

# HIDROBIOLOGIJA

*Water is Life*



# HIDROBIOLOGIJA

- **Broj ECTS kredita:** 5
- **Fond časova:** 3P+2V
- **Ciljevi izučavanja predmeta:** Upoznavanje sa osnovnim karakteristikama mora i kontinentalnih voda (abiotska sredina) kroz analizu specifičnih ekosistema (okeani, stajaće vode, tekuće vode, estuari), kao i sa zajednicama koje ih naseljavaju i složenim sistemom odnosa u ovim ekosistemima
- **Literatura:** Hidrobiologija (Marić, Rakočević, 2009)

## Oblici provjere znanja i ocjenjivanje:

- 2 kolokvijuma po 25 poena: ukupno 50 poena
- Test - 10 poena
- Završni ispit: 40 poena

# U V O D

- **Limnologija** – kopnene vode
  - **Biologija mora** – mora i okeani
- } **HIDROBIOLOGIJA**

## Razlike – kopnene vode i mora:

- Morska prostranstva su od svog nastanka povezana - imaju vremenski i prostorni kontinuitet
- Kopnene vode uglavnom nisu povezane, ni prostorno ni vremenski, jer su nastale tek nakon pojave kopna.
- Razlike se ogledaju i u veličini, dubini, hemijskom sastavu, fizičkim osobinama...

# Hidrološki ciklus

Površina kopna i atmosfera sadrže oko  $1,5 \times 10^9 \text{ km}^3$  vode, a najveća količina vode se nalazi u okeanima – preko 97%

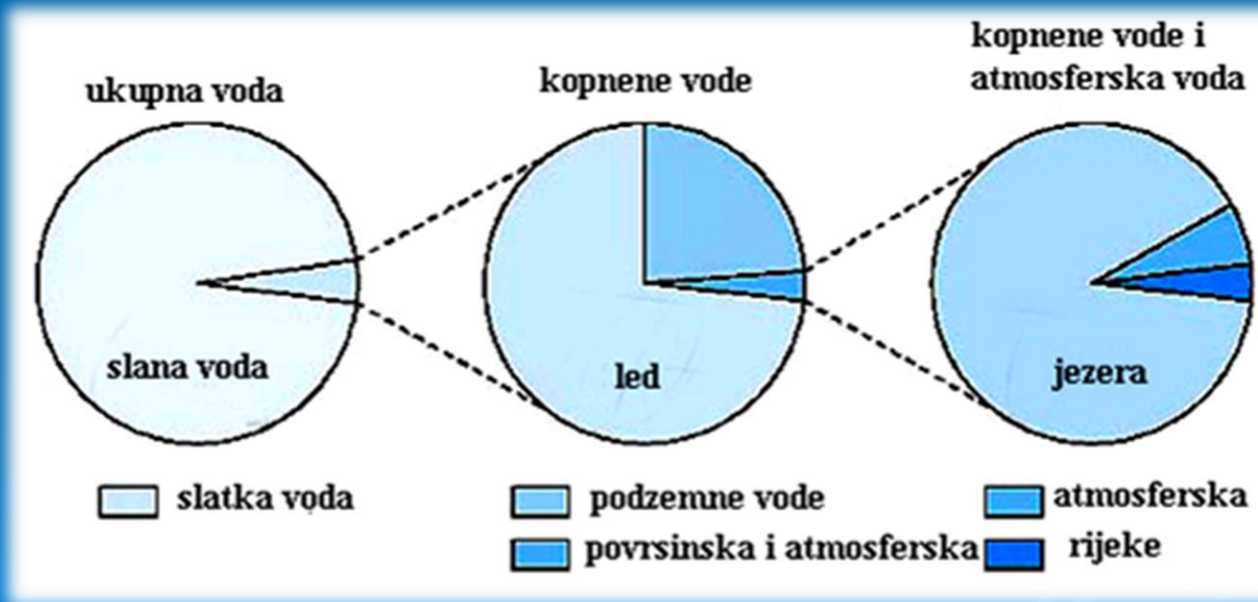
	Zapremina ( $10^{12} \text{ m}^3$ )	% ( od ukupno )
Okeani	1.370.000	97,61
Polarni led, glečeri	26.000	1,9
Podzemne vode	7.150	0,5
Slatkovodna jezera	125	0,009
Slana jezera	105	0,008
Vlaga u zemlji	67	0,005
Atmos. vodena para	13	0,001
Rijeke	1,2	0,00009





# Hidrološki ciklus

Oko 2/3 površine zemlje (71%) prekriveno je vodom uglavnom u tečnom stanju, dok polarni led i glečeri čine oko 2%



Raspored vode u biosferi

**Hidrološki ciklus** je kruženje vode u prirodi i obuhvata 5 procesa:

- evaporacija
- kondenzacija
- precipitacija
- infiltracija
- oticanje

**Sunčevo zračenje i gravitacija** – osnovna energija (pokretač) koja omogućava kruženje vode







Voda koja se nalazi u atmosferi se tu kratko zadržava - svega devet dana, tako da se ona brzo vraća nazad u obliku padavina (kiša, susnežica, snijeg, grad) – **precipitacija**





Najveći dio površinske vode (oko 80%) brzo se ponovo vraća u atmosferu evaporacijom. Dio vode se **infiltrira** u zemljište i može se privremeno zadržati u njemu (prosječno do 280 dana) u obliku **vlažnosti tla**.

Drugi dio prodire u dublje zone, u kojima se u obliku **podzemne vode** dugo zadržava. Odatle se podzemnim vodotocima u konačnom opet vraća u mora, okeane ili jezera (**podzemno oticanje**).

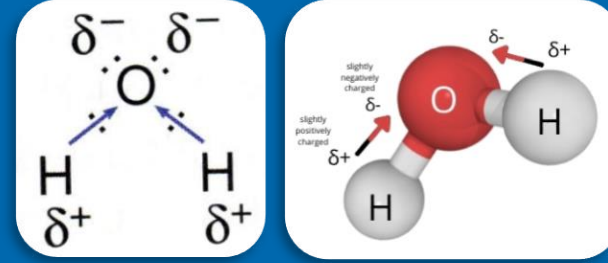




# VODA KAO SUPSTANCA

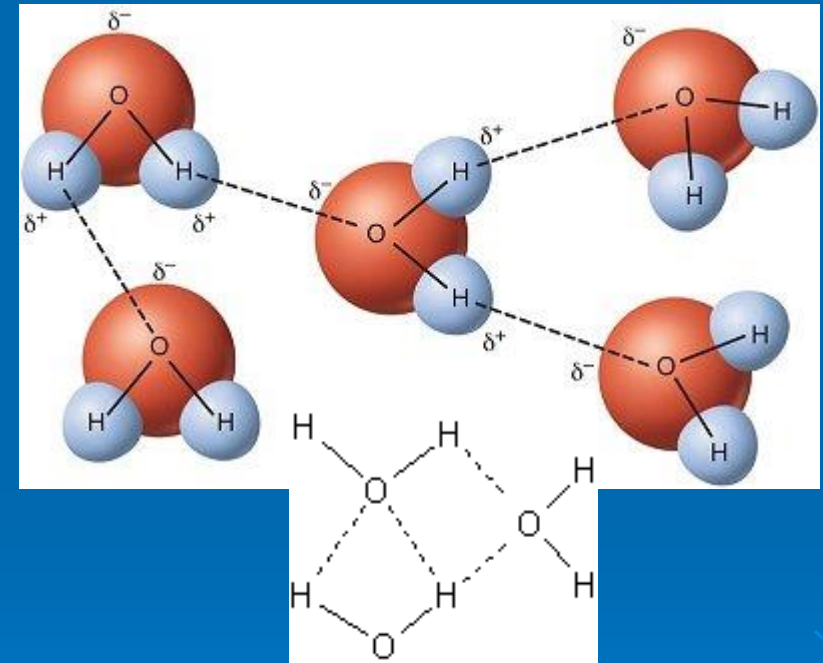
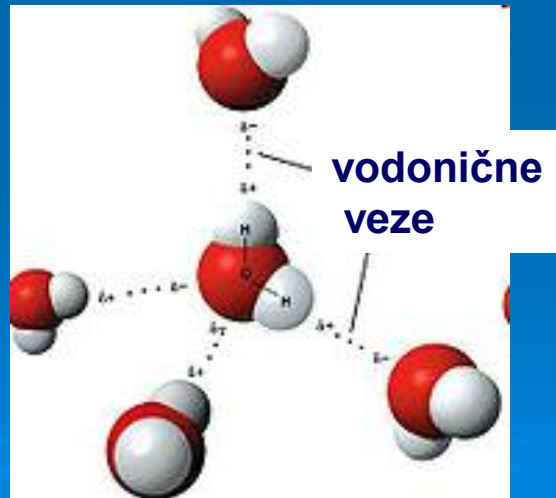


## Polarna kovalentna veza u molekulu vode:



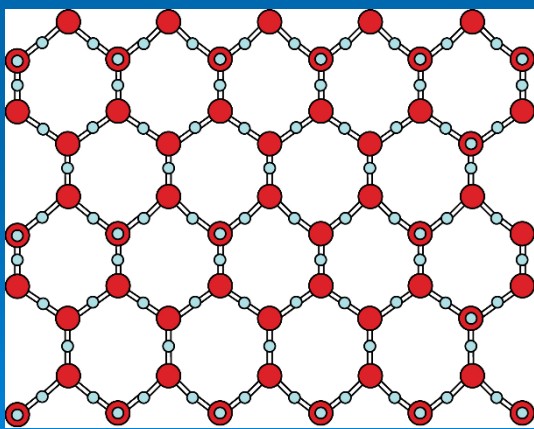
Ova veza uslovljava privlačenje kiseonika jednog molekula vode i vodonika drugog molekula - formira se među njima **vodonična veza** →

Moguće su **max. 4 vodonične veze** (led) za svaki molekul vode i tada se obrazuje tetraedar u čijem centru je atom kiseonika

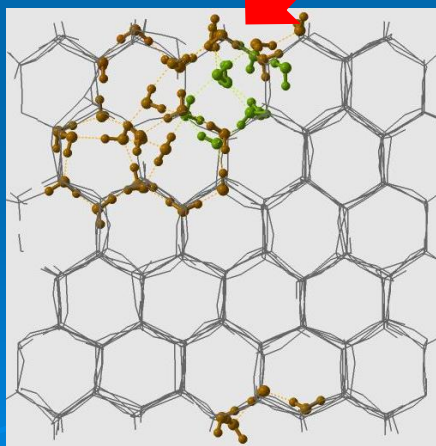


# VODA KAO SUPSTANCA

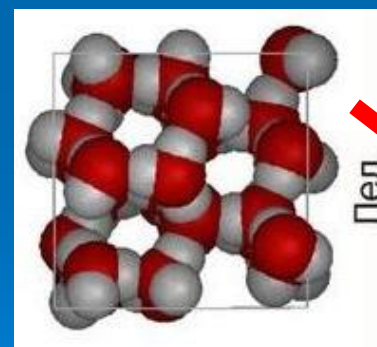
- **LED:** Svaki molekul vode ima maksimalan broj (4) stabilnih vodoničnih veza – pravilni tetraedri – pravilna kristalna rešetka
- **Zagrijavanjem:** povećava se oscilovanje molekula i lomi se kristalna rešetka, vodonične veze se stalno kidaju i ponovo formiraju na drugom mjestu, pa molekuli nisu više u pravilnom rasporedu i ispunjavaju šupljine koje su postojale u pravilnom kristalu (gustina raste)



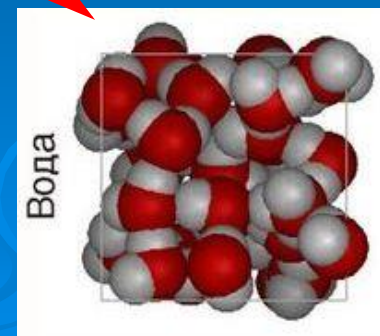
**LED – pravilna kristalna rešetka**



**Topljenje leda**

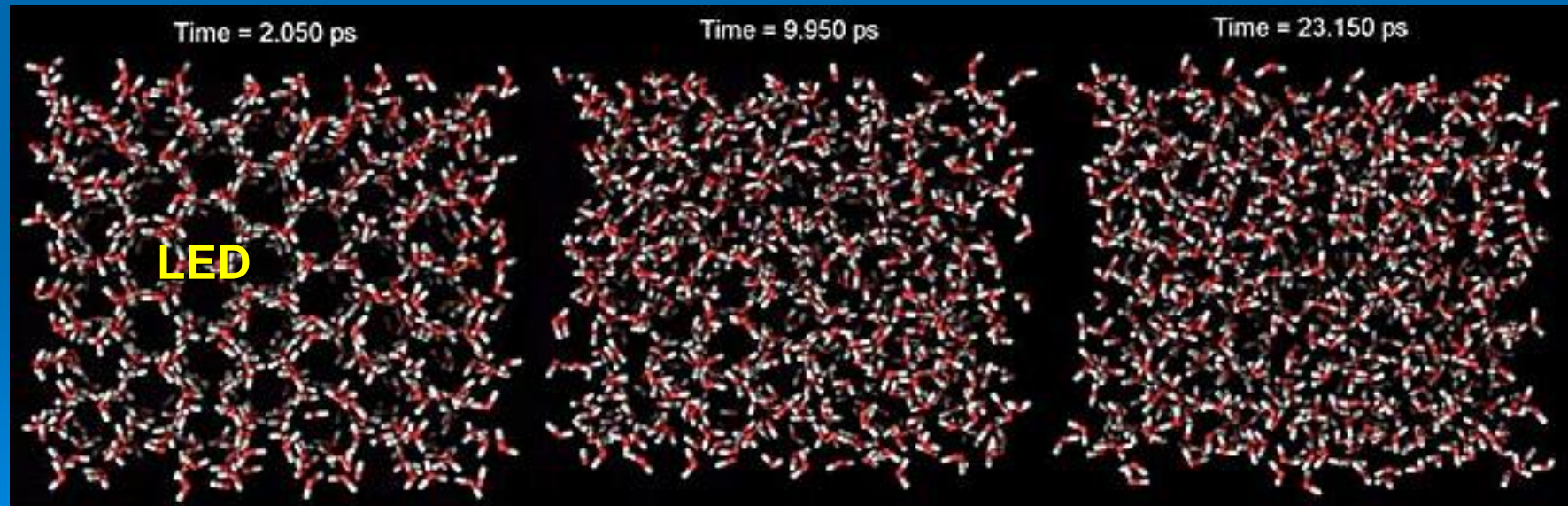


**Zagrijavanje**



# VODA KAO SUPSTANCA

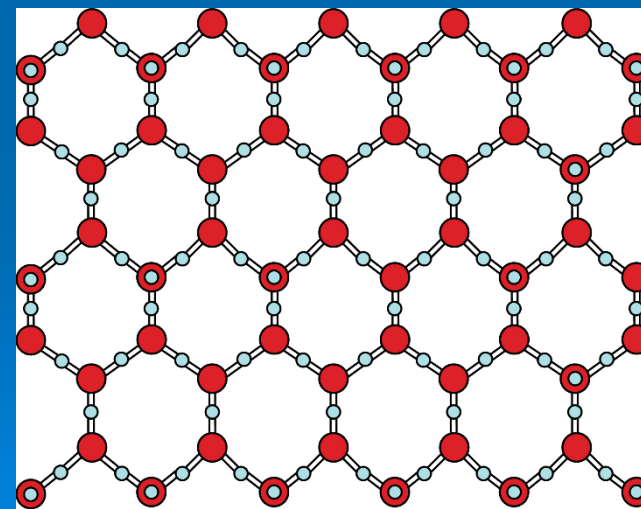
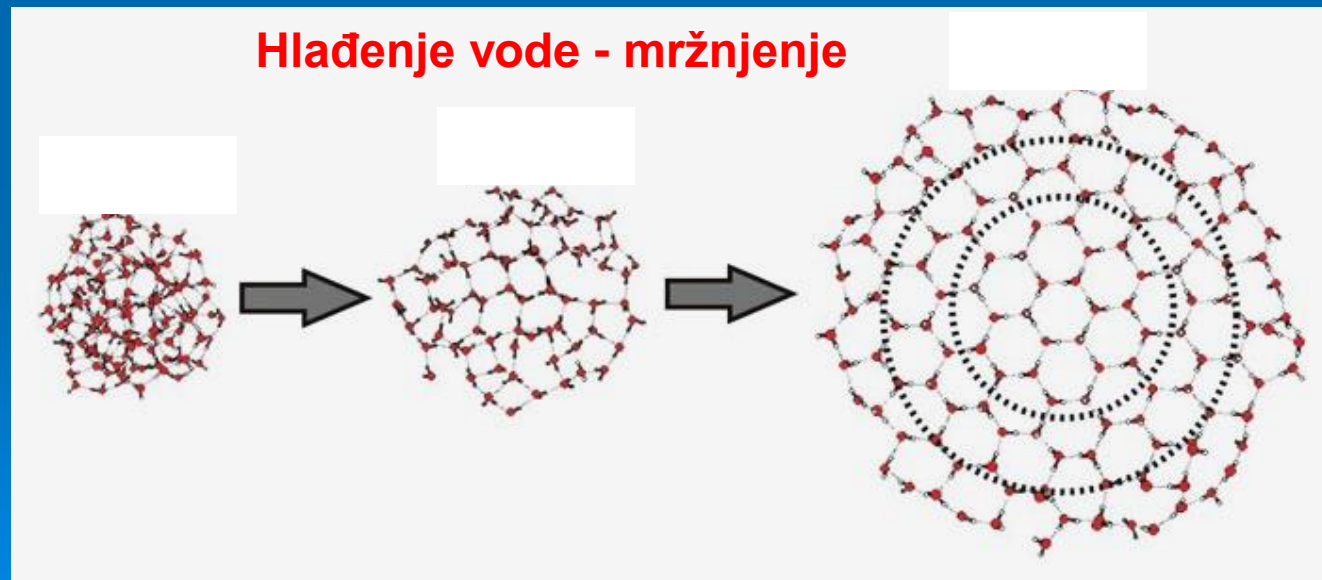
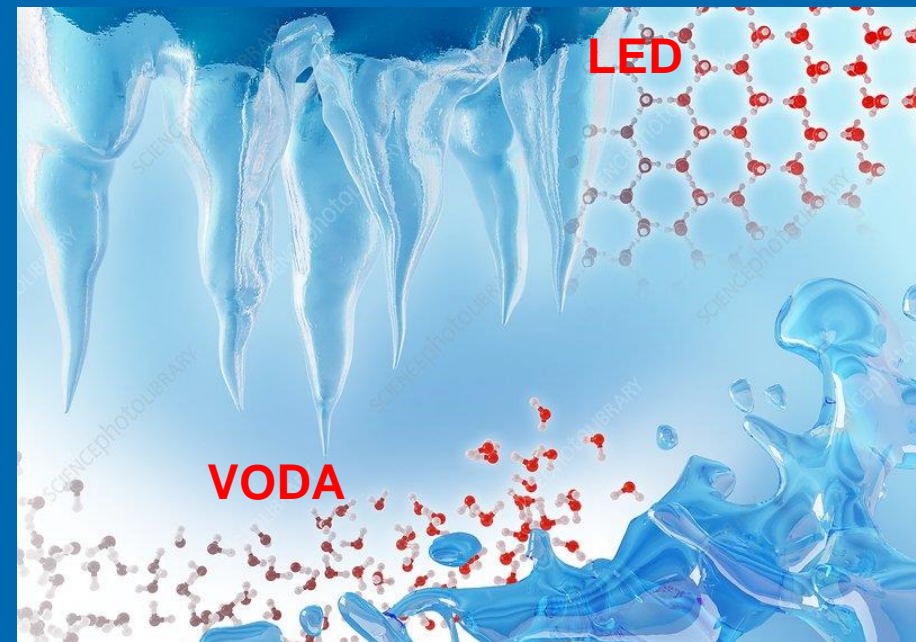
- Topljenjem leda dolazi do povećanja broja molekula vode po jedinici zapremine, tj. do **porasta gustine** tečnosti u odnosu na kristal i ovaj efekat dostiže svoj maksimum na 4°C
- Porast gustine pri topljenju leda objašnjava se smanjenjem broja vodoničnih veza u tečnosti u odnosu na kristal



Porast gustine pri topljenju leda



**Hlađenje vode – suprotni efekat:** pri obrazovanju kristalne rešetke leda atomi kiseonika se udaljavaju jedni od drugih u nastojanju da obrazuju pravilne tetraedre (max. br. vodoničnih veza), pa **zapremina raste tj. voda se širi pri mržnjenju (opada joj gustina)**. Zato led pliva na vodi.

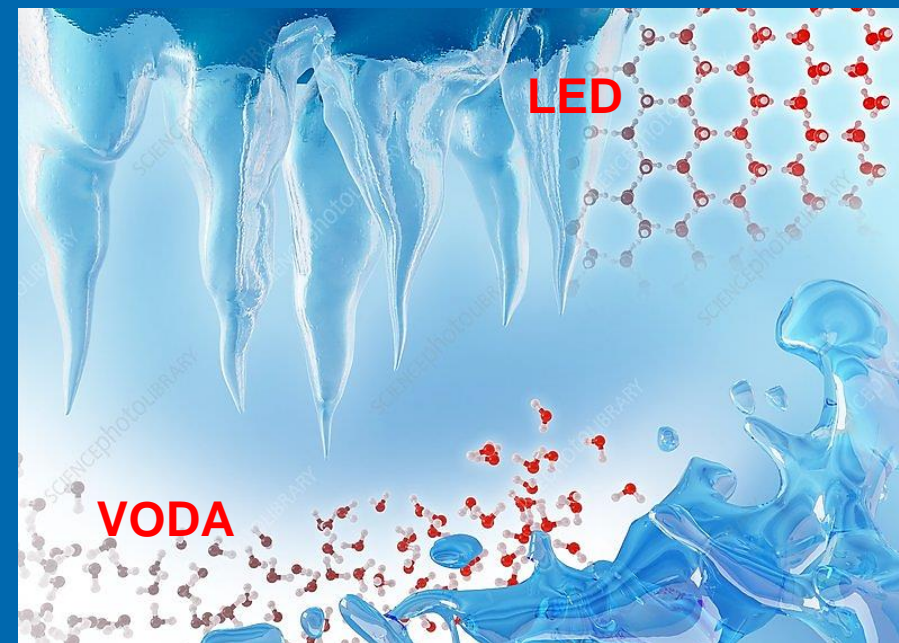


**LED – pravilna kristalna rešetka sa maksimalnim mogućim brojem H-veza**



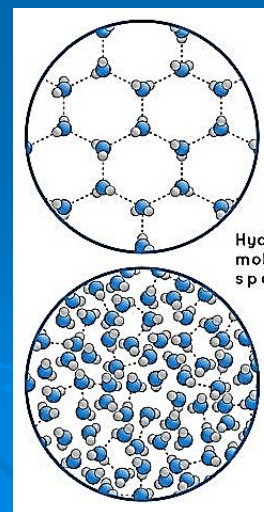
## Značaj vodoničnih veza i anomalije vode:

- voda zimi mrzne samo na površini
- led je dobar toplotni izolator – sprečava hlađenje i mržnjenje dubljih slojeva
- omogućen opstanak višegodišnjih živih bića u vodi



## Posledice molekulske strukture vode i vodoničnih veza:

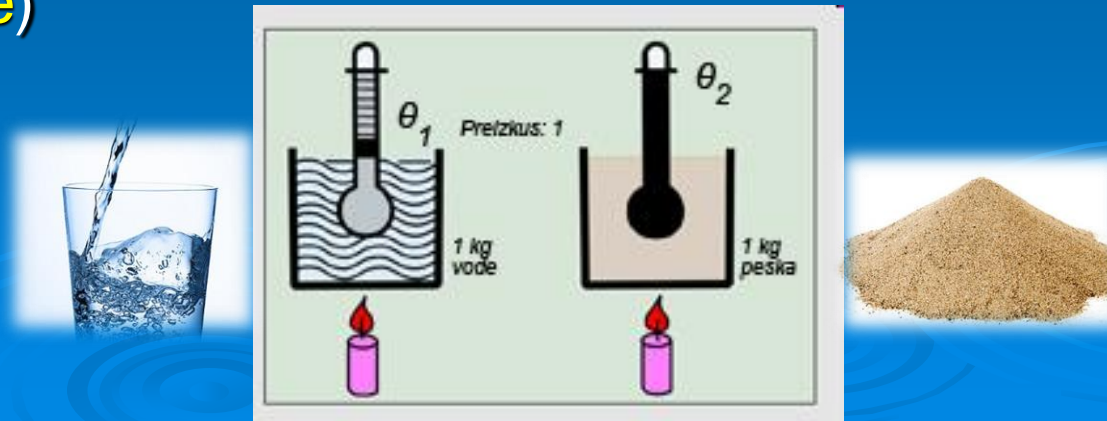
- visoka specifična toplota vode
- veliki toplotni kapacitet vode
- visoka tačka ključanja
- veliki površinski napon vode
- voda je dobar rastvarač



# 1. Specifična toplota vode

**Specifična toplota** – količina toplotne energije koju je potrebno dovesti jednom gramu neke supstance da joj se temperatura poveća za  $1^{\circ}\text{C}$

- **Visoka specifična toplota vode** ( $1 \text{ cal/g}$ ) posledica je postojanja mreže vodoničnih veza - relativno velika količina toplotne energije je potrebna da se prekinu intermolekulske vodonične veze
- **POSLEDICA: veliki toplotni kapacitet vode** - voda može apsorbovati veliku količinu toplotne energije, a da joj temperatura znatno ne poraste (**sporo zagrevanje, sporo hlađenje**)





Mjesec - odsustvo vodenih površina i niska specifična toplota stijena i pijeska, dnevna temperatura  $+120^{\circ}\text{C}$ , noćna i do  $-150^{\circ}\text{C}$



## Posledice visokog toplotnog kapaciteta vode:

- Blaga klima u okolini velikih vodenih objekata
- Održavanje tjelesne T – znatne količine toplote oslobođene pri raznim metaboličkim reakcijama uzrokuju samo minimalno povećanje tjelesne temperature
- Termoregulacija - za isparavanje vode iz organizma (znojenje) troši se znatna količina toplote – zaštita organizma od visokih temperatura

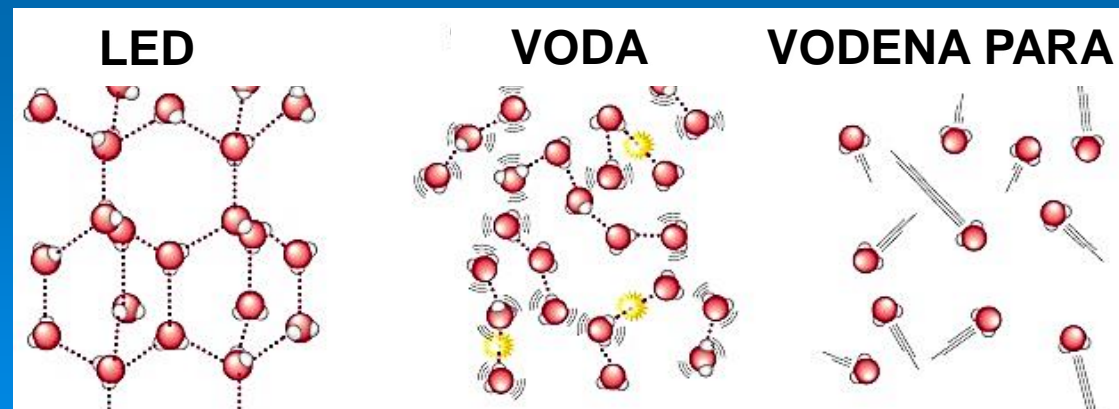




# Specifična toplota vode

## LED:

- **Specifična toplota leda** (0,5 cal/g) je upola manja od specifične toplote vode (1 cal/g). Kao rezultat, led se brzo topi - zahtijeva manje energije da predje u tečno stanje, nego što je potrebno da se poveća temperatura vode u tečnom stanju
- Isto tako, led se relativno brzo stvara hlađenjem vode na 0°C, tj. zahtijeva gubitak samo male količine toplote (80 cal/g), u poređenju s količinom energije koja je potrebna (540 cal/g) da se prekinu vodonične veze kod isparavanja.

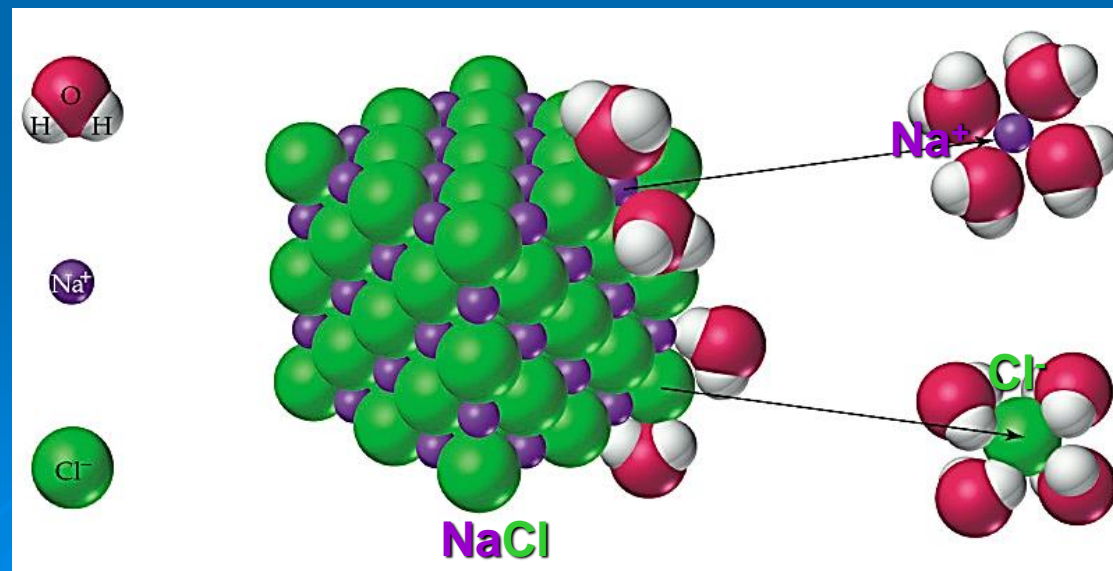


## 2. Voda kao rastvarač

Voda je **dobar rastvarač** za sva jedinjenja sa **jonskom** i **polarnom kovalentnom** vezom – zbog polarnosti sopstvenih molekula

**Rastvaranje jedinjenja sa jonskom vezom (NaCl):**

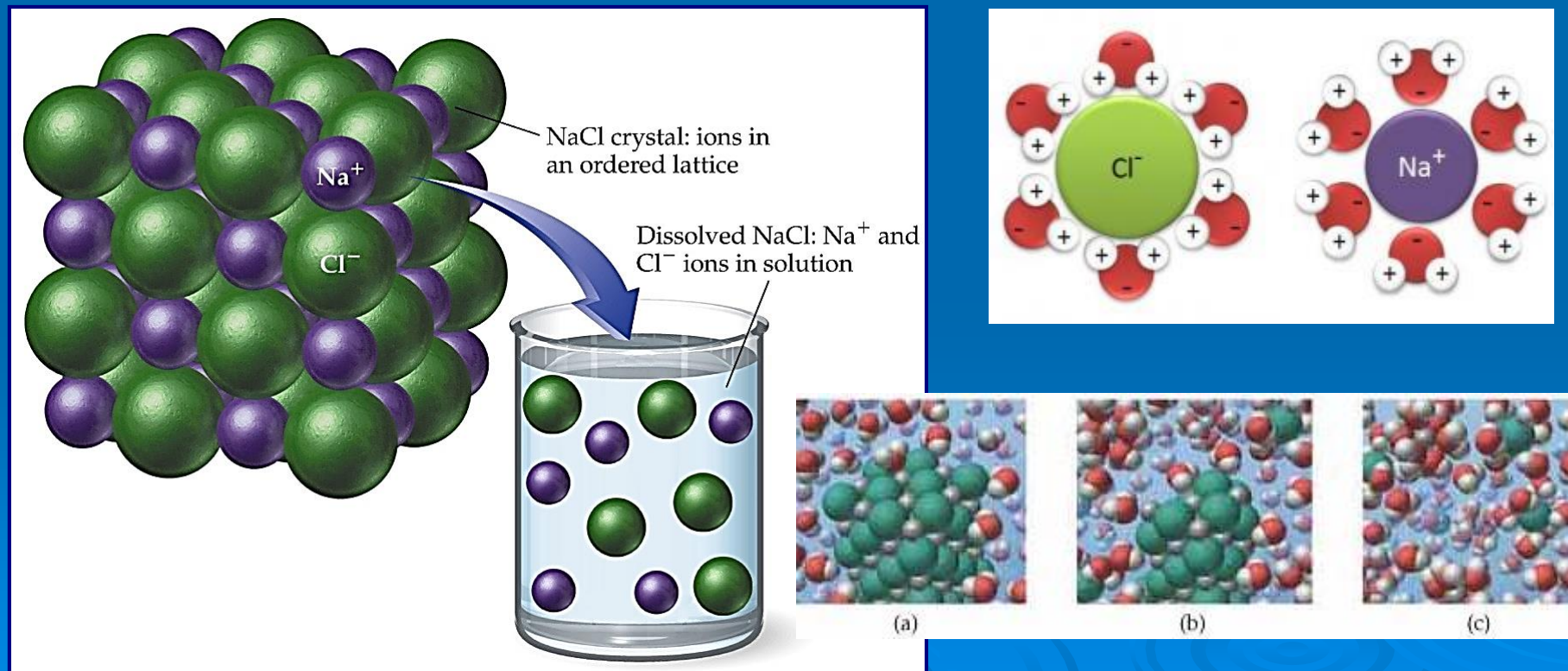
- **Na<sup>+</sup>** joni se orijentišu oko djelimično elektronegativnih atoma kiseonika
- **Cl<sup>-</sup>** joni se orijentišu oko djelimično elektropozitivnih atoma vodonika



# Voda kao rastvarač

Rezultat: kidanje veze između atoma *Na* i *Cl* i rastvaranje u vodi.

Kristal NaCl se u vodi rastvara do nivoa atoma (jona)

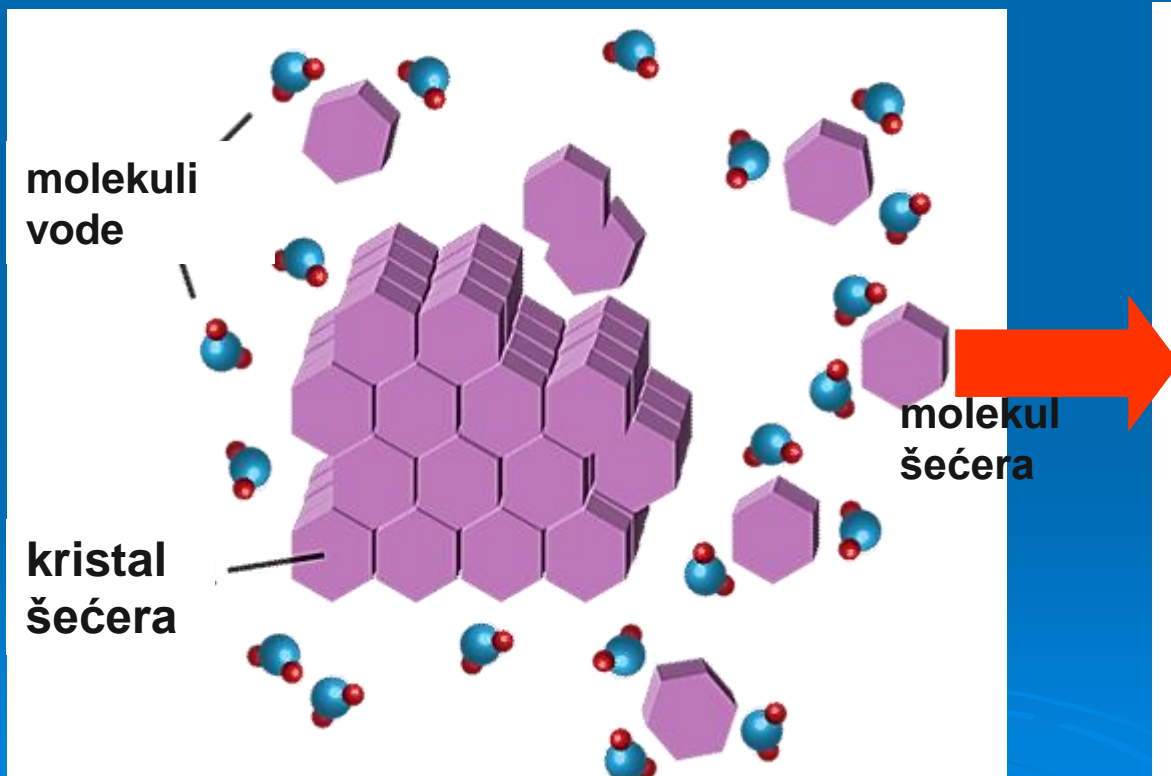
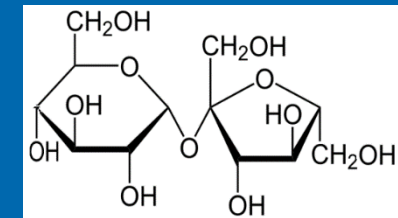




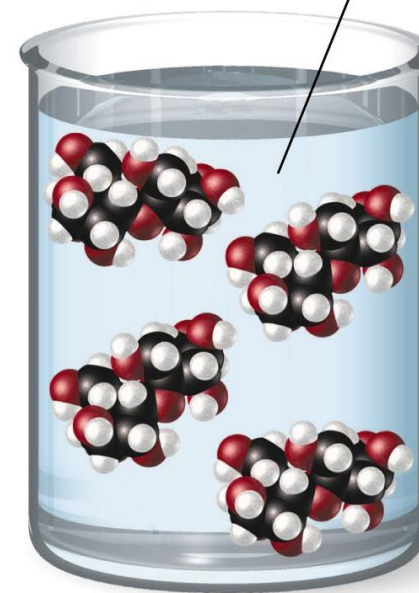
# Voda kao rastvarač

**Rastvaranje jedinjenja sa polarnom kovalentnom vezom (šećer):**

Kristal šećera se u vodi rastvara do nivoa molekula



Molekuli rastvorenog šećera

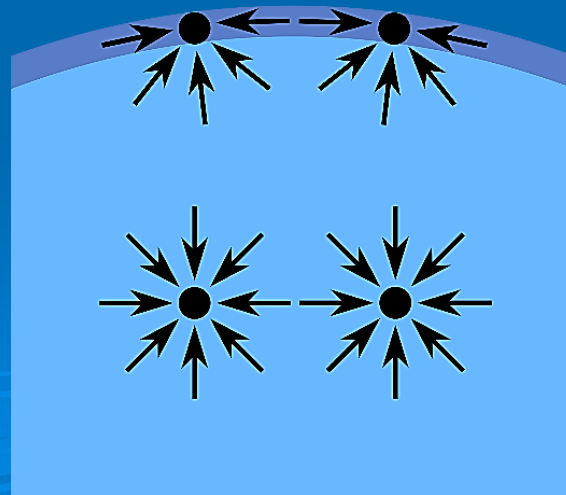
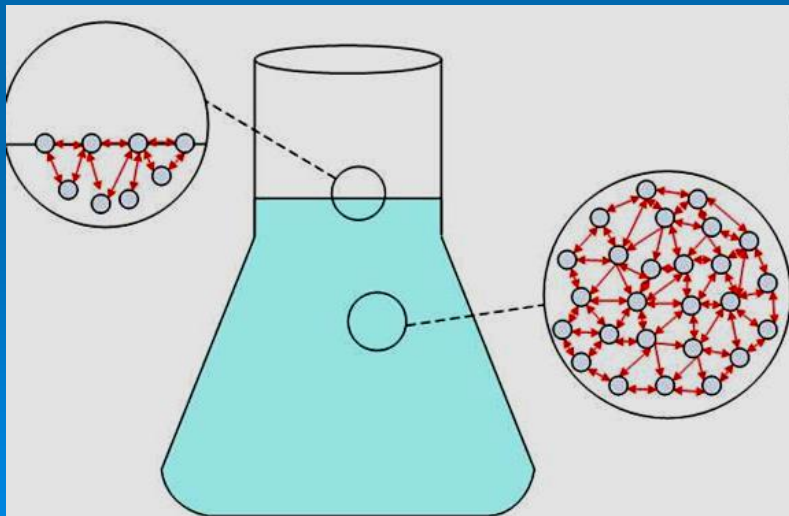


Nonelectrolyte solution



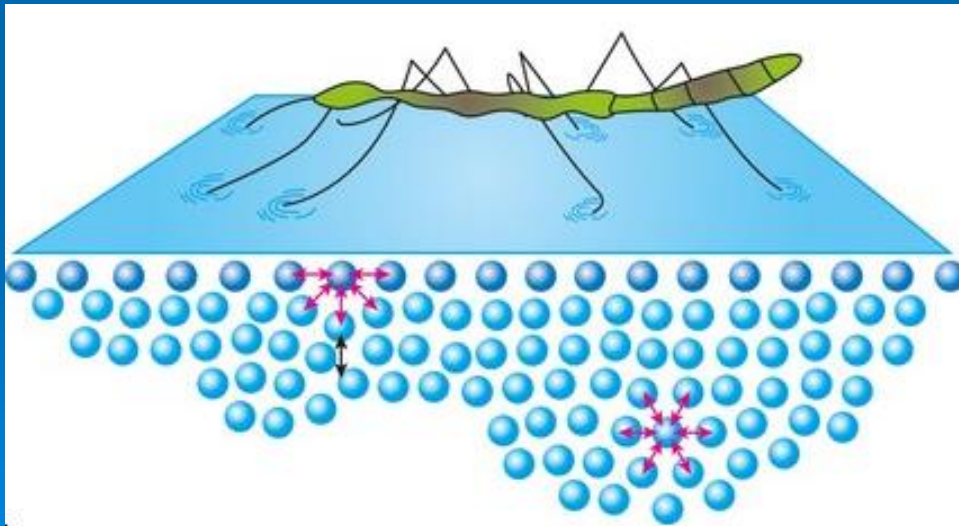
# 3. Površinski napon

- Voda ima **veliki površinski napon**
- Zbog vodoničnih veza, adhezivne sile među molekulima vode u unutrašnjim slojevima vode su uravnotežene, ali molekuli vode u površinskom sloju (vazduh) izloženi su dejstvu ovih sila samo sa donje strane, usled čega oni imaju određeni napon - **površinski napon**



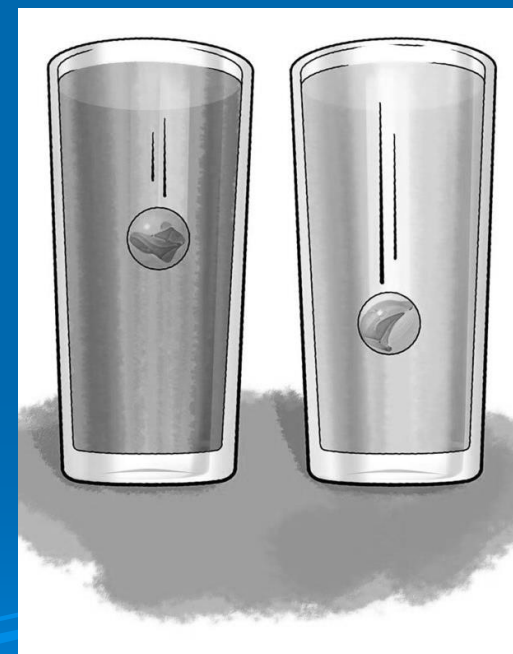
# Površinski napon

- Površinski napon na interfejsu vazduh – voda veći je nego za bilo koju drugu tečnost (osim žive - Hg)
- Zato površina vode djeluje kao elastična membrana – stanište za zajednicu **neuston** (npr. *Geridae* – insekti)



# 4. Viskoznost vode

- **Viskoznost (unutrašnje trenje)** - otpor čestica (molekula) vode prema pomjeranju ili kretanju tijela u njoj - 100 puta veći u vodi nego u vazduhu
- Viskoznost vode zavisi od temperature, sa kojom stoji u negativnoj korelaciji - **viskoznost se smanjuje sa povećanjem temperature**
- Viskoznost vode se udvostručuje kad je temperatura smanjena sa 25°C na 0°C
- Step en uranjanja i distribucija pasivnih organizama (plankton), pod uticajem su promjena viskoznosti koje su u vezi sa gustinom



# 5. Odnosi gustine

- Gustina vode raste s povećanjem koncentracije rastvorenih soli
- Gustina vode raste i sa povećanjem pritiska



Salinitet (‰)	Gustina vode na 4°C
0	1,00000
1	1,00085
2	1,00169
3	1,00251
10	1,00818
35	1,02822



	D u b i n a					
Temperatura	0 m	250 m	500 m	1000 m	1500 m	2000 m
0°C	0,9998	1,0009	1,0020	1,0042	1,0063	1,0084
10°C	0,9995	1,0006	1,0017	1,0037	1,0058	1,0080
20°C	0,9980	0,9991	1,0002	1,0023	1,0043	1,0064
30°C	0,9955	0,9966	0,9977	0,9998	1,0018	1,0040