. Kako se pokazuje, najpogodniji je vodeni tečni omotač, s obzirom da je ona izuzetno dobar rastvarač.
- 2) Planeta treba da ima elemente, čiji atomi mogu da grade složene molekule. Upravo takav je ugljenik.

Uz ova dva uslova vezuje se i pojam nastanjive (habitacione) zone. To je prostor oko zvezde u kome su temperaturni uslovi takvi da na planetama unutar njega može postojati tečni omotač, koji je neophodan za formiranje života na bazi ugljenika.



Položaj i širina habitacione zone zavise od tipa zvezde. Kod toplijih zvezda zona je šira, ali je i dalje od zvezde. Kod hladnijih zvezda zona je uža i bliže zvezdi.

Najveći broj astrobiologa smatra da se u habitacionoj zoni Sunca nalaze Zemlja i Mars.



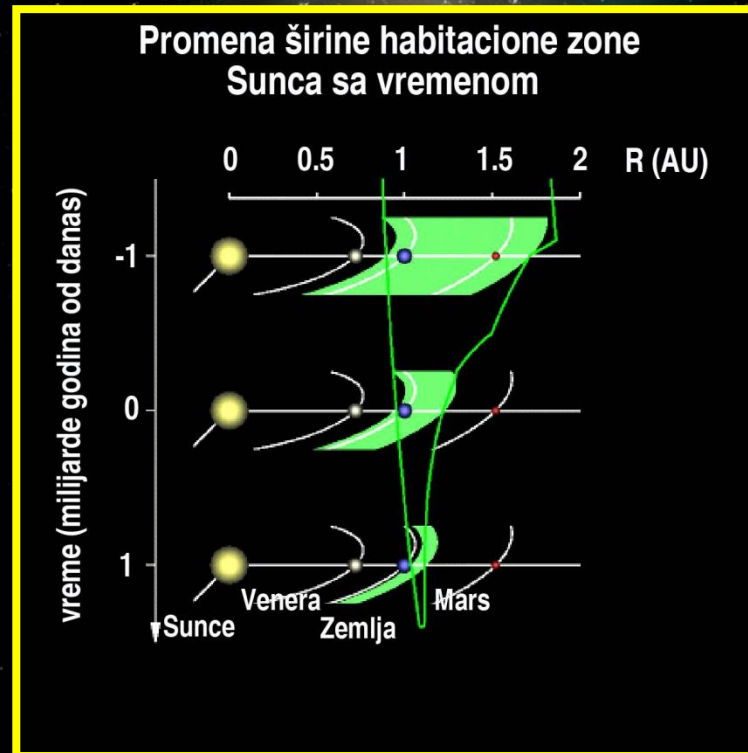
Da bi se na nekoj planeti mogao da formira život ona mora da se nalazi u habitacionoj zoni matične zvezde.

Nastanjiva zona oko neke zvezde u suštini je oblast u kojoj na planeti sličnoj Zemlji može da se održi voda u tečnom stanju. Ako je planeta bliže zvezdi od unutrašnje granice, zbog visoke  $t$ -re gubi vodu, a u atmosferi je mnogo  $\text{CO}_2$ , koji efektom staklene još više podiže  $t$ -ru. Spoljašnji obod zone određen je granicom na kojoj dolazi do mržnjenja vode.

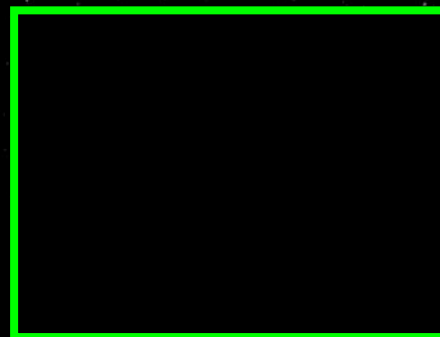


Starenjem zvezde postaju sjajnije i toplije pa se habitaciona zona odmiče od njih. U tom smislu definiše se trajno nastanjiva zona – oblast u kojoj na planeti sličnoj Zemlji t–ra može da podrži tečnu vodu milijardu godinu, što je vreme za koje evolucijom može da se formira složeniji oblik života.

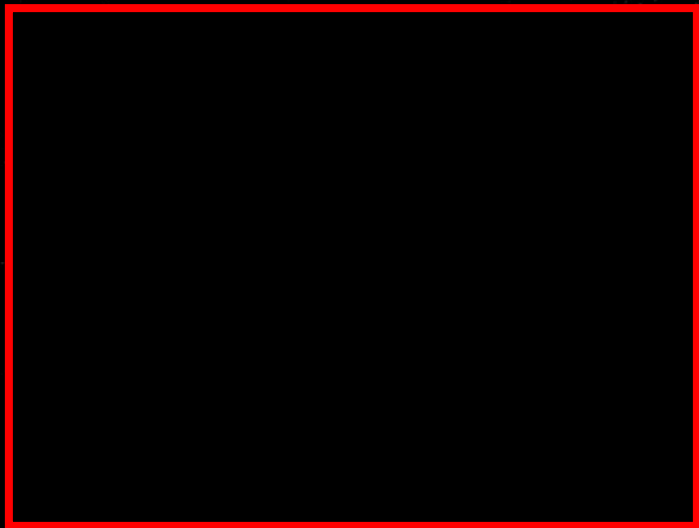
Trajno nastanjiva zona je uža od nastanjive zone. Njeno postojanje smanjuje broj planeta oko zvezde koje mogu da podrže punu evoluciju života.



3. Zračenje matične zvezde treba da omogući dovoljnu pokretljivost čestica i stvaranje makromolekula.
4. Život može da nastane samo oko zvezda određenih klasa, čije su mase takve da im omogućavaju dovoljno dug boravak u stabilnoj fazi, što je preduslov za formiranje i evoluciju života.
5. Život ne može da nastane oko zvezda koje se nalaze u blizini jezgara galaksija, gde je koncentracija zvezda velika, pa je i intenzitet ubitačnih zračenja veliki. U toj oblasti su česte ubitačne eksplozije supernovih i gama bleskova.



Od 2001. g. sreće se pojam galaktičke habitacione zone (GHZ). Njenu spoljašnju granicu određuje gradijent metaličnosti. Unutrašnja granica određena je dinamičkom stabilnošću, kao i učestanošću supernovih i  $\gamma$ -bleskova, koji su "ubitačni" po život. Oko galaktičkog jezgra veliki je broj zvezda u kojima su u fuziji stvoreni teži elementi. Tamo su češće eksplozije supernovih. Udarni talasi nastali prilikom njihovih eksplozija šire se, noseći brze čestice i teže elemente. U sudarima sa česticama gasa i prašine u džinovskim oblacima nastaju još teži elementi. Zato u zvezdama druge i novijih generacija koje su nastale u ovim oblacima ima težih elemenata.

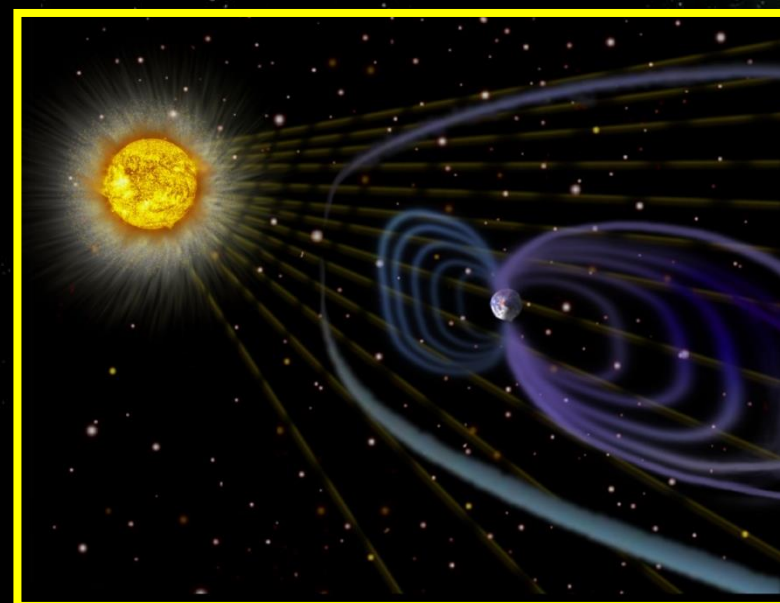


Pored ovih, "tvrđih", postoji i čitav niz manje strogih, ali sa astrobiološkog stanovišta ipak značajnih uslova.

6. Zbog nestabilnih uslova život teško da može da nastane na planetama u tesnim dvojnim sistemima.

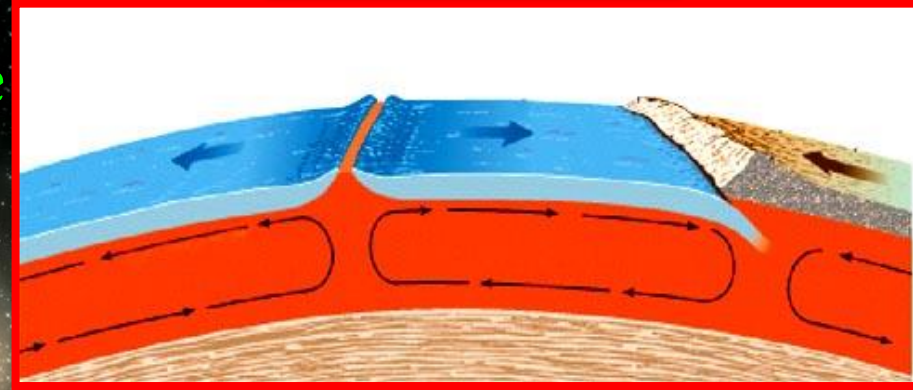
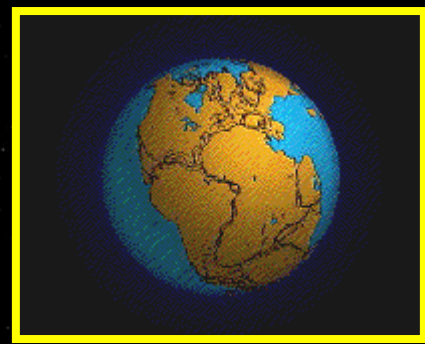


7. Planeta "inkubator" treba da ima atmosferu i magnetosferu koje omogućuju nastanak i razvoj života (štite ga od opasnog e.m. i korpuskularnog zračenja).

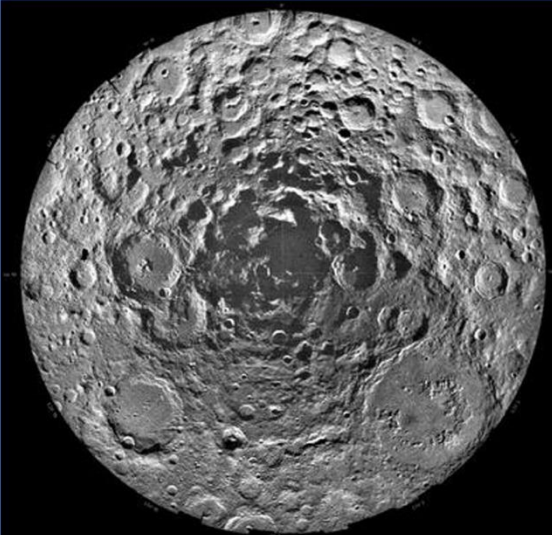


8. Masa planete treba da bude dovoljno velika da onemogući preveliku disipaciju atmosfere (0.1 do nekoliko desetina  $M_Z$ ).

Planeta treba da je tektonski aktivna jer se time obezbeđuje kruženje supstanci značajnih za život (npr. ugljenika).



Izgled južnog pola Meseca



9. Prisustvo satelita oko planete "inkubatora" utiče na formiranje, a pre svega opstanak života, jer smanjuje broj katastrofalnih udara u planetu i čini njenu rotaciju stabilnijom.



10. U planetarnom sistemu, osim planete "inkubatora", potrebno je i postojanje bar jedne masivnije planete, koja, osim što ima ulogu štita bitno utiče na dinamiku prcesa na planetama

U Sunčevom sistemu tu zaštitničku ulogu ima Jupiter.

Ovako definisana astrofizička determinisanost života utvrđena je na osnovu teorijskih razmatranja i smanjuje verovatnoću formiranja i razvoja života u Kosmosu, s obzirom da svi uslovi moraju istovremeno da budu zadovoljeni na planeti inkubatoru. Ali, empirijska i novija teorijska saznanja relativizuju njene kriterijume, što unosi čitav niz kontroverzi u astrobiologiju.

Čini se da su ograničenja za postojanje života mnogo elastičnija, nego što se to mislilo. Na to ukazuje postojanje mnogih ekstremofilnih vrsta.

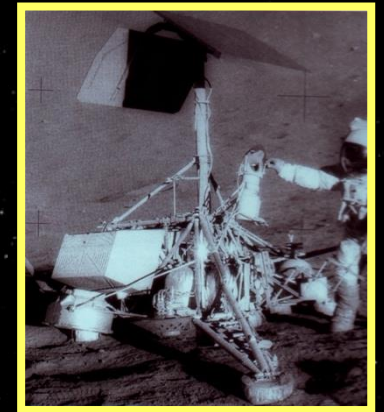
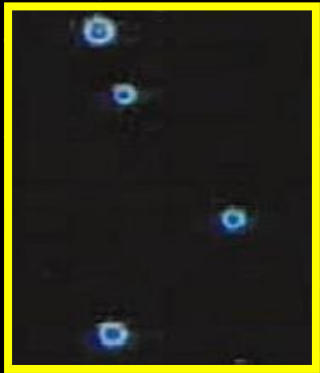
**Ekstremofili** – oblici života koji egzistiraju u ekstremnim fizičkim i geohemijskim uslovima.

Brojni su primeri ekstremofilnih oblika života na Zemlji.

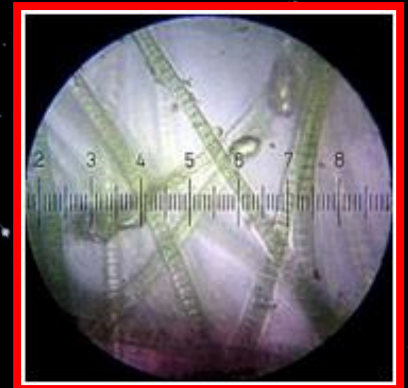
S.S. Abizov, R. Huver ističu da neki oblici već formiranog života mogu dugo da opstanu u stanju anabioze (smanjenog metabolizma).



Tim Rasel Vrilenda (Pensilvanija, 2000.) "oživeo" je bakteriju *Bacillus permians*, staru 250 miliona godina, zahvaćenu u naslagama soli 600 m pod zemljom u Novom Meksiku. Radi se o mikrobu koji je stariji od kontinenata. Primer jezera Vastok (Antarctik, ispod leda 3710 m, dubina 484–670m, sedimenti 50m debljine; bakterije, gljivice, silikatne alge).



Primer bakterija i algi na spoljašnjim oblogama lendara i sv. stanica (na visini od 40 km). Bakterija streptokoke preživela je dve godine između nepropusno slepljenih sočiva kamere na Meseću.

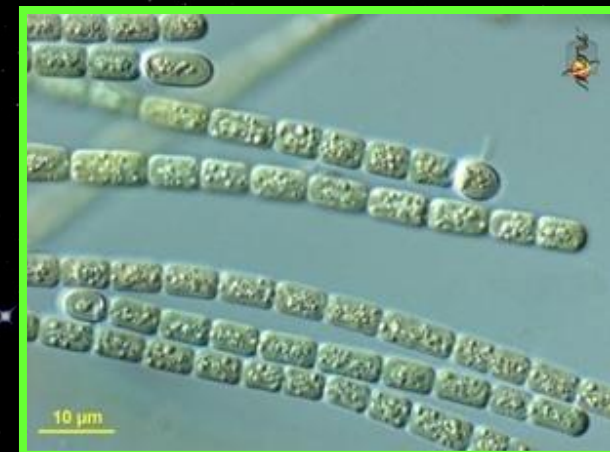




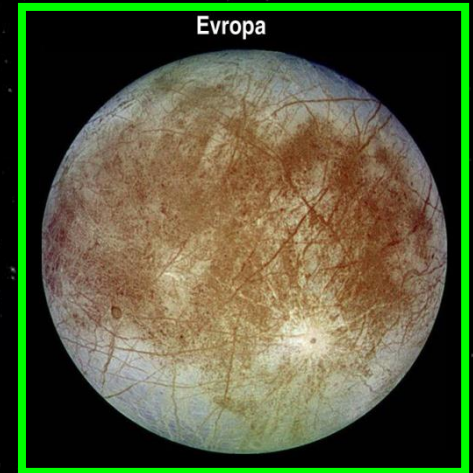
Kod podvodnih crva *Alvinelida* u blizini termalnih izvora gradijent temperature između glave i repa je i do 80°C.

Većina ekstremofilnih oblika života su mikrobi, i za njih su pogubnije visoke t-re od niskih.

Mnogi ekstremofili su poliekstremofilni (opstaju u ekstremnim uslovima različite vrste). Takvi su npr. mikroorganizmi koji žive u stenama duboko u Zemljinoj površini opstaju i pri visokim pritiscima i pri visokim temperaturama.



Mogu li živi organizmi da se prilagode ekstremnim uslovima za koje se do skoro smatralo da ne dopuštaju nikakve oblike života? Da li habitacionu zonu Sunca treba proširiti i na Veneru, ali i na hladne sveteve jovijanskih planeta ili njihovih satelita?



Možda su ekstremofili ključ života na Zemlji (u Kosmosu, uopšte)?

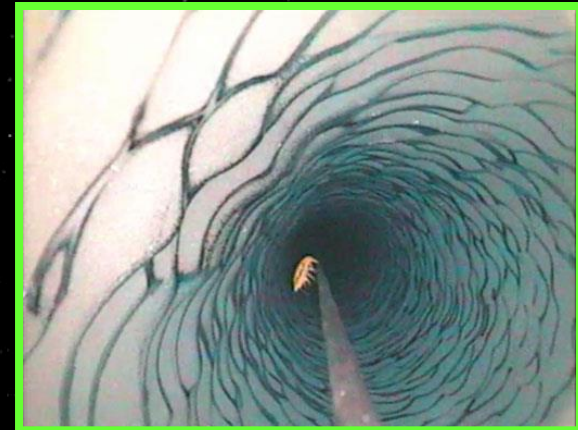
# Vrste ekstremofila:

**Termofili** (na temperaturama između 60 i 80°C). **Hipertermofili** (na t-rama i do 200°C). Sreću se u hidrotermalnim sistemima. Neki termofili opstaju na t-rama pri kojima su podvodne sonde počele da se tope. Termofili daju karakterističnu boju toplim jezerima u Jeloustonском parku (SAD).

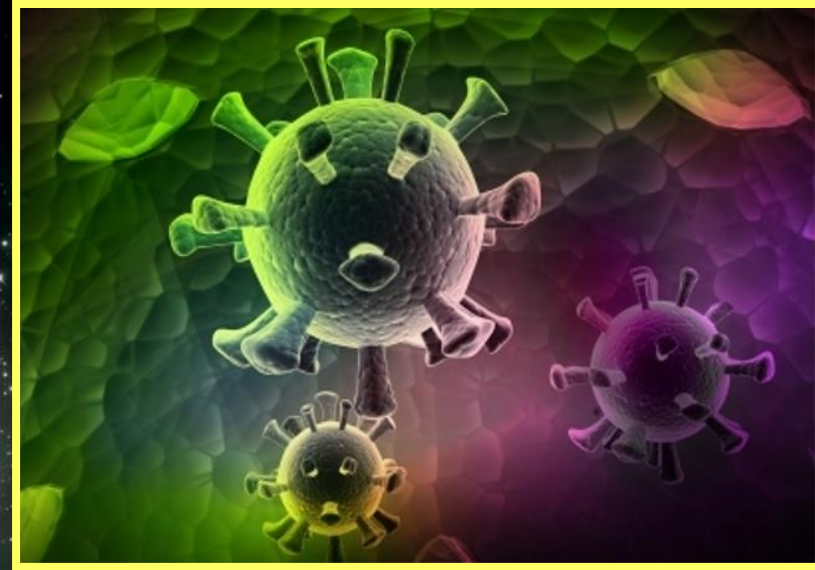
Suprotnost termofilima su **kriofili** koji opstaju pri t-rama nižim od 15°C. Sreću se u polarnom ledu, hladnoj vodi, planinskom snegu, itd.



Još neklasifikovani oblik života duboko u ledenoj ploči Antarktika



Naučnici smatraju da je donja granica t-re, ispod koje nije moguća reprodukcija ćelija na Zemlji,  $-20^{\circ}\text{C}$ . Na toj t-ri jednoćelijski organizmi dehidriraju: voda unutar njih odlazi u okolnu zaleđenu sredinu i pretvarala se u led. Ovo dovodi do dehidracije ćelija i do njihovog pretvaranja u staklastu materiju (vitifikacija). Ćelije mogu biti oživljene (u stanju kontrolisane vitifikacije), kada se temperatura ponovo povisi.

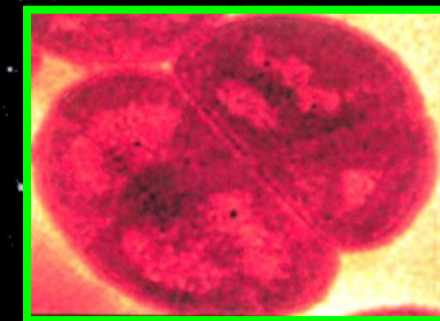
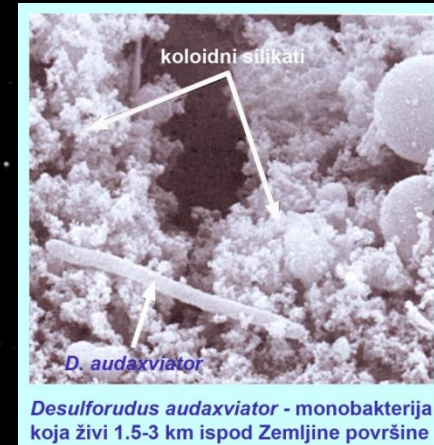


**Acidofili** – opstaju u izuzetno kiselim sredinama, za koje je optimalni pH nivo niži od 3. *Thiobacillus concretivorans* ne mogu da žive bez sumporne kiseline u koncentracijama na kojima se rastvara metal.

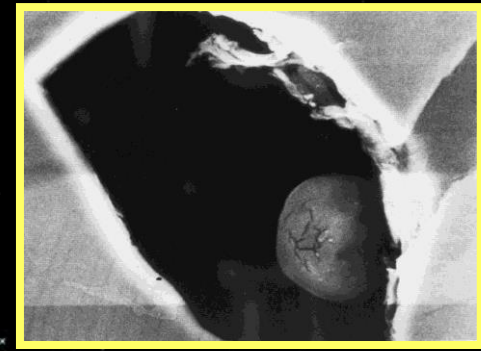
Njihov antipod su alkalofili, za koje je optimalni pH nivo viši od 9.

Piezofili žive u uslovima ekstremno visokih pritiska duboko u okeanu ili ispod Zemljine površine. Otkrivene su nanobakterije koje duboko ispod tla žive bez kiseonika, pri visokim pritiscima, na visokim t-rama.

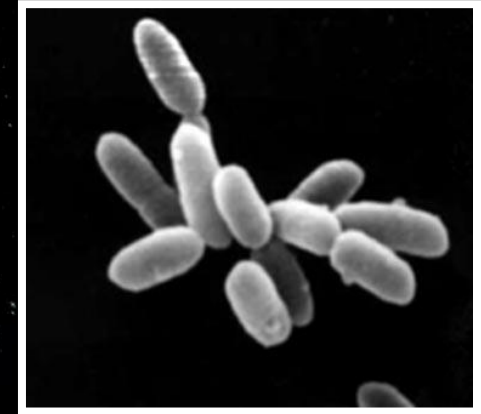
Radiorezistentni ekstremofili – opstaju u uslovima visokih nivoa jonizujućeg zračenja. Ima i onih koji opstaju pri "ubitačnim" UV zračenjima. *Micrococcus radiophilus* živi u rezervoarima nuklearnih reaktora, *Deinococcus radiodurans* je neuništiv. Izdržava zračenja i do 5 000 puta veća od onih koja su letalna za ljude. Nakon delovanja radijacije komadi njegove DNK se odmah ponovo spajaju ("bakterija se vraća iz mrtvih").



**Endoliti (kriptoendoliti) – žive u mikroskopskim prostorima u stenama između zrna minerala.**



**Halofili – žive u izuzetno slanim uslovima (procenat soli veći od 3.5%). U ove ekstremofile spadaju *Bacillus permians* i *Halobacterium salinarum*.**



**Osmofili – žive u uslovima visoke koncentracije šećera.**

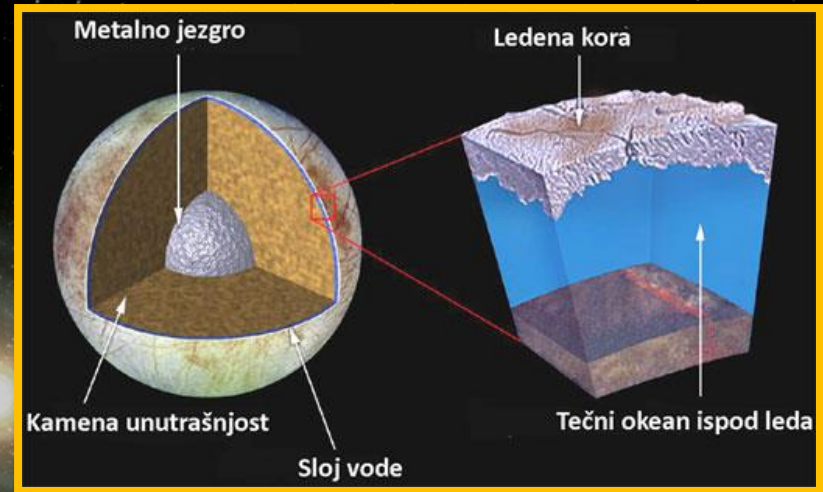
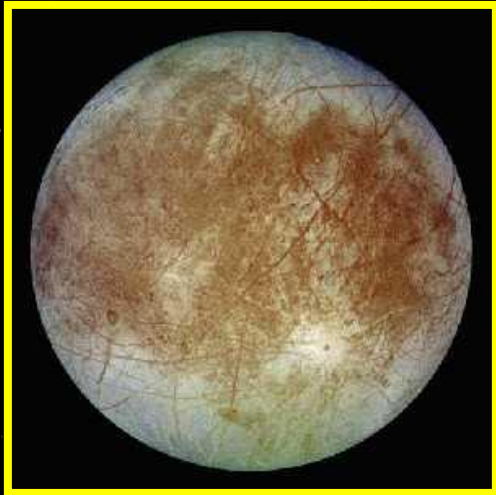
**Hipoliti – žive unutar stena hladnih pustinja.**

**Metalofili – tolerišu visoke koncentracije rastvora sa teškim metalima.**

**Kserofili – opstaju u izuzetno suvim predelima.**



Postojanje ekstremofila daje prostor za sve veće uvažavanje teorija po kojima život može da nastane i izvan oblasti habitacionih zona (npr. na satelitima Jovijanskih planeta)



Primitivni ekstremofilni oblici u stanju anabioze možda su mogli da prežive surove kosmičke uslove na putu do Zemlje o čemu govore teorije panspermije.



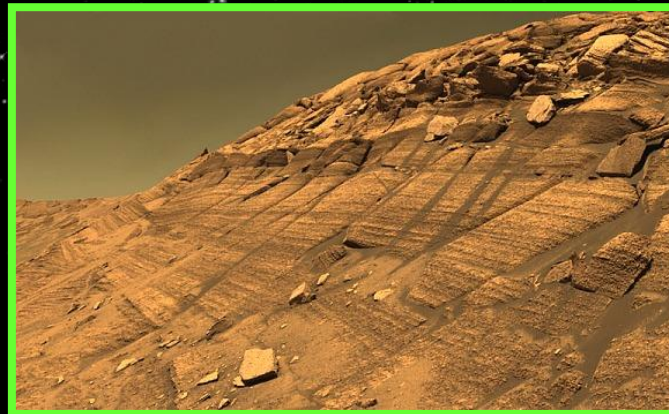
Helmholtz i lord Kelvin (nezavisno) isticali su da je seme života na Zemlju došlo iz Kosmosa kao putnik na kometama ili meteoritima. Sven Arenijus (1907) je pionir teorije o panspermiji: Kosmos obiluje sporama ( $d \sim 0.2-0.6 \mu m$ ) i živim organizmima u stanju anabioze.



Svetlosni pritisak (Poynting–Robertsonov efekat) ih oduvava kroz međuplanetni prostor. Možda su u vulkanskim erupcijama izbačene sa matičnih tela. Problem sa smrtonosnom dozom UV i kosm. zračenja. Ali možda je Sunce nekada manje zračilo.



Sve se češće ističe da je život na Zemlju dospeo sa Marsa, preko meteorita koji su nastali kao posledica udara ili vulkana. Na Marsu je u ranoj istoriji bilo tečne vode. Kao dokaz ovakvog porekla života ističe se postojanje na Marsu oksidovanog molibdena, za koji se smatra da je kao katalizator pomogao organskim molekulima da se razviju u prve žive forme. U vreme pojave života, na Zemlji nije bilo oksida molibdena, jer je bilo malo kiseonika, dok ga je na Marsu bilo dovoljno.



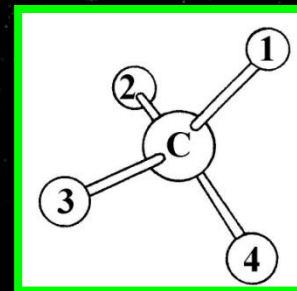
# Hemijska struktura života ili

## Retka zemlja vs. Kopernikanski princip

**Podrazumeva se da su biološki molekuli složeni.**

Život mora da se bazira na atomima koji mogu da grade veliki broj veza i dugačke molekulske lance.

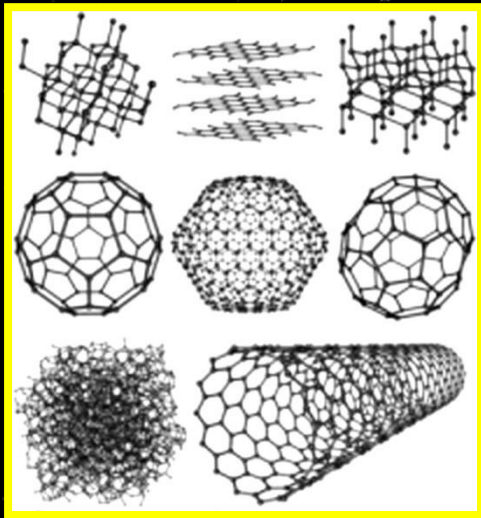
**Takvi su četvorovalentni atomi (IVa grupe periodnog sistema: C, Si, Ge, Sn, Pb).** Najpogodniji vid života je na bazi ugljenika rastvorenog u vodi.



Ugljenik je po zastupljenosti na Zemlji tek na 15. mestu (0.048%), a na njemu se zasniva život na našoj planeti. Sa druge strane, on je na 4. mestu po rasprostranjenosti u Kosmosu. **Na Zemlji ga ima najviše u njenoj kori u količinama koje su npr. stotinama puta manje od silikata.**

**Međutim, izuzetno je aktivan u procesima stvaranja molekula i to mu daje prednost u izgradnji života u odnosu na silicijum.**

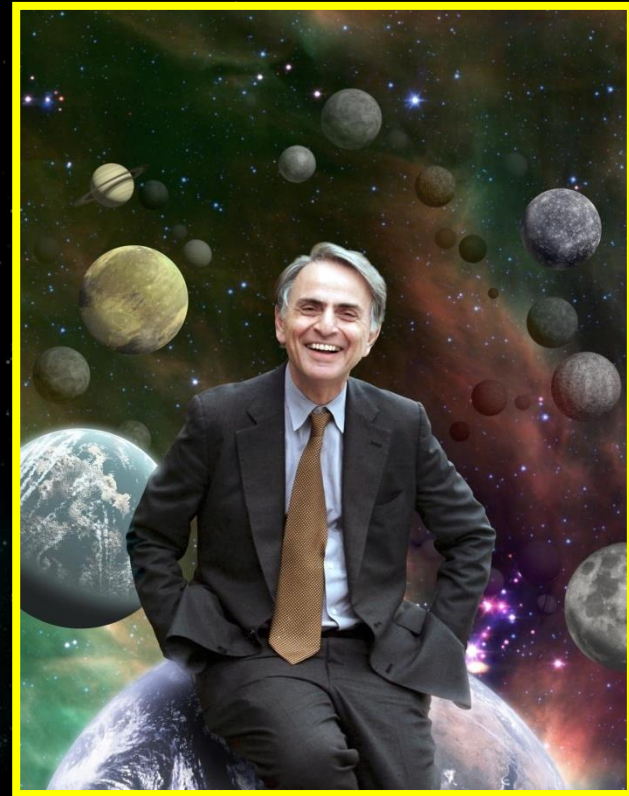
Lako se vezuje sa drugim atomima, a energije tih veza su relativno male, tako da se spojevi njegovih atoma npr. sa *O*, *H* ili samim sobom lako raskidaju i lako stvaraju prilikom sudara atoma. To je presudno za metaboličke procese u kojima se oslobađa energija neophodna za funkcionisanje života.



Može da formira dugačke polimerske molekule, što je preduslov za stvaranje složenih sistema kao što je život. Trenutno se zna za preko 20 miliona organskih jedinjenja, dok ostali elementi grade oko 200 000 (neorganskih) jedinjenja.

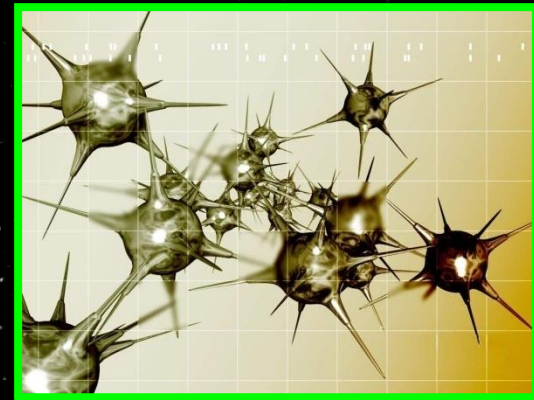
Prema principu Okamove oštrice (odbacivanja komplikovanih i izbora najjednostavnijih rešenja) logično je što je priroda kao najlakši put "odabrala" ugljenik za osnovni gradivni element života.

**Međutim**, neki autori kritikuju takvo gledište smatrajući da je ono posledica stava da vanzemaljski život mora da bude sličan zemaljskom, tj. da molekuli, odgovorni za životne hemijske procese prevashodno moraju da budu bazirani na ugljeniku. **Kritikujući takav stav** Karl Sagan **govori o ugljeničnom šovinizmu** (*"Cosmic Connection"*, 1973). **Smatra da čovek teško može da zamisli drugačiji oblik života od njemu poznatih "ugljeničnih formi"**.



C. Silber citira V. Stengera (*"Reason"*, 1999.) da nema razloga da se veruje da postoji samo jedan tip života u Vasioni. Silicijum takođe može da formira vrlo složene molekule. Govori i o **molekulskom šovinizmu**, sa idejom da u Vasioni sa drugačijim svojstvima, možda atomska jezgra ili druge strukture mogu da se povezuju na načine koje mi ne poznajemo.

Današnja nauka ne poznaje jedinjenja koja se po broju i složenosti mogu porediti sa organskim. Takvu raznovrsnost jedinjenja (koja je neophodna za nastanak života) nemaju ni Si, P ili B, koji se često pominju u funkciji izgradnje života.



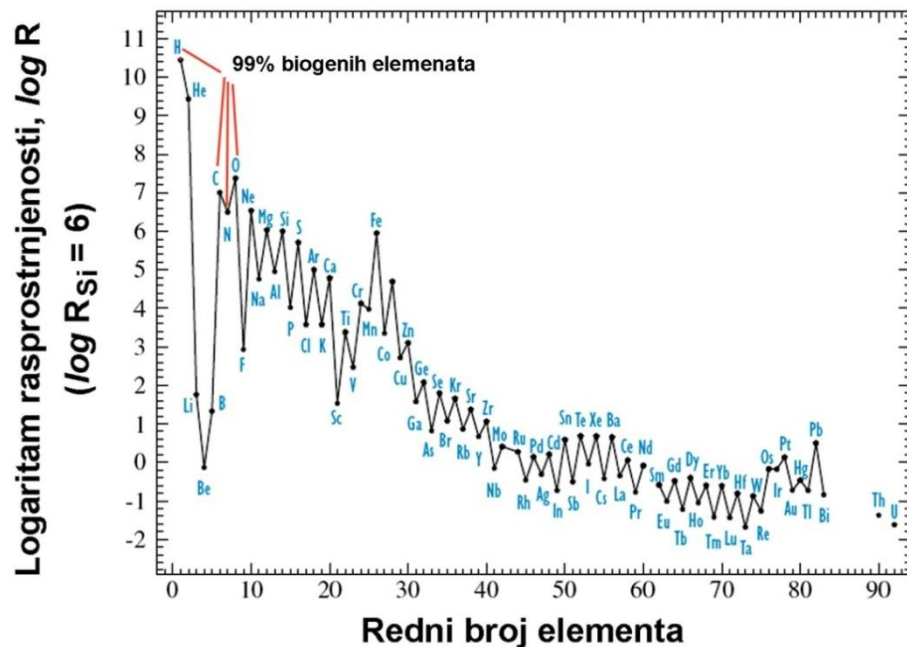
U sastav živih entiteta ulaze i drugi biogeni elementi (*H, O, N, P, Fe, Na, Ca, Mg, S...*). Makroelemenata ima najviše u živim organizmima (*O, H, C, N, Ca, S, P, K, ...*).

Mikroelemenata ima znatno manje, ali su neophodni za normalno odvijanje životnih procesa (*Cu, Br, Mn, F, Fe, J, ...*).

Paradoksalno je da su za život na Zemlji od presudnog značaja elementi čija je zastupljenost izuzetno mala.

Na našoj planeti živa materija sa oko 99% sastoji od 4 elementa: *C, H, O* i *N*. Pored pomenuta 4 elementa, za život na Zemlji bitni su *P* i *S*.

## Rasprostranjenost hemijskih elemenata u Sunčevom sistemu



Rasprostranjenost H i He je 90% i 9% po brojnosti, a 70% i 28% po masi

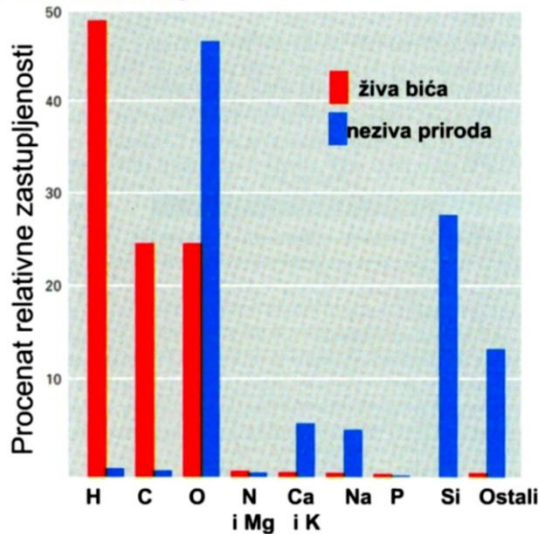
Ovi "životodavni" elementi ( $C$ ,  $H$ ,  $O$  i  $N$ ) spadaju u 6 najprisutnijih elemenata u Kosmosu. Preostala dva su inertni gasovi He i Ne, koji sa drugim elementima reaguju samo u ekstremnim uslovima temperature i pritiska. To što je život na Zemlji sazdan od 4 najčešća elementa u Vasioni, ukazuje da naš svet nije ništa izuzetno.

Očekuje se da će život na drugim svetovima biti sazdan od istih elemenata kao i na Zemlji i da se život može naći na više mesta u Kosmosu, na kojima nema nekih štetnih supstanci i zračenja i gde je podnošljiva "životna" sredina.

Ovakva saznanja, uz činjenicu o univerzalnosti fizičkih zakona i logičnu pretpostavku da Zemlja i S. sistem ni po čemu nisu privilegovano mesto u Kosmosu, dala su podsticaj teorijama da je život u svemiru neminovna i česta pojava (**Kopernikanski i Antropički principi**). Na Zemlji on se pojavio spontano, biohemijskom evolucijom ili je na nju u rudimentarnoj formi dospeo iz svemira, o čemu govore **teorije o panspermiji** (Arenijus, Krik, Hojl, Vikramashinge,...). Veliki pobornici ovih principa su Karl Segan i Frenk Drejk, po kojima je život, pa i onaj složeni, kosmička neminovnost koja se vrlo često sreće.

To je u skladu sa **biološkim determinizmom**: život je "neminovnost" na zemljolikim planetama, ukoliko su one dovoljno dugo u povoljnim uslovima. Teza Kristijana de Duvea je da na ovim planetama postoji prebiološka era, u kojoj se u hemijskim reakcijama i fizičkim procesima "favorizuje" stvaranje molekula relevantnih za nastanak života.

Zastupljenost nekih hemijskih elemenata u neživom svetu (Zemljina kora) u poređenju sa njihovim zastupljenostima u tkivima životinja



Sa druge strane, Zemlja je uglavnom sazdana od *O*, *Fe*, *Si*, *Ni*, *Mg* (u površinskom sloju od *O*, *Si*, *Fe* i *Al*). Samo jedan od njih (*O*) pripada onima od kojih je u najvećoj meri sačinjen život, a koji je među najzastupljenijima u Kosmosu, ali i na Zemlji (po masi 46.60% u njenoj kori).

Uzgred pravo je čudo kako je kiseonik za većinu živog sveta na Zemlji postao neophodan, s obzirom na njegovu reaktivnost (setimo se Artura Klarka i "Izveštaja o planeti tri").

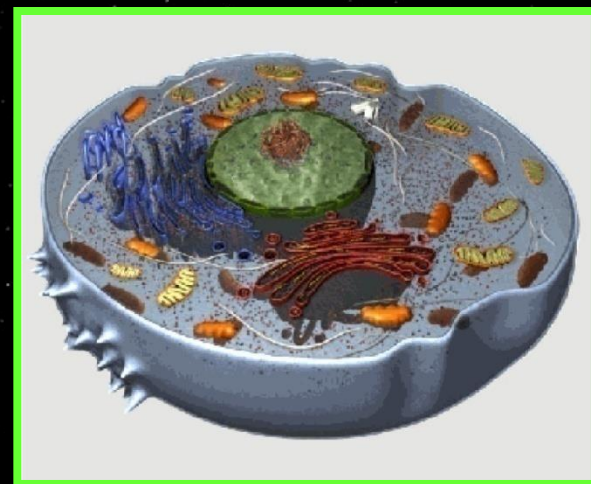
Ostali "životodavni" elementi su za razliku od Kosmosa na Zemlji vrlo malo zastupljeni. Npr. u Zemljinoj kori, po masi, ugljenika ima svega 0.020%, a vodonika 0.14%. To znači da zastupljenost hemijskih elemenata u zemaljskom životu više odgovara sastavu zvezda nego sastavu Zemlje.



**Sa druge strane**, živi sistemi nisu samo kolekcija biopolimera i ostalih složenih organskih materijala koji se nalaze u hemijskoj ravnoteži unutar ćelijske membrane.

**Hemijska složenost života koji poznajemo je zapanjujuća.** Npr. u molekulu insulina postoje dva lanca aminokiselina: u jednom postoji 280 miliona miliona, a u drugom 510 miliona miliona mogućih permutacija lokacija konstituenata. A najjednostavniji, nesporno živi organizam, jednoćelijska bakterija ima čak 5000 različitih vrsta belančevina.

Pol Dejvis je, u okviru **hipoteze hemijske slučajnosti**, izračunao da je stvaranje proteina (kao osnovnog gradivnog elementa života na Zemlji) slučajnim mešanjem amino kiselina sa verovatnoćom  $1:10^{130}$ .



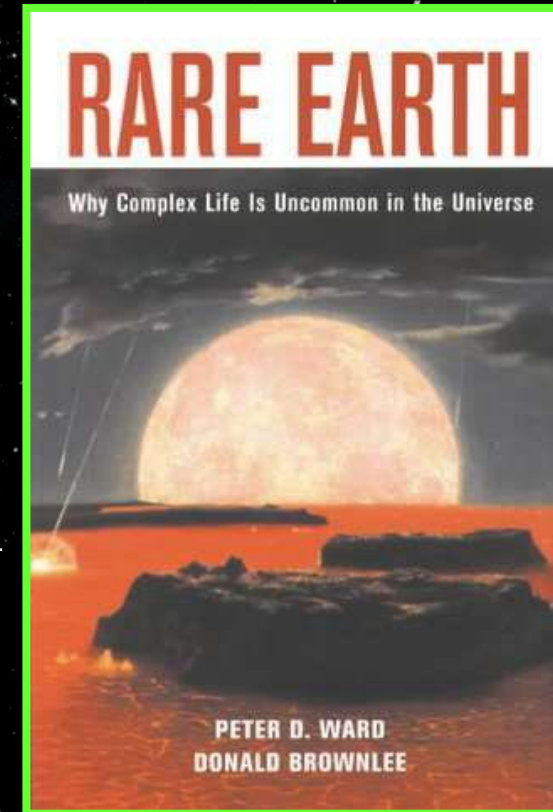
**Otuda** deluje suvislo njegova pretpostavka da ako se to već dogodilo, onda se to u istoriji Vasiona desilo samo jednom i to baš na Zemlji, iako se procenjuje da u Kosmosu ima  $10^{20}$  zemljolikih planeta.



**Nastanak vrlo** složenih bioloških organizama bilo gde u svemiru zahteva istovremeno ispunjenje brojnih astrofizičkih i geoloških uslova iz astrofizičke determinisanosti života. Oni su uglavnom međusobno nezavisni. **Rezultat tih uslova je, prema sadašnjim saznanjima, proizvod malih verovatnoća za njihovu ispunjenost, pa je verovatnoća za nastanak života u svemiru ekstremno mala.**

**U to se uklapa hipoteza retke Zemlje** Pitera Vorda i Donalda Braunlija. **Prema ovoj hipotezi planete na kojima je moguć život sreću se izuzetno retko u Kosmosu.**

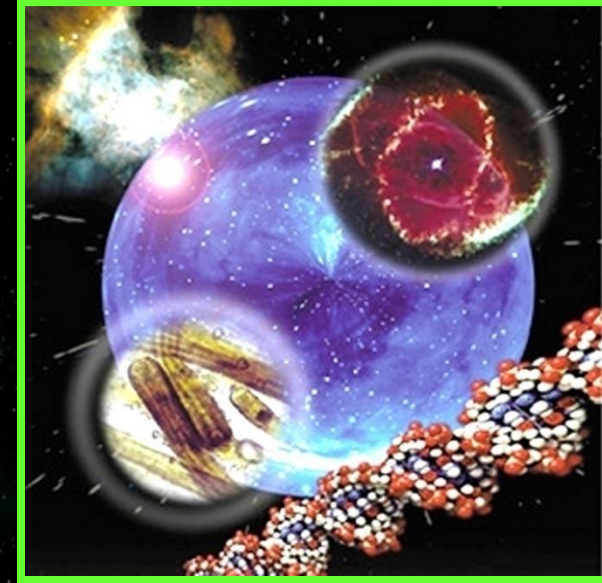
Očigledno je da postoje dijametralno suprotni stavovi naučnika o učestalosti pojavljivanja života na različitim mestima u svemiru. Radi se o kontroverzi vezanoj za jedno od kanonskih pitanja, što je čini jednom od najznačajnijih suprotnosti u astrobiologiji.





## Kako je nastao život? Evolucija ili stvaranje?

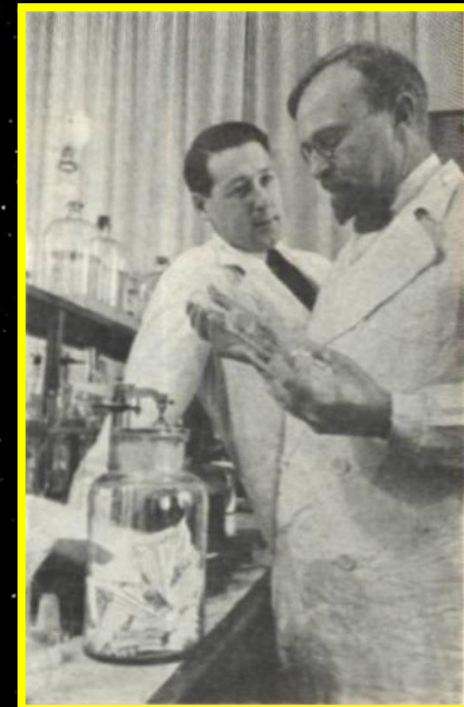
U astrobiologiji se javlja kvazi dilema oko života na Zemlji: da li je život na Zemlju dospeo iz Kosmosa, gde je nastao iz neorganske materije, ili je nastao na samoj Zemlji, isto tako, od neorganske materije?



R. Dokins čini se da razrešava ovu dilemu: svuda u Kosmosu biosfera mora da se razvija od prostih oblika ka složenijim, prirodnom selekcijom. Živi svet bilo gde u Kosmosu morao bi da bude sličan zemaljskom, ne po strukturi i fiziologiji, koliko po osnovnim principima evolucije. **Hemijska evolucija prethodila je biološkoj. To onda pitanje mesta formiranja života čini irelevantnim.**

Dvadesetih godina XX veka A.I. Oparin i J.B.S. Halden (nezavisno) tvrde da je život nastao abiogenom sintezom u "toploj razblaženoj supi", u kojoj su se neorganske materije "mućkale" i stupale u hemijske reakcije, kojima su došle u stanje ravnoteže i niske energije. U to vreme primitivna atmosfera imala je dosta CO<sub>2</sub> (Halden), odnosno CH<sub>4</sub> (Oparin). Nije imala ozon da filtrira UV zračenje.

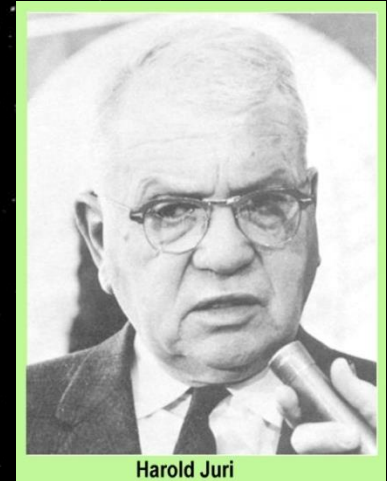
Reke, okeanske struje i vulkani doturali su nove zalihe minerala, koji su stvarali prve složenije organske molekule.



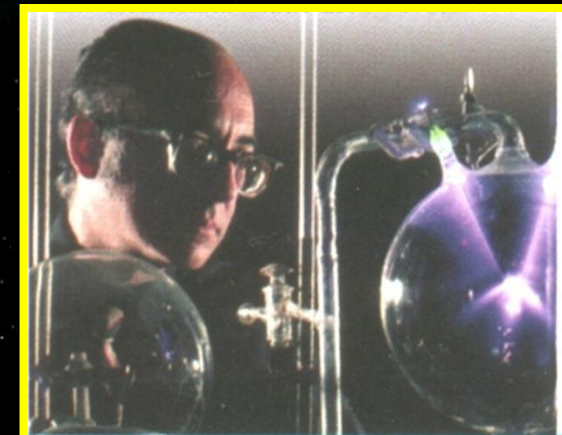
**Eksperiment Stenlija Milera i Harolda Jurija (1953) bio je revolucionaran** – pokazao je da se iz mešavine jednostavnih gasova mogu stvoriti prebiološka biohemijska jedinjenja.

U Jurijevoj laboratoriji, u Čikagu je 1953. godine radio Stenli Miler. On je u retorti sa smešom gasova, koja je odgovarala redukcionoj atmosferi iz Jurijevog modela ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2$  i  $\text{H}_2\text{O}$ ), uz lučno električno pražnjenje, nakon 7 dana u vodi dobio mrki talog organskih jedinjenja (glicin i alanin) (objavljeno u radu *“Proizvodnja aminokiselina u mogućim uslovima jednostavne Zemljine atmosfere”*).

Otkriveni su tragovi metanola, cijanovodonika, mravlje, etanske i drugih kiselina, uree, mešavine amino–kiselina.

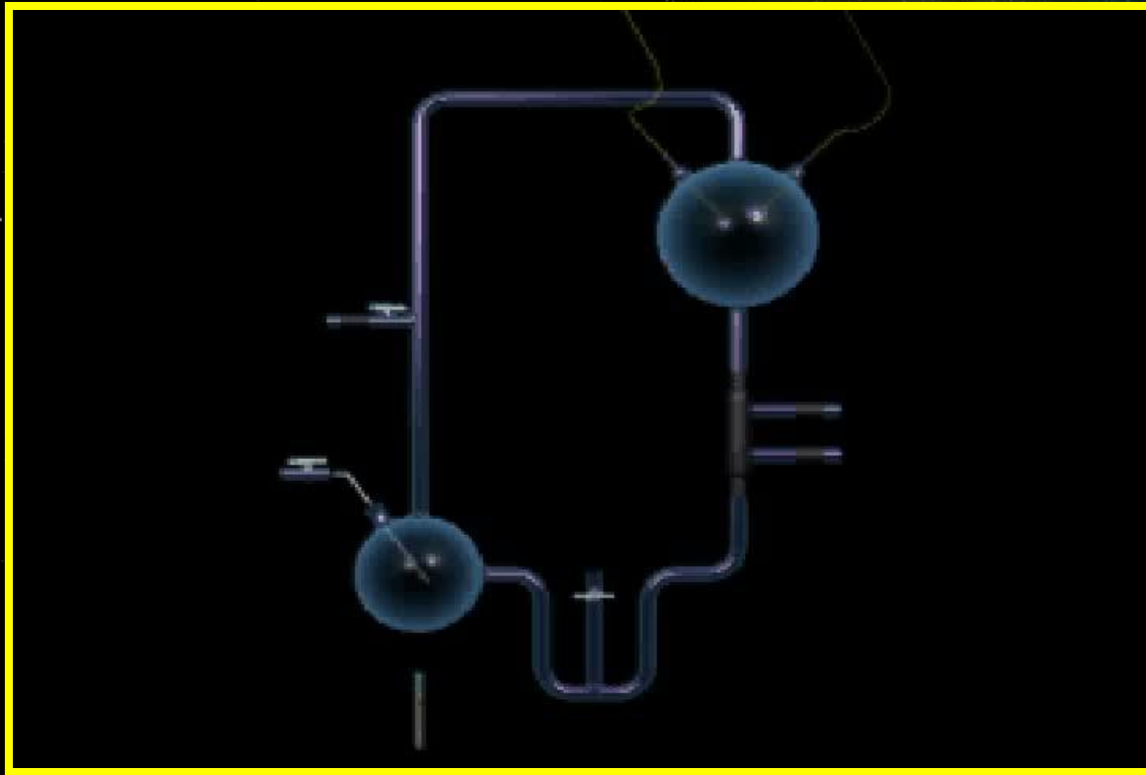


Harold Juri



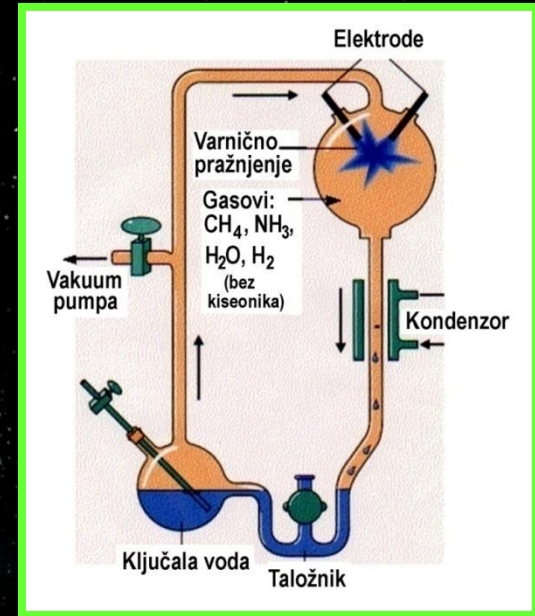
Stenli Miler - američki hemičar koji je 1953. ponovio eksperiment iz svog diplomskog rada. Pokazao je da su se amino kiseline mogle stvoriti u ranoj Zemljinoj atmosferi bez  $\text{O}_2$ .

**Rezultati eksperimenta bili su revolucionarni i epohalni. On je pokazao da se u vodi, u odgovarajućoj smeši, mogu dobiti gradivni elementi za formiranje života. Vreme trajanja eksperimenta bilo je neuporedivo kraće od "probiotskog vremena".**



## Poredjenje rezultata za aminokiseline u Milerovim eksperimentima i u živim bićima ukazuju na sledeće:

- U živim bićima ima 20 aminoskiselina, a u Milerovim ogledima ima ih mnogo više.
- U Milerovim eksperimentima ne formiraju se bazne proteinogene aminokiseline.
- U ogledu je formirano maksimalno 13 različitih proteinogenih aminokiselina.
- Sastav jedinjenja u Milerovim ogledima jasno se razlikuje od sastava materije u živim ćelijama.
- Dobijeno je previše jedinjenja koja često sprečavaju formiranje polimera, koji su neophodni u svim životnim procesima. Pri tome mnogi dobijeni produkti u Milerovim eksperim. su za današnja živa bića otrovi.





*Bez obzira na ohrabrujuće rezultate eksperiment je ukazao da je ogroman jaz između složene organske materije i najjednostavnijih oblika života.*

**Logično pitanje je:** da li je do ovakvih složenih kombinatornih procesa došlo slučajno? Koji je to princip koji određuje izuzetno složenu organizaciju živih sistema?

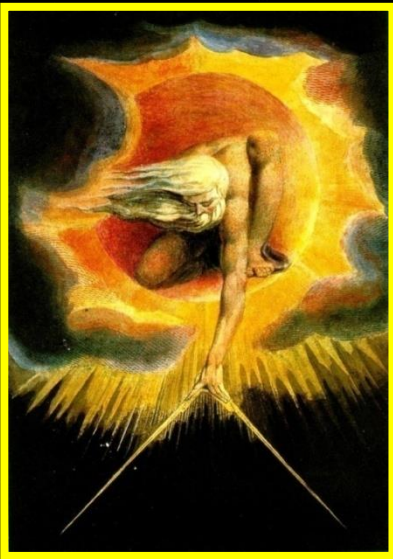
Za razliku od astrobiologije u čijoj osnovi je **naturalistički** pristup životu u svemiru, **kreacionizam** u svojim gledištima ima mnogo manje kontroverzi. Ali problem kreacionizma je što je on uglavnom u nesaglasju sa empirijskim činjenicama.

**Kreacionizam uvodi Boga kao kreatora života, Zemlje, Kosmosa**

**Po kreacionizmu, biološke vrste su stvorene jednom i zauvek, nepromenjene, kao delo natprirodnog bića. Kreacionizam je deo hrišćanske, islamske, budističke religije i do XVIII veka bio je neprikosnoven.**



Po kreacionistima, Bog  
je stvorio svet ili  
ni iz čega (*ex nihilo*) ...

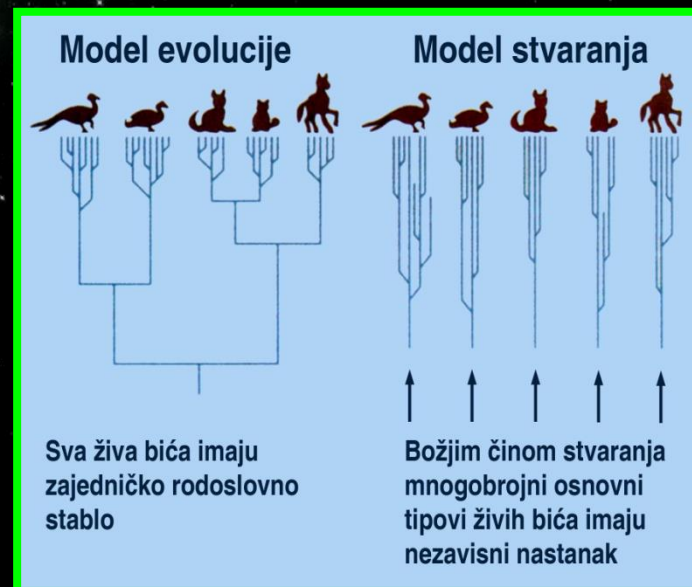


... ili iz prethodnog  
haosa (*Demiurg*).



Treba naglasiti da u savremenom ("naučnom") kreacionizmu, postoje gledišta o stvaranju bioloških vrsta koja se donekle razlikuju od religijskih polazišta.

**Savremeni (naučni) kreacionizam** polazi od tumačenja "Knjige postanja". Potiče iz ekstremnih protestantskih učenja u pokušajima da se Darwin "alternativnim naučnim modelom" u potpunosti odbaci. Ideja o prirodnoj selekciji može biti u skladu sa pojedinim stavovima naučnog kreacionizma, ali je koncept zajedničkog porekla ("da su ljudi potekli od nižih bića") za njih neprihvatljiv. U tom smislu neki autori naučnog kreacionizma prihvataju ideju da su Božjim činom stvoreni mnogobrojni različiti tipovi živih bića, uz dozvoljavanje mogućnosti da su nakon toga evoluirali u današnje oblike.



Začeci naučnog kreacionizma javljaju sredinom XX veka, pod uticajem adventiste Džordža MakKridi Prajsa. Pravim osnivačem naučnog kreacionizma smatra se Henri Moris. Osnovao je 1970. g. u Kaliforniji "Institut za kreaciona istraživanja".



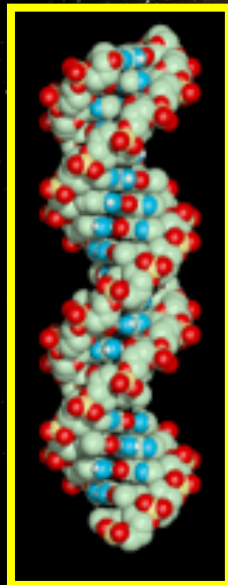
Njihovo učenje prihvaćeno je u nekim protestantskim i evangelističkim krugovima u SAD. Lobiranjem u pojedinim državama SAD kreacionizam je 80-tih godina XX veka uključen u školske programe, uz istovremeni pokušaj da se iz njih isključe evolucionistička, darvinistička učenja.

Čudan paradoks: 2004. godine naša ministarka prosvete Ljiljana Čolić donela je odluku da se iz programa biologije za VIII razred izbace delovi koji se odnose na Darvinovu teoriju evolucije. To je bila njena mala pravoslavna podrška kreacionizmu. A njen naslednik je hteo da uvede predmet tekvondo u I razred osn. škola. Toliko o našim ministrima.

Interesantno je da se u naučnom kreacionizmu za odbacivanje evolucionističkih teorija koriste argumenti slični pomenutim obrazloženjima naše bivše ministarke. Oni veruju da je svet stvoren *ex nihilo*, da Zemlja nije starija od 10 000 godina, da su čovečanstvo i drugi blici života stvoreni kao stacionarni, neizmenjeni oblici. Odbacuju neke trenutno važeće teorije o nastanku Zemlje, Sunca i Svemira. Negiraju metode oficijelne nauke za utvrđivanje starosti stena i materijala iz Kosmosa. Naučni kreacionisti tvrde da su sedimentne stene nastale u velikom potopu, suprotno činjenici da se one i danas stvaraju.



Fosilni stromatoliti - mineralne humke koje su u plitkim morima izgradile cijano bakterije (plavozelene alge). Stromatoliti i danas rastu na australijskoj obali.



Kako je DNK, kao ključ života, jako složene forme, naučni kreacionisti tvrde da su ovi molekuli mogli da nastanu samo "posredovanjem" Boga.



Naučni kreacionizam je pre religiozno nego naučno učenje. On ne poseduje empirijske podatke, niti eksperimentalne hipoteze. Zato i nema metodološku mogućnost opovrgavanja danas vladajućih teorija eksperimentalnim činjenicama, što je jedan od osnovnih kriterijuma “naučnosti” određene teorije, o čemu je govorio istaknuti filozof nauke Karl Poper.

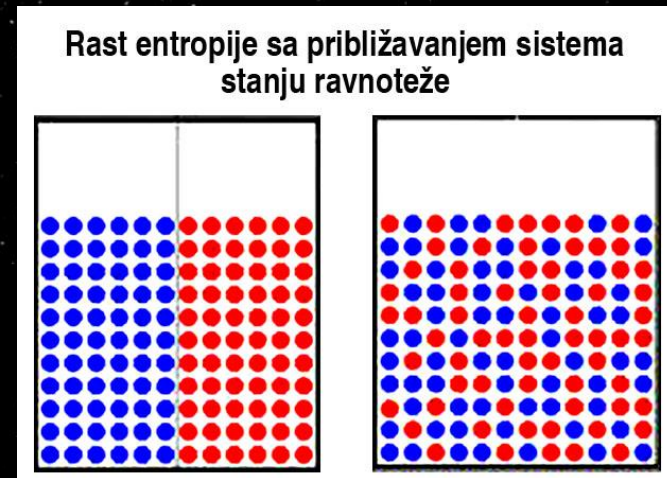
Interesantno je da se u religijskim krugovima, koji se protive biblijskom bukvalizmu, naučni kreacionizam žestoko kritikuje i odbacuje.



## Da li živi sistemi protivreče II principu termodinamike?

U živim sistemima odigrava se proces izgradnje sve složenijih i funkcionalno uređenijih struktura. Proces je praćen generisanjem veće uređenosti iz haotičnog termalnog kretanja molekula, što na prvi pogled protivreči rastu entropije sistema. Entropija je mera neuređenosti sistema i što je on bliže stanju termodinamičke ravnoteže to je njegova entropija (neuređenost) veća, a energija koju poseduje manja.

Prema II principu termodinamike izolovan i prepušten samom sebi termodinamički sistem prelazi iz manje verovatnog u verovatnije stanje. U zatvorenim sistemima entropija može samo da raste dostižući maksimum u stanju termodinamičke ravnoteže.



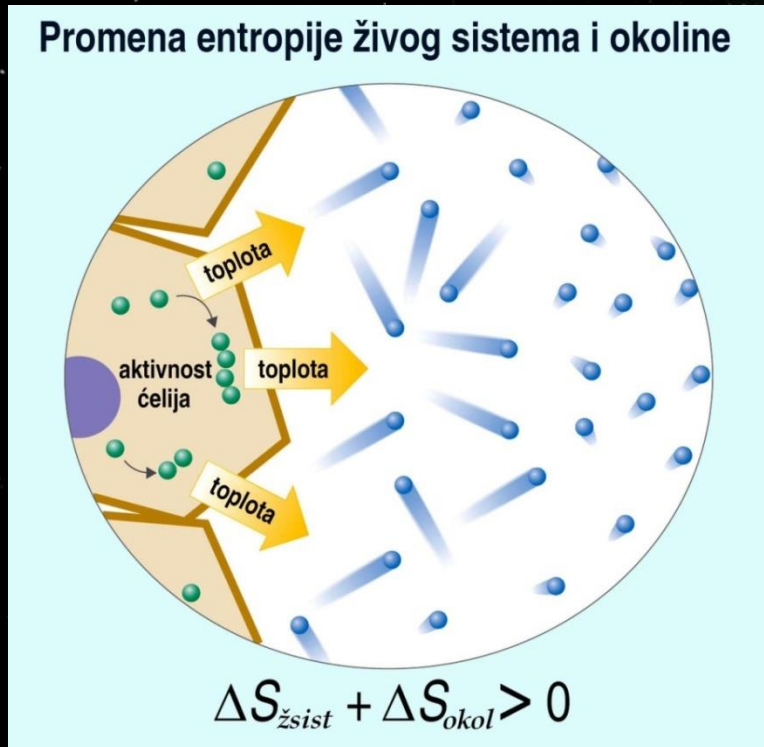
Pošto kod živih sistema uređenost raste, umesto da opada postavlja se logično pitanje:

*Da li se život kosi sa osnovnim dinamičkim zakonima, pre svega II principom termodinamike?*

Po E. Šredingeru živi organizmi kao da se hrane negativnom entropijom (negentropija) iz okoline. Neki autori (A. Sent-Đerđi) to nazivaju sintropijom. Razmena energije, supstance i informacija sa sredinom koja ih okružuje žive sisteme čini otvorenim sistemima. Pritom se u odnosu na okolinu ne izjednačavaju energetske potencijali, hemijski sastav, što je karakteristično za neživu materiju. Neki autori smatraju da je upravo u tome najveća razlika između žive i nežive materije.



Po Šredingeru protivrečje žive materije II principu termodinamike samo je prividno! U razmeni neuređenosti između živih organizama i neživog ambijenta ukupna entropija ipak raste. Život je sistem koji invertuje prirodni rast entropije, što je osnovni proces koji stanje života odvaja od neživog stanja.



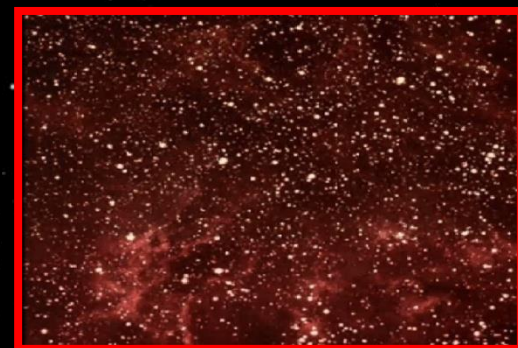
Lokalno smanjenje entropije živih sistema moguće je samo na račun rasta entropije okolne sredine. Svaki organizam može postojati jedino u slučaju dvostrane veze sa sredinom (drugim organizmima i neživom materijom). Živi organizmi menjaju okolinu (npr. pojava biljaka je promenila sastav atmosfere), ali se kroz mutacije i prirodnu selekciju njoj prilagođavaju.



## *Da li supernove stvaraju ili uništavaju život?*

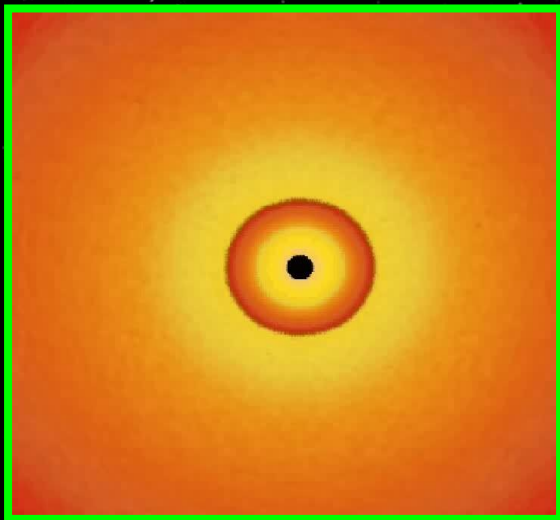
S obzirom da se život mora da bazira na složenim molekulima, jasno je da osim osnovnih elementa u njihov sastav moraju da uđu i teži elementi.

Atomi "teži" od gvožđa javljaju se kod "recikliranih" zvezda (u Mlečnom putu oko galaktičkog diska). Teži elementi mogu poticati od eksplozija supernovih zvezda ( $r$ -procesi) i oni se ugrađuju na svom putu u oblake gasa od kojih će se tek formirati zvezde. Prisustvo težih elemenata u živim organizmima sužava broj nastanjenih svetova, jer se ovi elementi ne nalaze baš u svakoj zvezdi. Osim toga, njihovo prisustvo ukazuje da je u svakom od nas delić neke zvezde!



**U tom smislu** supernove su bitne za formiranje života na planetama, jer su zahvaljujući njima nastali elementi koji su neophodni za funkcionisanje života.

**Sa druge strane**, eksplozija supernove može biti pogubno za formirani život. **Prilikom kolapsa zvezdanog jezgra u njemu se formira radioaktivni nikl koji oslobađa velike količine energije unutar ostatka zvezde u kojoj više nema fuzionih reakcija.**



Kako stvari stoje za Zemlju ovo zračenje ne bi bilo opasno, jer se supernove uglavnom odvijaju u blizini jezgra Galaksije. Verovatnoća da S. sistem tokom naredne 2 milijarde godina prođe na 15 sg od neke supernove je manja od  $10^{-2}$ .

Pretnja za život na Zemlji, ali i na drugim planetama čije su matične zvezde u GHZ, bila bi zbog prodiranja UV zračenja i uništavanja ozonskog sloja. Procene su da bi eksplozije supernovih po život na Zemlji imale poguban efekat ukoliko bi se desile na rastojanju manjem od 30 sg. U ovoj oblasti od Sunca nema takve masivne zvezde koja bi mogla da ugrozi život na našoj planeti u narednih nekoliko miliona godina.



# Voda - astrobiološki značaj i njeno poreklo na Zemlji



*“Voda je život. Ona je morska smeša iz koje smo nastali, pulsirajući cirkulatorni sistem sveta. Svoje civilizacije zasnivamo na obalama mora i velikih reka. Naš najdublji strah je da imamo premalo ili previše vode!”*

*Barbara Kingslover*

Za život voda je najpodesniji tečni omotač planeta. On dopušta visoke koncentracije rastvorenih jedinjenja i ne ograničava pokretljivost molekula. **U njemu mogu biti rastvoreni jednostavniji organski molekuli.** U tečnosti je veća pokretljivost molekula i bolja zaštita od visokoenergetskih (npr. UV) fotona matične zvezde.

Oko 70% ljudskog organizma čini voda. Njena značajna osobina je da je u tečnom stanju u širokom temperaturnom intervalu.

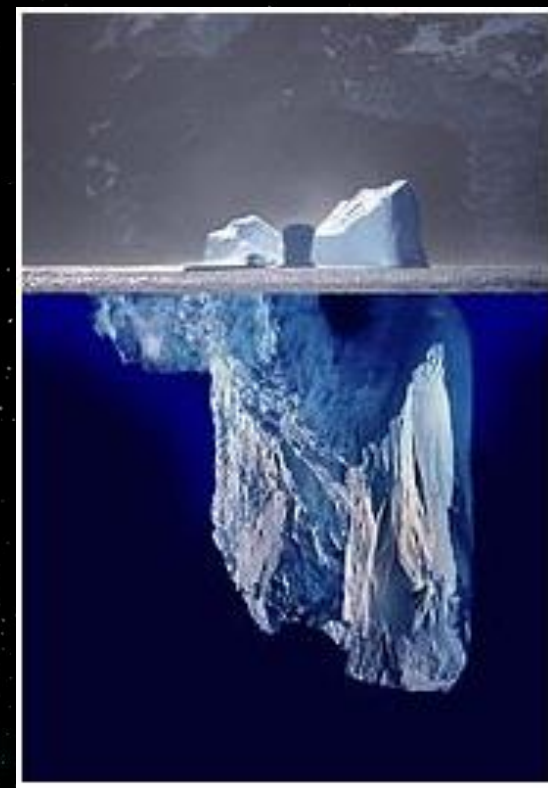


Za termoregulaciju je bitno što je njen toplotni kapacitet visok i što joj je, pri normalnom pritisku, visoka temperatura ključanja. Dobar je ("univerzalni") rastvarač, što je od izuzetnog značaja za formiranje života.

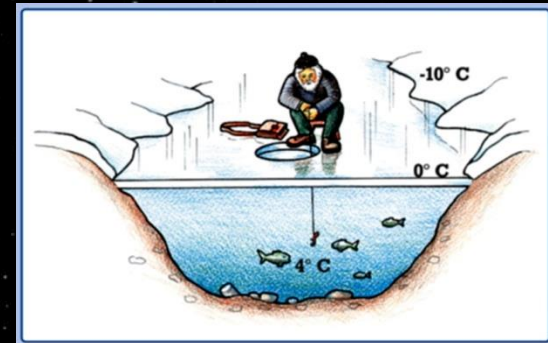
Osim vode, najpogodniji tečni omotači i dobri rastvarači su i amonijak, etan ili metil-alkohol. Oni su tečni u širokom temperaturnom intervalu, ali na nižim temperaturama, a tada su molekuli slabo pokretljivi i reakcije sinteze su teže ostvarljive. Voda je u Kosmosu od njih zastupljenija i bolji je rastvarač.



Na Zemlji se praktično sve hemijske reakcije vezane za život odvijaju u vodi. Ona ima i za opstanak života vrlo važnu anomaliju – gustina tečne vode veća je od gustine vodenog leda. Većina tečnosti se skuplja prilikom hlađenja tako da im gustina raste. To se događa i sa vodom, ali samo do  $+4^{\circ}\text{C}$ . Daljim hlađenjem ona počinje da se "širi". Pošto je led "širi" od jednake količine vode, gustina mu je manja, zbog čega pliva na vodi.



Kada bi se voda prilikom zaleđivanja bila kao ostale tečnosti, led bi tonuo na dno i život bi bio nemoguć u vodama koje se lede. S obzirom da je Zemlja tokom istorije u više navrata bila pokrivena ledom i podsećala na ledenu grudvu, da nije bilo ove anomalije život na njoj bi izumro.



## *Dakle, život na Zemlji je opstao zahvaljujući anomaliji vode!*

NASA je 2010. objavila rezultate spektroskopske analize površine asteroida 24 Temis. Reč je o asteroidu iz glavnog asteroidnog pojasa sa dimenzijama od 200 km. Analize, urađene pomoću teleskopa na Havajima, pokazale su da je asteroid pokriven ledom i organskim materijalima.

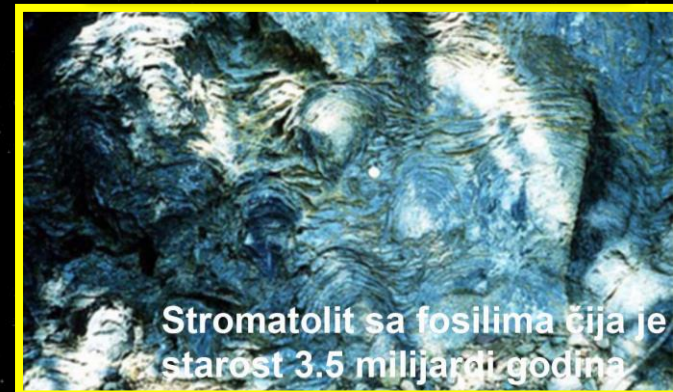
*To je još jedan dokaz da su prebiološki molekuli i voda na Zemlju možda dospeli iz Kosmosa.*





Postojanje svetskog okeana omogućilo je nastanak života. Na osnovu prisustva  $C^{13}$  i  $C^{14}$  u stenama, neki autori smatraju da je život nastao pre 3.8 milijardi godina. Većina ipak smatra da su prve prokariote (jednoćelijski organizmi bez jedra, modro-zelene alge) nastale pre 3.6 milijardi godina. Prvi život "stvarao" se 100 miliona godina, i to u hidrosferi, koja ga je štitila od ubitačnog UV zračenja i koja je omogućavala dobru pokretljivost prebioloških molekula.

**De Jong** – u vodi su stvarane koercervatne kapi koje su se spajale u veće i upijale supstance iz okolnog rastvora. **L.M. Muhin** – život je nastao u oblastima podvodnih vulkana, gde je bogatstvo mineralima bilo ogromno. **Viljem Martin i Majkl Rasel** – život je nastao u oblastima hidrotermalnih izvora na dnu okeana.



**Ali stvaranje života u vodi je kontroverzno:** Velika količina vode usmeravala je procese ne u smeru sinteze, već u smeru hidrolize (razlaganja aminokiselinskog lanca uz pomoć vode).

**Dakle:** s jedne strane voda je neophodna za formiranje života, ali je sa druge strane, fatalna za proces polimerizacije.

**Hidroliza je hemijska reakcija raspada molekula hemijskih jedinjenja na dva manja fragmenta pod uticajem kontakta sa vodom ili vodenom parom. Obično se reakcija hidrolize odvija po opštem šablonu:**



Hidroliza je suprotan proces od hidrolitičke kondenzacije – tj. reakcije spajanja dva ili više molekula sa izdvajanjem molekula vode.

U živim ćelijama proces polimerizacije dešava se u vodenoj sredini, ali zahvaljujući kompleksnom sistemu enzima, koji pomeraju ravnotežu hem. reakcija u smeru nastanka polimera. U početku hem. evolucije nije se moglo računati na taj mehanizam.

Otuda modeli (Bernal) u kojima se razmatraju situacije da se aminokiseline koncentrišu u periodično suvim blatnjavim lagunama i kondenzuju pod delovanjem suve toplote.



## *Kontroverze oko porekla vode na Zemlji*

Starost Zemlje je oko 4.6 milijardi godina. U početku ona nije imala okean. Neki autori smatraju da su okean i atmosfera Zemlje nastali degazacijom tla ili od vulkanskih erupcija kada je u atmosferu dospela vodena para, koja se potom kondenzovala .

U početku Zemlja je bila usijana zbog sažimanja i izloženosti velikom meteoritskom bombardovanju, pre oko 4.2 milijarde godina.

Protoplanetarni materijal, koji je padao na Zemlju, sadržao je zarobljene gasove ( $H$ ,  $CH_4$ ,  $NH_3$ ,  $CO_2$ , vodena para).





Pod delovanjem visokih t-ura na, tada vreloj Zemlji, ovi gasovi su odlazili u atmosferu. Kondenzovanje vodene pare i kiše omogućeni su tek kasnijim padom temperature i hlađenjem Zemlje.

Naslage stena Isua supracrustal (Grenland)



Kada je temperatura pala na 400–500°C, pre oko 3.7–3.8 milijardi godina, započela je kristalizacija stena. Na osnovu specifične raspodele Zn, zaključeno je da su stene u to vreme bile na dnu prvobitnog okeana, što je ukazalo da su već tada na Zemlji postojale značajne količine vode.

Primarna atmosfera Zemlje bila je gušća od današnje i imala je mnogo vodonika. Vremenom on je reagovao sa oksidima (FeO) u magmi, što je bio jedan od načina stvaranja vode i smanjenje njegovog prisustva u atmosferi.

Taj period karakterišu gusti oblaci, munje, kiše, trenutno isparavanje vode. Pad temperature planete i njene atmosfere omogućio je zadržavanje tečne vode na površini.

**Ali**, analiza količine vodonika u primarnoj atmosferi i vode na planeti (koja se nije menjala od kako je nastala) ukazuje da sva voda na Zemlji nije mogla da nastane na ovaj način.

**Mnogi autori tvrde da** vodu na Zemlju donele kometa, koje su konglomerati stena i vodenog leda. **Ovu hipotezu prate kontroverze.** Pokazuje da je odnos D/H kod 4 komete za faktor 2 veći u odnosu na vodu na Zemlji (na 11 obične" morske vode dolazi 0.2 ml teške vode). Moguće je da su "ranije" komete bile drugačijeg sastava od "kasnijih".



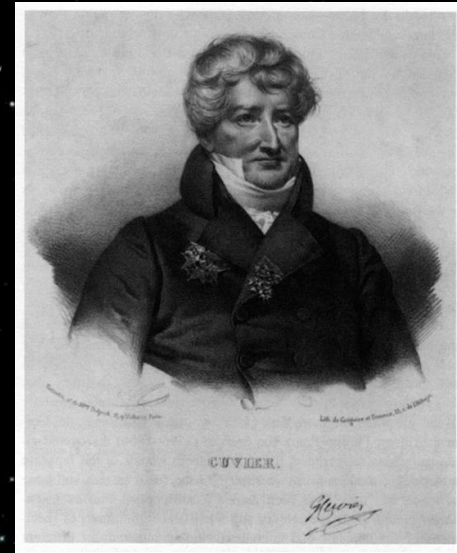
U moguće donosioce vode spadaju i stenovite planetezimale (ugljenični hondriti iz asteroidnog pojasa), kod kojih prisutna voda nije imala isti odnos D/H kao kod kometa, već je on približniji odnosu kod današnje vode u okeanu. To sugerira da su oni bitan "donosilac" vode u okeanu.

Realna situacija je najverovatnije da su svi pomenuti procesi imali svoj doprinos u stvaranju današnje količine vode na plavo-zelenoj planeti.



## Katastrofe – faktor uništenja ili razvoja života?

U 18. i 19. veku javljaju se teorije o katastrofama kao značajnom aspektu stvaranja i razvoja života. Rodonačelnik teorije katastrofizma je Žorž Kivije. Po ovoj teoriji, biološki organizmi su stvoreni od Boga, a sled katastrofa doveo je do nestanka mnogih organizama i stvaranja sedimentnih slojeva sa njihovim fosilima.



Njegov katastrofizam podrazumevao je da se u geološkim katastrofama gubila postojeća flora i fauna, ali da je novi organski svet nastao novim aktom tvorca (Boga).

Evoluciona katastrofa predstavlja masovno izumiranje bioloških vrsta i nepovratnu promena smera evolucije. U geološkoj istoriji Zemlje zabeleženo je pet velikih evolucionih katastrofa, tokom kojih je došlo do izumiranja 99% bioloških vrsta.



# Mogući uzročnici evolucionih katastrofa

**Vulkanizam:** veliki, super vulkani mogu neposredno uticati na ekstinkcije ili posredno, promenom klime. Tipičan primer: Toba (Sumatra, Indonezija). U ovoj erupciji od pre 71 500 god. izbačeno je 2800 km<sup>3</sup> pepela, tako da je to najjači vulkan za poslednjih 25 miliona godina.

Tobo je doveo do klimatskih promena. Temperatura na Zemlji opala je za 3–5°C, što je planetu uvelo u period glacijacije i izumiranje velikog broja vrsta.



Smatra se da je broj ljudi na Zemlji nakon ove kataklizme sveden na svega 2 000. Neki autori tvrde da to objašnjava "jednolikost" današnjih ljudi, koji potiču upravo od tih par hiljadapreživelih.

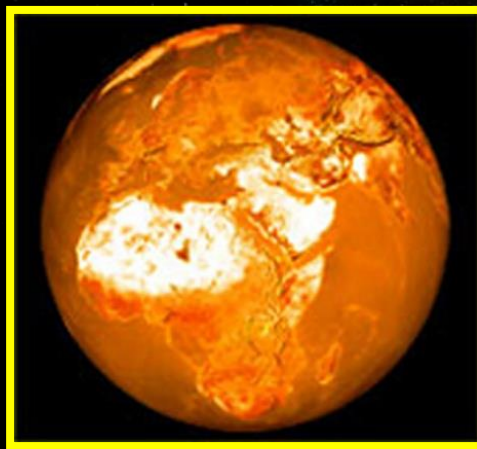
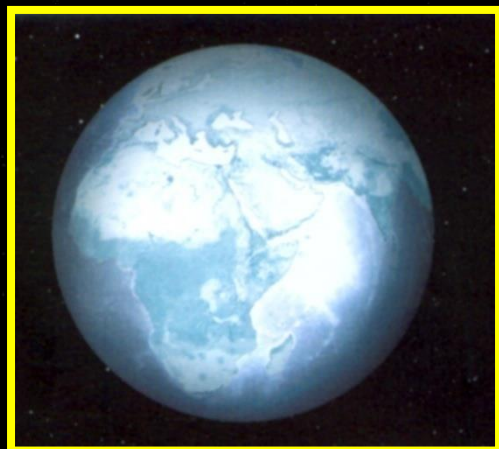
**Klimatski** – Tokom Zemljine istorije klima se menjala zbog:

**1) astronomskih razloaga** (promena intenziteta Sunčevog zračenja, kretanje Sunca kroz galaktičku sredinu različite t-re, gustine kosmičke prašine i gasova, promene položaja Sunca i Zemlje, itd.)

**2) promene na samoj Zemlji** (promena smera proticanja toplih i hladnih struja i vetrova, količine padavina, itd.)

**3) promene u Zemljinoj atmosferi** (promene koncentracije gasova, čestica prašine, vodene pare, itd.)

Pre svega astronomski razlozi u istoriji Zemlje doveli su do naizmenične smene toplih i hladnih perioda.



Od pre 940 miliona godina do danas utvrđeno bilo je pet velikih ledenih doba. Klimatske promene bitno su uticale na biosferu. Velike klimatske promene dovela su do velikih izumiranja.

Prisustvujemo značajnim klimatskim promjenama, kojima su prema analizama naučnika u IPCC-u "kumovale" ljudske aktivnosti. U toku je najbrže masovno izumiranje u geološkoj istoriji Zemlje. Naučnici veruju da je samo u toku XX veka nestalo 20 000 do 2 miliona bioloških vrsta.

**Astronomski:** udar kometa ili asteroida, eksplozije supernovih, snažne eksplozije na Suncu, itd.

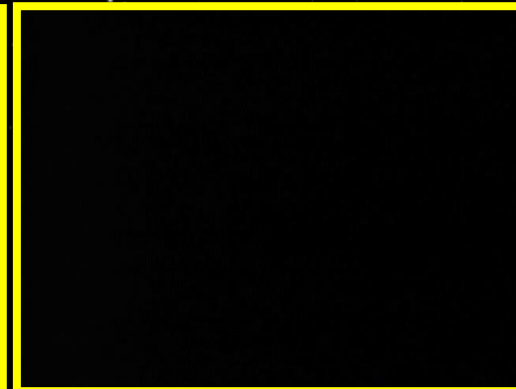
Neke kosmičke kataklizme (prostorno bliske supernove ili gama bleskovi) dovele bi do potpunog izumiranja života na Zemlji (sterilizirajući procesi). Nema podataka da su se takvi procesi odvijali u vreme postojanja života na našoj planeti.



**Astronomski:** udar kometa ili asteroida, eksplozije supernovih, snažne eksplozije na Suncu, itd.

Neke kosmičke kataklizme (bliske supernove ili gama bleskovi) dovele bi do potpunog izumiranja života na Zemlji (sterilizirajući procesi). Nema podataka da su se takvi procesi odvijali u vreme postojanja života na našoj planeti.

Udari kometa ili asteroida u Zemlju bili su mnogo češći. Njihove posledice bile su različitog intenziteta, a najpoznatija je izumiranje dinosaurusu i preko 2/3 ostalih bioloških vrsta od pre 65 miliona godina.



A možda je ovo bio razlog izumiranja dinosaurusu. Zato je naša skupština povukla pravi potez izglasavanjem "onog" zakona.



Pravi razlog izumiranja dinosaurusu

Dakle udari kometa ili asteroida mogu biti pogubni po život na planeti. **Neposredna razaranja (požari, cunami, izmene reljefa), ali i klimatske promene, nakon udara većih tela, uzrok su velikih ekstinkcija živog sveta na Zemlji. kojih je za poslednjih 550 miliona bilo je pet velikih izumiranja živog sveta.**

**Tu je još jedna kontraverza astrobiologije. Ekstinkcije su ostavljale upražnjene ekološke niše. Njih je ubrzano popunjavala ekspanzija novih, prilagodljivijih taksona. Npr. nestanak dinosaurusu doprineo je naglom razvoju ptica i sisara.**

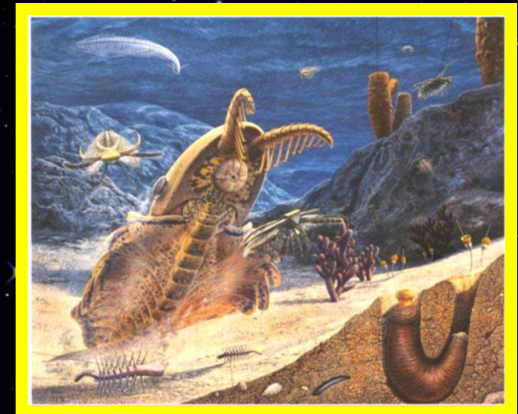
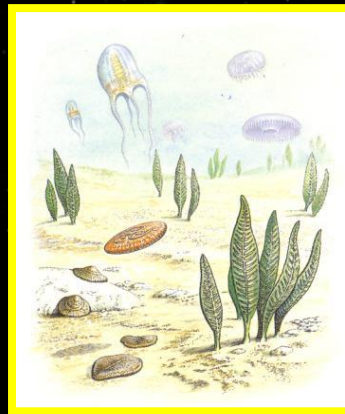
Smene perioda kriza i stabilnosti na svakih 20–30 miliona godina povoljno utiču na evoluciju života.



Ako motor "radi" prebrzo, velika tela "udaraju" prečesto, život ne dobija priliku da se razvije do inteligentnih formi. Ali, ako motor "radi" sporo i ova tela udaraju retko u planetu, u nepromenljivom okruženju život nema potrebe da se menja i evoluiru prema naprednijim formama.

Takav primer ekspanzije "života" je kambrijumska eksplozija (pre 600 miliona godina). To je najznačajniji i najmisteriozniji događaj u istoriji života na Zemlji. Tada je došlo do nagle pojave složenih višćelijskih makroskopskih (**metazoe**).

Po svemu sudeći, to je omogućeno dovoljnom količinom kiseonika u atmosferi, povoljnim rasporedom kopna i mora i krajem jednog velikog ledenog doba.

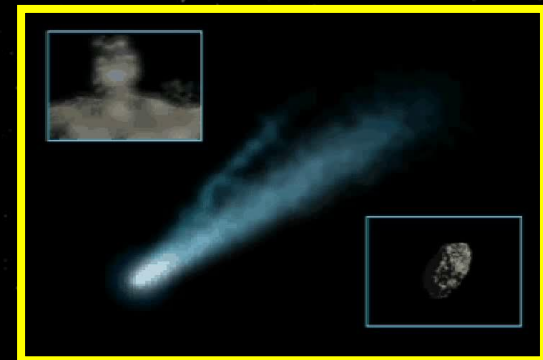


U Sunčevom sistemu, gravitacionim delovanjem na asteroide i komete, Jupiter je "podesio" motor evolucije na Zemlji

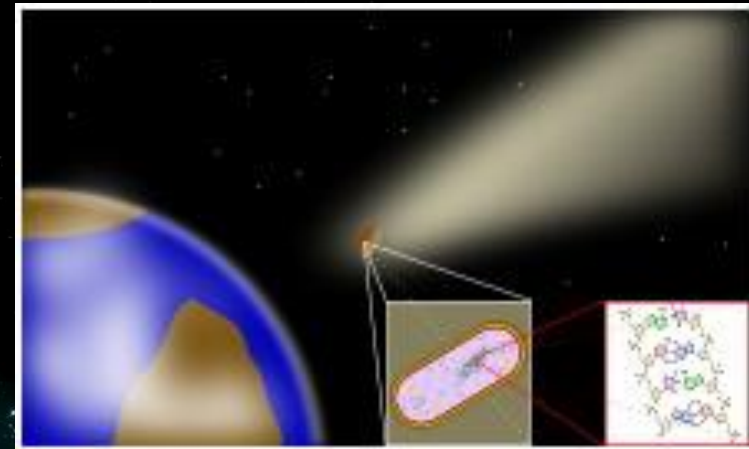
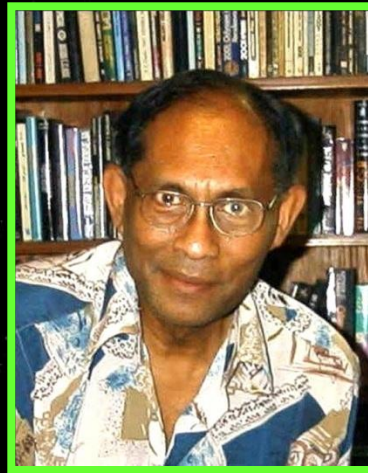
On je smanjivao fluks kometa koje bi udarile u Zemlju i uzrokovala masovna izumiranja. Manja učestanost sudara povećala je nastanjivost Zemlje. S druge strane, u ranoj istoriji Zemlje, Jupiter je usmeravao komete ka Zemlji koje su doprinele prisustvu vode na njoj, a po svemu sudeći, i života.



F. Dajson – polazno obitavalište života su komete, a ne planete. Jezgra kometa sadrže radiaktivne materijale, koji obezbeđuju energiju za sintezu. Problem je njihova slaba gravitacija.







**Padovi kometa na Zemlju imali su katastrofalne posledice. Ali ovi sudari ne moraju uvek da znače kataklizmu.**

**Fred Hojl i Čandra Vikramasinge (1978, *New Scientist*) – analizirali su napad gripa u engleskim školama. Bolest se prostirala brzo kroz velike oblasti, iako se virusi kreću na Zemlji mnogo sporije. Zaključili su da su virusi prošli kroz atmosferu i da su odjednom "zasejali" veliku oblast. Smatrali su da su (kao i sam život) na Zemlju dospeli preko kometa. Tvrdili su da i danas pri prolasku kroz rep kometa na Zemlju dospevaju virusi! Autori tvrde i da je srednjevekovna epidemija kuge vanzemaljskog porekla!**

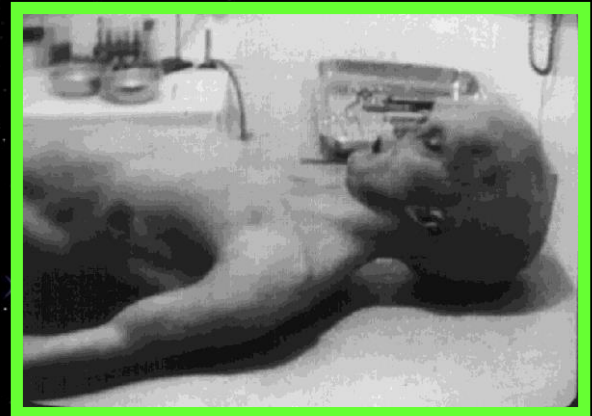


Hojl i Vikramasinge: život je kosmički fenomen. Panspermija Kosmosa obavlja se preko kometa. **Smatraju da je njihova unutrašnjost tečna (hemijski i radioaktivni (npr .  $^{26}\text{Al}$ ) toplotni izvori). Ona u geološkom smislu ostaje duže istopljena.**

**To omogućuje stvaranje autotrofnih anaerobnih bakterija, koje u zaleđenim delovima komete mogu dugo da ostanu u stanju hibernacije. Ako su primitivne bakterije postojale u protosolarnom oblaku, visoke temperature bliže Suncu "sterilisale" su unutrašnje planete. One su opstale u hladnijim kometarnim telima. Njihovim padom na Zemlju došlo je do "eksplozije" života. Deo živih bakterija izbačen je iz Sunčevog sistema svetlosnim pritiskom.**

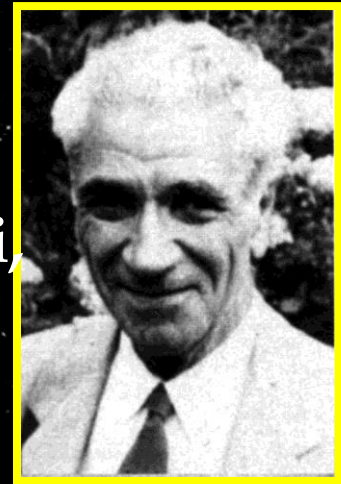
## *Where is Everybody?*

Verovatno da su najveće kontroverze u astrobiologiji povezane sa pitanjem postojanja VZC i mogućnosti komunikacije sa njima. Problem je "proključao" nakon pojavljivanja hiljada svedočanstava o uočavanjima letećih tanjira svih mogućih oblika i brzina kretanja. Od 1947. do danas na desetine letelica VZC srušilo se (uglavnom u SAD), vršene su obdukcije brojnih tela vanzemaljaca u potpunoj konspiraciji, ali sa očiglednom namerom da se što veći broj ljudi upozna sa tim tajnim "spisima" najpre u časopisima ezoterične štampe, a danas na hiljadama sajtova.



Priča je dobila zamah nakon incidenta Rozvel, 1947. **Američka palanka Rozvel, sa manje od 50 000 stanovnika, bila bi verovatno poznata kao rodno mesto Demi Mur i par golfera, da se nije baš tamo srušio leteći tanjir. Preduzimljivi Ameri od toga su napravili biznis. Nikli su UFO muzeji i prodavnice u kojima se prodaju plastične replike UFO-a, koje, normalno, prave Kinezi.**

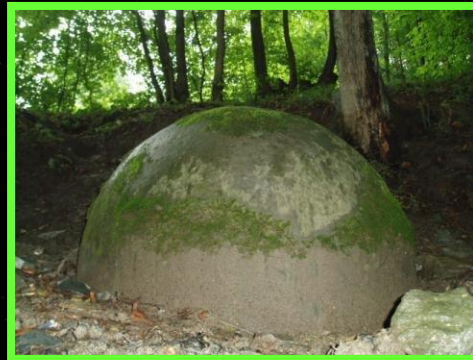
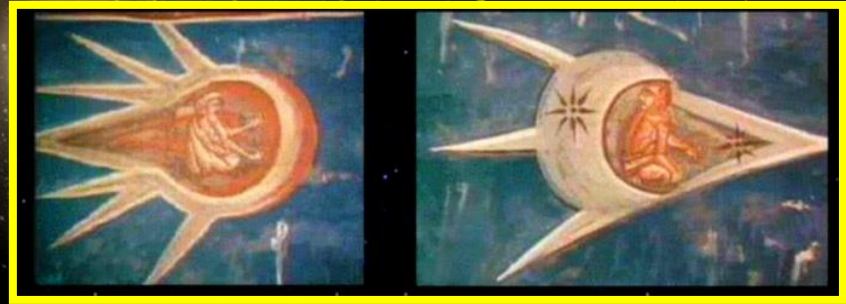
Vanzemaljci su kidnapovali više hiljada ljudi, radili im svašta. Pravi šampion je Džordž Adamski, kojeg su "uzimali" više puta, pa im dođe ko stari znanac.



Udes letećeg tanjira, Rozvel, 8.6. 1947.



Kod nas ih Dragoslav Milenković Šou ugošćuje svake godine na Rtnju. Ispostavilo se da smo za njih znali odavno (detalji na fresci "Raspeće Hristovo" u Velikim Dečanima). Pojavila se i njihova umetnost (krugovi u žitu, kamene kugle, kipovi na Uskršnjim ostrvima, Naske monumentalni crteži, itd.)



Ispoljili su dobre namere (setimo se prosvetiteljske misije kod Dogona), ali ko zna?



Astronom Dž. Hajnek autor je poznate klasifikacije od pet vrsta mogućih bliskih susreta sa vanzemaljcima:

**Bliski susret prve vrste:**

viđenje letelice ili nepoznate pojave na udaljenosti većoj od 150 m.



**Bliski susreti druge vrste:**

viđenje letelice ili nepoznate pojave na udaljenosti manjoj od 150m, kao i fizičkih tragova na tlu koje je ostavila letelica.

## Bliski susret treće vrste:

viđenje čudnih bića u blizini letelice.

**Bliski susret četvrte vrste:** fizički kontakti sa vanzemaljcima.

**Bliski susret pete vrste:** direktna komunikaciju sa vanzemaljcima i interaktivni kontakt.

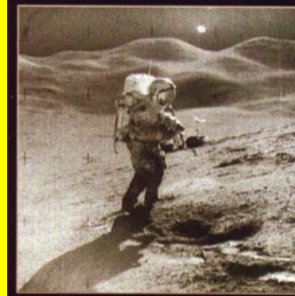
U onoj vrsti štampe počinju da se objavljuju snimci kontakata. Takvi su snimci kontakata sa vanzemaljcima na Meseu. Inače to su objavili časopisi u kojima se tvrdi da ljudi nikada nisu bili na Meseu.



APOLO 12



APOLO 14

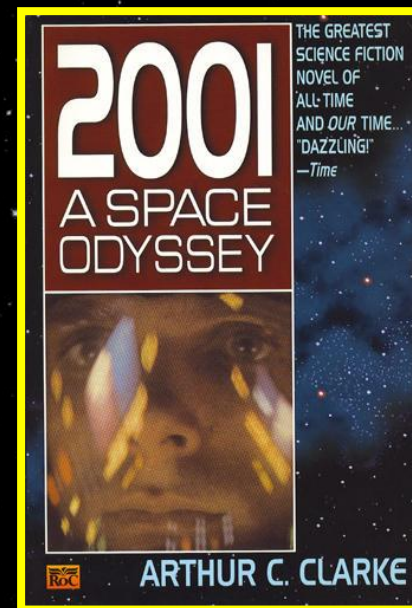


APOLO 15

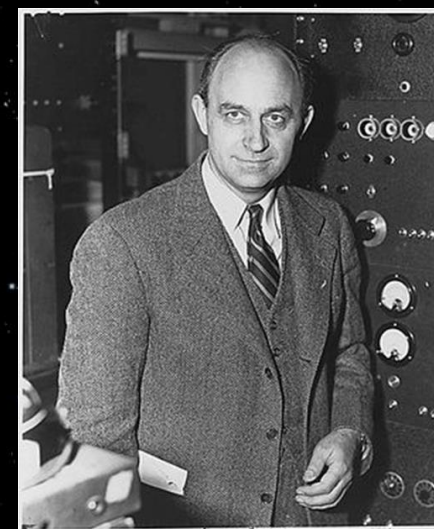


APOLO 16

Sva ta situacija nije mogla da ne utiče na umetnost i njeno poimanje kontakata sa VZC.



**Ali uticala je i na nauku.** Direktnih dokaza postojanja VZC nije bilo i nema. **Sasvim je logično i suštinski bitno pitanje, nakon silne pomame, koje je postavio Enriko Fermi.** U parafraziranoj formi ono više odgovara svom nazivu – Fermijev paradoks: “Ako već postoje, gde su svi oni?”





Mogućnost opažanja vanzemaljskih civilizacija zavisi od njihove rasprostranjenosti, udaljenosti od Zemlje, tehničke osposoljenosti tragača, ali i tehničkog nivoa civilizacije za kojom se traga.

Prema stepenu razvoja, 1964. g. ruski astrofizičar Nikolaj Kardadžev je kosmičke civilizacije svrstao u tri tipa. Nešto kasnije Karl Segan je, na osnovu energije koju civilizacije mogu da kontrolišu, u ovu tipologiju uveo nešto finiju podelu.

$$K = \frac{\log_{10} W - 6}{10}$$

K je koeficijent tipa civilizacije, W je autput snage (snaga kojom civilizacija raspolaže).



**Tip I (K I):** civilizacije koje kontrolišu energiju svoje planete. Mogu da utiču na klimu, predupređuju zemljotrese. Kontrolišu energiju kojoj odgovara  $10^{16}$  –  $10^{17}$  W. K I su ipak suočene sa strahom od izumiranja u prirodnim kataklizmama (sudar sa kometom, asteroidom, ...).

Mi još uvek nismo dostigli ovaj tip. Po Seganovoj klasifikaciji naša civilizacija pripada tipu 0.7. Kada bi čovečanstvo bilo u situaciji da kontroliše sve energetske resurse na Zemlji (uključujući i energiju koja do nje dolazi sa Sunca) tip naše civilizacije bio bi 1.12.

**Tip II (K II):** civilizacije koje u potpunosti kontrolišu energiju matične zvezde. Podsećanja radi: luminoznost Sunca je  $3.84 \cdot 10^{26}$  W. KII su detaljno istražile svojplanetarni sistem. Raspoložu energijom kojoj odgovara  $10^{26}$  W. To im omogućuje da mogu da kolonizuju bliske zvezdane sisteme.

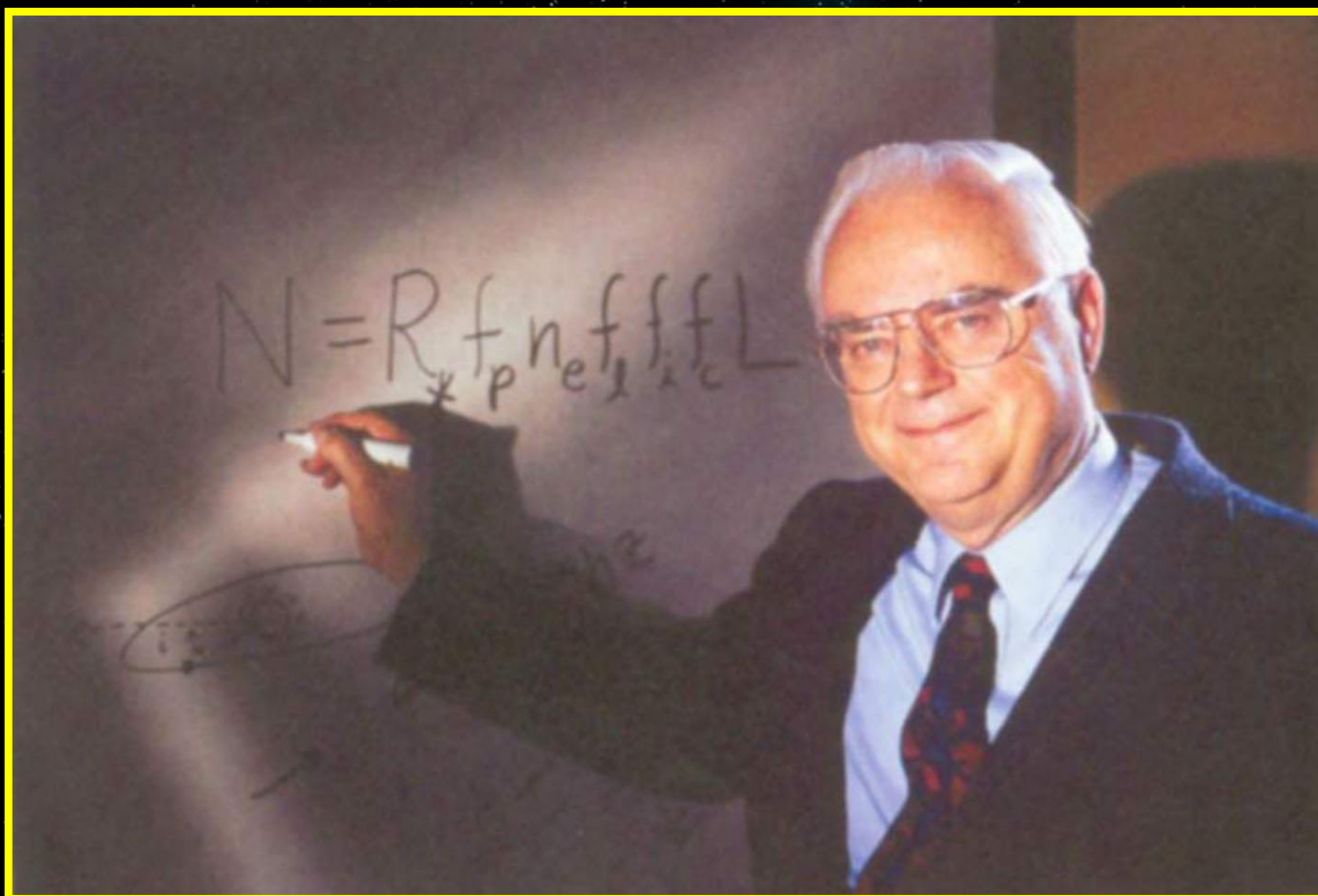
Prividno su imune na mogućnost izumiranja. Mogu da utiču na regulisanje prirodnih potencijalno opasnih procesa na sopstvenoj planeti (trusovi, vulkani, ...), kao i na uklanjanje opasnosti od mogućih sudara sa kometama i asteroidama. Tragovi ovih civilizacija mogu se uočiti na rastojanjima do deset miliona svetlosnih godina.

**Tip III (K III):** civilizacije sa božjim sposobnostima, koje kontrolišu energiju svoje galaksije ( $10^{37}$  W). **Upravlja**ju vremensko–prostornim kontinuumom. Egzistenciju može da im ugrozi jedino kosmološka propast Univerzuma. Tragovi ovih civilizacija uočljivi su do deset milijardi svetlosnih godina.

Neki autori su napravili ekstenzije uvodeći i civilizacije tipa IV. Po Michio Kaku to bi bile civilizacije koje mogu da kontrolišu i tamnu energiju Univerzuma, a Zoltan Galantaš smatra da bi to bile civilizacije koje bi mogle da proizvedu energiju “vidljivog” Univerzuma ( $10^{45}$  W).

## Drejкова jednačina (Univerzitet Kornel, 1961)

Pomoću nje moguće je odrediti broj  $N$  civilizacija koje mogu da učestvuju u komunikacijama u Galaksiji.



Frenk Drejk je 1960. obrazložio ovu jednačinu na konferenciji posvećenoj traganju za vanzemaljskim civilizacijama u Grin Benku. Od tada do danas ona je više puta modifikovana tako da se u literaturi sreće u nekoliko varijanti. Jedna od njih je:

$$N = R f_s f_p n_e f_i f_j f_c L$$

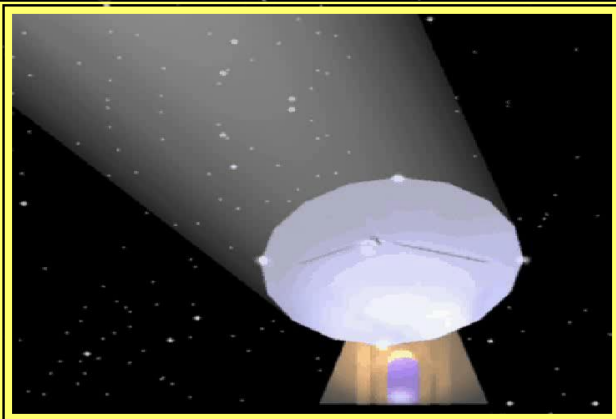
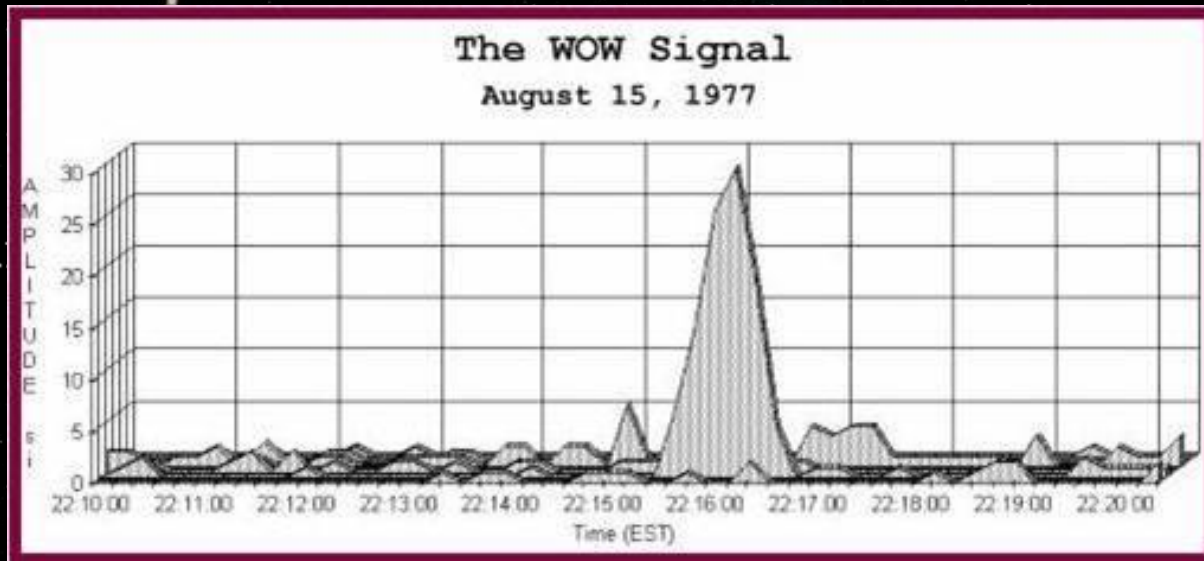
- R** – brzina nastanka novih zvezda u Galaksiji (oko 20 godišnje).
- f<sub>s</sub>** – definiše koliki deo novonastalih zvezda je sličnih Suncu tj. brzinu kojom se u Galaksiji rađaju zvezde nalik Suncu.
- f<sub>p</sub>** – verovatnoća da zvezda slična Suncu ima planetarni sistem.
- n<sub>e</sub>** – broj planeta po sistemu koje su pogodne za nastanak života.
- f<sub>i</sub>** – procenat nastanjivih planeta u planetarnom sistemu na kojima se razvio život.

- $f_j$  – procenat planeta na kojima se pojavio inteligentan oblik života.
- $f_c$  – procenat inteligentnih vrsta koje čine tehnološku civilizaciju.
- $L$  – trajanje civilizacije u komunikativnoj fazi izraženo u godinama.

Problem Drejkove jednačine je što današnja nauka nema prave vrednosti parametara koji u njoj figurišu. Otuda je broj civilizacija koje mogu komunicirati od 1 do više miliona. **Ali, ma kako maliciozno zvučalo, ne treba gubiti iz vida Ajnštajново zapažanje iz Marfijevog zakona: "Ukoliko se formule odnose na realnost, nisu sigurne; ukoliko su sigurne, ne odnose se na realnost!" Pa vi sad vidite!**

Onda se pristupilo lovljenju bilo kakvih signala VZC.

Onda se pristupilo lovljenju bilo kakvih signala VZC. I OZMA i SETI i sijaset drugih traganja – ništa! Samo jedan neznano odakle, sumnjiv *wow* signal snimljen u Ohaju 1977. godine



Wow!

1		2		1	4	3
1	16	1		1		1
1	11	1		1		11
1						1
6	2				31	
1E24	3	12	1	21	1	
Q	1	1	2	1	1	1
U	1	1	1	3	7	1
2J	31	3	111		11	1
51				1	1	
14	1	113			2	11
1	3	1	1	1		
1	4		1	1	1	11
4	1	1	1	11		111
1			1		2	1
1	1	1			11	1
1			1			14



## A zašto?

Brojne odgovore na ovo pitanje možete dobiti u knjizi "Gde su vanzemaljci?" Stivena Veba.

Najjednostavniji odgovori su da smo sami, da su među nama, ali se zovu.... Da su jako udaljeni, da nemamo energetske resurse za komunikacije, da nismo u stanju da dešifrujemo poruke koje šaljemo jedni drugima, da ne znamo na kojim frekvencama da komuniciramo, itd.





*I tako! Astrobiologija je puna nerazrešenih pitanja. To je logično pošto se radi o mladoj nauci sa vrlo složenim predmetom istraživanja i sa još uvek nedovoljno izgrađenom metodologijom i oskudnim brojem proverenih i proverljivih podataka i informacija. Ali je mlada i razvijaće se. I dobiće odgovore. Međutim...*

*Onog trenutka kada svi astrobiolozi budu isto mislili, ona više neće biti nauka!*

Ajd' u zdravlje!



*Ovo je bilo predavanje prof. Gajića!*



***Хвала на пажњи!***

