

Sunčica Remenar, prof.
doc. dr. sc. Mirela Sertić Perić
Fran Rebrina, mag. biol. exp.
Snježana Đumlija, prof.

Biologija 2

UDŽBENIK IZ BIOLOGIJE ZA DRUGI RAZRED GIMNAZIJE

3. izdanje



2022.



Nakladnik

ALFA d. d. Zagreb

Nova Ves 23a

Za nakladnika

Ivan Petrić

Direktorica nakladništva

mr. sc. Daniela Novoselić

Urednica za Prirodu, Biologiju i Kemiju

mr. sc. Daniela Novoselić

Recenzija

izv. prof. dr. sc. Renata Matonićkin Kepčija

Branka Gašparić, prof.

Lektura

Vera Žužić

Korektura

Marijana Ivić

Likovno i grafičko oblikovanje

Edita Keškić

Đuro Jelečević

Ilustracija

Igor Bojan Vilagoš

shutterstock.com

Fotografija

arhiva Alfe

shutterstock.com

Digitalno izdanje

Alfa d. d.

Mozaik Education Ltd.

Tehnička priprema

Alfa d. d.

Tisak

Og grafika d. o. o.

Proizvedeno u Republici Hrvatskoj, EU

Udžbenik je uvršten u Katalog odobrenih udžbenika rješenjem Ministarstva znanosti i obrazovanja Republike Hrvatske:

KLASA: **UP/I-602-09/20-03/00007**, URBROJ: **533-06-20-0002**, od **30. travnja 2020. godine**.

CIP zapis dostupan je u računalnome katalogu Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem **001125295**.

OPSEG PAPIRNATOG IZDANJA	MASA PAPIRNATOG IZDANJA	KNJIŽNI FORMAT	CIJENA
216 str.	451 g	265 mm (v) x 210 mm (š)	115,00 kn

Digitalno izdanje dostupno je na digitalnoj platformi *mozaLearn* na internetskoj adresi **www.mozaweb.com/hr** pod identifikacijskim brojem **HR-ALFA-BIO2-2017**.

©Alfa

Ova knjiga, ni bilo koji njezin dio, ne smije se umnožavati ni na bilo koji način reproducirati bez nakladnikova pismenog dopuštenja.

Mozaik Education Ltd. zadržava intelektualno vlasništvo i sva autorska prava za komercijalne nazive *mozaBook*, *mozaWeb* i *mozaLearn*, digitalne proizvode, sadržaje i usluge proizvedene neovisno o nakladniku Alfa d. d.

SADRŽAJ

1. Pojava života na Zemlji

1.1. Postanak Sunčeva sustava i planeta Zemlje	8
1.2. Voda za život	12
1.3. Kako je nastao život na Zemlji	19

2. Prvi organizmi

2.1. Arhaična Zemlja – prvi znakovi života	28
2.2. Obilježja prokariota	34

3. Pojava eukariota i razvoj višestaničnih organizama

3.1. Pojava eukariota	42
3.2. Jednostanični eukarioti i prokarioti – sličnosti i razlike	46
3.3. Pojava višestaničnih organizama	55
3.4. Kako je građen i kako funkcionira višestanični organizam	60

4. Povećanje raznolikosti i život u vodi

4.1. Kambrijska eksplozija života	78
4.2. Sjedilački organizmi u vodi	85
4.3. Pokretni organizmi na dnu	99
4.4. Organizmi u slobodnoj vodi	110

5. Život na kopnu

5.1. Biljke osvajaju kopno	122
5.2. Prve životinje osvajaju kopno	129
5.3. Kralježnjaci izlaze na kopno	136
5.4. Doba velikih gmazova	141
5.5. Priroda u cvatu	146
5.6. <i>Od rovke do slona</i> – evolucija sisavaca	152
5.7. Primati u fokusu	160
5.8. Čovjek – osnovna obilježja	166
5.8.1. Organiziranost ljudskog organizma	167
5.8.2. Pokrov i zaštita tijela	171
5.8.3. Sustav za pokretanje	173
5.8.4. Optjecajni sustav	177
5.8.5. Dišni sustav	183
5.8.6. Prehrana i energija	187
5.8.7. Sustav za izlučivanje	194
5.8.8. Spolni sustav čovjeka	195
5.8.9. Kontrola homeostaze	203

Znanstveni nazivi vrsta	211
-------------------------------	-----

Dragi učenice, draga učenice,

stranice udžbenika *Biologija 2* sadrže mnoštvo zanimljivih tema koje su slijedom povezane u šest cjelina: Pojava života na Zemlji, Prvi organizmi, Pojava eukariota i razvoj višestaničnih organizama, Povećanje raznolikosti i život u vodi, Osvajanje kopna i Razvoj modernog čovjeka.

I ove školske godine, u drugom razredu gimnazije, na nastavi iz predmeta *Biologija* proširit ćeš i upotpuniti znanja iz različitih disciplina biologije – znanosti o životu. Poznavanje bioloških tema osnova je razumijevanja prirode koja te okružuje, procesa koji se u njoj događaju te poimanja sebe kao jedinstvenog i neponovljivog živog bića. Proučavanjem i istraživanjem spoznat ćeš koliko biologija ima značajnu ulogu u tvom životu i općenito životu suvremenog čovjeka.

Svaka cjelina ovog udžbenika počinje ilustracijom ili fotografijom, popisom tema koje cjelina sadrži, ključnim konceptima te ishodima učenja. Uvod u svaku temu čine ilustracija ili fotografija i pitanje koje će te motivirati na istraživanje i proučavanje različitih bioloških tema i fenomena. U tekstu udžbenika tamnije su otisnuti važni pojmovi (ključni pojmovi), a u povezivanju tema sa svakodnevnim životom pomoći će ti primjeri u rubrici *Uči (uoči) na primjeru* kao i zanimljivosti u rubrici *BioInfo*. Pitanja u rubrici *Provjeri znanje* imaju svrhu kratke provjere razumijevanja prethodnih tema i otprije usvojenih znanja te zanimljivog uvoda u novu temu. U rubrici *Sažetak* nalaze se ukratko opisani ključni pojmovi i spoznaje. *Prirodoznanstveni pojmovnik* sadrži kratak opis pojmova koji se spominju u tekstu (označeni zvjezdicom) ili su u uskoj vezi s temom te predstavljaju smjernice za daljnje istraživanje o temi.

Na kraju je popis vrsta i njihov znanstveni naziv radi bržeg pronalaženja točnih podataka o pojedinim vrstama organizama koji se spominju u udžbeniku.

Autori

1. POJAVA ŽIVOTA NA ZEMLJI



1.1. Postanak Sunčeva sustava i planeta Zemlje

1.2. Voda za život

1.3. Kako je nastao život na Zemlji?

KLJUČNI KONCEPTI



- ★ uvjeti na Zemlji omogućili su nastanak života
- ★ sveukupna svojstva vode čine Zemlju pogodnom za život
- ★ biološkoj evoluciji prethodila je kemijska evolucija.

Kad proučiš ovu cjelinu, moći ćeš:



- ★ povezati pojavu novih svojstava s promjenom složenosti organizacijskih razina u organizmu (BIO SŠ A.2.1.)
- ★ povezati abiotičke uvjete u praocéanu s postankom života (BIO SŠ B.2.3.)
- ★ povezati nastanak života s anaerobnim životnim uvjetima (BIO SŠ C.2.1.)
- ★ raspraviti o razvoju znanstvene misli tijekom prošlosti (BIO SŠ D.2.1.).

1.1. POSTANAK SUNČEVA SUSTAVA I PLANETA ZEMLJE



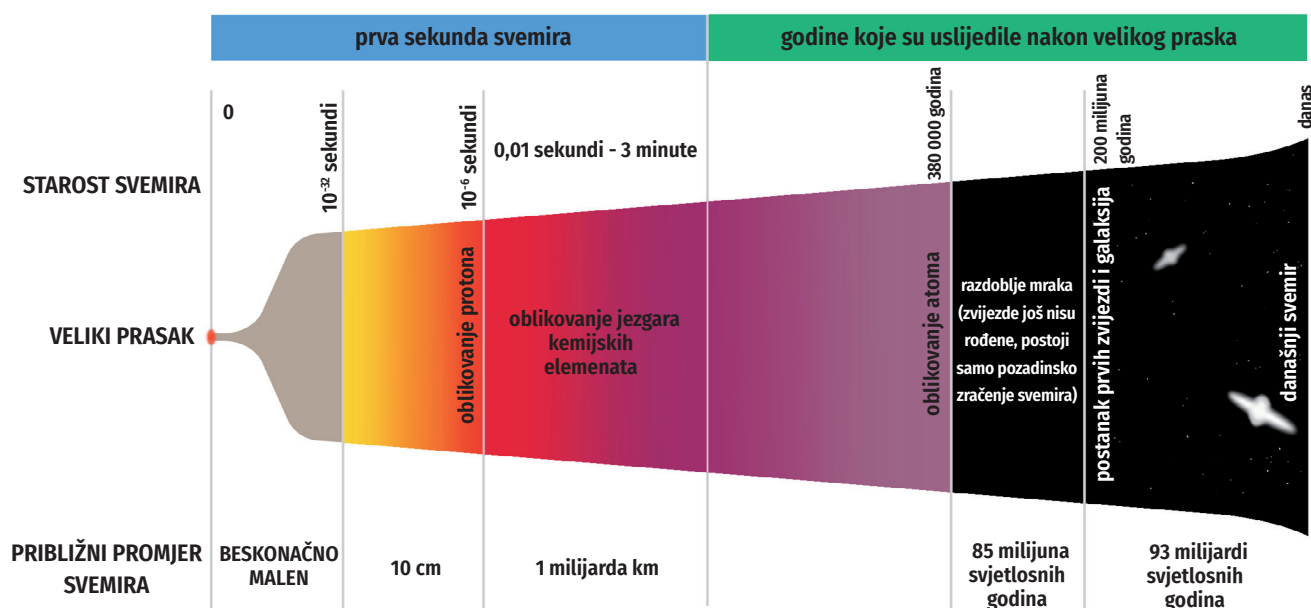
► *Slika 1.1.0. Tko može objasniti tajnu nastanka svemira?*

Kad proučiš ovu temu, moći ćeš

- ★ objasniti teoriju velikog praska
- ★ opisati postanak Sunčeva sustava
- ★ opisati uvjete na prvoj Zemlji.

Ljepota svemirskog prostranstva tijekom povijesti razvoja ljudske civilizacije poticala je različite predodžbe, od mitoloških do znanstvenih. Istraživanje svemira* oduvijek je bilo u žarištu interesa naše civilizacije. Postoje brojne pretpostavke i teorije o postanku svemira. Premda još uvijek ne znamo odgovoriti na mnoga pitanja vezana uz svemir i položaj Zemlje u njemu, znanstvena saznanja svakim su danom sve brojnija. Znanstveno objašnjenje postanka svemira daje nam astrofizika*.

POVIJEST SVEMIRA



► Slika 1.1.1. Evolucija svemira

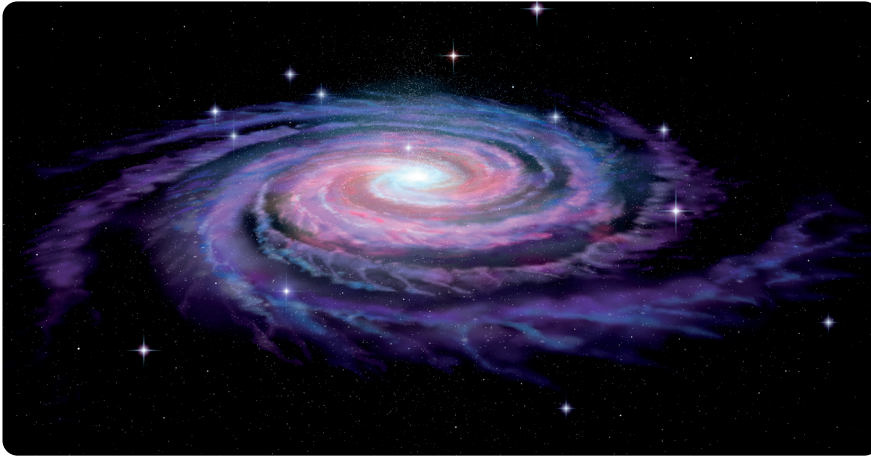
Postanak svemira

Kako bismo razumjeli kako je nastao naš planet, moramo se vratiti otprilike 13,7 milijardi godina unazad, do samog početka prostora i vremena kakvog poznajemo. Jedna od teorija koja objašnjava postanak svemira je teorija velikog praska (eng. *Big bang theory*) (slika 1.1.1.). U ključnom trenutku, iz neizmjereno male, vruće i zbijene točke tvari proširili su se prostor, vrijeme, tvar i energija. Tek rođeni svemir bio je velike gustoće i temperature, a promjer mu je iznosio stotine milijuna kilometara. Kada je temperatura pala ispod 6000 °C, jezgre su počele hvatati elektrone i nastali su prvi atomi. Tvar je ostala u svemiru, neravnomjerno raspoređena, a svemir se nastavio hladiti i širiti. Veće nakupine tvari gravitacijom su privlačile manje nakupine i tako su nastajale galaksije. U galaksijama su nastajale i još uvijek nastaju zvijezde, velike nakupine tvari u čijoj se užarenoj unutrašnjosti odvija nuklearna fuzija. Nuklearna fuzija proces je prilikom kojeg se jezgre manjih atoma spajaju tvoreći teže jezgre, a na taj način u zvijezdama nastaju jezgre svih ostalih elemenata. Svjetlost iz svemira rezultat je ovog procesa.

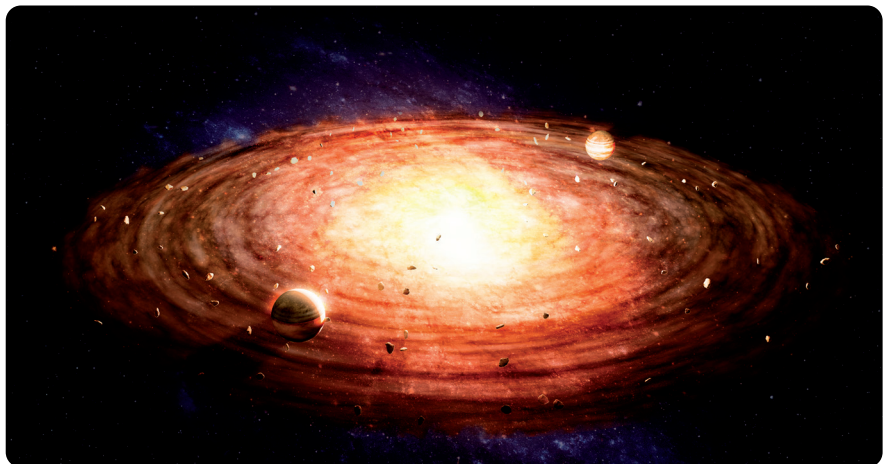
Postanak Sunčeva sustava i planeta Zemlje

Mliječna staza spiralna je galaksija kojoj pripada Sunčev sustav* i planet Zemlja (slika 1.1.2.). Ona obuhvaća između 200 i 400 milijardi zvijezda te veliku količinu međuzvezdane tvari koja se kao mlijekeko prelijeva po noćnom nebu.

Sunčev sustav nastao je iz kovitlajućeg oblaka prašine i plinova gravitacijskim sabijanjem prije otprilike 4,6 milijardi godina (slika 1.1.3). U njegovom središtu nalazi se žuta zvijezda Sunce oko koje se kreće osam planeta. Treći je planet od središta Sunčeva sustava Zemlja.



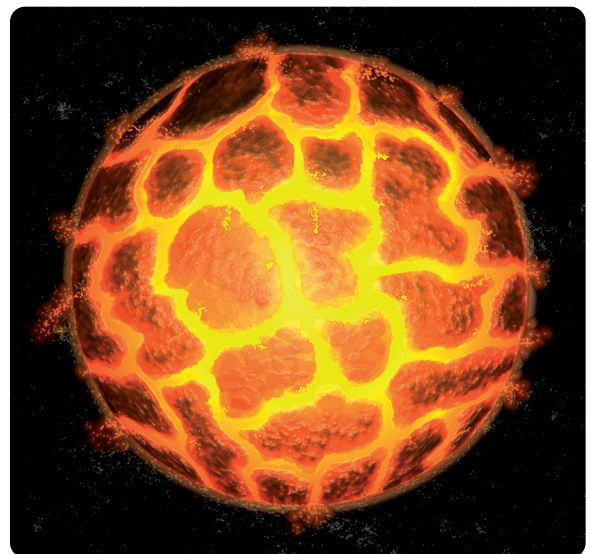
► Slika 1.1.2. Mliječna staza



► Slika 1.1.3. Sunčev sustav

Uvjeti na prvotnoj Zemlji

Prvotna Zemlja bila je užarena kugla s izraženom vulkanском aktivnosti (slika 1.1.4.). Prvih 500 do 600 milijuna godina Zemlje obilježili su česti udari tvari iz svemira. Tijekom vremena Zemlja se polagano hladila, da bi prije 3,8 milijardi godina njenu površinu činila stvrdnuta kora. Iz Zemljinog su središta pod ogromnim pritiskom na površinu izbijali lava, vodena para i plinovi. Vjerojatno je da se iz ovih plinova formirala i prva reducirajuća atmosfera (atmosfera bez kisika). Kisik koji bi se pojavio brzo se trošio u reakcijama oksidacije s drugim tvarima. Daljnje hlađenje Zemlje omogućilo je kondenzaciju vodene pare u kapljice kiše koje su padale na površinu i tvorile oceane. Mješavina tvari koja je činila Zemljine praoceane bila je preduvjet za nastanak života, a znanstvenici je nazivaju „prajuha“ (engl. *primordial soup*).

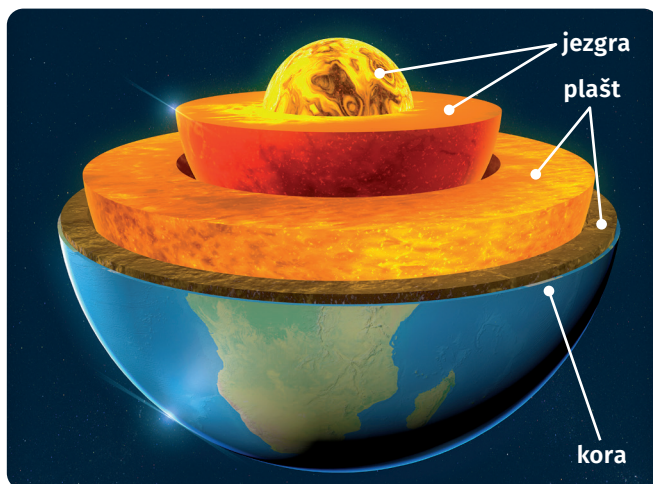


► Slika 1.1.4. Užareni planet Zemlja

BIOINFO

– geotermalni gradijent

Iako se s vremenom površina Zemlje ohladila na temperaturu na kojoj je moguć život, njena je unutrašnjost još vruća. Geotermalni gradijent je pojam koji opisuje porast temperature od Zemljine površine prema njenoj unutrašnjosti. Ako promatramo temperaturu krenuvši od površine Zemljine kore, gdje je prosjek 14 °C, prema unutrašnjosti, opažamo da ona raste. Na dubini od 6400 km, što je centar Zemlje, procjenjuje se da iznosi oko 6700 °C.



► Slojevi Zemlje: kora, plašt, jezgra

Sažetak

Svemir je nastao prije 13,7 milijardi godina širenjem (tzv. eksplozijom) neizmjereno male, vruće i zbijene točke tvari velike mase.

Sunčev sustav, Sunce i Zemlja nastali su prije otprilike 4,6 milijardi godina.

Sunčev sustav dio je galaksije koju nazivamo Mliječna staza.

Prvotna Zemlja bila je užareni planet.

Zemljini praoceani i praatmosfera nastali su djelovanjem vulkana.

PROVJERI ZNANJE



1. Kada je i kako nastao Sunčev sustav?
2. Kako se razlikuju atmosfera, temperatura i površina rane i današnje Zemlje?
3. Objasni kako je gravitacija utjecala na stvaranje Sunčevog sustava.
4. Koje su promjene na ranoj Zemlji omogućile kondenzaciju vodene pare i nastanak praoceana?
5. Objasni kako je gravitacija utjecala na pojavu praoceana.
6. Zašto Zemlja nije zadržala početnu temperaturu nego se vremenom hladila?

PRIRODOZNASTVENI POJMOVNIK

* **Astrofizika** – grana astronomije koja proučava fizički ustroj, kemijski sastav i pretvorbu energije u svemiru.

* **Svemir** – sve što postoji, tvar i energija u prostoru i vremenu.

* **Galaksija** – skup planeta, prašine i plinova objedinjenih gravitacijom.

* **Sunčev sustav** – sustav zvijezde Sunca, osam planeta (Merkur, Venera, Zemlja, Mars, Jupiter, Saturn, Uran, Neptun), pet patuljastih planeta i manjih nebeskih tijela koje okuplja Sunčeva gravitacijska sila.

1.2. VODA ZA ŽIVOT



► *Slika 1.2.0. Zbog čega je na plavom planetu moguć život?*

Kad proučiš ovu temu, moći ćeš

- ★ objasniti fizikalna i kemijska svojstva vode
- ★ povezati abiotičke uvjete u praoceanu s postankom života
- ★ raspraviti značenje vode za život na Zemlji.

Planet Zemlju nazivamo plavim planetom zbog njenog bogatstva vodom: skoro $\frac{3}{4}$ Zemljine površine čini voda. U zraku je voda prisutna u obliku vodene pare, u oceanima, jezerima i rijekama je u tekućem stanju, a na polovima se pojavljuje kao led (u čvrstom stanju). Voda (vlaga) je prisutna i u tlu, a dolazi i u sastavu živih bića. Iako tekuću vodu često uzimamo zdravo za gotovo, ona je u Sunčevu sustavu rijetka. Položaj Zemlje u odnosu na Sunce, procesi u njenoj prošlosti i obilježja njene atmosfere rezultirali su obiljem tekuće vode na planetu, a time je ostvaren i osnovni preduvjet za početak života kakvog poznajemo. Posebnost ove molekule skriva se u njenim fizikalnim i kemijskim svojstvima.

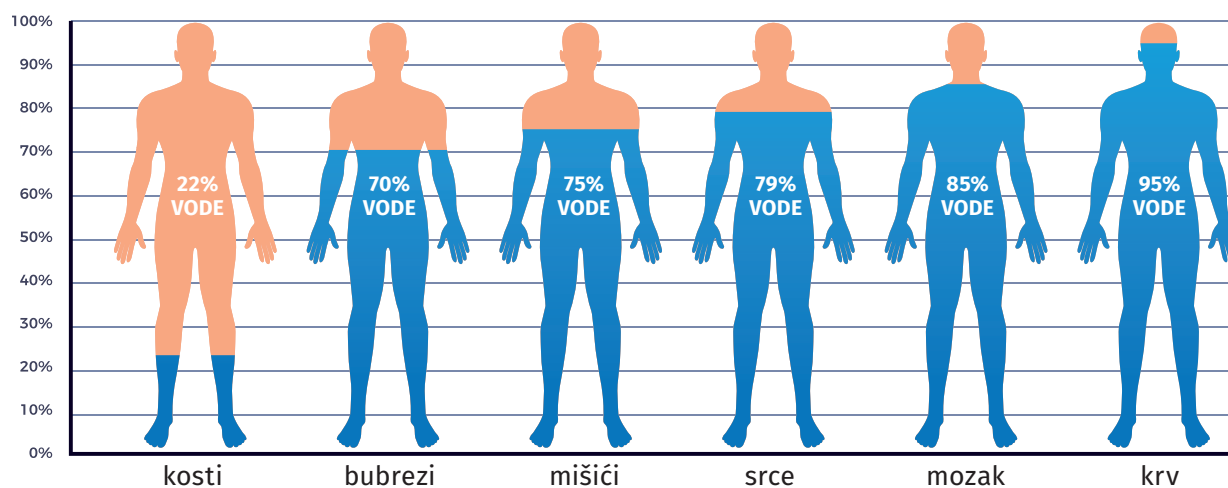


► 1.2.1. Život je nastao i razvijao se u vodi

Voda – prozirno čudo

Voda je tvar koja je pri sobnoj temperaturi prozirna tekućina bez boje, mirisa i okusa. U vodi je nastao život i tamo se više od tri milijarde godina razvijao prije nego što se raširio na kopno (slika 1.2.1.). Voda velikim udjelom sudjeluje u izgradnji živih bića pa ovisno o vrsti organizma na vodu otpada od 60 do 99 % mase. Za život važni procesi zbivaju se upravo u vodenj sredini unutar stanica.

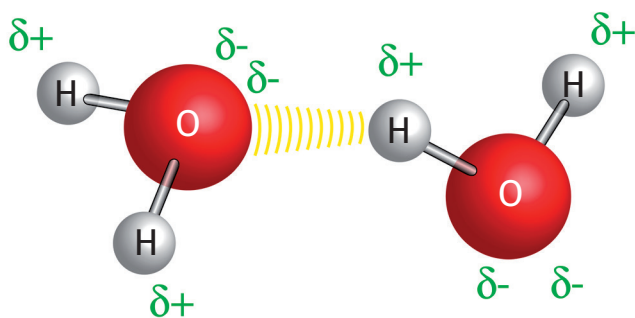
Voda je jedini kemijski spoj koji u prirodi dolazi u sva tri agregacijska stanja. Iako se radi o jednostavnoj molekuli građenoj od jednog atoma kisika i dva atoma vodika, njena specifična svojstva čine je jedinstvenom i nevjerovatno važnom za živi svijet. Razlog zašto je voda toliko posebna, od unutrašnjosti naših stanica pa do Zemljinih oceana, jest njena polarna građa.



► Slika 1.2.2. Sadržaj vode u ljudskom tijelu

Struktura molekule vode

Voda je **polarna molekula** – naboj je u molekuli neravnomjerno raspoređen. Kisik se u molekuli vode ponaša tako da jače privlači elektrone iz zajedničkog elektronskog para. Zajednički elektronski par čini kovalentnu vezu, a kovalentne veze u molekuli vode nalaze se pod kutom od $104,5^\circ$. Rezultat toga je jedan slabo negativno nabijen (δ^-) kraj molekule i dva slabo pozitivno nabijena (δ^+) kraja molekule (slika 1.2.3.). Zbog ovakvog razmještaja naboja, molekule vode se u prostoru usmjeravaju po pravilu „suprotnosti se privlače”: pozitivan kraj jedne molekule privlači negativan kraj druge molekule. Ova privlačenja nazivamo **vodikovim vezama** (slika 1.2.3.).



► Slika 1.2.3. Privlačenje molekula vode vodikovom vezom

Na sobnoj temperaturi voda je u tekućem stanju, molekule vode su u stalnom gibanju, a vodikove veze među njima neprestano pucaju i nastaju. Iznad 100°C vodikove veze pucaju i molekule vode se slobodno i ubrzano gibaju, a to stanje zovemo vodena para. Pri 4°C voda je najgušća – ima dovoljno energije za pucanje vodikovih veza, a premalo za intenzivno gibanje pa su molekule najzbijenije. Kad temperatura pada sa 4°C prema 0°C povećava se volumen vode jer se sve više molekula kreće presporo da bi vodikove veze pucale. Ispod 0°C molekule vode oblikuju krutu strukturu izgrađenu od šesterostraničnih kristalića – led. U ledu su zbog vodikovih veza molekule vode

BIOINFO

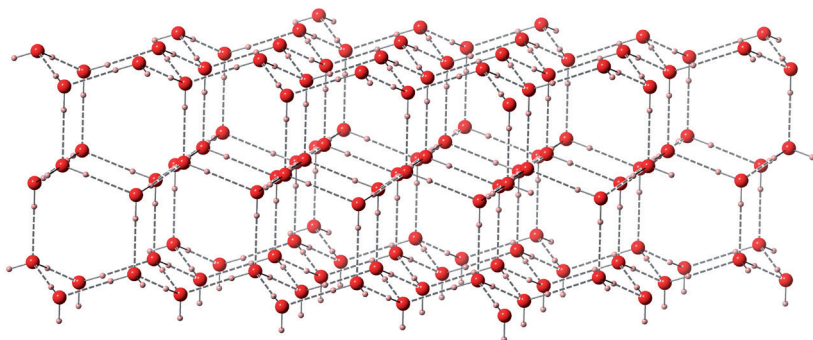
– polarni medvjed na ledu

Uslijed klimatskih promjena Zemlja se grije, a omjer leda i tekuće vode na Arktiku mijenja se. Otapanje leda na Arktiku donosi korist jednima, a štetu drugima. Toplije su vode pogodnije za razvoj planktona i organizama koji se hrane planktonom. No opstanak onih koji ovise o arktičkom ledu upitan je. Primjerice, polarnom medvjedu arktički led služi kao mjesto za lov. Budući da je leda sve manje, polarni se medvjed sve više bliži umiranju od gladi.



► Polarni medvjed na ledu

razmaknute, stoga je „šupljikav” (slika 1.2.4.) i manje gustoće od tekuće vode. Ova je pojava u kemijskom svijetu rijetkost (druge tvari hlađenjem zauzimaju manji volumen) zbog čega se naziva **anomalija vode** (grč. *anomalia* 'nepravilnost, odstupanje od pravila'). Kada nastupi hladnije zimsko razdoblje, površina se vode zamrzne, a led koji ostaje plutati na tekućoj vodi omogućava život organizmima ispod površine.



► Slika 1.2.4. Struktura leda



► Slika 1.2.5. Oceani reguliraju temperaturu biosfere

Upravljanje toplinom

Kada se energija dovodi u vodu, povisuje se temperatura, molekule se gibaju brže i energija se troši na kidanje vodikovih veza. Obrnuto, kada temperatura vode pada, molekule se gibaju sporije, a vodikove veze stvaraju se uz oslobađanje energije.

Sposobnost vode da održava stabilnu temperaturu u prirodi proizlazi iz njenog visokog specifičnog toplinskog kapaciteta. **Specifični toplinski kapacitet** količina je topline koju treba primiti 1 kg tvari da bi mu se temperatura povisila za 1 °C. Voda može primiti ili otpustiti relativno veliku količinu topline s malom promjenom vlastite temperature. Jednostavno rečeno, voda se opire promjeni temperature što omogućuje održavanje stabilnih uvjeta za život na Zemlji. Na primjer, voda u oceanima apsorbira toplinu iz zraka koji je topliji i predaje toplinu zraku koji je hladniji (slika 1.2.5.) te na taj način sprječava nagli porast ili pad temperature u ekosustavu. S obzirom na to da su organizmi građeni uglavnom od vode, sposobni su bolje se opirati promjenama vlastite temperature nego što bi bili da su sačinjeni od tvari nižeg toplinskog kapaciteta.

Voda također ima visoku specifičnu toplinu isparavanja. **Specifična toplota isparavanja** količina je topline koju 1 kg tvari treba primiti kako bi prešla iz tekućeg u plinovito stanje. Molekule vode drže se zajedno vodikovim vezama, i potrebna je relativno velika količina energije da ih se razdvoji i da prijeđu

u plinovito stanje. Prema tome, velike količine vode, kao što su rijeke i jezera, trebale bi upiti ogromnu energiju prije nego što bi isparile i ostavile organizme koji u njima žive na suhom.

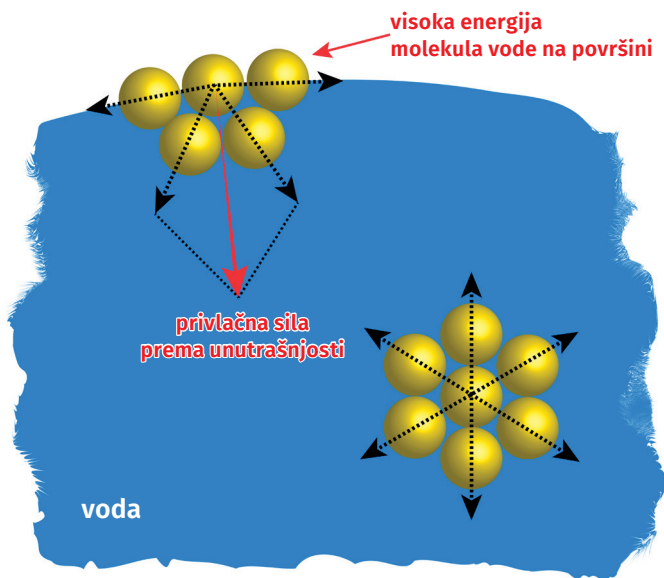
BIOINFO

– dehidracija

U slučaju velikog gubitka tekućine (vode) dolazi do dehidriranja (lat. *de*, 'uklanjanje', grč. *hydor* 'voda') organizma. U trenutku kada osjetimo žeđ, već smo lagano dehidrirani. Izgubljena tekućina može se nadoknaditi i izravno u krvotok infuzijom fiziološke otopine koja je po kemijskom sastavu 0,9 %-tna vodena otopina natrijevog klorida. Da bismo spriječili dehidraciju, preporučuje se piti tekućinu u malim količinama tijekom cijelog dana.

Kohezija i adhezija

Kada se molekule vode nađu u okruženju drugih molekula vode, međusobno se privlače vodikovim vezama. Svojstvo molekula da se drže na okupu naziva se **kohezija** (lat. *cohaerere*, 'biti povezan').



► Slika 1.2.6. Površinska napetost



► Slika 1.2.7. Osa hoda po vodi zahvaljujući površinskoj napetosti

Kohezijske sile na površini vode stvaraju **površinsku napetost**. Ona se javlja zbog jakog privlačenja između molekula iz unutrašnjosti i molekula na površini te međusobnog privlačenja molekula na površini vode (slika 1.2.6.). Zbog toga površina vode izgleda kao da je presvučena tankom prozirnom opnom po kojoj mogu hodati kukci ili plutati listovi (slika 1.2.7.). Zbog vodikovih veza molekule vode vrlo lako prijanjaju uz druge tvari što nazivamo **adhezijom** (lat. *adhaerere*, 'prianjati'). Svojstva kohezije i adhezije zajedno uzrokuju **kapilarnost** – kretanje molekula vode u smjeru suprotnom sili teži kroz usku kapilaru. Zahvaljujući kapilarnosti voda se kreće od korijena prema listovima kroz provodne žile biljke u neprekinutom tankom stupcu vode.



► Slika 1.2.9. Ulje i voda se ne miješaju

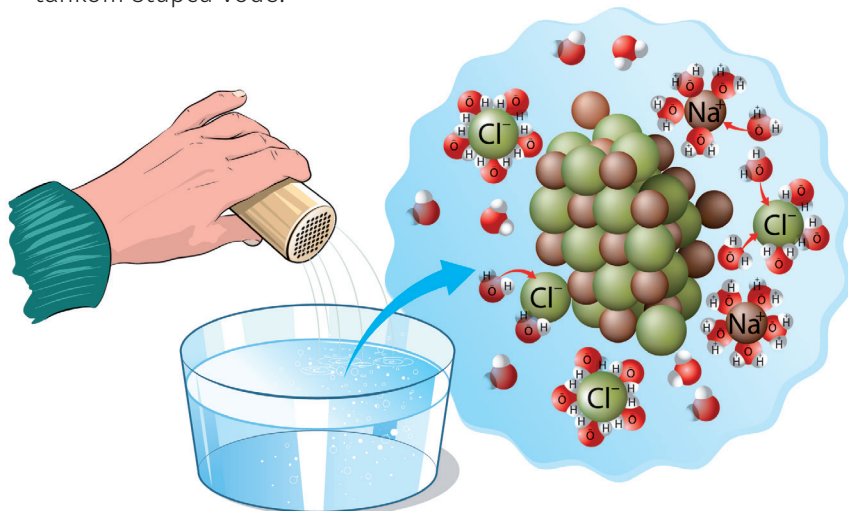
Voda kao otapalo

Iako se voda smatra univerzalnim otapalom, ipak i kod nje vrijedi pravilo „slično se u sličnom otapa“ pa je voda odlično otapalo za polarne tvari (slika 1.2.8.).

Sve tvari koje su polarne „vole“ vodu jer kao i voda imaju naboj i mogu se u njoj otapati. Za njih kažemo da su **hidrofilne** (grč. *hydor* 'voda', *philios* 'ljubeći') tvari. Nepolarne tvari koje nemaju naboj, kao ulja i masti, ne mogu se otapati u vodi i za njih kažemo

da su **hidrofobne** (grč. *fobos* 'koji strahuje'). Ulja i masti u vodi se nalaze u obliku kapljica koje su okružene molekulama vode (slika 1.2.9.). Hidrofobne tvari otapaju se u nepolarnim otapalima. Stoga masnu mrlju na odjeći koju ne možemo ukloniti vodom možemo ukloniti pomoću benzina.

S obzirom na to da je dobro otapalo, voda se u prirodi najčešće pojavljuje kao otopina, a ne kao čista tvar. Vode na otopina u kojoj je udio otopljenog natrijeva klorida 0,9 % poznata je pod nazivom fiziološka otopina i kao takva stvara pogodnu sredinu za procese u našem organizmu.



► Slika 1.2.8. Otapanje kuhinjske soli u vodi: kada kuhinjska sol dospije u vodu, dolazi do disocijacije soli (NaCl) na ione (Na^+ i Cl^-); pozitivno nabijene ione natrija privući će negativno nabijen kraj molekula vode i one će okružiti ion natrija, a ion klora privući će pozitivno nabijene krajeve molekula vode, koje će ga okružiti.

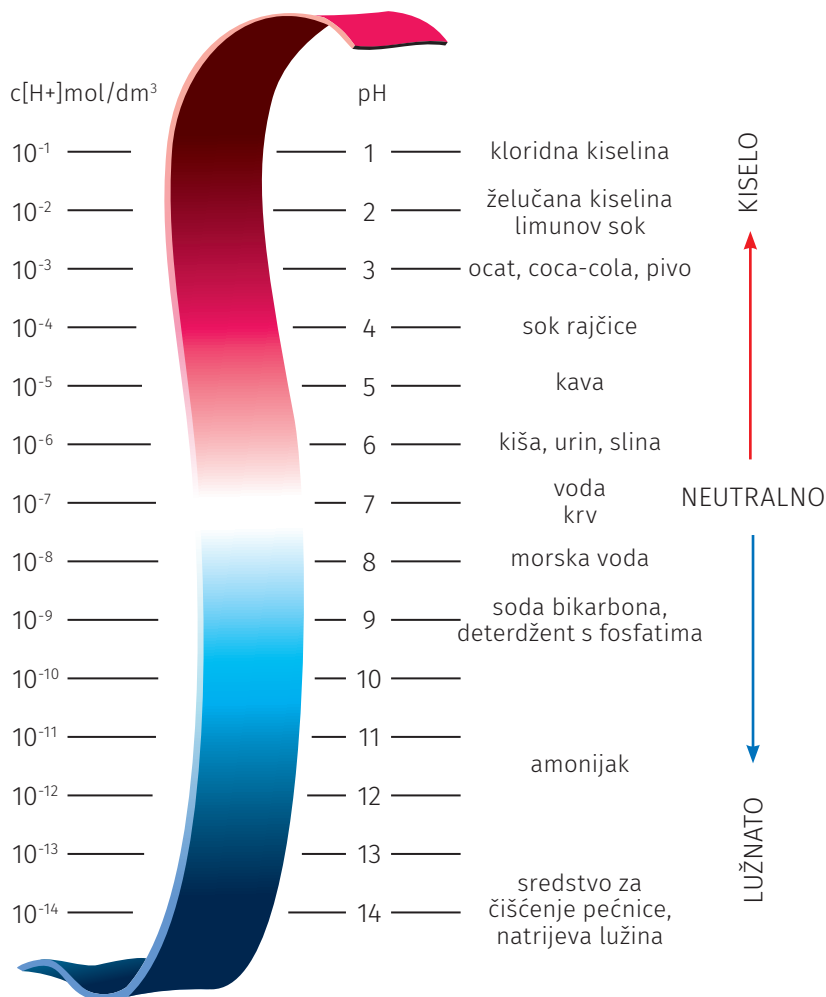
BIOINFO

– salinitet

Kad govorimo o vodama na Zemlji, zapravo govorimo o različitim vodenim otopinama. U njima osim vode dolaze i druge tvari, u različitim udjelima. Jedno od obilježja kojim razlikujemo prirodne vode njihov je salinitet. Salinitet je maseni udio otopljenih soli u vodi, a osim u postotcima izražava se i u promilima (lat. *per mille*, 'u svakih tisuću'). Oceani u prosjeku imaju oko 3,5 % odnosno 35 ‰ soli, što znači da u tisuću grama vode ima 35 grama soli. Neki izvori i jezera slaniji su od oceana, a takvo je i jezero Mir u Parku prirode Telašćica. Najpoznatije slano jezero na svijetu je Mrtvo more sa salinitetom od 33 % ili 330 ‰ zbog čega u njemu nije moguć život makroskopskih vodenih organizama. U Mrtvom moru ipak žive neke vrste bakterija i mikroskopskih algi koje su dobro prilagođene ovim uvjetima.



► Jezero Mir na Dugom otoku



Mjera kiselosti otopina

Voda sudjeluje u većini kemijskih reakcija u stanicama. Disocijacijom se razlaže na pozitivan ion vodika (H^+) i negativnu hidroksilnu skupinu (OH^-). Koncentracija H^+ iona u otopini koristi se kao mjera kiselosti ili **pH-vrijednost** (računa se kao negativan logaritam množinske koncentracije vodikovih iona). Vrijednost pH različitih otopina kreće se od 0 (vrlo kiselo, visoka koncentracija H^+ iona) do 14 (vrlo lužnato, visoka koncentracija OH^- iona). Vrijednosti pH od 0 do 6 predstavljaju kiselu otopinu, 7 označava neutralnu otopinu, a vrijednosti od 8 do 14 obilježavaju bazične ili alkalne otopine. Čista voda ima pH oko 7 pa kažemo da je pH neutralna (slika 1.2.10.). Promjena pH u prirodi može imati ozbiljne posljedice za živi svijet. Vode u prirodi najviše zakiseľuju kisele kiše čiji je pH niži od 5,6.

► Slika 1.2.10. pH-vrijednost različitih otopina

BIOINFO

– Svjetski dan voda

Svjetski dan voda obilježava se **22. ožujka** radi podizanja svijesti o značaju i važnosti voda. Pažnja je usmjerena na sprječavanje onečišćenja, suša i poplava, a promiče se održivo korištenje vodnih resursa. Svjetski dan voda obilježava se od 1993. godine kada ga je rezolucijom ustanovila Opća skupština Ujedinjenih naroda.



► Čuvajmo vodu!

PRIRODOZNAISTVENI POJMOVNIK

* **Dehidracija** – stanje u kojem su stanice organizma nedovoljno opskrbljene vodom ili gube vodu.

* **Hidracija** – proces opskrbljivanja organizma vodom.

Sažetak

Fizička svojstva vode proizlaze iz njene strukture.

Voda je polarna molekula.

Molekule vode međusobno se privlače vodikovim vezama.

Voda je najgušća pri 4 °C što se naziva anomalija vode.

Led ima manju gustoću od tekuće vode i zato pluta na njenoj površini.

Voda ima visoki specifični toplinski kapacitet i visoku toplinu isparavanja.

Kohezija je privlačna sila između susjednih molekula vode, koja drži molekule vode na okupu.

Adhezija je međusobno privlačenje površina dvaju tijela načinjenih od različitih tvari.

Voda je dobro otapalo za polarne tvari.

Tvari koje se dobro otapaju u vodi hidrofilne su, a one koje se ne otapaju hidrofobne su.

Mjera kiselosti otopine označava se kao pH-vrijednost i kreće se od 0 do 14.

PROVJERI ZNANJE



1. Objasni polarnu građu molekule vode.
2. Ako u zamrzivač stavimo staklenu bocu do vrha napunjenu vodom, ona će nakon zamrzavanja puknuti. Zašto do toga dolazi?
3. Opiši kako bi na živi svijet u vodi utjecalo da je led gušći od tekuće vode.
4. Za kišnog vremena neke će vrste tekstila navlačiti vlagu. Koje svojstvo vode prepoznaješ u ovoj pojavi?
5. Objasni zbog čega temperatura našeg tijela ostaje skoro nepromijenjena, čak i nakon intenzivne fizičke aktivnosti koja je proizvela toplinu.
6. Zbog čega se ulje ne otapa u vodi?

1.3. KAKO JE NASTAO ŽIVOT NA ZEMLJI



► *Slika 1.3.0. U kakvoj su vezi glina i život?*

Kad proučiš ovu temu, moći ćeš

- ★ navesti obilježja živih bića
- ★ usporediti teorije postanka života na Zemlji
- ★ objasniti značaj kemijske evolucije za razvoj života na Zemlji
- ★ opisati tijek kemijske evolucije
- ★ povezati uvjete u praoceanu i na Zemljinoj površini s postankom života.

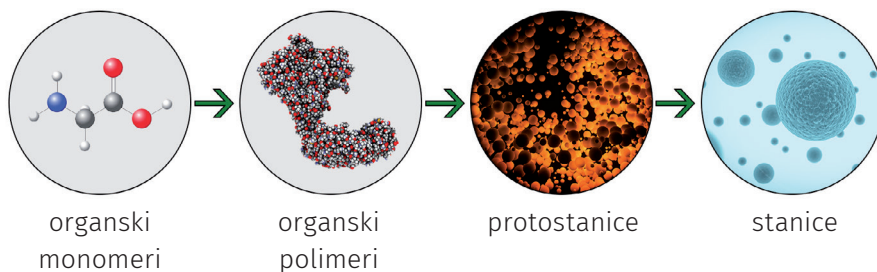
Glina je sirovina koju koristimo za izgradnju predmeta i građevina, a kažemo da kipari modeliranjem udahnuju glini život. Međutim, novija istraživanja ukazuju na to da je jedna vrsta gline pomogla „udahnuti” život organskoj tvari na ranoj Zemlji. Sitne čestice ove gline imaju električni naboj koji privlači te koncentrira organske molekule iz vodene otopine. Uz dodatak ove gline kuglaste nakupine lipida ubrzano oblikuju mjehuriće u kojima se lipidi organiziraju u dvosloj. S obzirom na to da ova glina omogućava nastanak lipidnog dvosloja sličnog staničnoj membrani, moguće je da je pomogla u nastanku života na Zemlji.

Teorije o podrijetlu života na Zemlji

Danas znamo da novi živi organizmi nastaju kao rezultat spolnog ili nespornog razmnožavanja, odnosno da živi organizmi nastaju od drugih živih organizama. Tu je ideju sažeo u rečenici *Omne vivum ex vivo* (lat. 'sve živo iz živoga') Louis Pasteur nakon provedenih eksperimenata.

Ipak, kada tražimo odgovor na pitanje kako je nastalo prvo živo biće, ne možemo primijeniti ovaj princip. U samom početku život je morao nastati iz nežive tvari. O postanku života na Zemlji ne postoji jednoglasni sporazum znanstvene zajednice, nego nekoliko različitih pretpostavki.

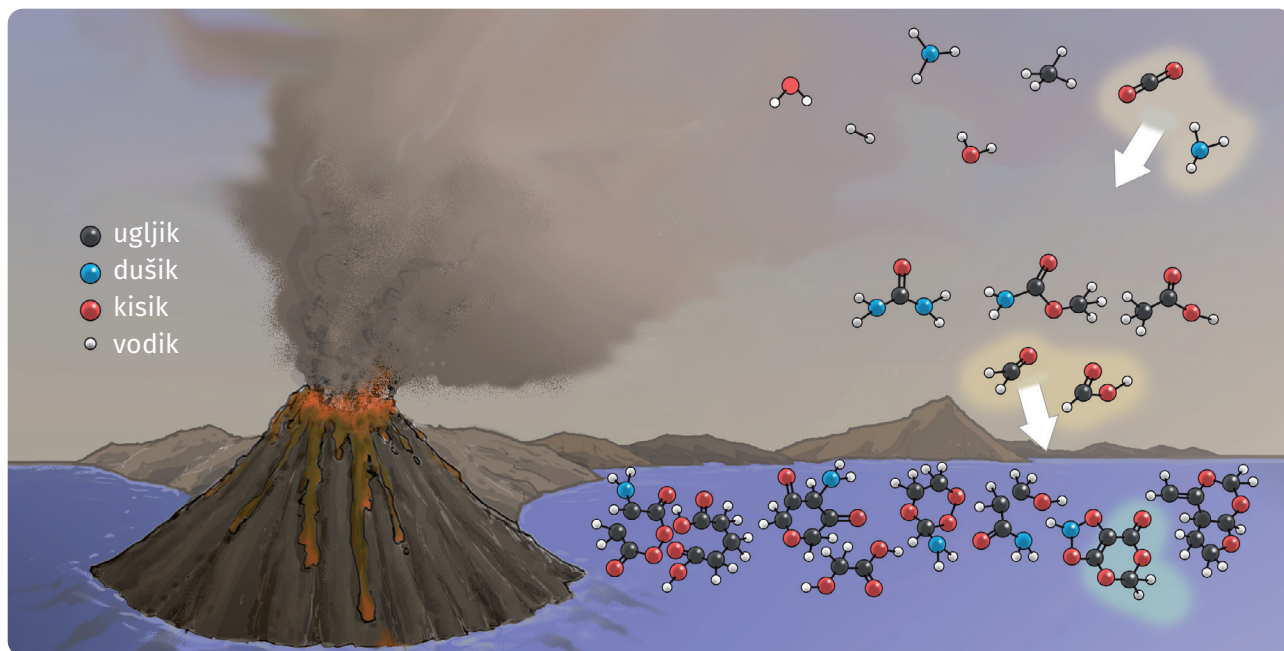
Dio znanstvenika smatra da je život započeo na Zemlji postupnom evolucijom iz nežive tvari sljedećim koracima:



► Slika 1.3.1. Kemijska evolucija prethodi biološkoj evoluciji

1. **organski monomeri** – iz anorganskih molekula nastaju male organske molekule (aminokiseline, dušične baze)
2. **organski polimeri** – male organske molekule spajaju se u makromolekule (nukleinske kiseline, proteini, ugljikohidrati, lipidi)
3. **protostanice** – makromolekule se pakiraju u kapljice s membranama (protostanice) čiji je unutarnji sastav tekućine drukčiji od okoliša
4. **stanice** – određena molekula razvila je moć samomnažanja te učinila nasljeđivanje mogućim (nasljedna uputa).

Pojavom života na Zemlji započinje biološka evolucija. Ako pretpostavljamo da se život razvio na Zemlji u navedenim etapama, jasno je da je biološkoj evoluciji prethodila kemijska evolucija.



► Slika 1.3.2. Nastajanje organskih molekula u praatmosferi i u praoceanima