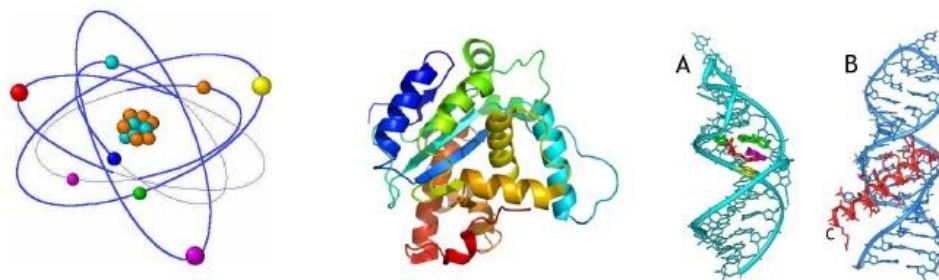
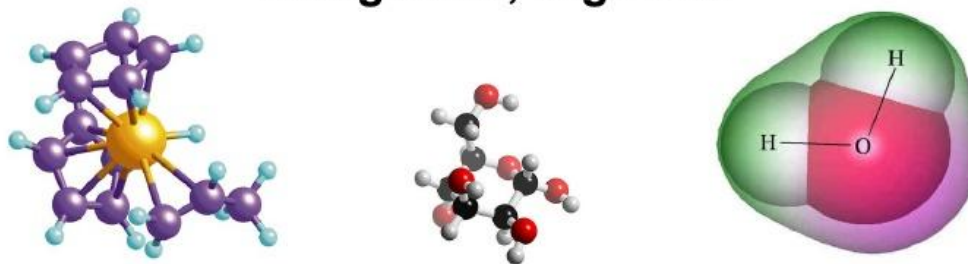


BIOGENI ELEMENTI (BIOELEMENTI)



Hemijski sastav živog sveta

neorganski, organski



IAKO BIOMOLEKULI SAČINJAVANJU SVA ŽIVA
BIĆA ONI SAMI SU NAČINJENI OD MALOG
BROJA HEMIJSKIH ELEMENATA

-BIOGENI ELEMENTI-

C, H, O, N, P i S čine 99% mase ćelija-najvažniji
makroelementi

Pored pomenutih 6 i sledeći elementi su esencijalni:

NEMETALI (**Cl⁻, I⁻**)

NEPRELAZNI METALI (**Na⁺, K⁺, Ca²⁺ i Mg²⁺**) i

PRELAZNI METALI (**Mo, Mn, Fe, Co, Cu, Zn**)

METALI U TRAGOVIMA (**Cr, Ni, V**)

Lista biogenih elemenata obuhvata takodje i sledeće elemente u ultra malim
količinama:

B, Si, Sn, Se (npr. za Se se ranije verovalo da je nepoželjan ali danas znamo da je
važan element antioksidantne zaštite).

BIOGENI ELEMENTI

1																	18	
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg									Al	Si	P	S	Cl	Ar		
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Ha	Sg	Ns	Hs	Mt	Unn	Unu							

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

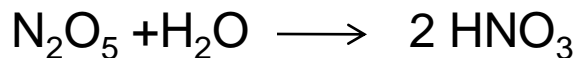
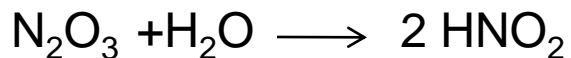
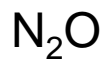
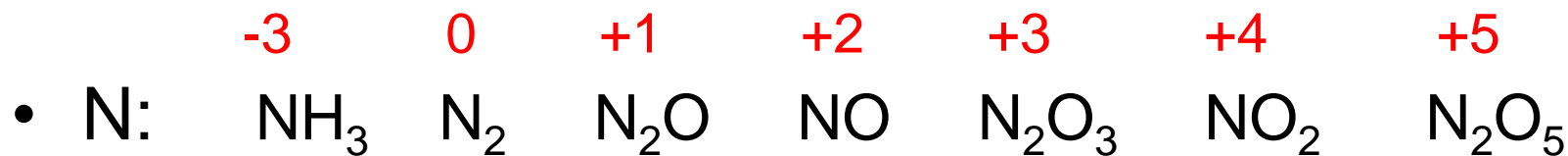
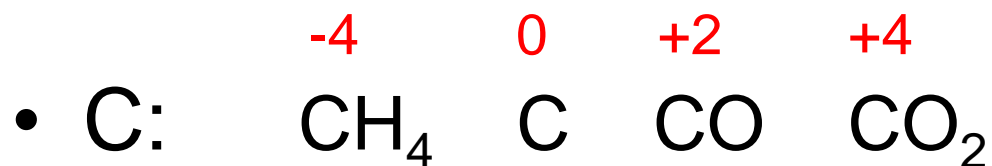
- Glavni biogeni elementi
- Elektroliti
- Elementi u tragovima
- ?

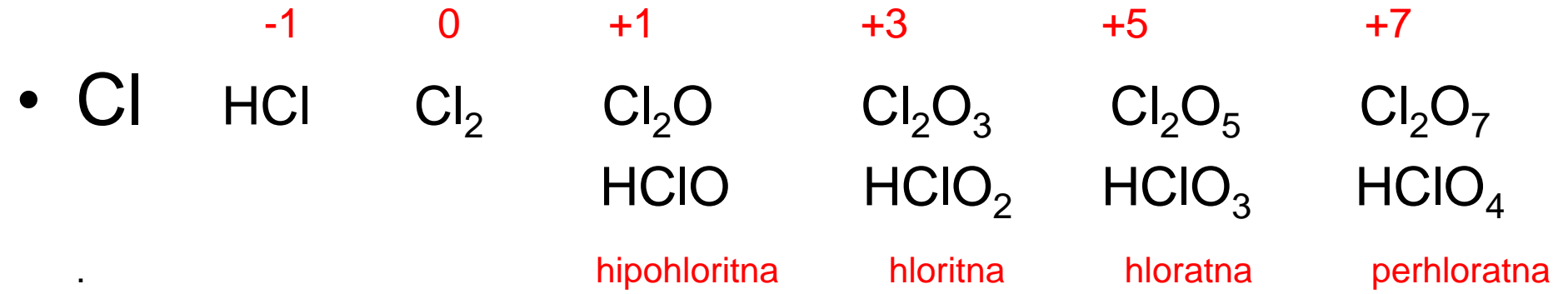
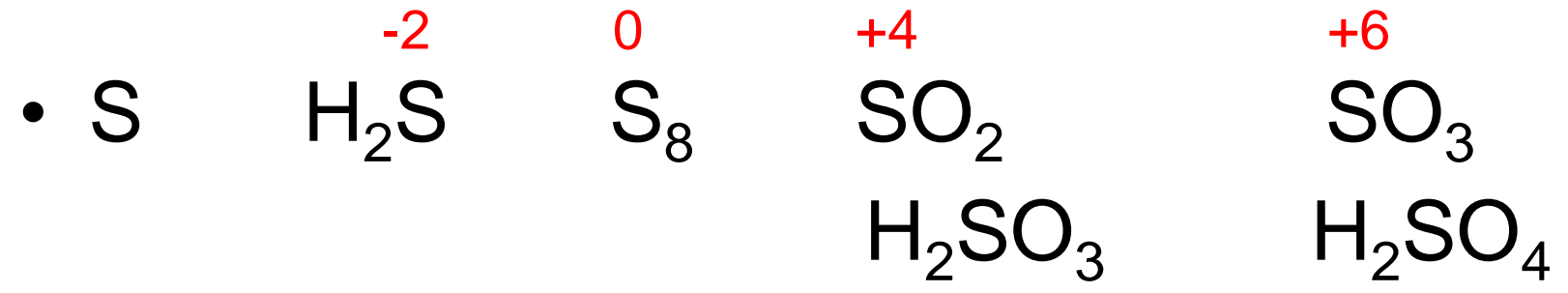
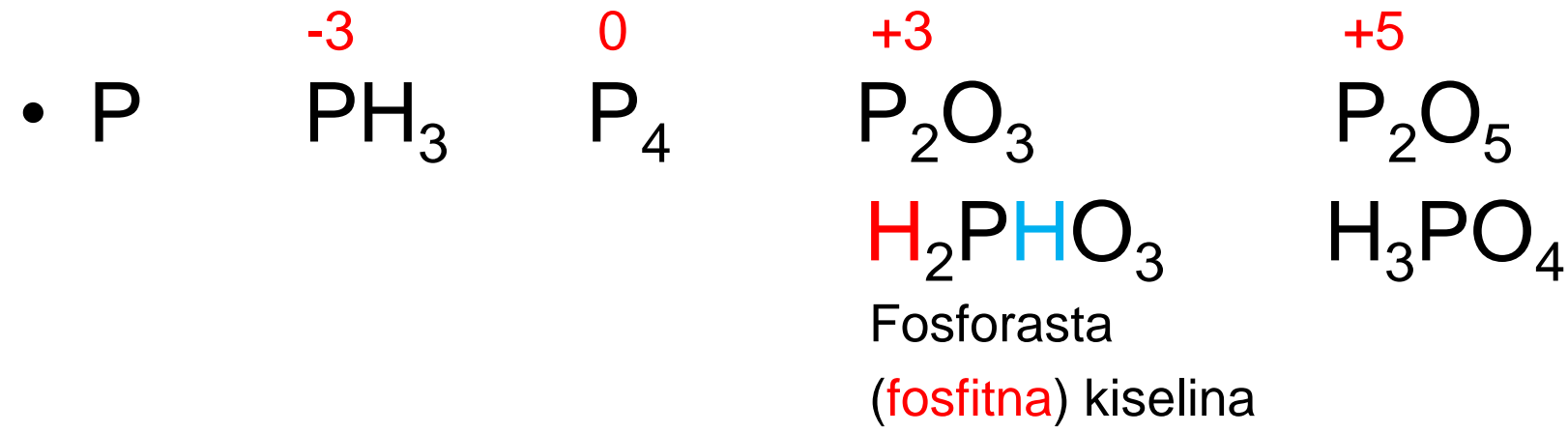
- Život je “lak”
- Svi biogeni elementi osim Se, I, Mo i Sn imaju atomski broj manji od 30

Hemijske karakteristike važnijih makroelemenata

- Oksidaciona stanja elemenata Ia, IIa i IIIa grupe određena su brojem valentnih elektrona:
 - Ia: Li^+ , Na^+ , K^+ ...
 - IIa: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Ba^{2+} ,...
 - IIIa: Al^{3+} ,
 H_3BO_3 (borna kiselina, soli-borati)

Kod elemenata IV-VII grupe valenca elementa je promenljiva-iz pravila okteta proizilaze samo najviše i najniže oksidaciono stanje:





PRVA GRUPA

1 H 1.0079
3 Li 6.941
11 Na 22.990
19 K 39.098
37 Rb 85.468
55 Cs 132.91
87 Fr [223]

Izgrađuje sva živa bića. H^+ (H_3O^+) održavanje kiselo-bazne ravnoteže.
Učestvuje u reakcijama oksido-redukcije.

Deficit utiče na endokrini sistem,
fertilnost i izaziva psihijatrijske bolesti.

Glavni ekstracelularni katjon. Na – pumpa.
Održava kiselo-baznu ravnotežu i osmotski pritisak.
0,154 mol/L fiziološki rastvor.

Glavni intraćelijski katjon. Utiče na rad srca i nervnog sistema.
Aktivator brojnih enzima. Neophodan za biljke – sastojak mineralnih đubriva (NPK).

Veće doze toksične.

Veće doze toksične.



Li^+ je efikasan lek u terapiji manije kod bipolarnog poremećaja i šizofrenije međutim ima i mnoga neželjena dejstva.

4 Be 9.0122
12 Mg 24.305
20 Ca 40.078
38 Sr 87.62
56 Ba 137.33
88 Ra [226]

Toksičan. Kancerogen za životinje.

Sastojak pojedinih enzima ili njihov aktivator.

Sastojak hlorofila. Kod ljudi nedostatak izaziva grčeve mišića. Deluje antialergijski.

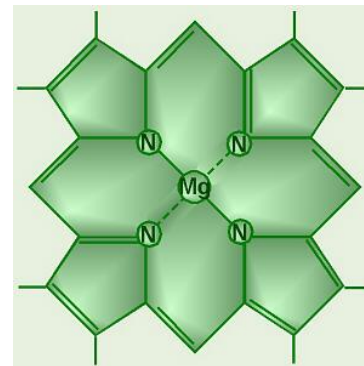
Važan biogeni element. Bitan sastojak kostiju i zuba kao fosfat. CaF_2 je sastojak zubne gleđi. Nalazi se u krvotoku i utiče na zgrušavanje krvi. Učestvuje u regulaciji metabolizma kao prenosilac signala u ćeliju i kao prenosilac signala u kontrakciji mišića.

Toksičan, akumulira se u kostima. Posebno je toksičan ^{90}Sr . (β -emiter, poluvreme raspada 20 godina) Sporo se eliminiše.

Toksičan, kada su soli rastvorne. BaSO_4 za kontrast.

Radioaktivan.

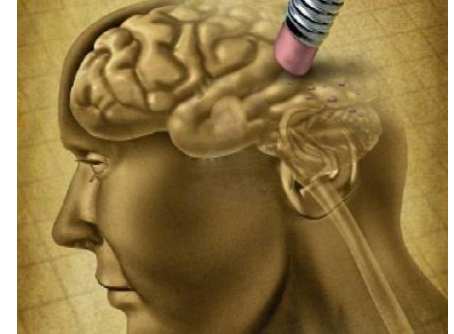
Druga grupa



Treća grupa

Esencijelni elemenat za biljke i neke životinje. Neka istraživanja ukazuju da je nedostatak bora povezan sa osteoporozom. Borna kiselina kao antiseptik.

U višim dozama toksičan. Akumulira se u telu (jetra, bubrezi, kosti, mozak).
Potencijalna veza sa Alchajmerovom bolešću.



Mali biološki i toksikološki značaj. Ima afinitet za neoplastična tkiva pa se koristi za detekciju tumora.

Utvrđena toksičnost za eksperimentalne životinje.

Jako toksičan.

5 B 10.811
13 Al 26.982
31 Ga 69.723
49 In 114.82
81 Tl 204.38

Četvrta grupa

6 C 12.011
14 Si 28.086
32 Ge 72.61
50 Sn 118.71
82 Pb 207.2

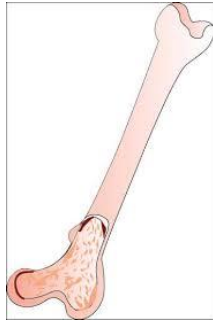
Najbitniji element za život. Brojna jedinjenja u organskoj hemiji. Jedinjenja mogu biti toksična CO, HCN...

Neophodan element u malim količinama. Neophodan za piliće. Nedostatak ubrzava osteoporozu. Nije toksičan. Udisanje praha silikata (peska ili azbesta) izaziva plućne bolesti.

Nije dokazano da je neophodan. Moguće je da učestvuje u imunološkim reakcijama. Niska toksičnost.

Neophodan element. Nedostak se manifestuje u poremećaju rasta.

Toksičan. Značajan zagađivač životne sredine.



Značajan biogeni elemenat. Sastojak aminokiselina i proteina.

Fosforna kiselina je jedno od najznačajnijih jedinjenja u biohemiji. U ćelijama se nalazi u obliku soli, estara i anhidrida. Ova jedinjenja učestvuju u metabolizmu šećera, masti.... Izgrađuje membrane. Ulazi u sastav kostiju (60% se nalazi u kostima u obliku $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$).

Toksičan. Oštećuje jetru i bubrege.
Akumulira se u organizmu,
posebno u kosi pa su moguća hronična trovanja.



Posledice akumulacije As u pijaćoj vodi

Po toksičnosti odgovara arsenu, ali se ne akumulira u telu.

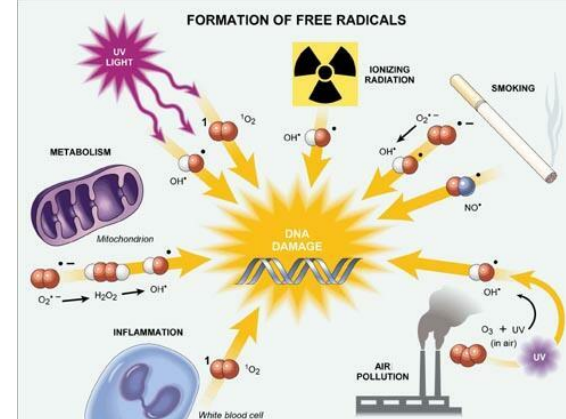
Nije toksičan. Jedinjenja su se koristila u medicini zbog antiseptičnog i adstrigentnog svojstva.

7 N 14.007
15 P 30.974
33 As 74.922
51 Sb 121.76
83 Bi 208.98

8 O 15.999
16 S 32.065
34 Se 78.96
52 Te 127.60
84 Po [209]

Šesta grupa

Ozon O_3 je toksičan. Štit od UV zračenja. O_2 je slabo reaktivan, redukcijom nastaju reaktivne kiseonične vrste ($O_2^{\cdot-}$, H_2O_2 , $\cdot OH$). Kod živih bića redukcija kiseonika se vrši u mitohondrtijama i prilikom fotosinteze (hloroplasti).



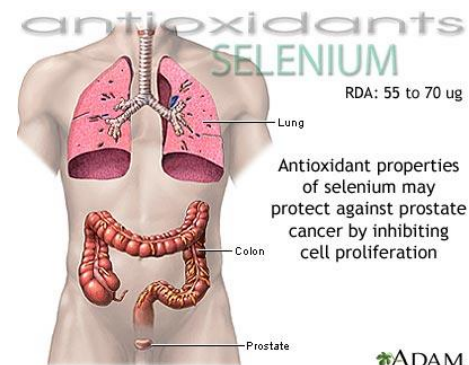
Važan biogeni element, ulazi sastav proteina. -SH grupa odgovorna za sekundarnu strukturu proteina. Učestvuje u biohemijskim oksido-redukcionim reakcijama.

Važan biogeni element u tragovima. U višim dozama veoma toksičan. Ulazi u sastav pojedinih enzima štiti od slobodnih radikala.



Manje je toksičan od Se.

Radioaktivan.



Sedma grupa

9 F 18.998
17 Cl 35.453
35 Br 79.904
53 I 126.90
85 At [210]

Biogeni element u tragovima. Kod čoveka je neophodan radi pravilne mineralizacije kostiju i zuba. Fluoridi u višim koncentracijama su toksični. Inhibitori pojedinih procesa.

Kao hlorid Cl^- neophodan je za život. Elementarni hlor je toksičan (bojni otrov-I svetskom ratu).



Za sada nije neophodan element u tragovima mada se nalazi u organizmu. Bromidi imaju sedativno dejstvo.

Neophodnost joda je odavno poznata (150 god). Neophodan je za pravilnu funkciju štitne žlezde. Elementarni jod je dezificijens – tinktura joda.



Radioaktivan.

Hemija prelaznih metala

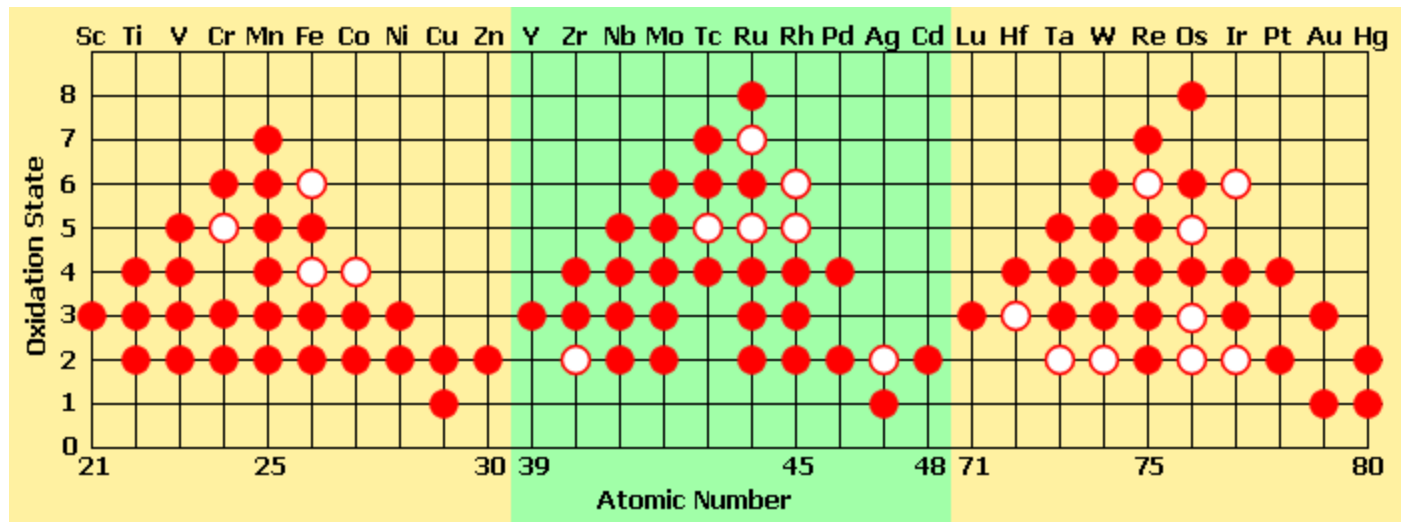
Group → 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18
↓ Period

1	2	Transition Metals (d-block)										13	14	15	16	17	18	
1	1 H																2 He	
2	3 Li	4 Be	Transition Metals (d-block)										5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg	Transition Metals (d-block)										13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo

Lanthanides	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
Actinides	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

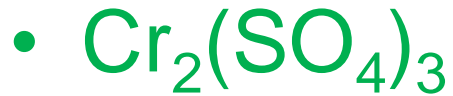


- Kod prelznih metala, nesporeni elektroni d-podnivoa takodje mogu da učestvuju u hemijskim vezama pa se ubrajaju u valentne elektrone.
- U IV periodi, do VIIIb grupe, **zaključno sa Mn, broj valentnih elektrona raste od 3-7, pa i maksimalno oksidaciono stanje od +3 do +7 (zakon periodičnosti).**
- Posle Mn, ovo pravilo više ne važi, pa je karakteristično oksidaciono stanje **Fe, Co, Ni, Cu i Zn: +2.**



Vlb grupa: Hrom

+3



Hrom (III)-sulfat

+6



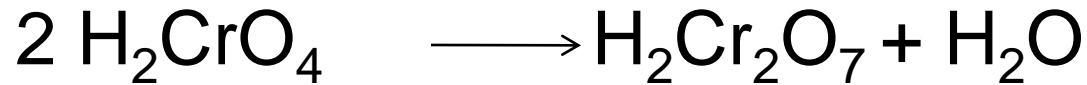
K-hromat

+6



K-dihromat

Nastajanje dihromata-dehidratacijom hromata:



- (VI) Cr- vrlo toksičan i za biljke i za životinje
- (III) Cr- u malim količinama je prisutan u svim tkivima ljudi i životinja; koristi se u lečenju šećerne bolesti jer reguliše nivo glukoze u krvi. Žuti šećer sadrži Cr (III) pa je zdraviji od belog-rafinisanog.

VIIb grupa: Mangan

+2



Mn(II)-sulfat

+4



Mn(IV)-oksid

+6



K-manganat

+7



K-permanganat



Mn se nalazi u svim biljkama i životinjama. Sadrži ga list cvekle do 0,03%, u organizmu mrava - do 0,05%, a u nekim bakterijama do nekoliko procenata. U organizmu čoveka (do 0,0004%) sadrži srce, jetra i nadbubrežne žlezde.

Karakteristična oksidaciona stanja Fe, Co, Ni, Cu i Zn

- +1 +2 +3
- Fe^{2+} Fe^{3+}
- Co^{2+} Co^{3+}
- Ni^{2+}
- Cu^+ Cu^{2+}
- Zn^{2+}



- Ovi elementi uglavnom otpustaju najslabije vezane elektrone iz 4s orbitale.

I B

29 Cu 63.546
47 Ag 107.87
79 Au 196.97

Neophodan element u tragovima. Kofaktor važnih enzima kao što su citohrom oksidaza i enzimi respiratornog lanca. Neophodan za pravilan metabolizam gvožđa. Rastvorne soli su toksične. Antimikotik.

Nije biogeni element.



Bolest argirija-
akumulacija srebra

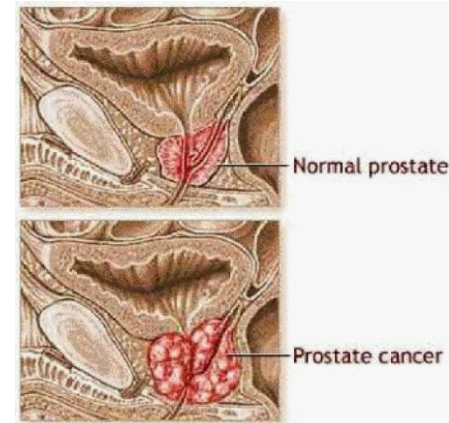
Rastvorne soli toksične.

II B

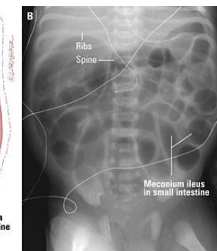
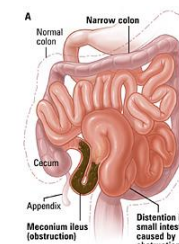
30 Zn 65.39
48 Cd 112.41
80 Hg 200.59

Jedan od najvažnijih biogenih elemenata u tragovima. Neophodan za očuvanje i prenos genetičke informacije. Preko 300 enzima sadrži cink. Dobar je za funkciju prostate. Pojačava imunitet.

Toksičan. Deluje na -SH grupe.



Toksičan. Deluje na -SH grupe.
Nakuplja se u organizmu.



Živa se nekada primenjivala za lečenje ileusa, per os.

VI B

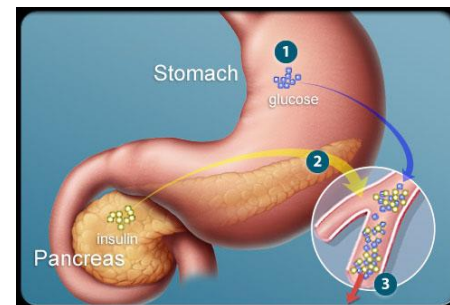
24 Cr 51.996
42 Mo 95.94
74 W 183.84

VII B

25 Mn 54.938
43 Tc [98]
75 Re 186.21

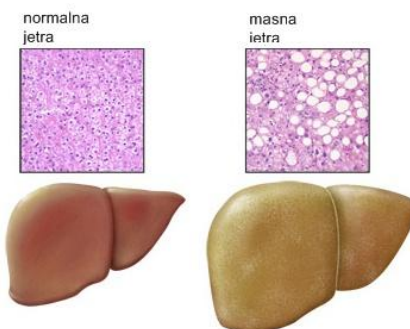
VI B i VII B

Neophodan element za metabolizam lipida i ugljenih hidrata.
Nedostatak može biti uzrok dijabetesa II.



Neophodan element u tragovima za izlučivanje sumpora, sintezu mokraćne kiseline i oksidaciju aldehida. Sastojak enzima.

Niska toksičnost. Kompeticija sa Mo.



Ulazi u sastav mnogih važnih enzima.

Povoljno utiče na stvaranje krvi.

Deluje protiv masne degeneracije jetre i zaustavlja razvoj arterioskleroze.

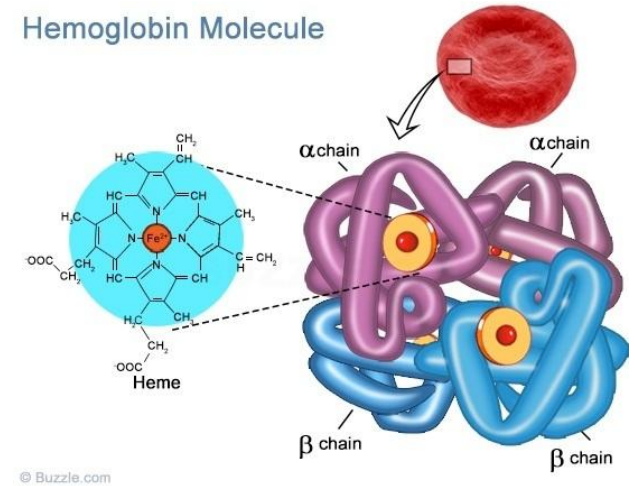
Nedostatak Mn izaziva ometanje rasta, nervno rastrojstvo i anomalije u gradnji skeleta.

Niska toksičnost. U radiografiji kostiju.

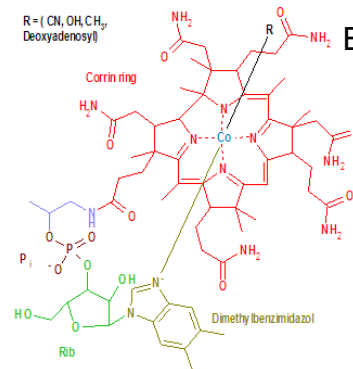
Toksičnost nepoznata.

Trijada gvožđa – Fe, Co i Ni

Hemoglobin Molecule



Neophodan element. U ljudskom telu većina Fe se nalazi u hemoglobinu. Pored ove uloge učestvuje u procesima detoksikacije i odbrane od bakterija. Rastvorne soli u većim dozama su toksične.



B12-kobalamin. Sintetišu ga samo neki mikroorganizmi. Nedostatak izaziva pernicioznu anemiju.



Ulazi u sastav vitamina B₁₂.

Neophodan element za sisare i biljke. Nedostatak se odražava na aktivnost pojedinih enzima. Rastvorne soli u većim dozama su toksične kao svi teški metali.

26

Fe

55.845

27

Co

58.933

28

Ni

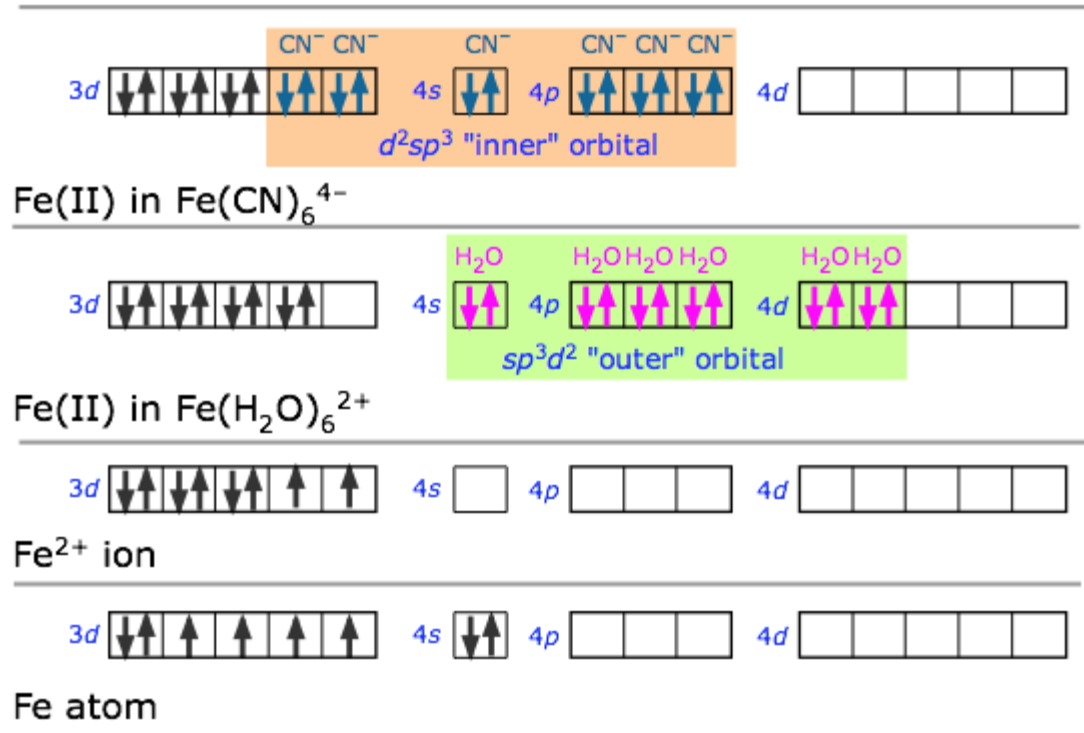
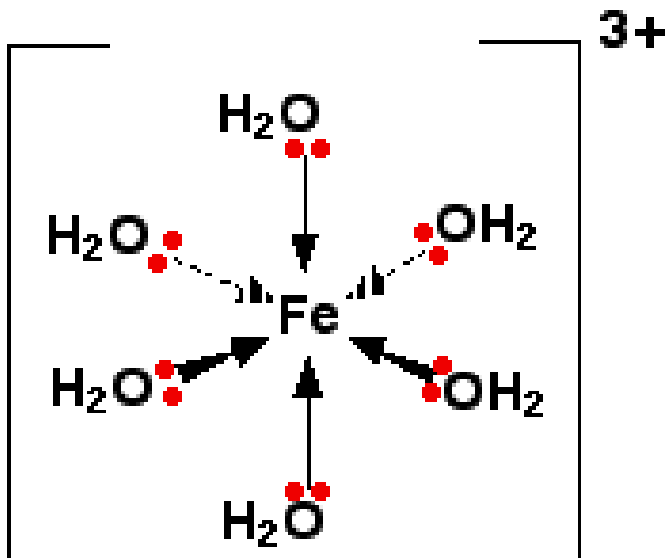
58.693

Objašnjenje biološke uloge prelaznih metala

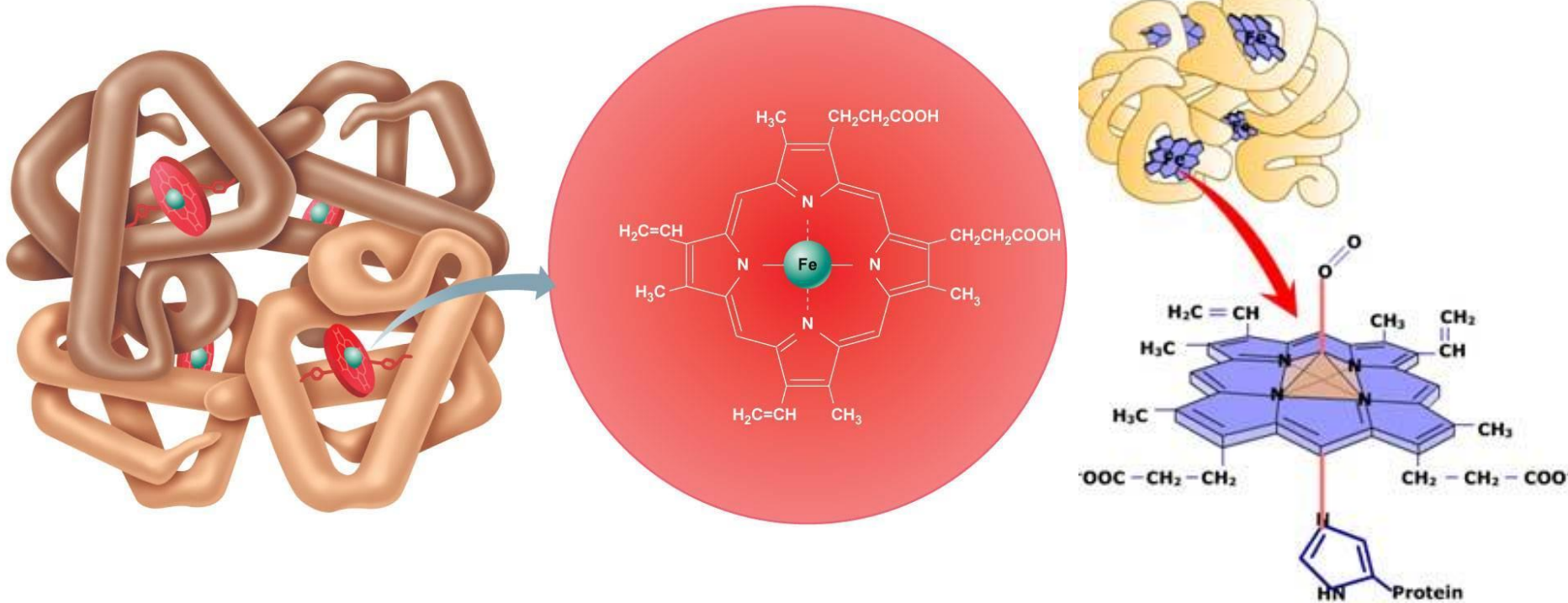
- Prelazni metali imaju sposobnost da se vezuju za biomolekule i grade tzv. **kompleksna jedinjenja (koordinaciona jedinjenja ili kompleksi)**.
- Tako se objašnjava vezivanje metala za enzime kada igraju ulogu **kofaktora** i učestvuju u važnim biološkim procesima kao što je **enzimska kataliza** ili druge značajne biološke funkcije.
- Hemijska veza između metala i organskog jedinjenja je kovalentna veza (**koordinativno kovalentna veza**).
- Prelazni metali imaju prazne d- i p-orbitale gde mogu da primaju parove e⁻ po donorsko-akceptorskom mehanizmu.
- **Jon metala je akceptor elektronskog para (Luisova kiselina), a atomi O i N organskog molekula su donori elektronskih parova (luisove baze).**

Mehanizam nastajanja kompleksa

- Metalni jon-centralni jon: npr. Fe^{3+} (akceptor elektronskih parova-pomoću praznih d-orbitala)
- H_2O : -donor elektronskog para (ligand)
- Tip veze: koordinativno kovalentna



Hemoglobin-sadrži Fe^{2+} koodinativno vezano za hem

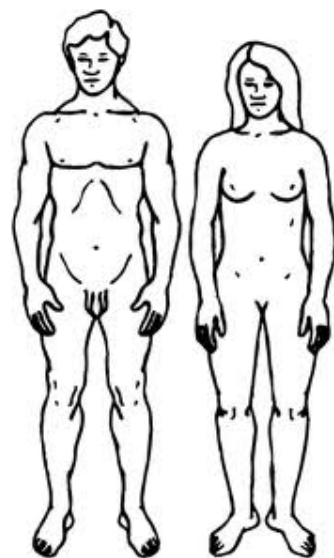


Vezivanje kiseonika za Fe^{2+} hemoglobina je takodje pomoću koordinativne veze

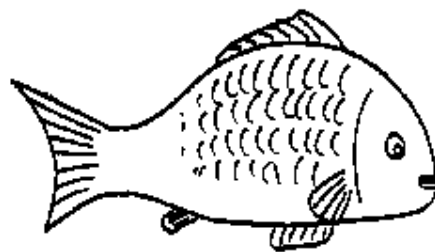
VODA

KAKO HEMIJSKE I FIZIČKE OSOBINE VODE UTIČU NA BIOHEMIJSKE I EKOLOŠKE SISTEME

VODA ČINI 60 – 98% MASE ORGANIZAMA



65%



70%



95%



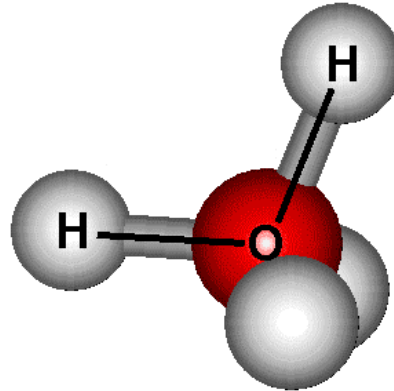
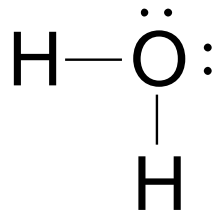
98%

ZAŠTO JE VODA NEOPHODNA?

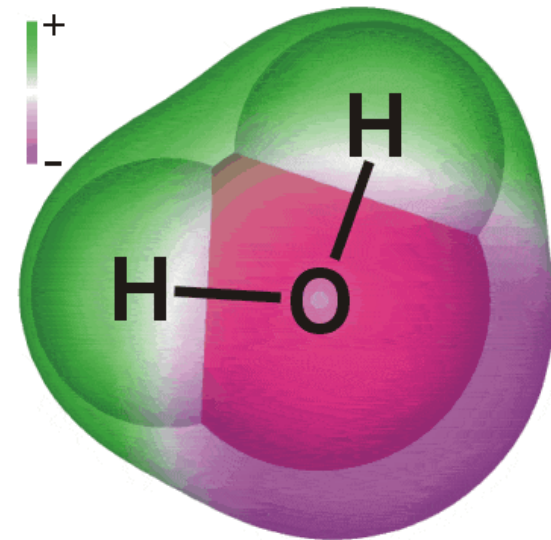
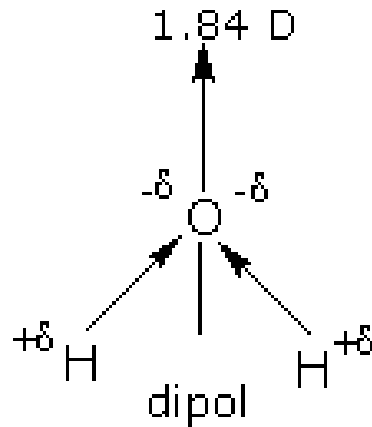
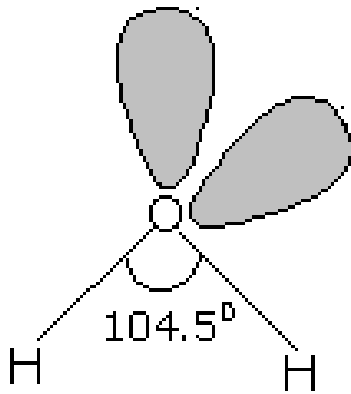
VODA DELUJE KAO:

- **Rastvarač** – medijum za biohemijske reakcije
- **Medijum za transport** (krv, ksilem)
- **Metabolit** (fotosinteza, hidroliza)
- **Sredstvo za održavanje temperature** (znojenje, transpiracija)
- **Strukturni element** (turgor)
- **Medijum za razmnožavanje**

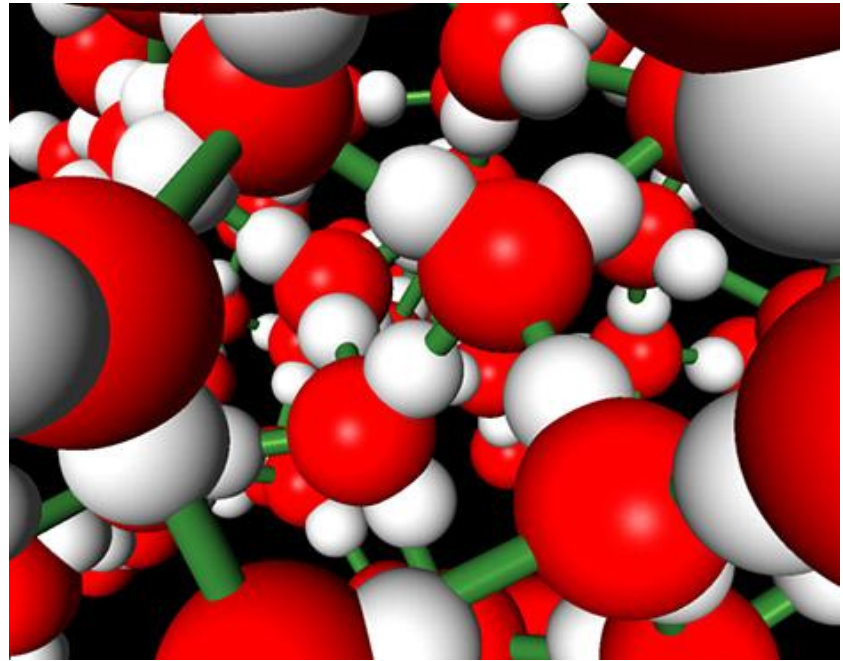
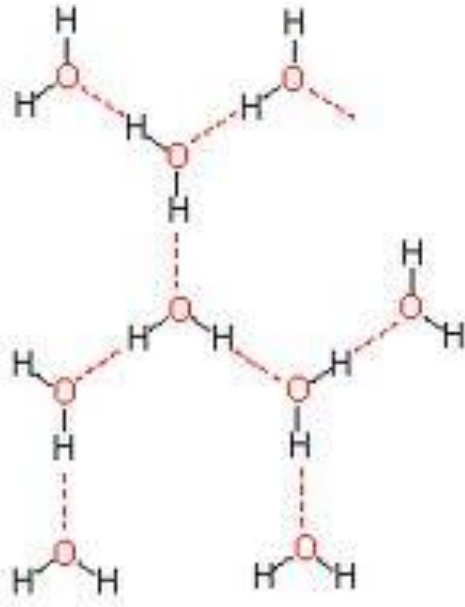
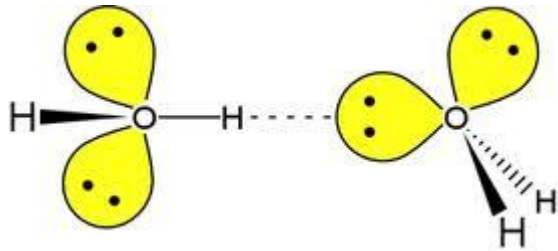
STRUKTURA MOLEKULA VODE



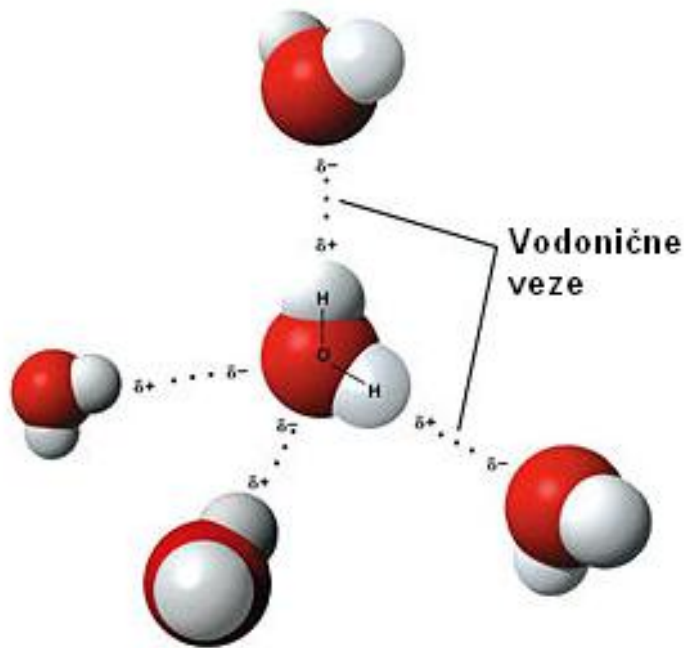
- Molekul vode je polaran
- Između molekula vode gradi se vodonična veza



VODONIČNA VEZA KOD MOLEKULA VODE

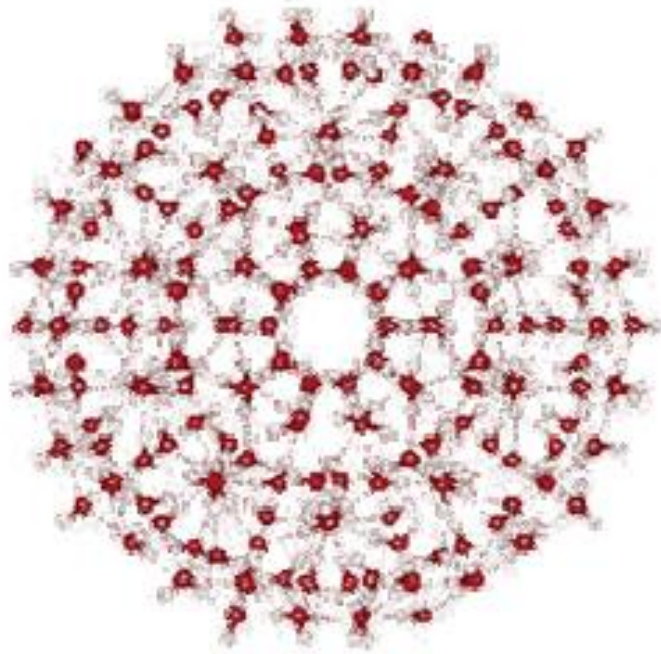
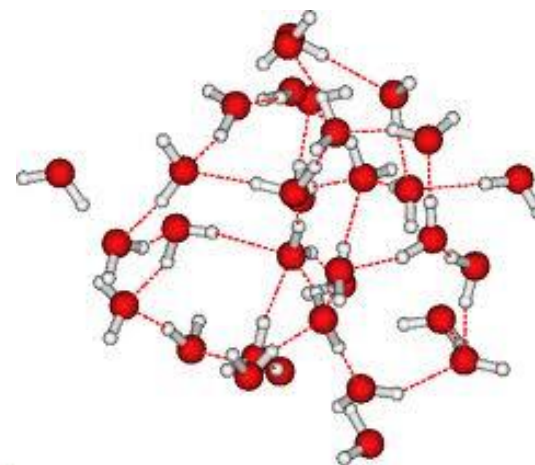
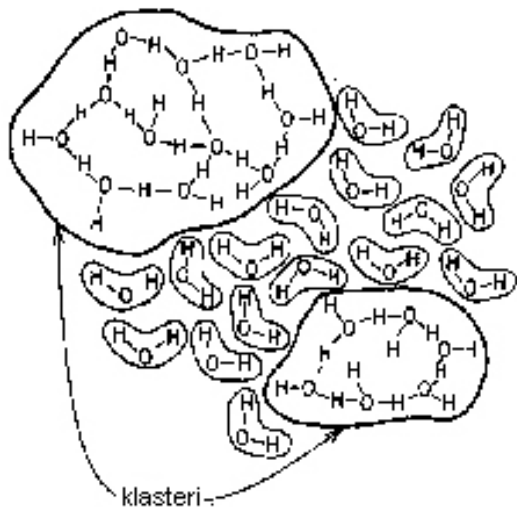


Jedan molekul vode može da gradi više vodoničnih veza



- Broj vodoničnih veza koje gradi jedan molekul vode menja se sa vremenom i zavisi od temperature
- 25 °C 3,59
- 100 °C 3,24
- 0 °C 3,69
- Energija vodonične veze kod vode iznosi 23,3 kJ/mol

STRUKTURA TEČNE VODE KLASTERI

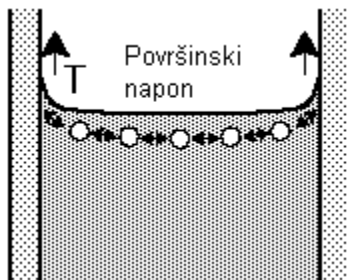
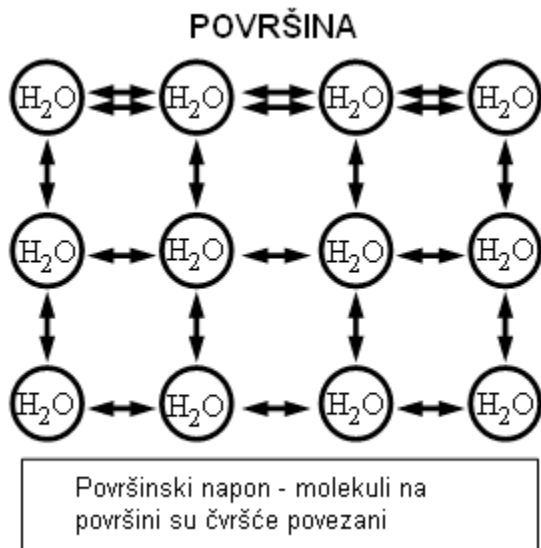


OSOBINE VODE KOJE SU POSLEDICA OVAKVE STRUKTURE A BITNE ZA ODRŽAVANJE ŽIVOTA

- KOHEZIJA
- ADHEZIJA
- VISOKA SPECIFIČNA TOPLOTA
- VISOKA TOPLOTA ISPARAVANJA
- LED IMA MANJU GUSTINU OD VODE
- VELIKA SPOSOBNOST RASTVARANJA
- PROVIDNOST
- ELEKTROLITIČKA DISOCIJACIJA

KOHEZIJA

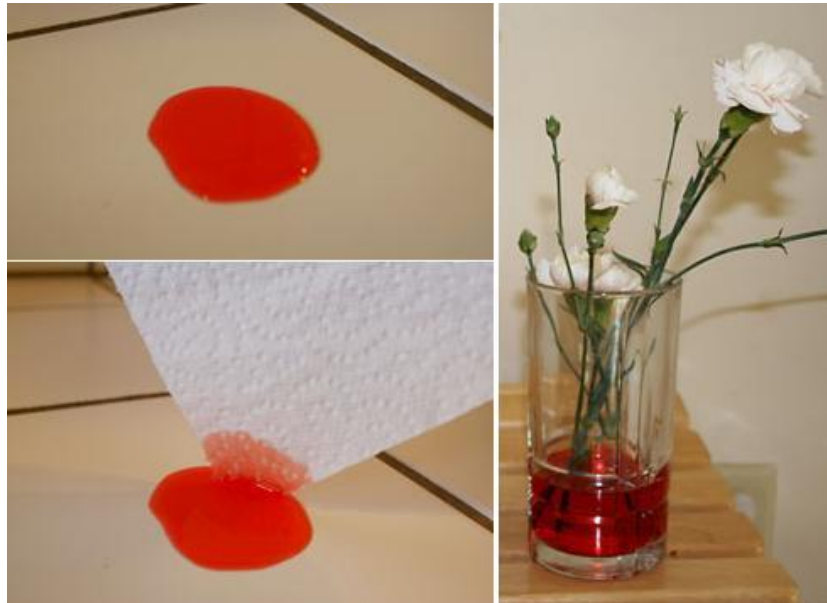
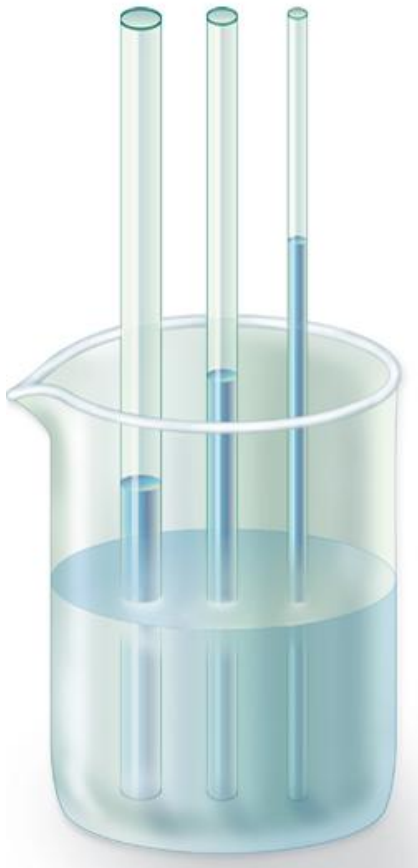
međusobno povezivanje molekula vode
VODA IMA VISOK POVRŠINSKI NAPON



ADHEZIJA

povezivanje molekula vode sa drugim supstancama

- Kapilarni efekat
- Usvajanje i kretanje vode kod biljaka

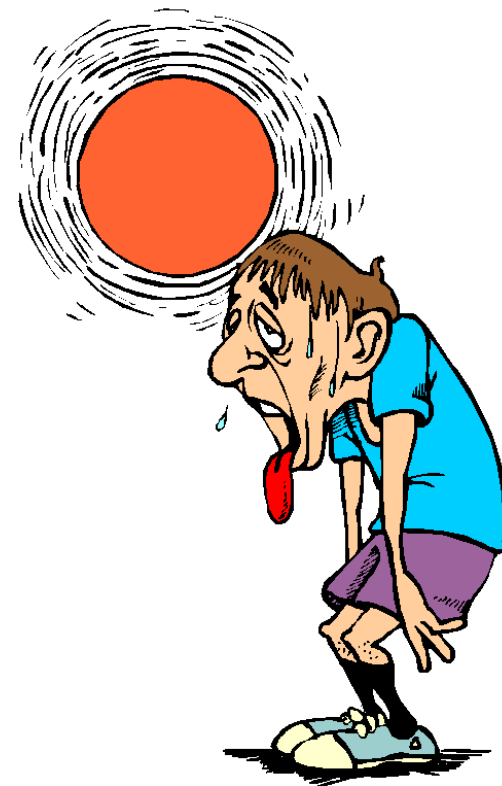


UTICAJ VISOKE SPECIFIČNE TOPLOTE JE ZNAČAJAN OD NIVOJA PLANETE DO INDIVIDUALNIH ORGANIZAMA

- Velika količina vode može apsorbovati velike količine toplote u toku leta pri čemu se zagreje za nekoliko stepeni
- U toku noći ili zime apsorbovana toplota se odaje i zagreva ohlađeni vazduh
- Prema tome, temperature okeana i priobalja su znatno stabilnije od unutrašnjih područja
- Voda koja je glavni sastojak organizama efikasno ublažava promene temperature kojima je dati organizam izložen

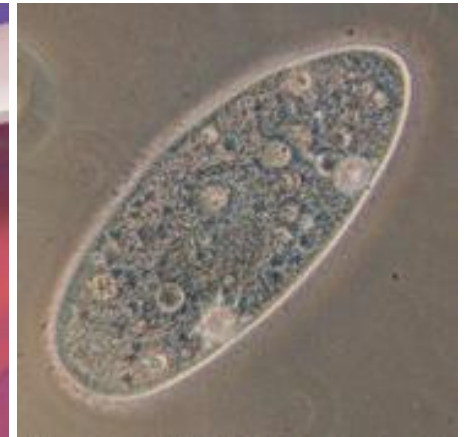
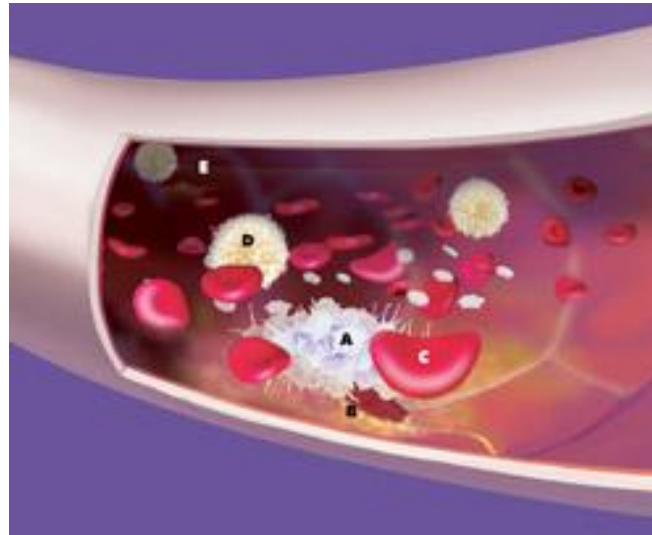
Visoka toplota isparavanja

- Količina toplote potrebna da se 1 g vode prevede u paru
- Visoka vrednost zbog velikog broja vodoničnih veza koje treba raskinuti
- Kako tečnost isparava površina se hladi – toplota isparavanja
- Toplota isparavanja ublažava promene temperature u jezerima i kod organizama
- Isparavanje vode sa listova i kože odstranjuje višak toplote

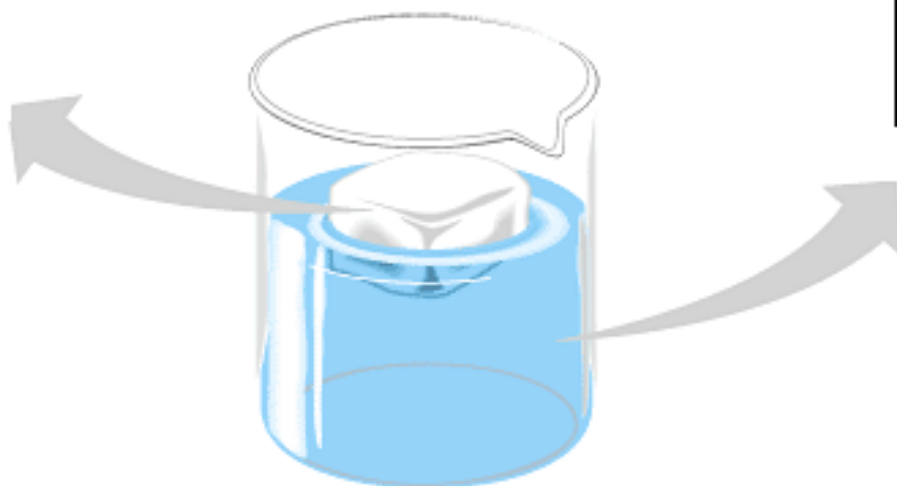


VODA JE DOBAR RASTVARAČ

- Krv, koja se sastoji uglavnom od vode, prenosi hranjive i otpadne molekule
- Hranjive materije rastvorene u vodi prenose se kroz biljku
- Jednoćelijski organizmi koji žive u vodi apsorbiraju rastvorene materije



LED IMA MANJU GUSTINU OD VODE

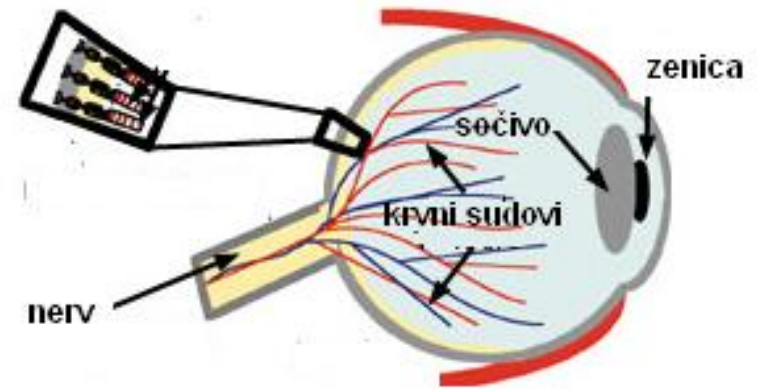


LED IMA MANJU GUSTINU OD VODE

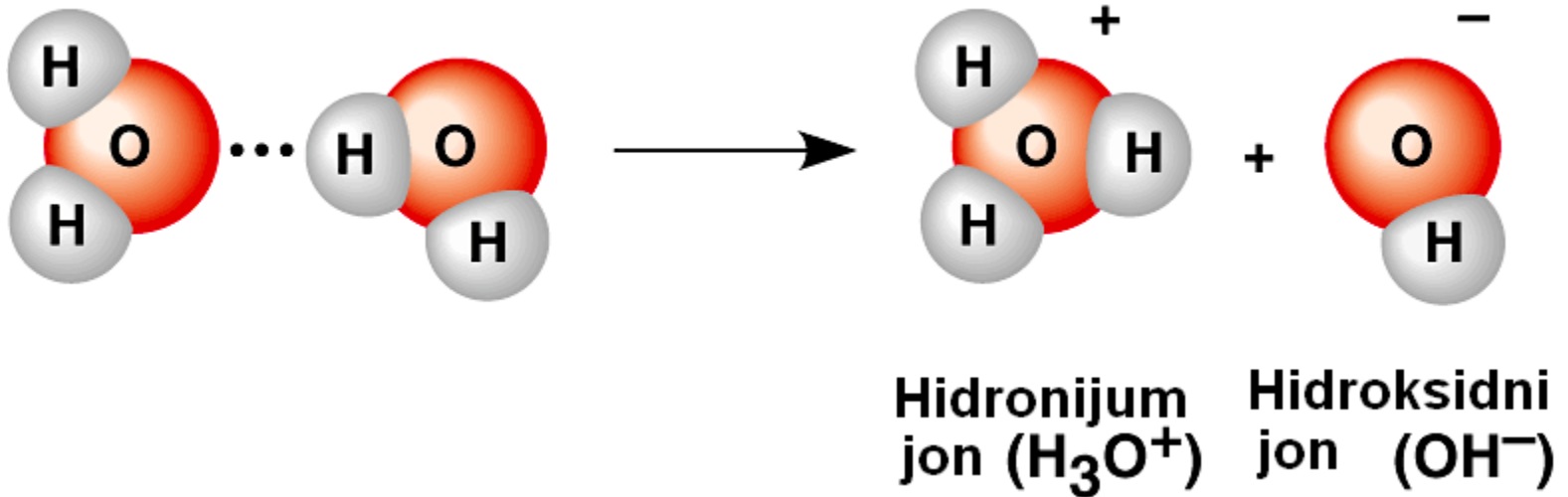
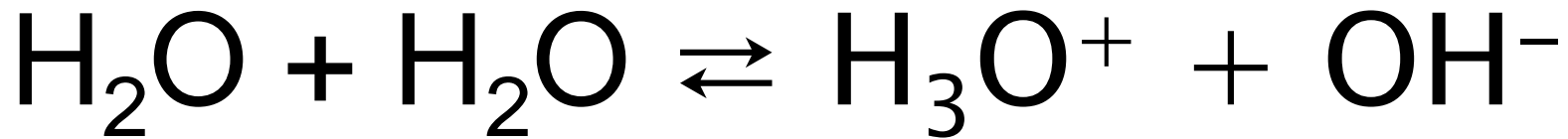


VODA JE PROVIDNA

- Svetlost može prolaziti kroz vodu
- Vodene biljke primaju svetlost
- Svetlost prolazi kroz očno sočivo



AUTODISOCIJACIJA VODE



pH



$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$