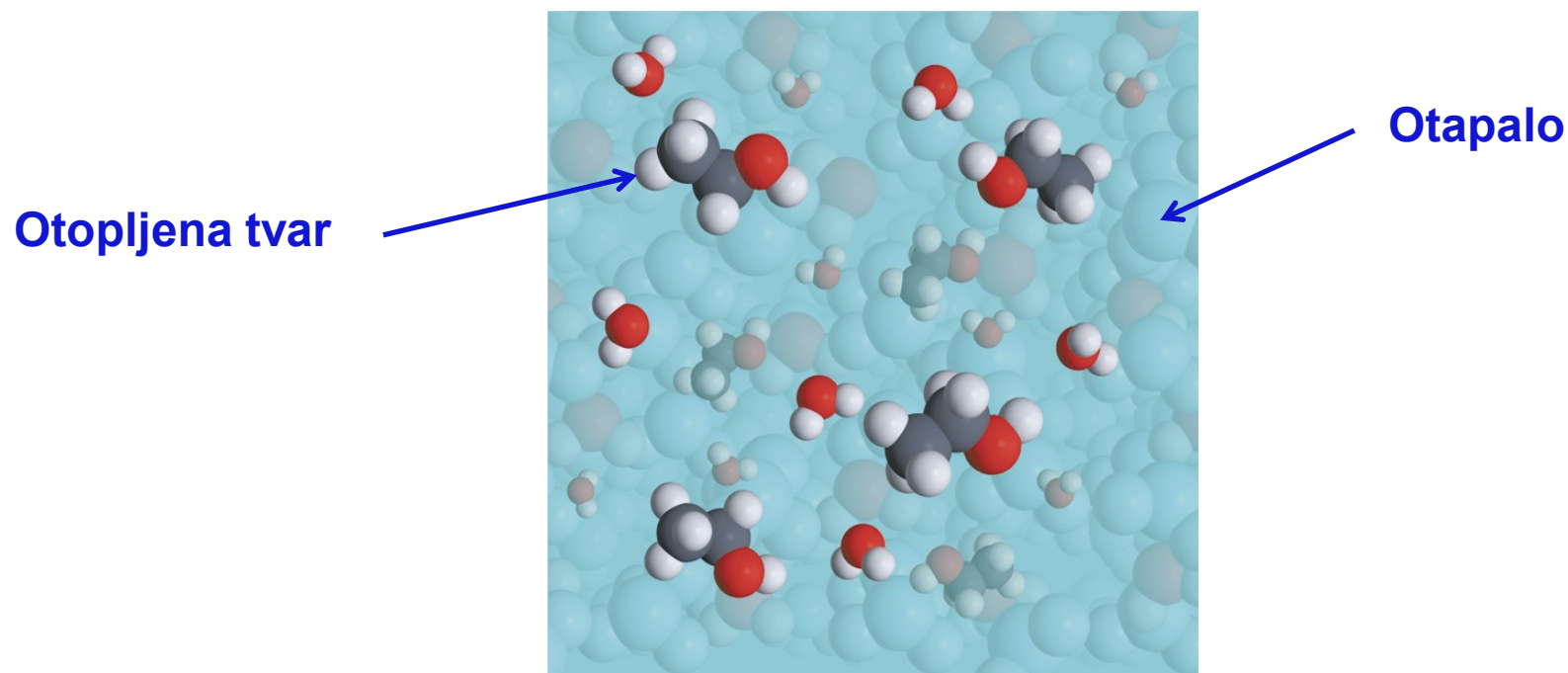


OTOPINE I NJIHOVA SVOJSTVA

Otopine – *homogene* smjese čistih tvari, sadrže dvije ili više tvari pomiješane u stanju molekulske disperzije.

Otapalo – komponenta koja se u otopini nalazi u većoj količini u odnosu na ostale komponente. Otapalo također može biti smjesa.

Otopljena tvar – komponente koje se nalaze u otopini u manjoj količini



Komponenta 1	Komponenta 2	Otopina	Primjer
Plin	Plin	Plinska	Zrak (N ₂ , O ₂ , etc.)
Plin	Tekućina	Tekuća	Gazirana voda
Plin	Krutina	Kruta	H ₂ u paladiju
Tekućina	Tekućina	Tekuća	Etanol u vodi
Krutina	Tekućina	Tekuća	Morska voda
Krutina	Krutina	Kruta	Mjed(Cu/Zn), Čelik (Fe/C)

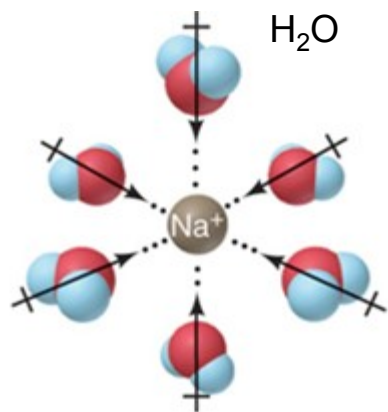
TOPLJIVOST

Topljivost tvari u nekom otapalu (s) pri određenoj temperaturi najveća je količina te tvari koja će se otopiti u određenoj količini otapala i stvoriti postojani sustav. (Izražava se kao g/100 mL.)

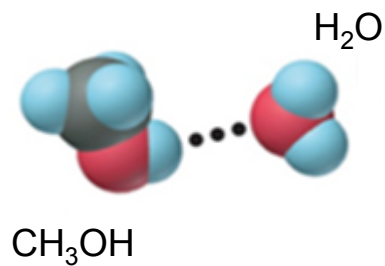
Sposobnost tvari da se otopi u nekom otapalu određena je međumolekulnim silama - “***slično se otapa u sličnom***”

u polarnim se otapalima u pravilu mogu otopiti polarne tvari, dok se u nepolarnim otapalima otapaju nepolarne tvari

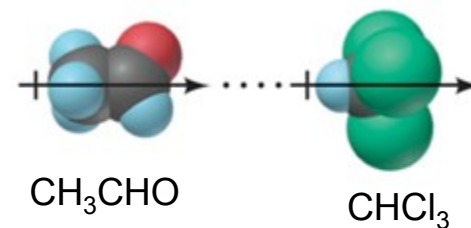
MEĐUMOLEKULNE SILE U OTOPINAMA



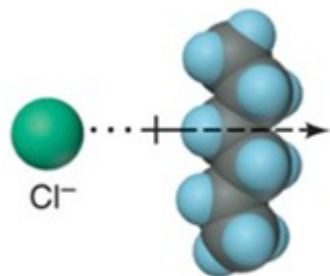
Ion-dipol
(40-600)



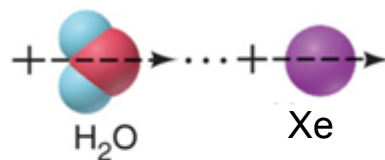
H veza
(10-40)



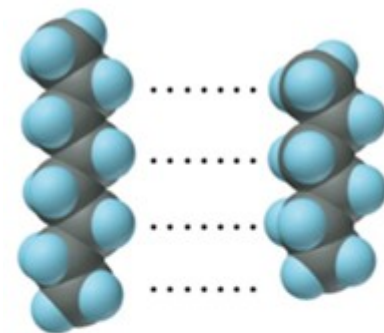
Dipol-dipol
(5-25)



Ion-inducirani dipol
(3-15)



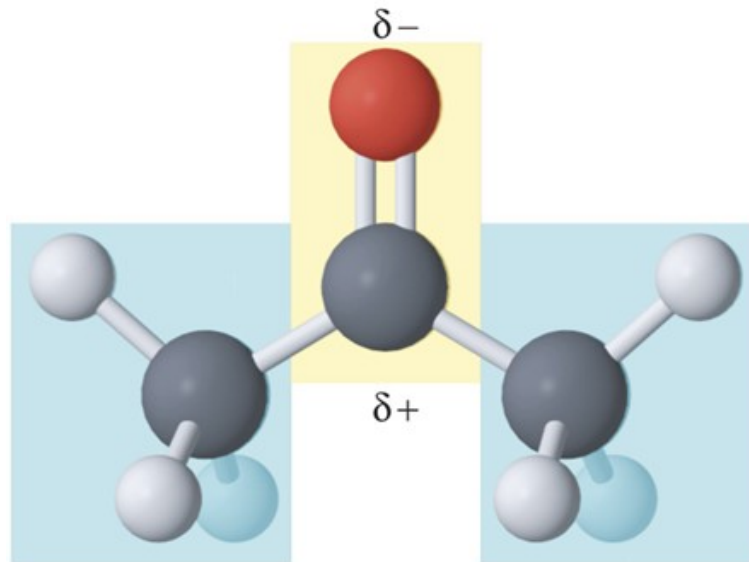
Dipole-inducirani dipol
(2-10)



Disperzija
(0.05-40)

Može li tvar biti istovremeno polarna i nepolarna?

Aceton


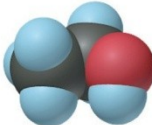

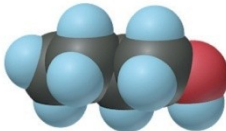
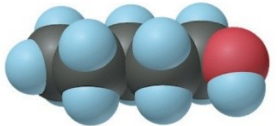
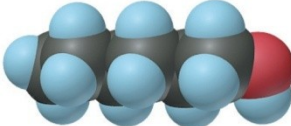


Dipolne sile

Disperzijske sile

Aceton otapa i polarne i nepolarne tvari.

Topljivost* nekih alkohola u vodi i heksanu

Alkohol	Model	Topljivost u vodi	Topljivost u heksanu
CH ₃ OH (metanol)		∞	1.2
CH ₃ CH ₂ OH (etanol)		∞	∞
CH ₃ (CH ₂) ₂ OH (propanol)		∞	∞
(CH ₃ (CH ₂) ₃ OH (1-butanol)		1.1	∞
(CH ₃ (CH ₂) ₄ OH (1-pentanol)		0.30	∞
(CH ₃ (CH ₂) ₅ OH (1-heksanol)		0.058	∞

*mol alkohola/1000 g otapala pr 20 C.

Otopine krutina u tekućinama

Voda kao otapalo

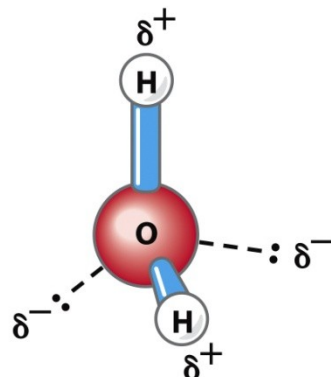


Figure 2-1a
Lehninger Principles of Biochemistry, Fifth Edition
© 2008 W. H. Freeman and Company

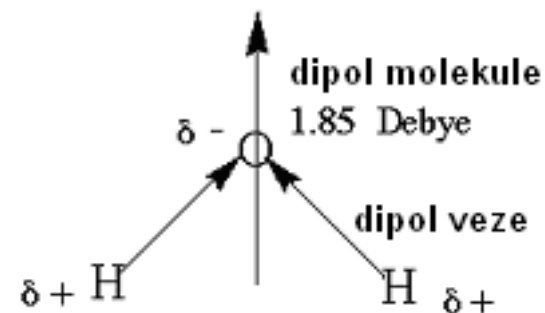
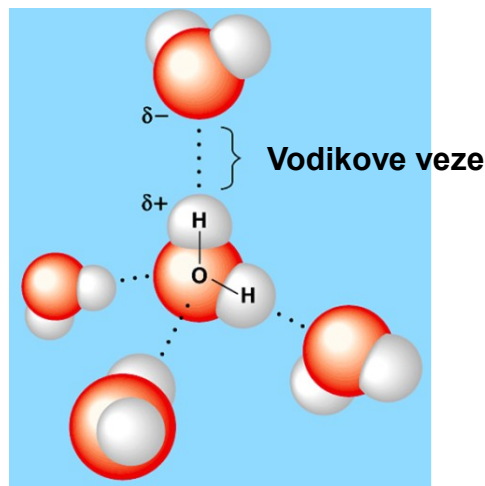
- 4 elektronska para u 4 sp^3 orbitale
- 2 para kovalentno vežu vodikove atome na centralni kisikov atom
- 2 preostala para ostaju kao slobodni elektronski parovi

Polarna molekula

Polarni i ionski spojevi se dobro otapaju u vodi.

Dipolni moment vode je

$$\mu = 6.14 \times 10^{-30} \text{ C m.}$$

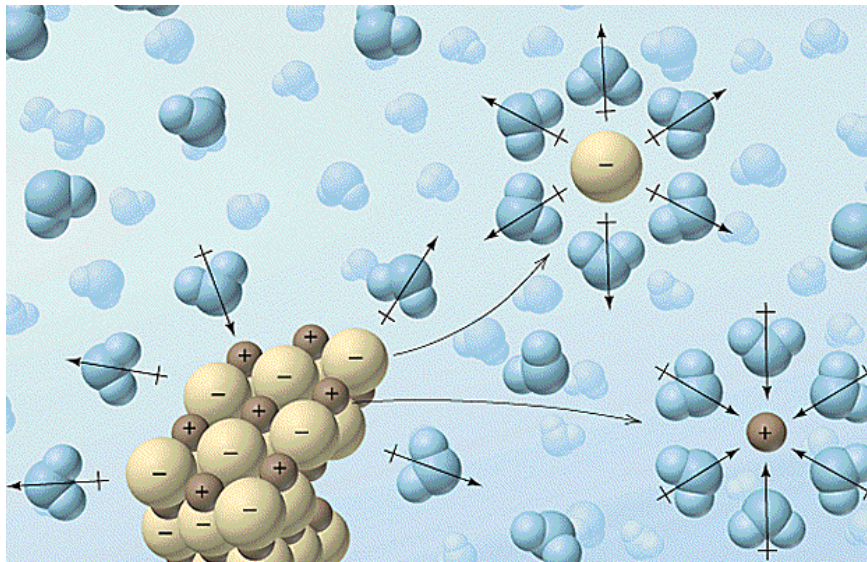


Relativna električka susceptibilnost ili dielektrična konstanta za vodu je $\epsilon = 79$ na 25°C .

1. predavanje:

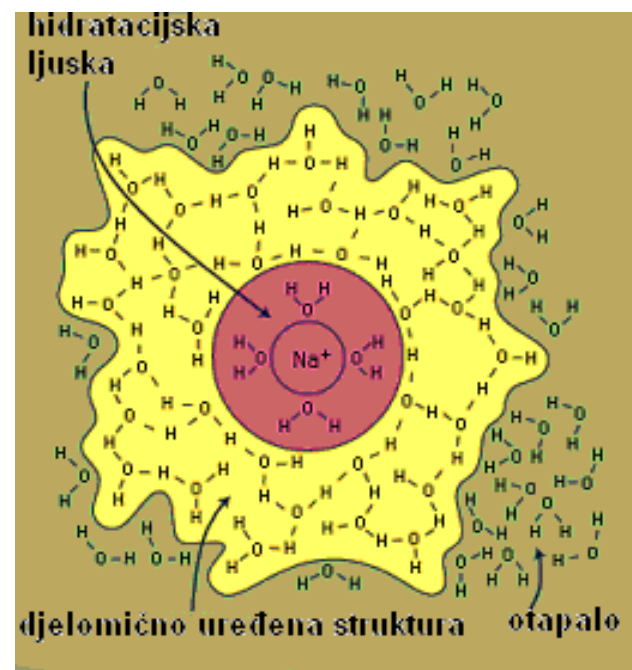
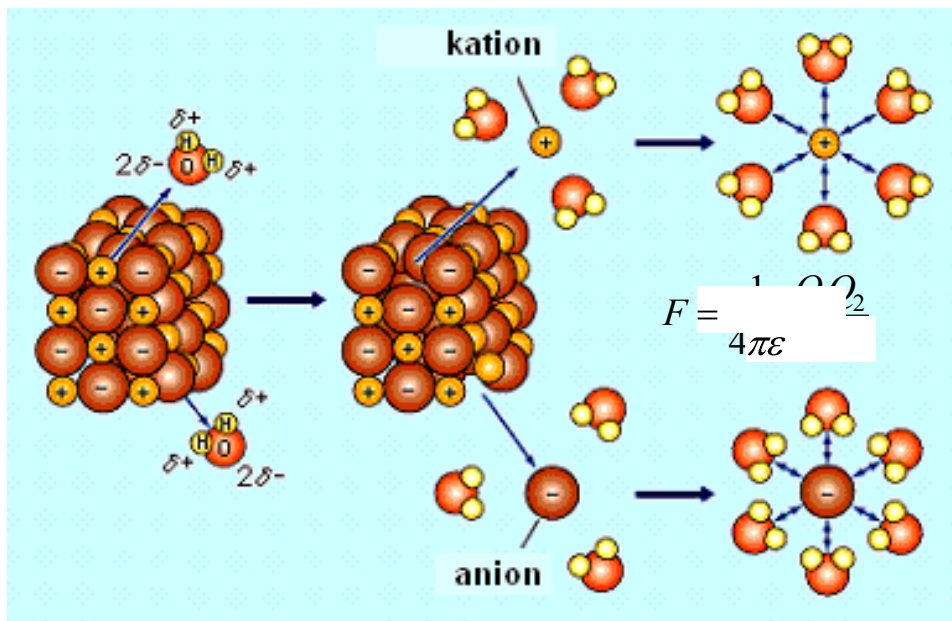
Najvažnija vrsta međumolekulnih sila u vodenim otopinama ionskih spojeva je:

ion – dipol



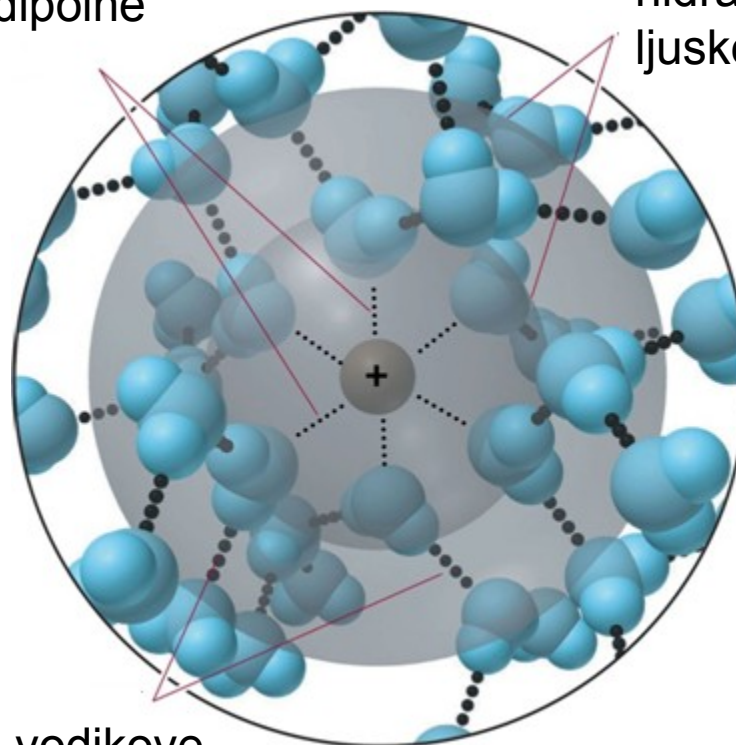
14. predavanje:

Otapanje soli \Rightarrow stvaranje ion-dipolnih veza (*hidratacija*)



Ion-dipolne
sile

hidratacijske
ljuske



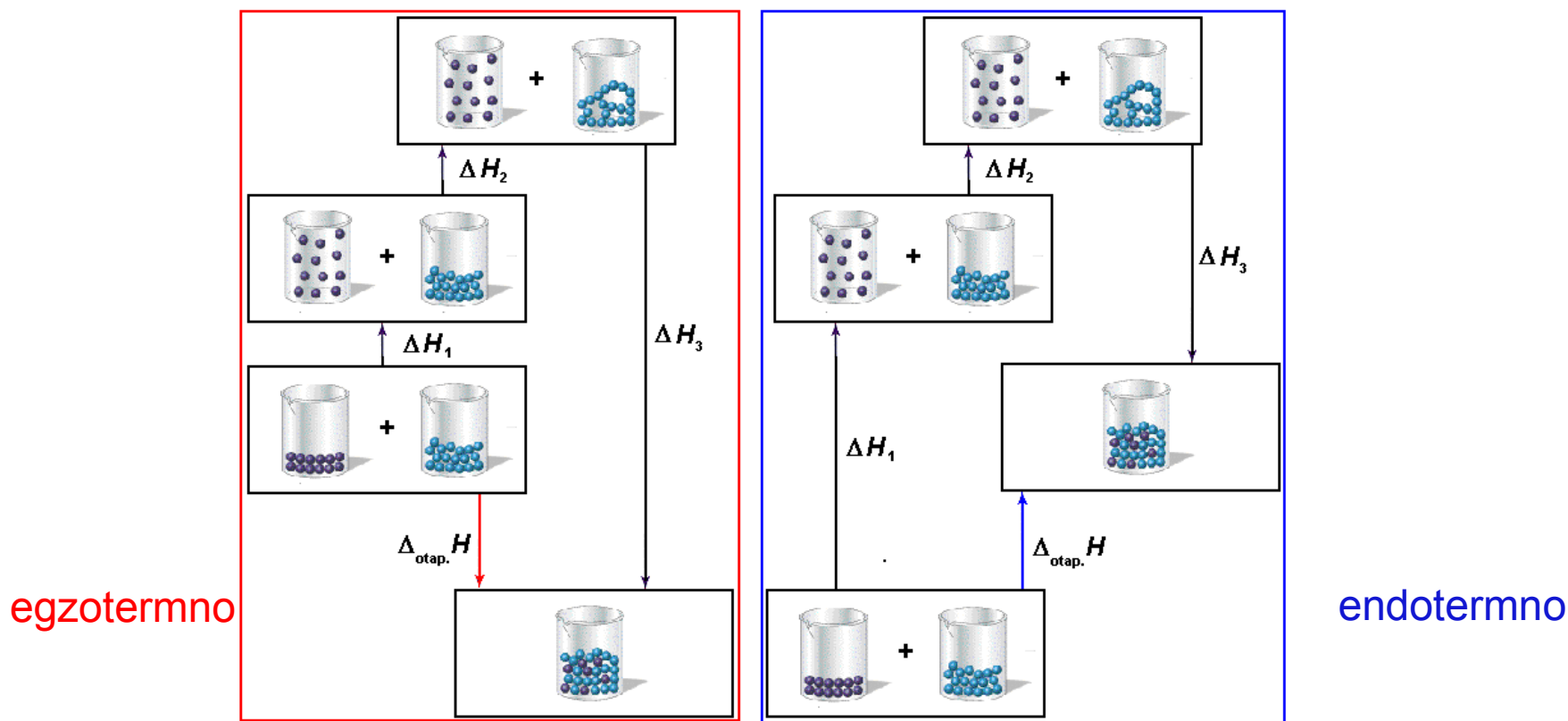
vodikove
veze

14. predavanje:

Proces otapanja u tekućinama se može podijeliti u više termodinamičkih koraka:

1. Razdvajanje molekula otapljajuće tvari, ΔH_1 .
2. Razdvajanje molekula otapala, ΔH_2 .
3. Interakcija pomiješanih molekula otopljenog i otapala, ΔH_3 .

Entalpija otapanja dobije se zbrajanjem promjena entalpija u sva tri koraka.

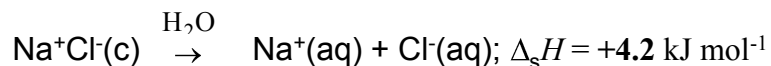


Za **endotermno** otapanje entalpija sustava raste ($\Delta_s H > 0$)

Za **egzotermno** otapanje entalpija sustava se smanjuje ($\Delta_s H < 0$)

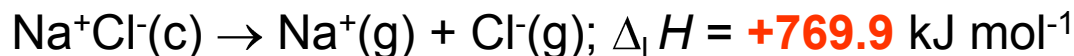
14. predavanje:

Otapanje kuhinjske soli (NaCl):

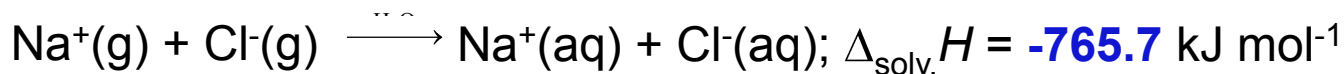


Otapanje soli u **2** koraka:

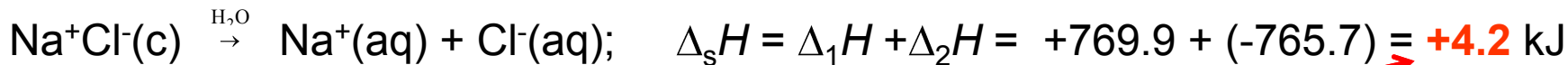
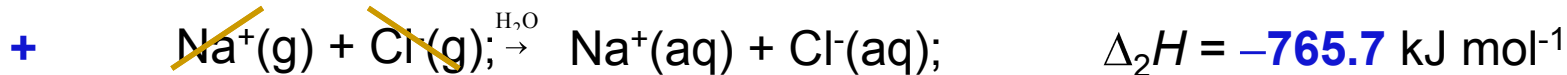
1. Razaranje kristalne rešetke (= energija kristalne rešetke)



2. Hidratacija iona



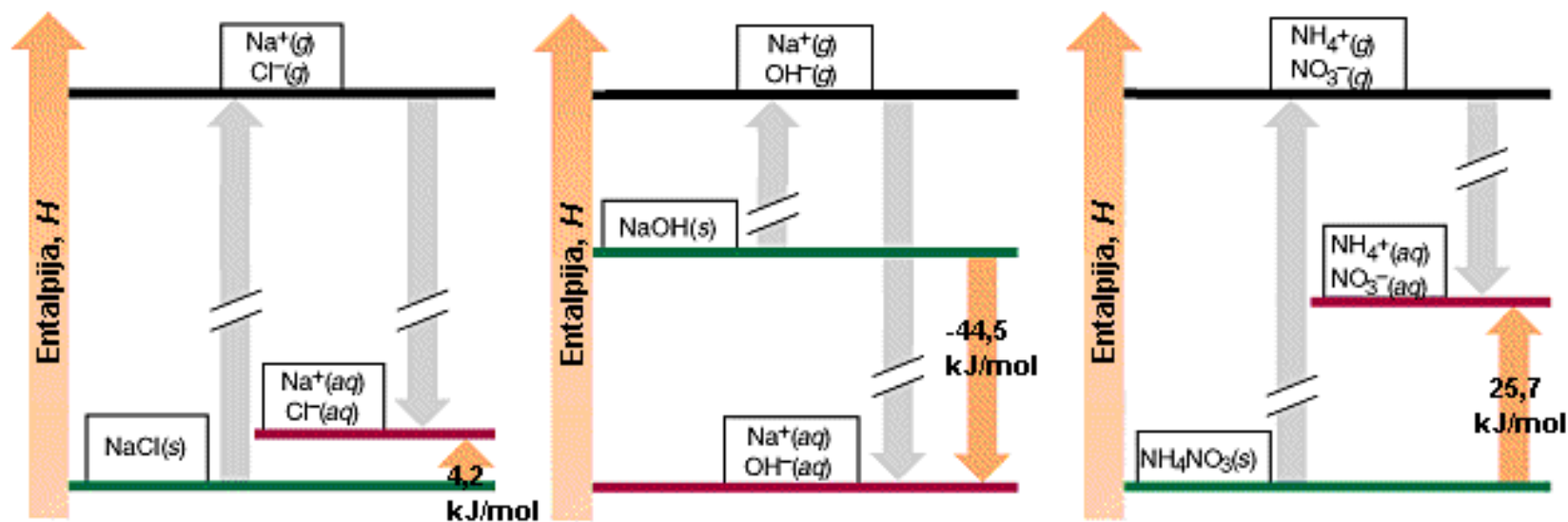
Hessovo pravilo



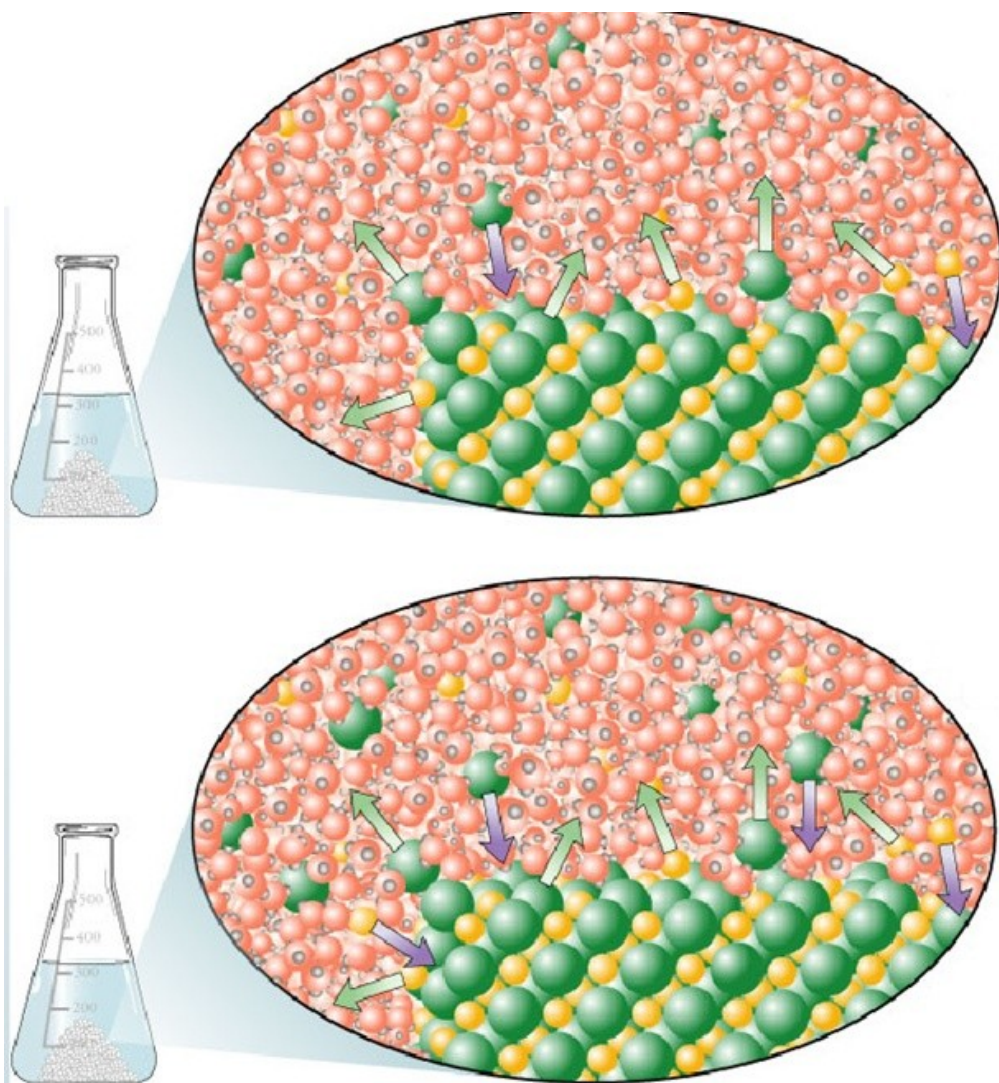
Otapanje kuhinjske soli je endoterman proces.

14. predavanje:

Termokemija otapanja nekih elektrolita u vodi

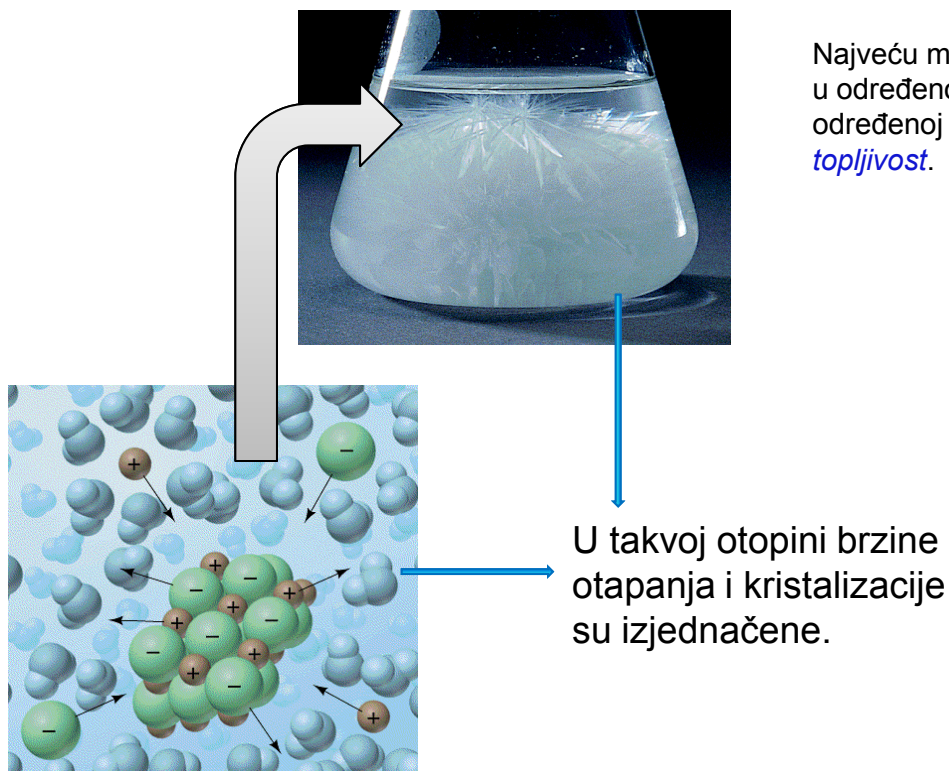


Otapanje elektrolita nije nužno endotermno zbivanje.

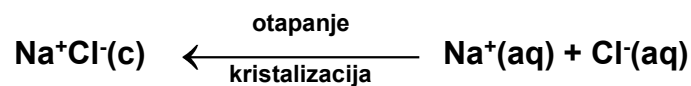


14. predavanje:

1. Proces otapanja i taloženja je *dinamička ravnoteža*
2. Koncentracija otopljenog u **ravnoteži** s neotopljenim \Rightarrow *topljivost*



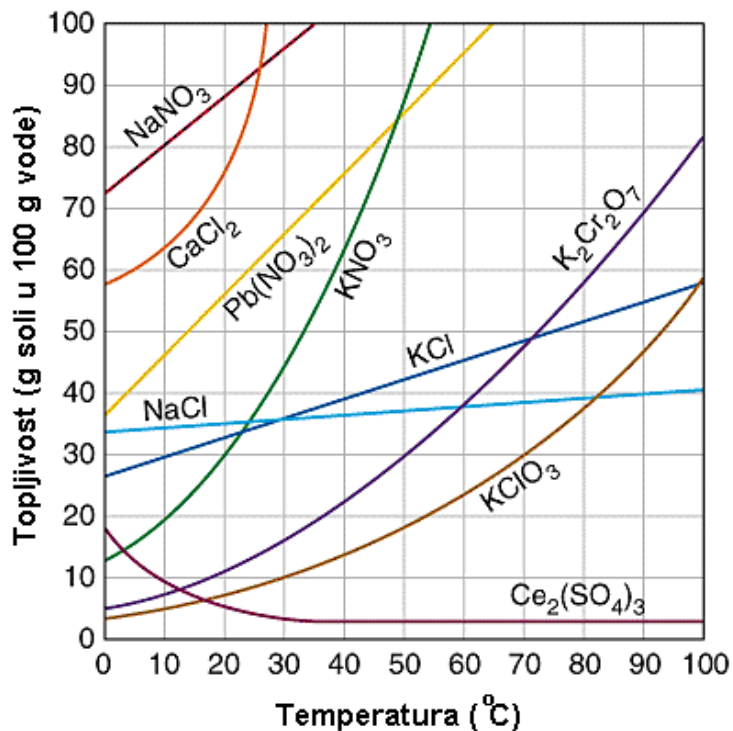
Za otapanje kuhinjske soli možemo napisati:



Položaj ravnoteže ovise o *temperaturi* \Rightarrow topljivost je ovisna o *temperaturi*

14. predavanje:

Topljivost tvari u određenom otapalu se najčešće prikazuje *krivuljama topljivosti*.



Krivulje topljivosti služe za:

1. Procjenjivanje *koncentracije* otopljene tvari u zasićenoj otopini pri određenoj temperaturi T
2. Procjenjivanje *mase* iskristalizirane krute tvari za određeni ΔT

Napr., iz krivulje topljivosti **KNO₃**:

$$\text{Na } 70\text{ }^{\circ}\text{C: } \frac{m_{\text{KNO}_3}}{m_{\text{H}_2\text{O}}} = 1.4$$

$$\text{Na } 20\text{ }^{\circ}\text{C: } \frac{m_{\text{KNO}_3}}{m_{\text{H}_2\text{O}}} = 0.31$$

$$m(\text{iskrist. KNO}_3)/m(\text{H}_2\text{O}) = \left(\begin{array}{c} \\ \\ \end{array} \right) \left(\begin{array}{c} \\ \\ \end{array} \right) \quad 1.4 - 0.31 = \mathbf{1.09} \quad \frac{m_{\text{KNO}_3}}{m_{\text{H}_2\text{O}}}$$

3. Predviđanje *redosljeda kristalizacije* iz otopine za određeni ΔT

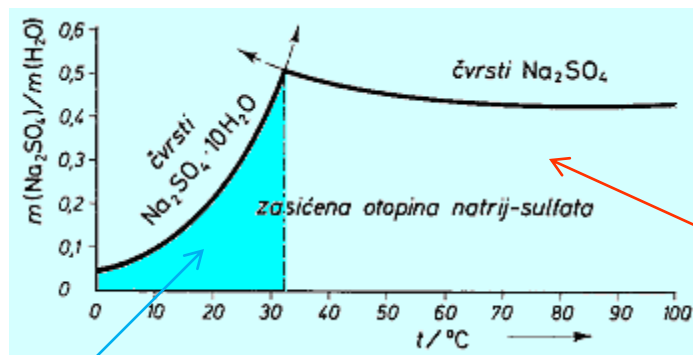
$$\text{Na } 70\text{ }^{\circ}\text{C: } s_{\text{NaNO}_3} \cong \dots, \quad \frac{m_{\text{sol}}}{m_{\text{H}_2\text{O}}} \cong \mathbf{1.4} \quad m(\text{H}_2\text{O})$$

$$\text{Na } 5\text{ }^{\circ}\text{C: } \frac{m_{\text{NaNO}_3}}{m_{\text{H}_2\text{O}}} \cong \mathbf{0.77} \quad \frac{m_{\text{KNO}_3}}{m_{\text{H}_2\text{O}}} \cong \mathbf{0.17}$$

Hlađenjem prvo kristalizira KNO₃.

14. predavanje:

4. Predviđanje promjene sastava *krutine* (čvrste faze) pri kristalizaciji: $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ u $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ u $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ u Na_2SO_4 .



Topljivost $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ispod 32.4°C je *manja* od topljivosti Na_2SO_4 .

Na temperaturi *ispod* 32.4°C *izlučivat* će se slabije topljivi oblik, tj. $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

Na temperaturi *iznad* 32.4°C *izlučivat* će se slabije topljivi oblik, tj. bezvodni Na_2SO_4 .

32.4°C je *temperatura prijelaza* - čvrste faze su uravnotežene

