

VODONIK

► najrasprostranjeniji element u Vasioni (88,6 at.%)

► 3. po rasprostranjenosti na Zemlji (iza O i Si), 15 at.%

► prvi, najlakši i najjednostavniji element ($1 p^+$ i $1 e^-$)



$1s^1$:

mali atomski i kovalentni radijus,
velika energija jonizacije,
mala stabilnost H-jona

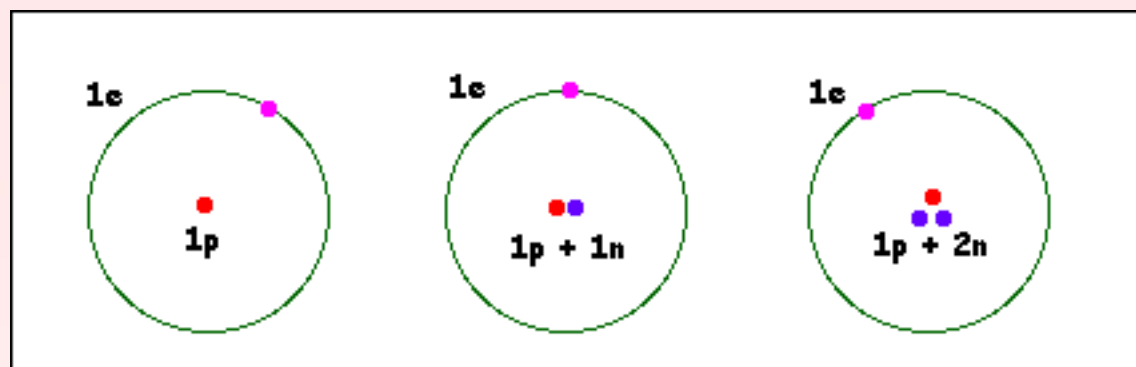
► SLIČNOST i sa **alkalnim metalima** (1 valentni e^- , oks. broj: I) i sa **halogenim elementima** (NEMETAL, oks. broj: $-I$)

► RAZLIKE: **3 puta veća energija jonizacije** H u odnosu na energije jonizacije **alkalnih metala**; **5 puta manji afinitet prema elektronu** u odnosu na afinitet prema elektronu **fluora**;

**NE SVRSTAVA SE ni u 1. ni u 17. grupu PSE,
RAZMATRA SE POSEBNO!**

1	2											13	14	15	16	17	18															
3	4											11	12	13	14	15	16	17	18													
Li	Be											Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar													
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr															
39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe															
55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn															
87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	
Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr																
		LANTANOIDI																														
		Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu																														
		AKTINOIDI																														
		Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf Es Fm Md No Lr																														

IZOTOPI VODONIKA



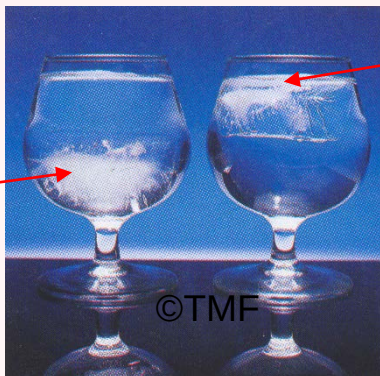
^1H
PROTIJUM

^2D
DEUTERIJUM

^3T
TRICIJUM

Relativne atomske mase **H**, **D** i **T** stoje u odnosu 1:2:3 –
– velike razlike u fizičkim osobinama!

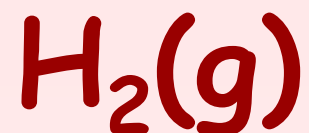
Led D_2O



Led H_2O

Deuterisana
jedinjenja

ELEMENTARNI VODONIK



- ▶ **DVOATOMSKI GAS** BEZ BOJE, MIRISA I UKUSA
- ▶ **NISKA T_f i T_k** (zbog slabih medumolekulskih sila između malih nepolarnih molekula)
- ▶ **VELIKA ENERGIJA VEZE**, $E_{\text{H-H}} = 436 \text{ kJ mol}^{-1}$
(reaguje sa većinom elemenata, ali **tek** na **povišenoj T**)

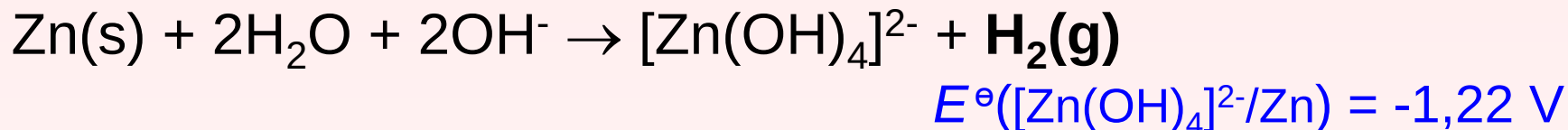
Laboratorijsko dobijanje $\text{H}_2(\text{g})$

1. Reakcijom metala sa vodom i rastvorima kiselina ili baza

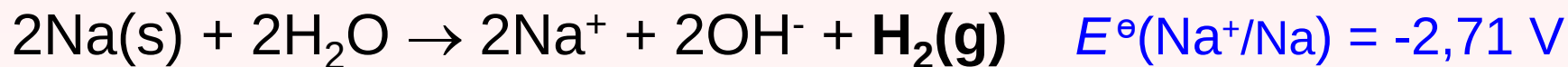
- (NAJČEŠĆE) reakcijom metala (Zn, Mg, Fe) sa rastvorima kiselina (HCl, razblažena H_2SO_4):



- (RETKO) reakcijom metala (Al, Zn, Sn) sa rastvorima baza:



- (RETKO) reakcijom alkalnih i nekih zemnoalkalnih metala sa H_2O :

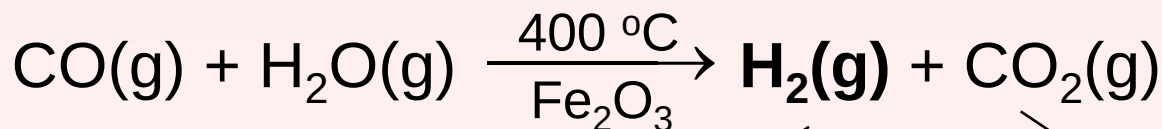
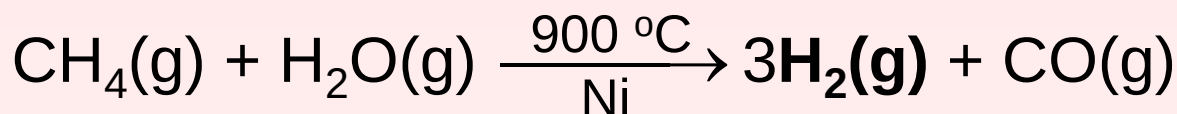


2. Reakcijom hidrida (H: -I) alkalnih i zemnoalkalnih metala sa vodom



Industrijsko dobijanje $H_2(g)$

1. Reakcijom između ugljovodonika (CH_4 , C_3H_8 , C_4H_{10} , ...) i vodene pare:



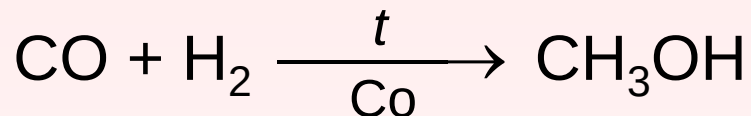
↓
dovoljno čist za industrijsku upotrebu

↓
apsorbuje se u rastvorima
baza ili K_2CO_3

2. Elektrolizom vode uz dodatak elektrolita (skup postupak) –
– dobija se vrlo čist H_2

Primena H₂

- ▶ u proizvodnji **NH₃** i **HCl**
- ▶ u reakcijama **hidrogenovanja** (adicija H₂ na dvostruku i trostruku C-C vezu) – za prevođenje nezasić. u zasić. organs. jed. (npr. dobijanje sirovine za biljne masti i margarin)
- ▶ za dobijanje **metanola**, CH₃OH (osnovna sirovina u organskoj industriji)



- ▶ potencijalno **GORIVO** – danas se mnogo ispituje;
problemi: efikasnost odigravanja reakcije
$$2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta_r H = -484 \text{ kJ mol}^{-1};$$

transport H₂;
skladištenje H₂;
- ▶ veoma poznato **redukciono** sredstvo (opasnost, „praskavi gas“!), još bolje ako imamo „^{©TME}**nascentni**“ vodonik.

HIDRIDI - binarna jedinjenja vodonika

Prema tipu hemijske veze ($\chi = 2,1$) dele se na:

- **JONSKE** – hidridi elemenata **1. i 2.** grupe PSE (oks. br. **-I**)
- **METALNE (INTERSTICIJSKE)** – oks. br. **?**
- **KOVALENTNE** – hidridi elemenata **13-17.** grupe PSE (oks. br. **I**)
- **PRELAZNE**

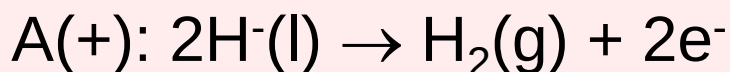
1																	18		
	1	2											13	14	15	16	17		
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
3	Na	Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Al	Si	P	S	Cl	Ar	
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi				
7																			
JONSKI		METALNI										PRELAZNI		KOVALENTNI					

- **JONSKI HIDRIDI** - hidridi elemenata **1. i 2.** grupe PSE

Formula: **MH ili MH₂**

Oks. br. -I

Kod **JONSKIH hidrida** prisustvo H⁻-jona dokazano je činjenicom da **rastop** LiH provodi struju:



Reakcija **JONSKIH hidrida** sa vodom (izvor vodonika, sredstva za sušenje i redukcionog sredstva):

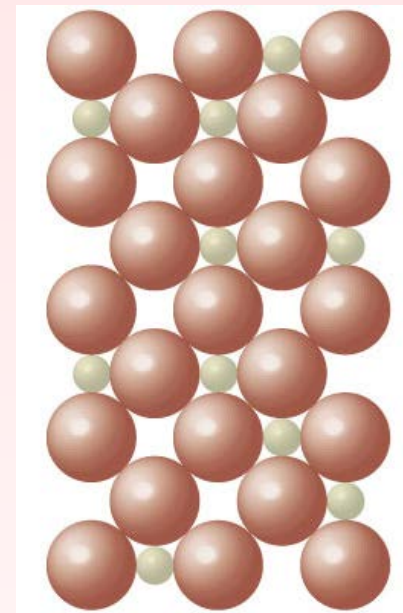


Hidrid-jon, H⁻, je **veliki i nestabilan** zato što ima 1p⁺ a 2e⁻, što je vrlo nepovoljan odnos naelektrisanja!

• METALNI (INTERSTICIJSKI) HIDRID

Intersticija = šupljina

- Vodonik, obično kao atom, popunjava šupljine u kristalnoj rešetki metala
- Izgledaju kao sam metal, mogu se kovati
- Veza je slaba, neki kažu metalna
- Nestehiometrijska jedinjenja, Bertolidi
- Primeri formula: $\text{LaH}_{2,87}$, $\text{YbH}_{2,55}$, $\text{PdH}_{0,6 - 0,8}$
- Redukciona sredstva
- Postoji mogućnost skladištenja H_2 , jer ga lako otpuštaju



- **PRELAZNI HIDRID** - na prelazu između metalnih i kovalentnih... (nebitni za nas).

● KOVALENTNI HIDRIDI

► H ima oks. br. I kada reaguje sa elementima koji se nalaze na desnom kraju PSE, veza je kovalentna!

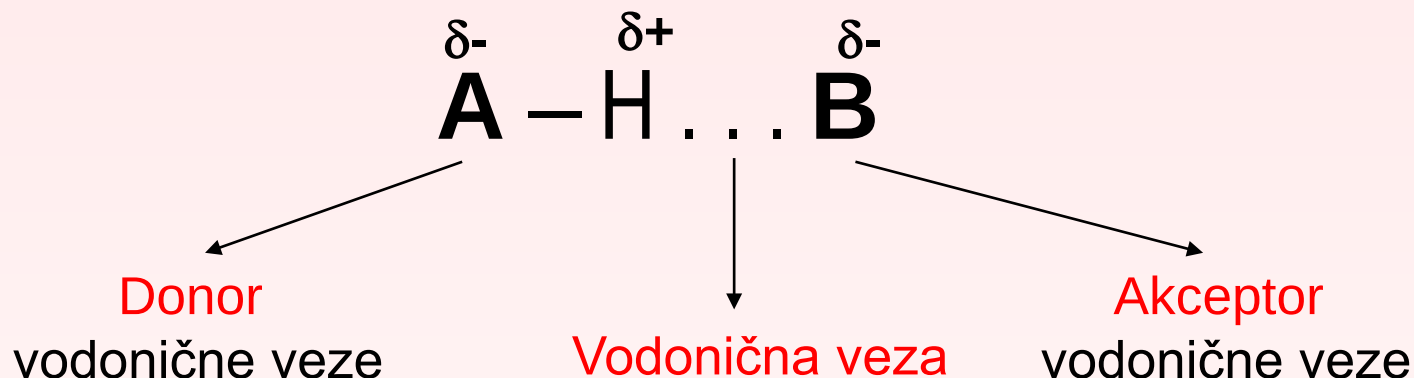
1																	18	
1	2											13	14	15	16	17	18	
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi			
7																		
JONSKI		METALNI								PRELAZNI				KOVALENTNI				

- ▶ mnoga takva jedinjenja imaju **KISELA** svojstva (kiseline)
- ▶ jačina kiselina (**HA**, **H₂A**) raste sa porastom Z graditelja kiseline
- ▶ neka jedinjenja, **NH₃** i **PH₃** (15. grupa PSE), ipak imaju **BAZNA** svojstva (Luisove baze)

Kiseonične kiseline i baze
(nisu hidridi)
takođe su jedinjenja H !!!

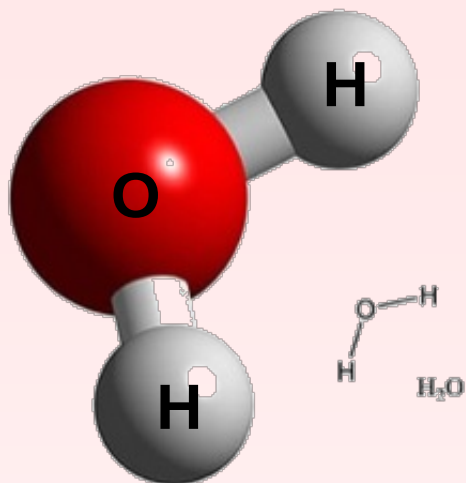
VODONIČNA VEZA

VEZA IZMEĐU ATOMA H U JEDNOM MOLEKULU I
ELEKTRONEGATIVNOG ATOMA (F, O ILI N) U
DRUGOM MOLEKULU

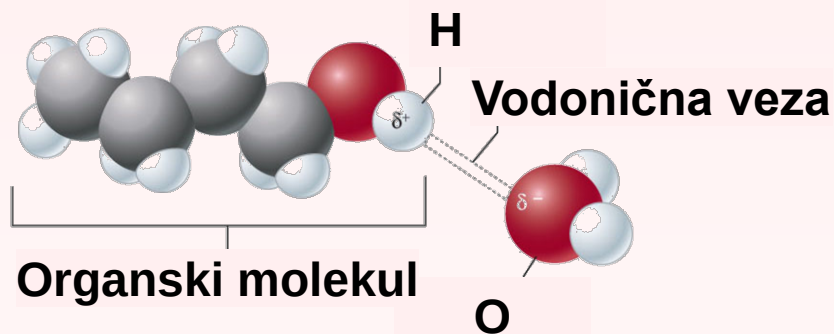
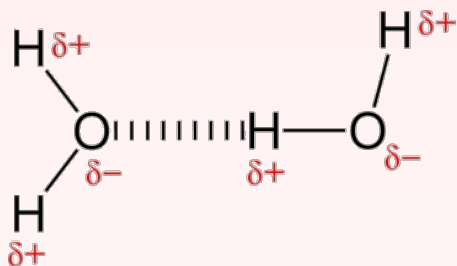
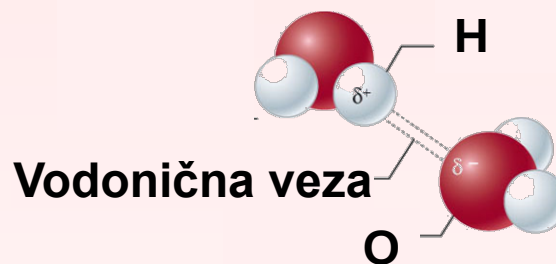


Energija vodoničnih veza iznosi od **10 do 60 kJ mol⁻¹**,
a izuzetak je HF gde može biti čak 200 kJ mol⁻¹.

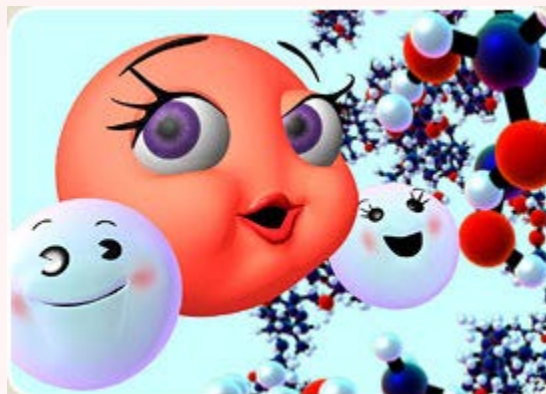
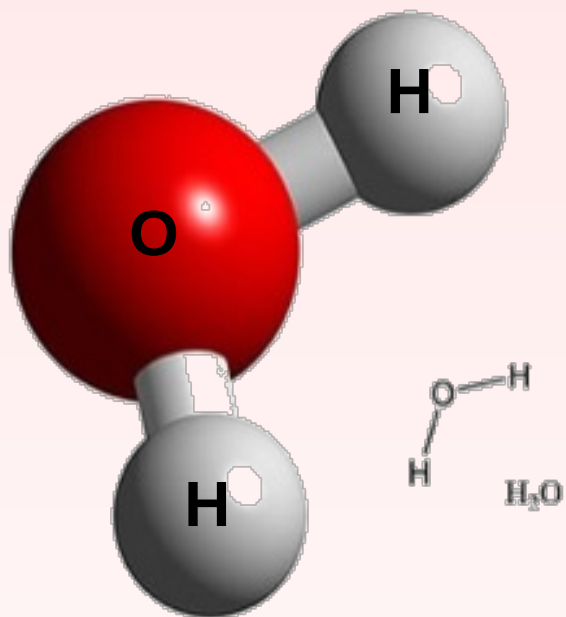
VODONIČNA VEZA



Svaki kiseonik ima dva slobodna elektronska para i može da gradi **dve** vodonične veze.



VODONIČNA VEZA - molekul H_2O

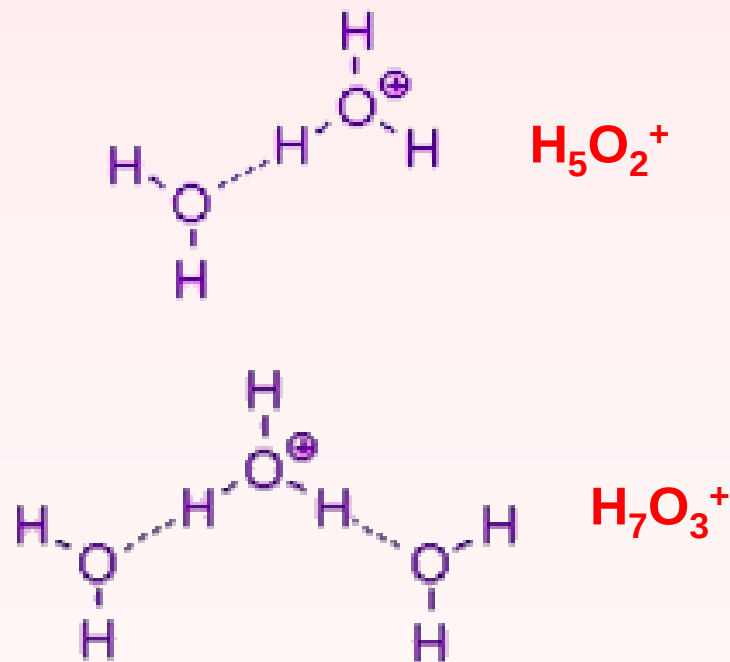
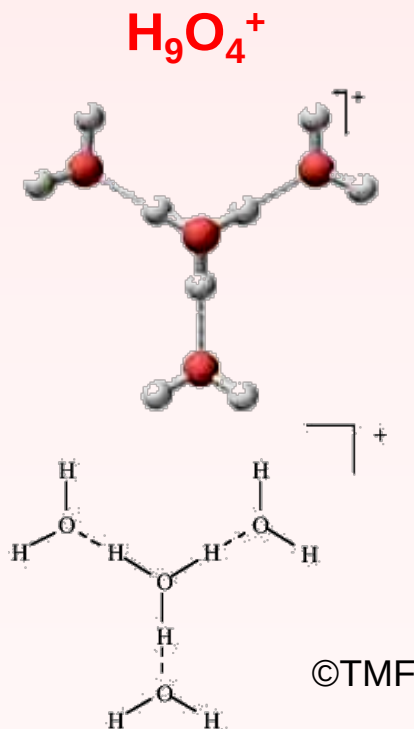
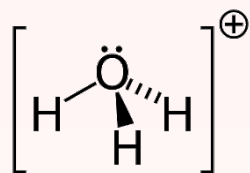
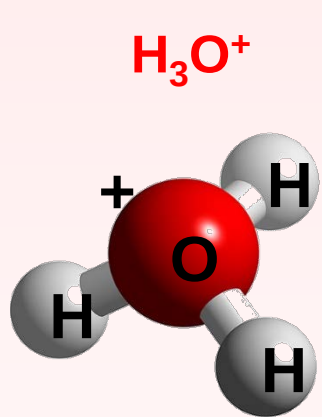


VODONIČNA VEZA

U vodi i vodenim rastvorima obično se ističe postojanje jona H_3O^+ (videti Protolitičku teoriju kiselina i baza).

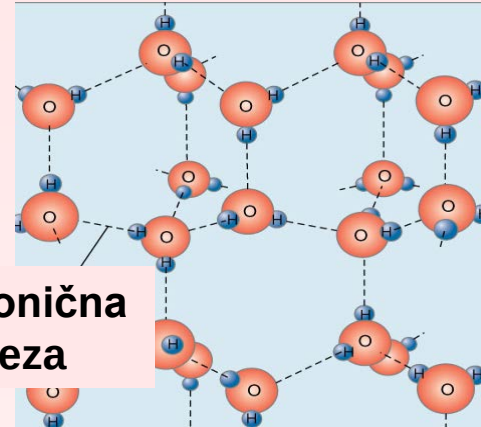
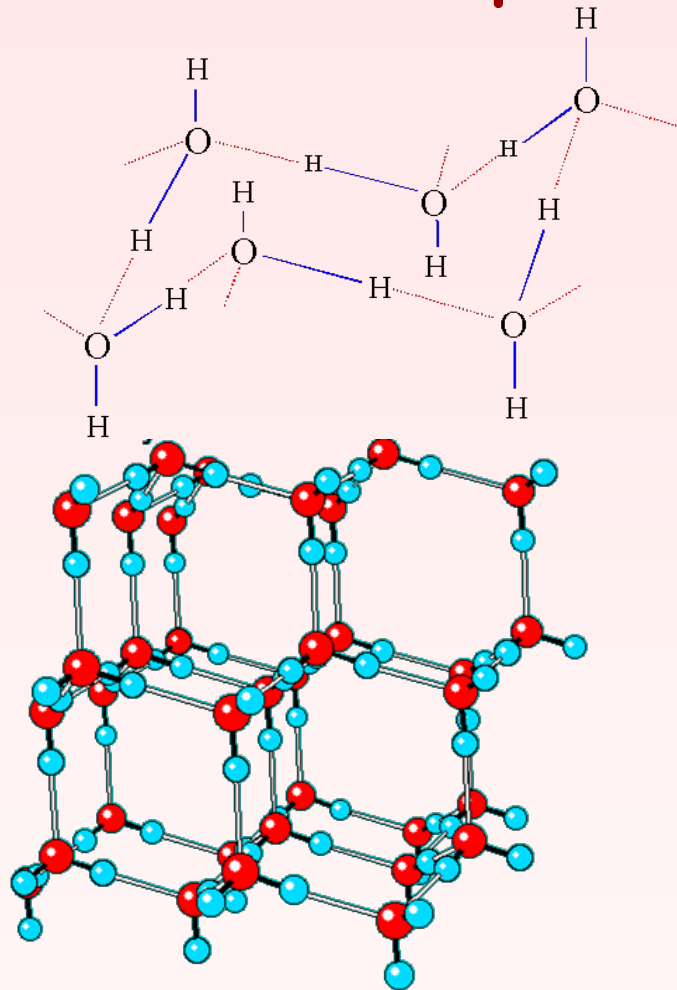
Međutim postoje i druge jonske vrste: H_5O_2^+ , H_7O_3^+ , H_9O_4^+ ...

Može se pisati: $\text{H}_3\text{O}^+ \cdot (\text{H}_2\text{O})_x$, što je hidratizani **oksonijum-jon** (često pogrešno nazvan hidronijum-jon).



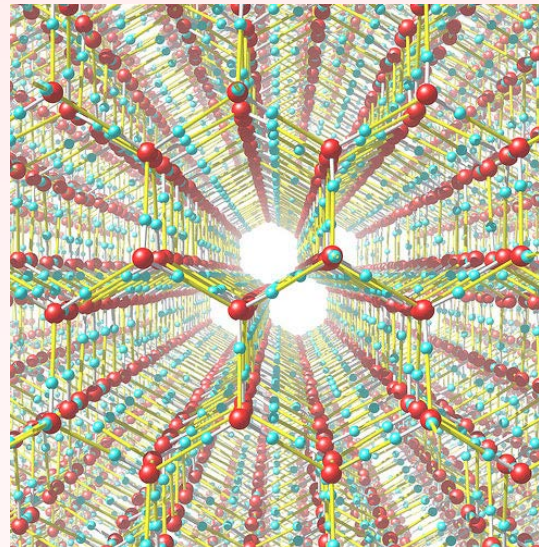
Struktura leda -

- 3D raspored vodoničnih veza



Vodonična
veza

Deformisani
tetraedarski
raspored oko
atoma
kiseonika

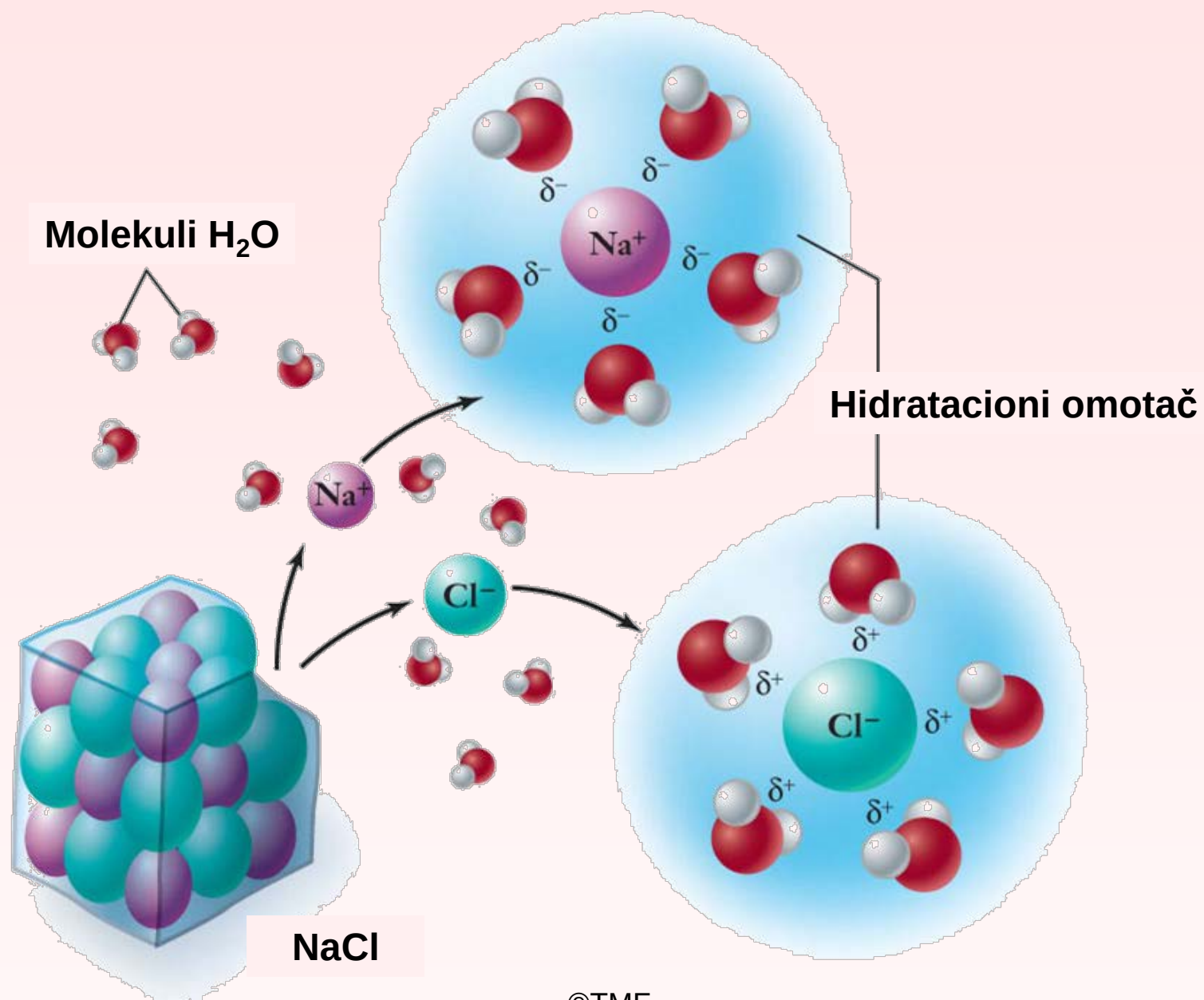


Led ima **manju**
gustinu od
vode!!!

Klatrati: supstance koje sadrže atome ili molekule zarobljene u kristalnoj rešetki (npr. CH₄ u rešetki leda)

VODONIČNA VEZA - ZNAČAJ

- ▶ Veliki uticaj vodoničnih veza na fizička svojstva i reaktivnost:
VISOKE TT i TK NH_3 , H_2O i HF
- ▶ Značaj vodoničnih veza u **vodi** („univerzalni” rastvarač) i **vodenim rastvorima**, kao i u **kristalohidratima** (čvrste supstance)
- ▶ Značaj vodoničnih veza u **aminokiselinama i proteinima**
(između COOH i amino-grupa)
- ▶ Vodonične veze kontrolišu reaktivnost i selektivnost **enzima**
- ▶ Značaj vodoničnih veza za metabolizam živih organizama, jer utiču na stvaranje dvostrukih lanaca **DNK i RNK**



VODONIČNE VEZE U DNK

