

## Roztoky - druhy roztoků

Roztok = homogenní směs molekul, které mohou být v pevném (s), kapalném (l) nebo plynném (g) stavu

Složka 1	Složka 2	Stav směsi	Příklad
G	G	G	Vzduch
G	L	L	Sodová voda (CO <sub>2</sub> )
G	S	S	H <sub>2</sub> (850 cm <sup>3</sup> ) v Pd (1 cm <sup>3</sup> )
L	L	L	Ethanol ve vodě
S	L	L	NaCl ve vodě
S	S	S	Mosaz (Cu/Zn)

# Kapalné roztoky

- **Pravé roztoky**

Homogenní, transparentní  
částice pod 1 nm

- **Micelární a koloidní roztoky (suspenze)**

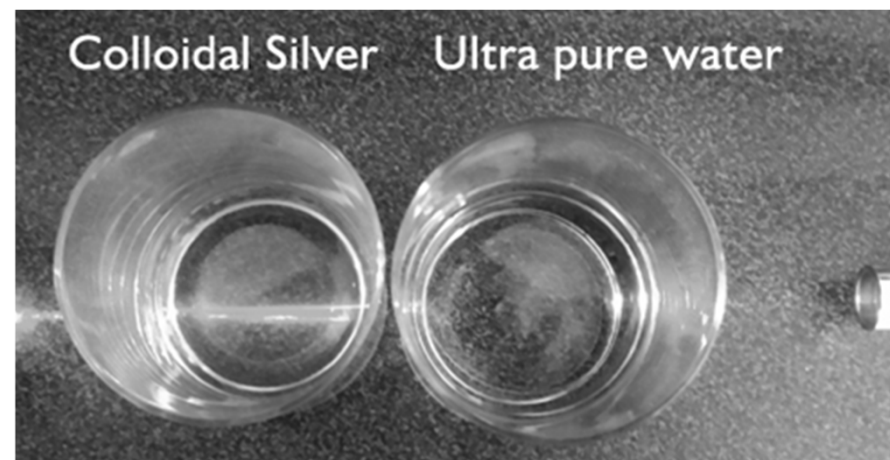
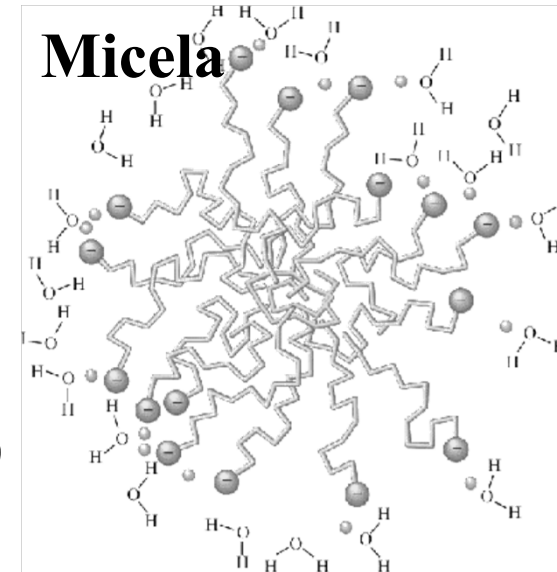
částice 1 nm – 1  $\mu\text{m}$

Brownův pohyb brání sedimentaci

Tyndallův jev – rozptyl světla

- **Suspenze**

částice nad 1  $\mu\text{m}$ , sedimentace



## Složení roztoků

Hmotnostní zlomek  
a procenta  
w/w

$$w\% = \frac{m_2}{m_{\text{roztoku}}} 100$$

1 = rozpouštědlo  
2 = rozpuštěná látka

Objemový zlomek  
a procenta  
v/v

$$v\% = \frac{V_2}{\sum V_{\text{složky}}} 100$$

Před smícháním

Hmotnostní koncentrace  
w/v  
 $\text{g cm}^{-3}$

$$c = \frac{m_2}{V_{\text{roztoku}}} = \frac{m_2 \rho_{\text{roztoku}}}{m_{\text{roztoku}}}$$

## Složení roztoků

Molární koncentrace [mol l<sup>-1</sup>]

$$c_M = \frac{n_2}{V_{\text{roztoku}}}$$

Molální koncentrace [mol kg<sup>-1</sup>]

Nezávisí na T

$$c_m = \frac{n_2}{m_1}$$

1 = rozpouštědlo

2 = rozpuštěná látka

Molární zlomek

$$x_i = \frac{n_i}{n_1 + n_2 + \dots + n_i + \dots}$$

## Složení roztoků

ppm 1 díl v  $10^6$  dílech

ppb 1 díl v  $10^9$  dílech

ppt 1 díl v  $10^{12}$  dílech

# Rozpustnost

Komplikovaný proces – neexistuje jednoduchá a obecně aplikovatelná teorie rozpustnosti

Empirické pravidlo : Like dissolves like

Dobrá rozpustnost :

- polární látky v polárních rozpouštědlech (voda, aceton, alkoholy,  $\text{CH}_3\text{CN}$ , DMF, DMSO,....)
- nepolární látky v nepolárních rozpouštědlech ( $\text{CCl}_4$ , alkany, benzen,...)

# Faktory ovlivňující rozpustnost

1. Druh rozpuštěné látky

**Like dissolves Like !**

2. Druh rozpouštědla

3. Teplota

4. Tlak (plyny – Henryho zákon)

5. Další rozpuštěné látky – vysolení

# Rozpustnost ve vodě a hexanu

TABLE 13.3 Solubilities of Some Alcohols in Water and in Hexane

Alcohol	Solubility in H <sub>2</sub> O <sup>a</sup>	Solubility in C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>
CH <sub>3</sub> OH (methanol)	∞	0.12
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH (ethanol)	∞	∞
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH (propanol)	∞	∞
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH (butanol)	0.11	∞
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH (pentanol)	0.030	∞
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH (hexanol)	0.0058	∞
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH (heptanol)	0.0008	∞



# Interakce rozpouštědlo - rozpuštěná látka

## Rozpuštění probíhá ve 3 krocích

### 1. Oddělení molekul rozpuštěné látky

Obvykle endothermický ( $+\Delta H_{AA}$ ) proces vyjma rozpuštění plynů.  
Mřížková energie u iontových látek. Vzrůst entropie ( $+\Delta S$ )

### 2. Vytvoření děr v rozpouštědle

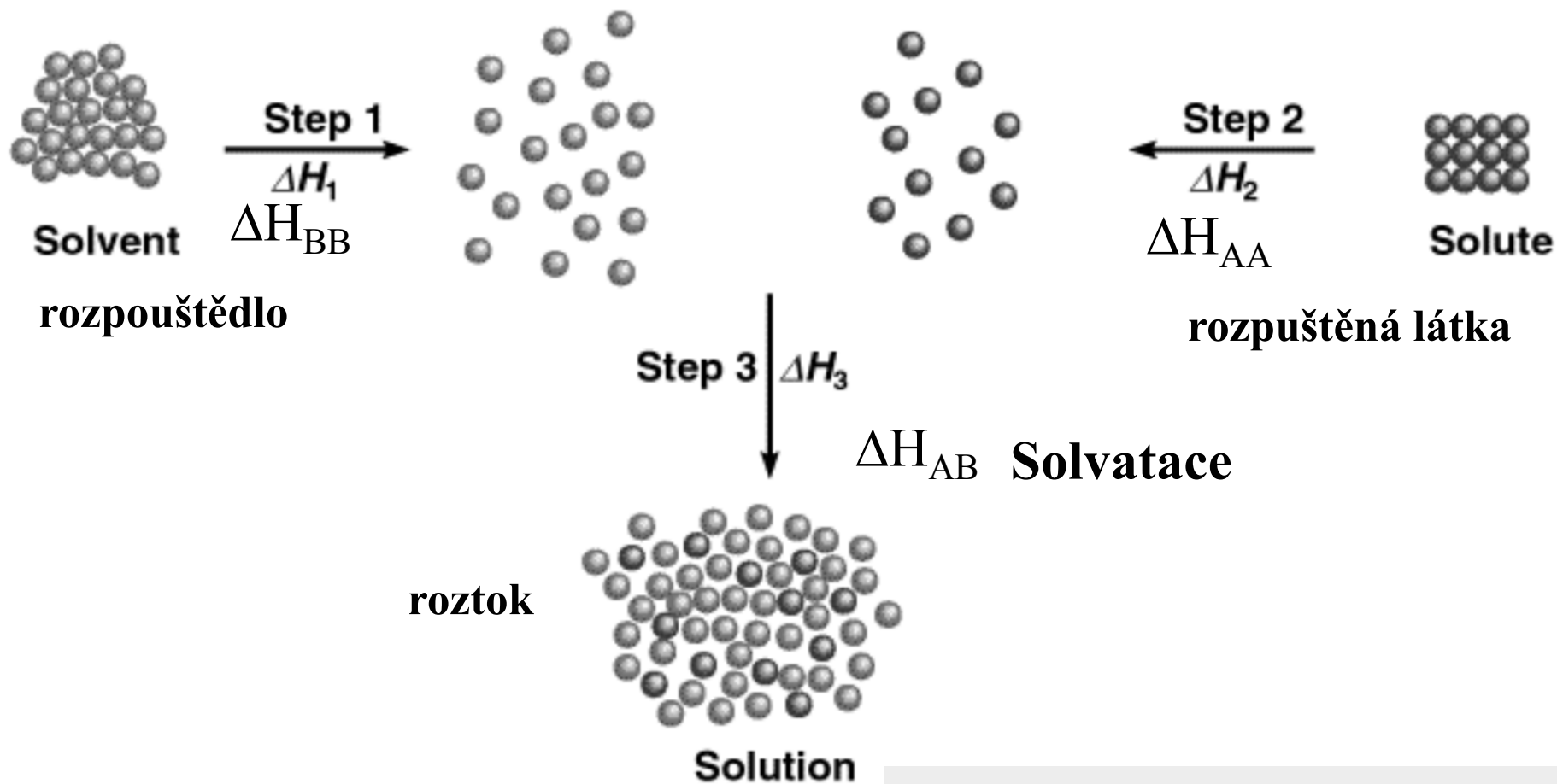
Obvykle endothermický ( $+\Delta H_{BB}$ ) proces vyjma rozpuštění v plynech.

### 3. Solvatace rozpuštěné látky rozpouštědlem

Obvykle exothermický ( $-\Delta H_{AB}$ ) proces vyjma rozpuštění plynů v plynech. ( $+\Delta S$ )

$$\Delta H_{\text{rozp}} = \Delta H_{AA} + \Delta H_{BB} + \Delta H_{AB}$$

# Rozpouštění



$$\Delta H_{\text{rozp}} = \Delta H_{AA} + \Delta H_{BB} + \Delta H_{AB}$$

## **Rozpouštědlo - rozpuštěná látka**

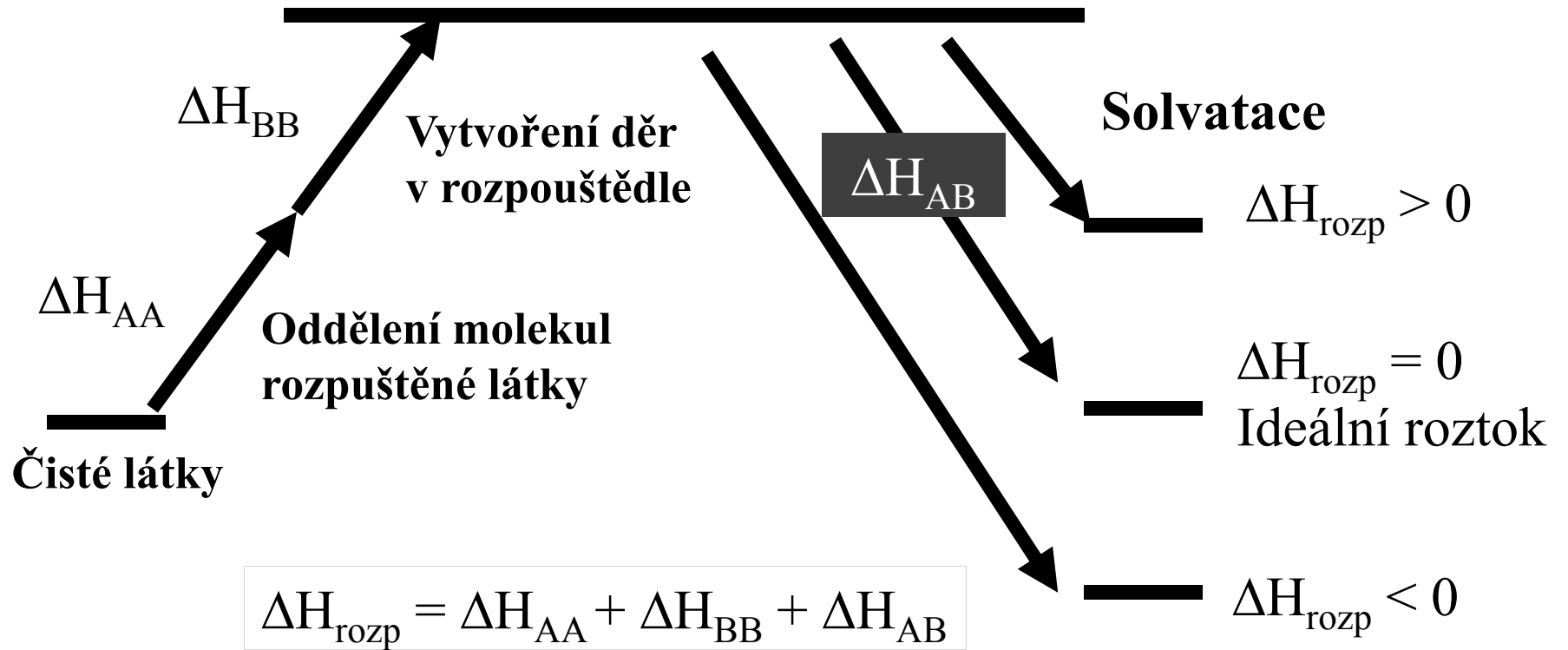
I v případě, že rozpouštění je energeticky neutrální nebo mírně endotermní ( $+\Delta H$ ) může probíhat díky entropické hnací síle ( $+\Delta S$ ) !

**Entropie mísení je vždy kladná. Směs má vyšší entropii než čisté látky**

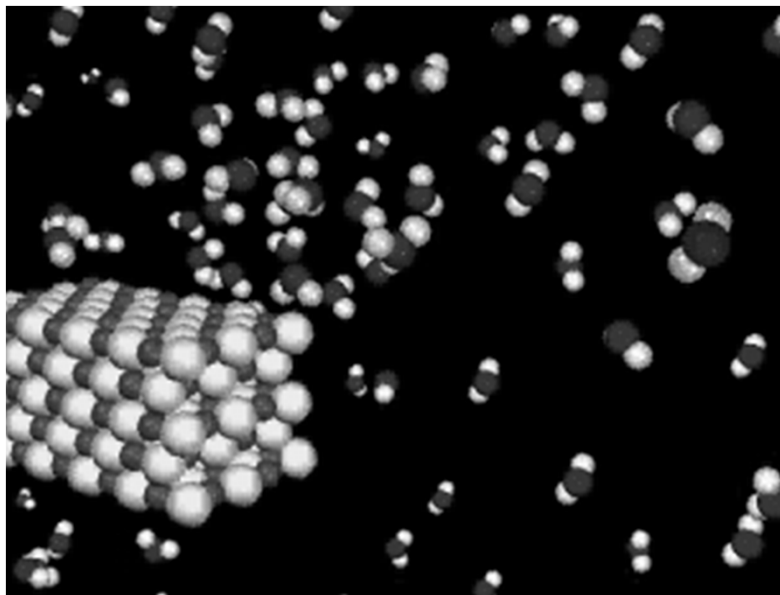
$$\Delta G^0 = \Delta H^0 - T \Delta S^0$$

$$\Delta G^0 < 0$$

# Ideální a neideální roztoky



## Rozpouštěcí enthalpie



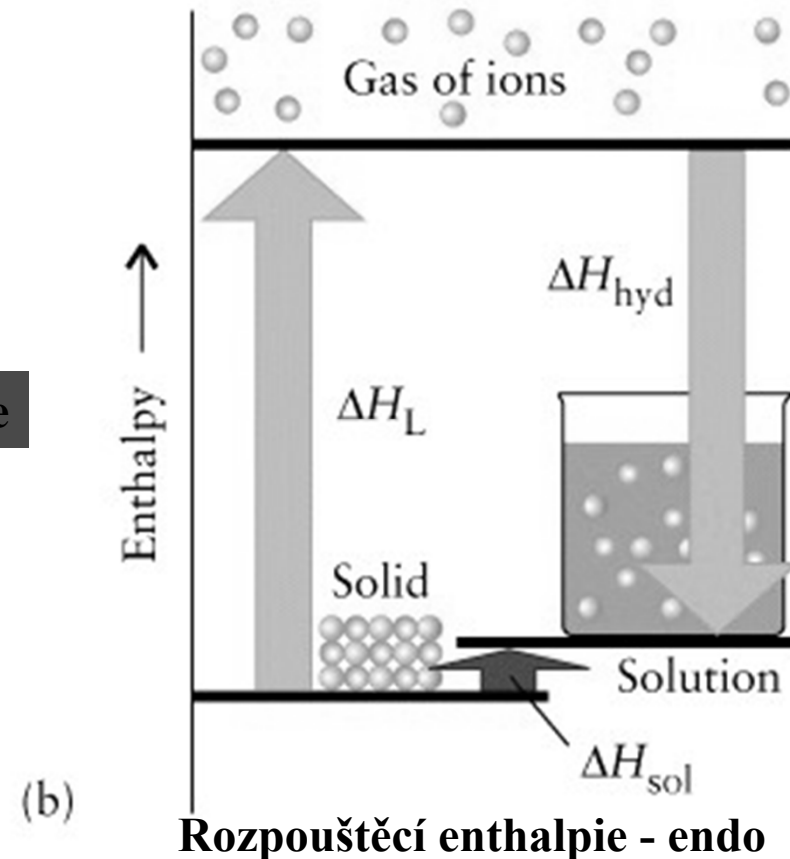
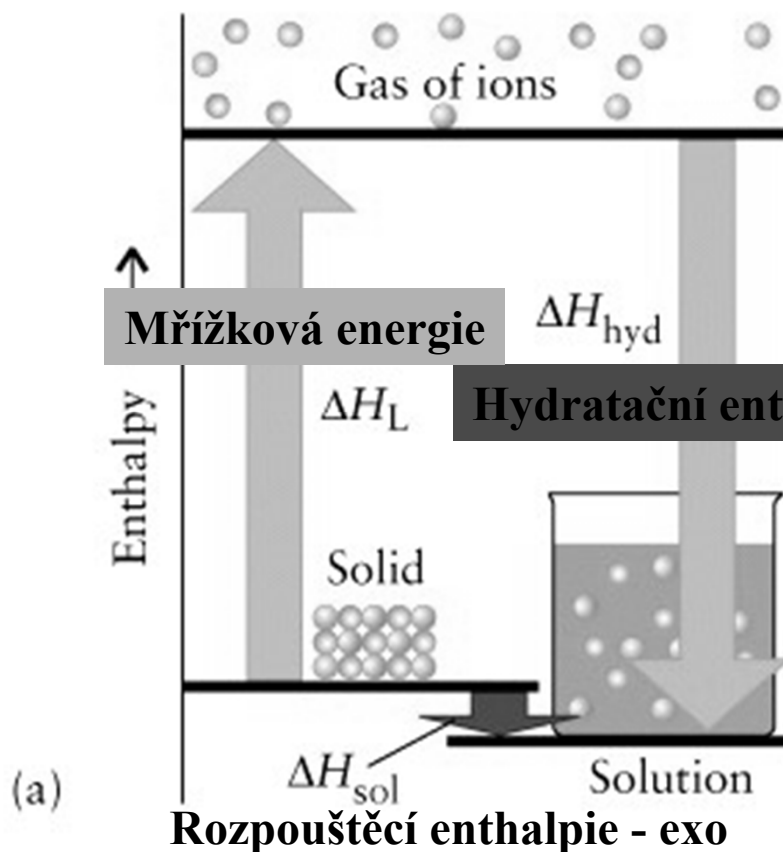
**NaOH do vody EXO  $\Delta H_{\text{rozp}} = - 44.48 \text{ kJ mol}^{-1}$**

**NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> do vody ENDO  $\Delta H_{\text{rozp}} = + 26.4 \text{ kJ mol}^{-1}$**

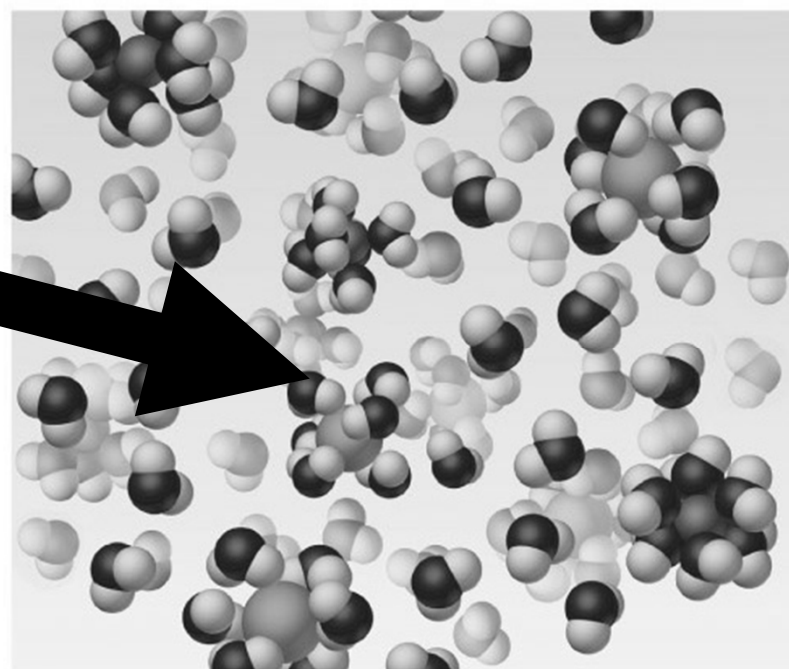
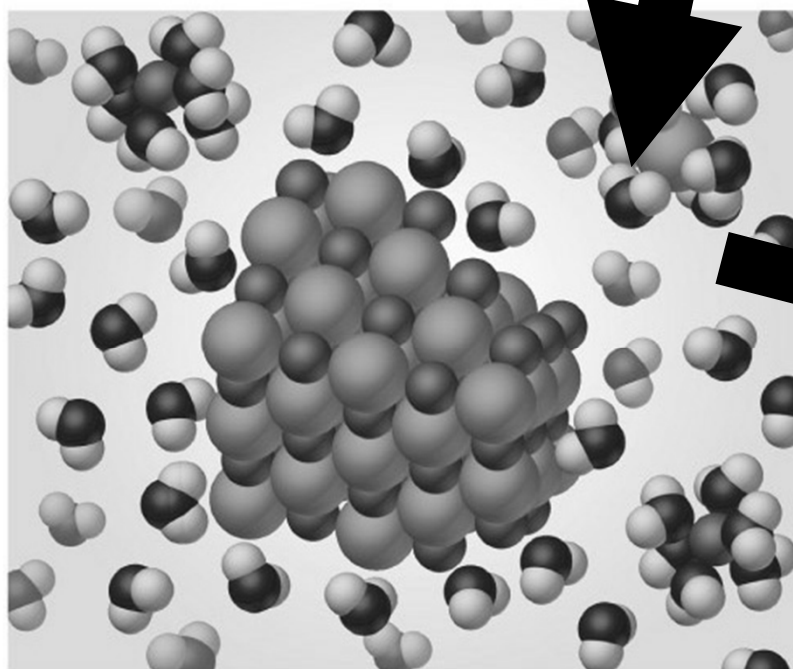
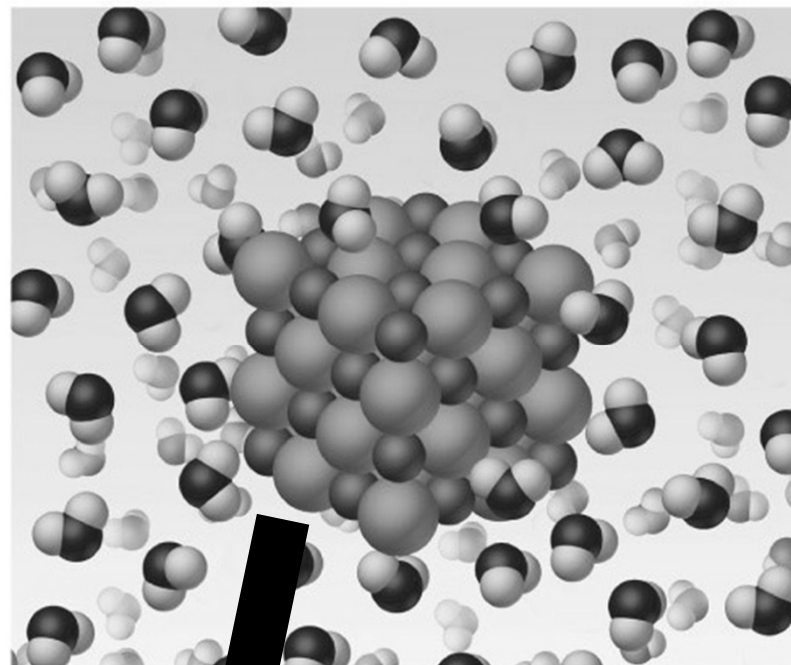
# Rozpouštědlo - rozpuštěná látka

Rozpustnost závisí na změně enthalpie  $\Delta H$   
a změně entropie  $\Delta S$  při rozpouštění

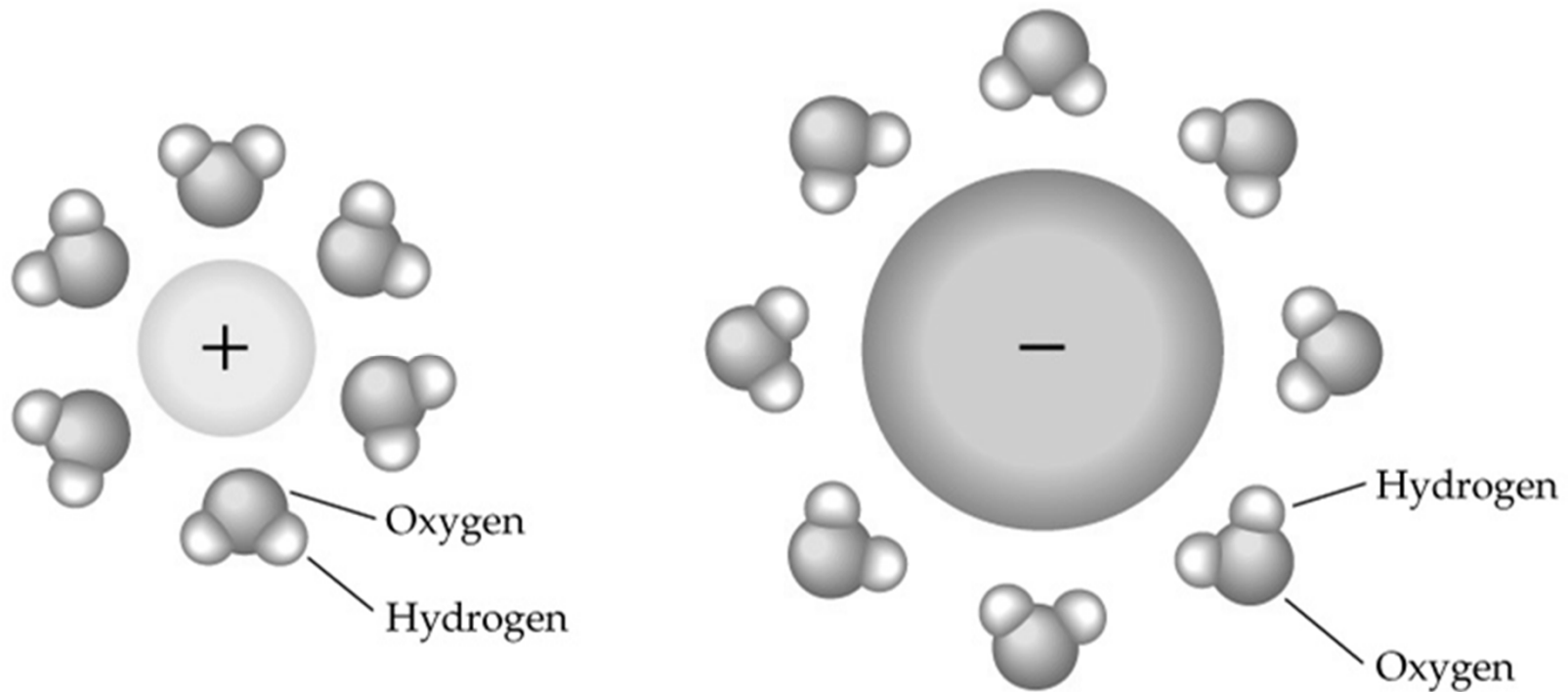
$$\Delta G^0 = \Delta H^0 - T \Delta S^0$$



Rozpouštění  
NaCl



# Hydratace, solvatace



Interakce?



# Rozpouštěcí enthalpie

Table 12.5 Enthalpies of solution,  $\Delta H_{\text{sol}}$ , at 25°C for very dilute aqueous solutions, in kilojoules per mole\*

$\Delta H_{\text{rozp}}$

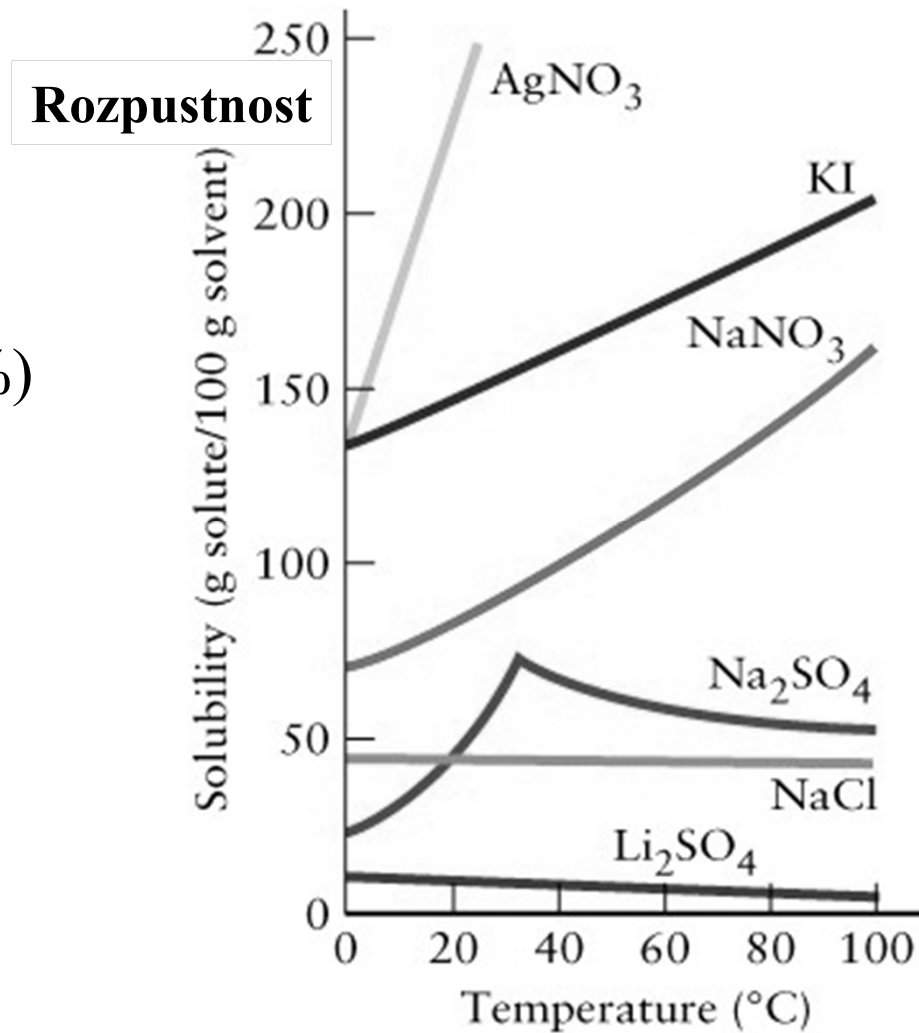
Cation	Anion							
	fluoride	chloride	bromide	iodide	hydroxide	carbonate	nitrate	sulfate
<b>lithium</b>	+4.9	-37.0	-48.8	-63.3	-23.6	-18.2	-2.7	-29.8
<b>sodium</b>	+1.9	+3.9	-0.6	-7.5	-44.5	-26.7	+20.4	-2.4
<b>potassium</b>	-17.7	+17.2	+19.9	+20.3	-57.1	-30.9	+34.9	+23.8
<b>ammonium</b>	-1.2	+14.8	+16.0	+13.7	—	—	+25.7	+6.6
<b>silver</b>	-22.5	+65.5	+84.4	+112.2	—	+41.8	+22.6	+17.8
<b>magnesium</b>	-12.6	-160.0	-185.6	-213.2	+2.3	-25.3	-90.9	-91.2
<b>calcium</b>	+11.5	-81.3	-103.1	-119.7	-16.7	-13.1	-19.2	-18.0
<b>aluminum</b>	-27	-329	-368	-385	—	—	—	-350.

\*The value for silver iodide, for example, is the entry found where the row labeled "silver" intersects the column labeled "iodide." A positive value of  $\Delta H_{\text{sol}}$  indicates an endothermic process.

## Závislost rozpustnosti na teplotě

Rozpustnost látek  
s rostoucí teplotou

- Roste (většina látek, 95%)
- Nemění se (NaCl)
- Klesá (často sírany)



## Frakční krystalizace

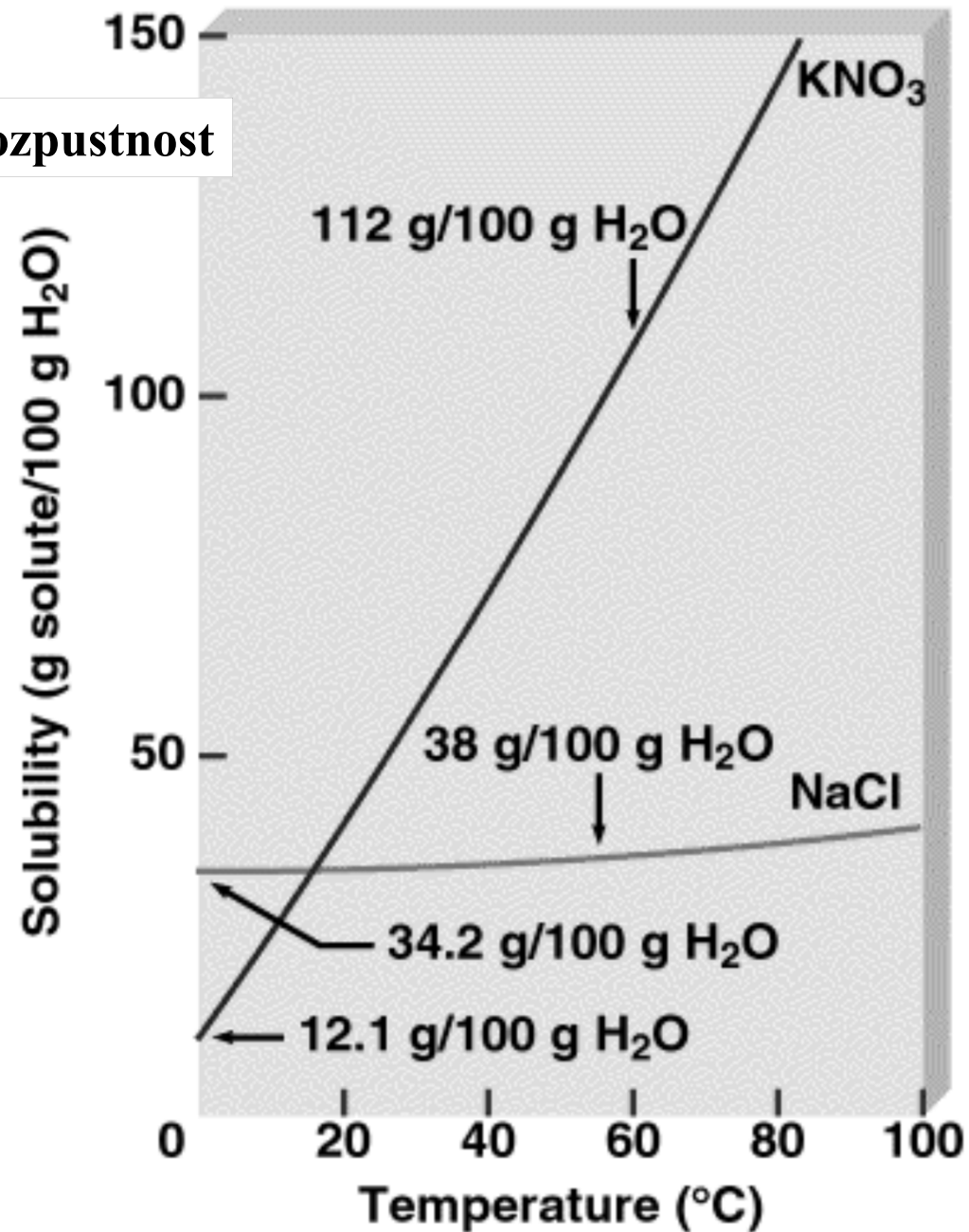
x g látky ve 100 g vody

Za horka rozpustit

Ochladit

Kolik g se vyloučí  
jako krystaly?

Rozpustnost



## Rozpustnost plynů

Plyny se mísí ve všech poměrech, neomezeně  
– růst entropie je hnací silou

Plyny se rozpouští v kapalinách exothermicky ( $\Delta H_{\text{rozp}} < 0$ )

$$\begin{aligned}\Delta H_{\text{rozp}} &= \Delta H_{\text{AA}} + \Delta H_{\text{BB}} + \Delta H_{\text{AB}} \\ &= 0 \quad > 0 \quad \ll 0\end{aligned}$$

Rozpustnost plynů klesá s rostoucí teplotou:

a) Le Chatelier - exo

b) negativní změna entropie  $g \rightarrow l$   $\Delta S^0_{\text{rozp}} < 0$

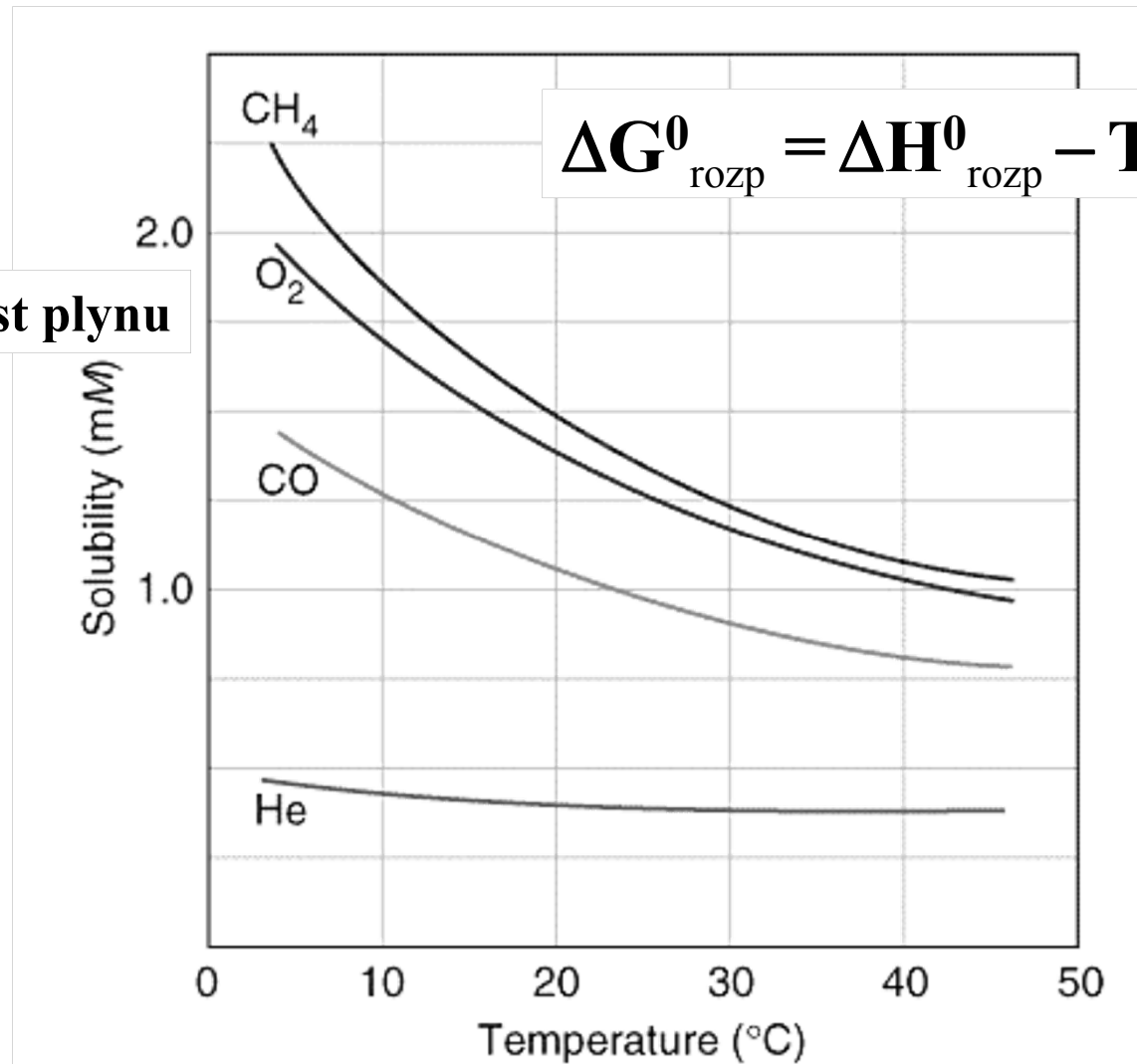
$$\Delta G^0_{\text{rozp}} = \Delta H^0_{\text{rozp}} - T \Delta S^0_{\text{rozp}}$$

Rozpustnost závisí na tlaku plynu nad roztokem = parciální tlak



# Rozpustnost plynů klesá s rostoucí teplotou

Rozpustnost plynu



$$\Delta G^0_{\text{rozp}} = \Delta H^0_{\text{rozp}} - T \Delta S^0_{\text{rozp}}$$

$$\Delta H_{\text{rozp}} < 0$$

$$\Delta S^0_{\text{rozp}} < 0$$

# Henryho zákon

Henryho zákon

Molární rozpustnost  $S$  roste s parciálním tlakem složky

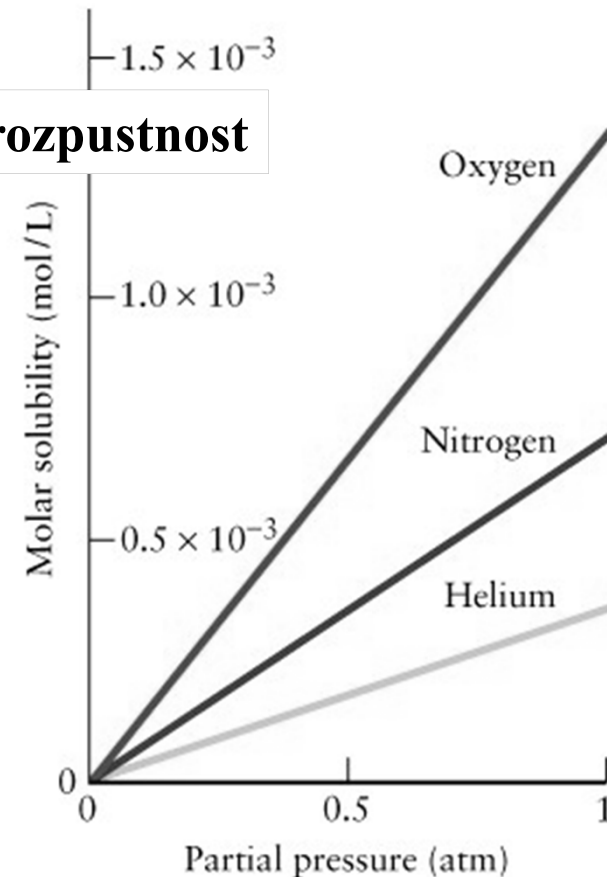
$S$  [mol l<sup>-1</sup>] = konstanta × parciální tlak (při konst. T)

$$S_2 = k_H \times P_2$$

*Table 12.4 Henry's law constants for gases in water at 20°C*

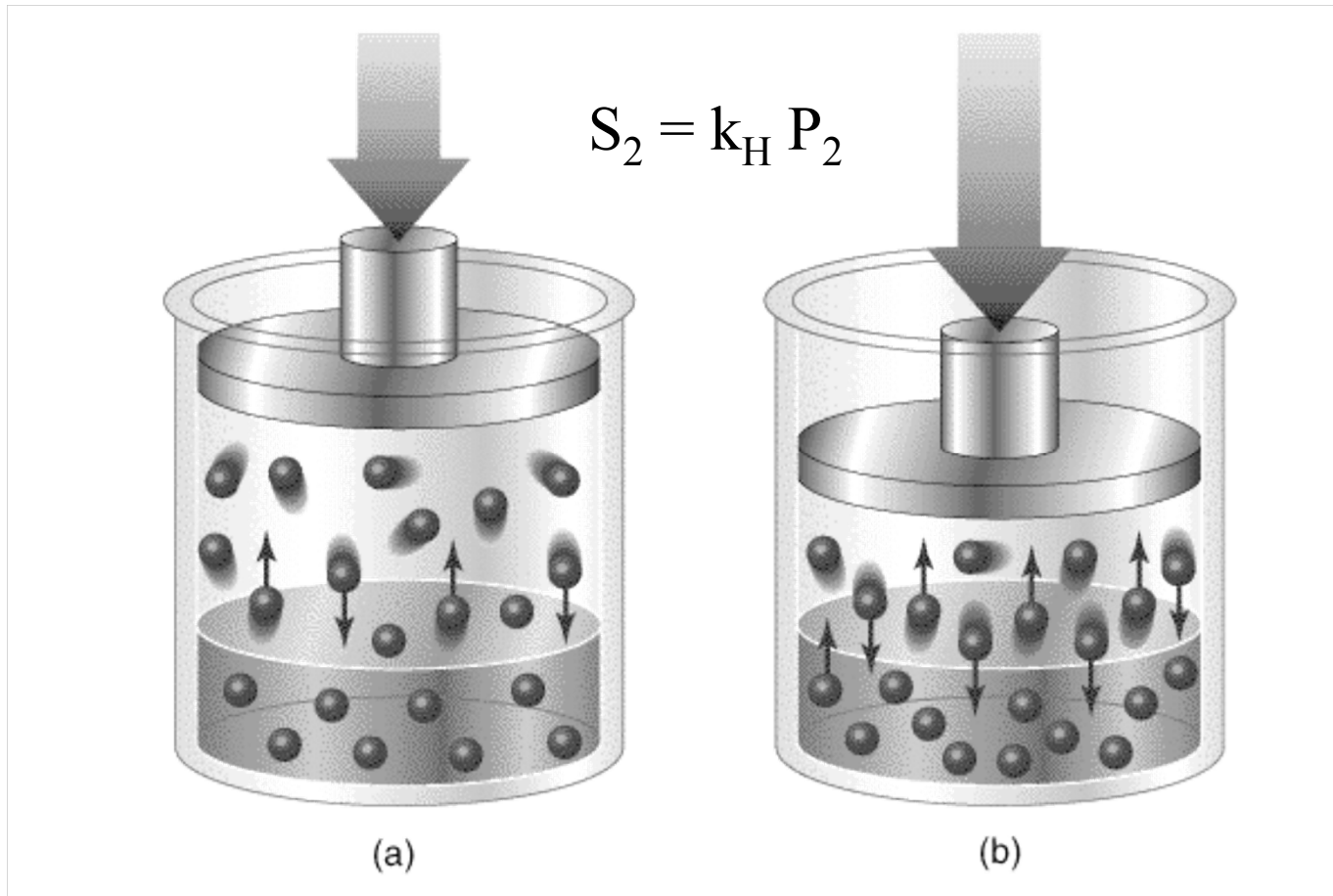
Gas	$k_H$ , mol/L·atm
air	$7.9 \times 10^{-4}$
argon	$1.5 \times 10^{-3}$
carbon dioxide	$2.3 \times 10^{-2}$
helium	$3.7 \times 10^{-4}$
hydrogen	$8.5 \times 10^{-4}$
neon	$5.0 \times 10^{-4}$
nitrogen	$7.0 \times 10^{-4}$
oxygen	$1.3 \times 10^{-3}$

Molární rozpustnost



# Henryho zákon

Molární rozpustnost roste s parciálním tlakem složky



# Henryho zákon

Množství  $N_2$  rozpuštěné v krvi potápěče na hladině a ve 30 m hloubce

$$S = k_H P$$

Parciální tlak  $N_2$  na hladině  $P_{N_2} = x_{N_2} P_{\text{celk}} = (0.8)(1 \text{ atm})$

$$P_{N_2} (\text{hladina}) = 0.8 \text{ atm}$$

Ve 30 m hloubce  $P_{\text{celk}} = 4 \text{ atm}$

$$P_{N_2} (30 \text{ m}) = x_{N_2} P_{\text{celk}} = (0.8)(4 \text{ atm}) = 3.2 \text{ atm}$$

$$k_H (N_2) = 7.0 \cdot 10^{-4} \text{ mol l}^{-1} \text{ atm}^{-1}$$

Pod 30 m dusíková narkóza

na hladině  $S = (7.0 \cdot 10^{-4} \text{ mol l}^{-1} \text{ atm}^{-1})(0.8 \text{ atm}) = \mathbf{5.6 \cdot 10^{-4} \text{ mol l}^{-1}}$

ve 30 m  $S = (7.0 \cdot 10^{-4} \text{ mol l}^{-1} \text{ atm}^{-1})(3.2 \text{ atm}) = \mathbf{2.2 \cdot 10^{-3} \text{ mol l}^{-1}}$



## Bunsenův absorpční koeficient

Objem, který by zaujímal plyn za tlaku (101.325 kPa) a při teplotě 0 °C, pohlcený v objemové jednotce rozpouštědla za dané teploty.

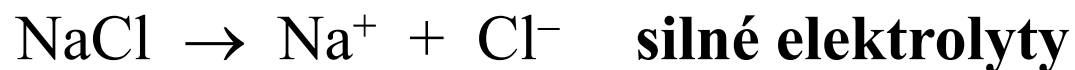
O<sub>2</sub> 0.03802 při 10 °C

1 litr H<sub>2</sub>O při 10 °C pohltí 38.02 cm<sup>3</sup> O<sub>2</sub>

O<sub>2</sub> je více rozpustný ve vodě než N<sub>2</sub>

## Teorie elektrolytické disociace

Ve vodě



Disociační stupeň

$$\alpha = n_{\text{disoc}} / n_0 \quad (0 - 1)$$

Disociační konstanta

$$K_d = \frac{[\text{H}^+][\text{CN}^-]}{[\text{HCN}]}$$

$$[\text{H}^+] = [\text{CN}^-] = \alpha [\text{HCN}]_0$$

$$[\text{HCN}] = (1 - \alpha) [\text{HCN}]_0$$

$$K_d = \frac{(\alpha [\text{HCN}]_0)^2}{(1 - \alpha) [\text{HCN}]_0} \approx \alpha^2 [\text{HCN}]_0$$

$$\alpha \ll 1$$



**Svante Arrhenius**  
(1859 - 1927)  
NP za chemii 1903

## Ostwaldův zřed'ovací zákon

$$K_d = \frac{(\alpha [HCN]_0)^2}{(1 - \alpha)[HCN]_0} \approx \alpha^2 [HCN]_0$$

$$\alpha^2 = \frac{K_d}{[HCN]_0}$$



**Friedrich Wilhelm Ostwald**  
1853 – 1932  
NP za chemii 1909

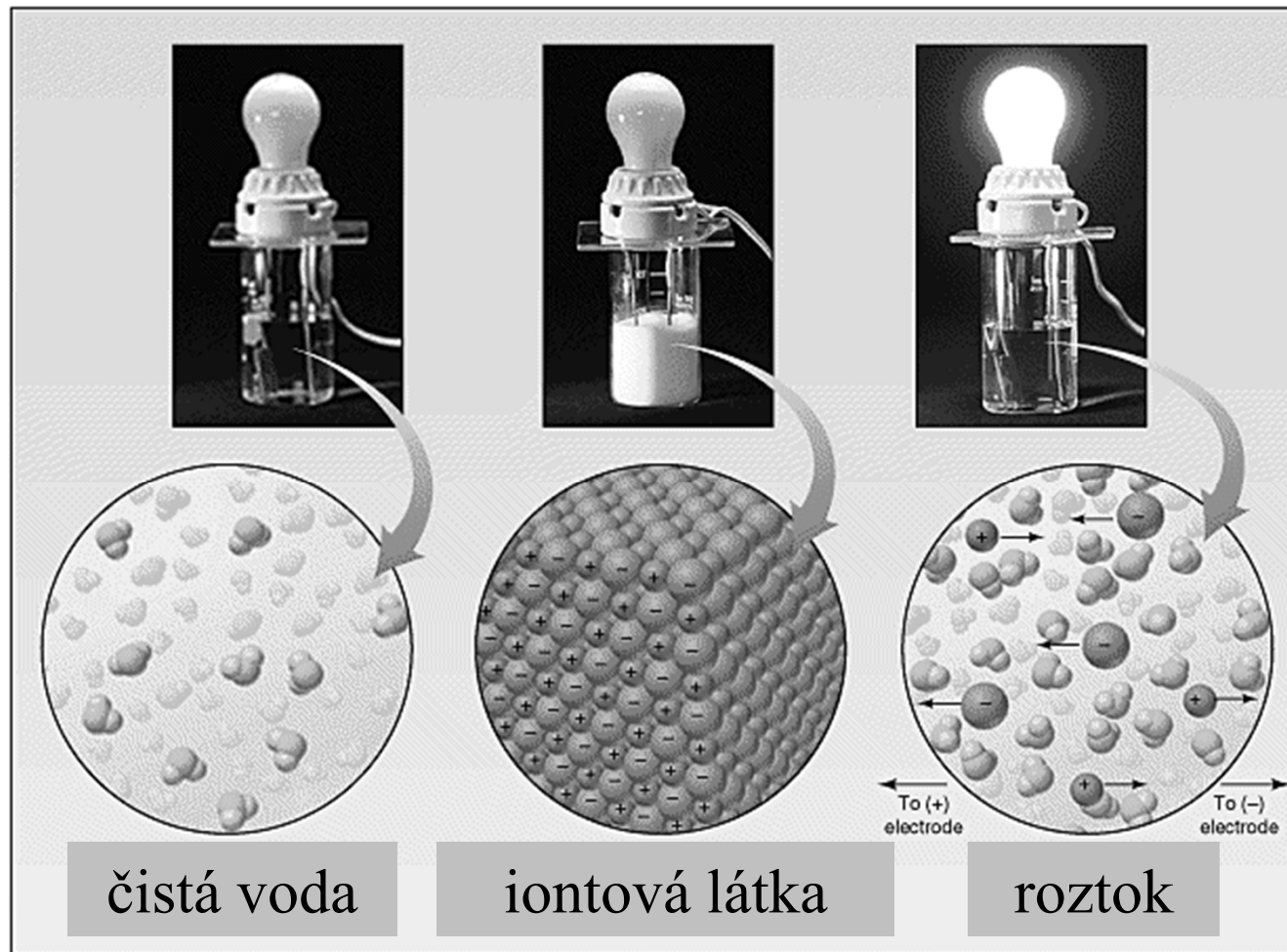
S rostoucí **koncentrací** elektrolytu **klesá** stupeň **disociace**

S rostoucím zředěním **roste** stupeň disociace

$$F = \text{konst } q_1 q_2 / r^2$$

S rostoucím zředěním roste vzdálenost mezi ionty,  $r$ , a klesá přitažlivá síla

# Elektrolytická vodivost



# Elektrolytická vodivost

Roztoky iontových látek

Volně pohyblivé ionty  
Nosiče náboje

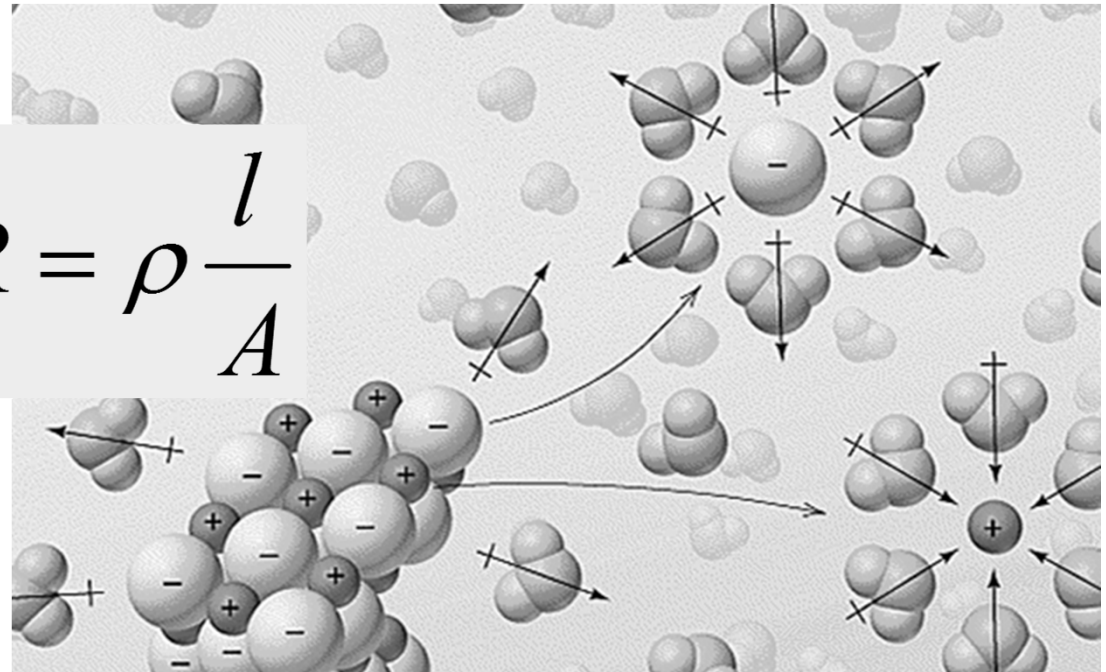
Elektrický odpor,  $R$  [ $\Omega$ ]

$l$  = délka

$A$  = plocha

$\rho$  = specifický odpor [ $\Omega \text{ m}$ ]

$$R = \rho \frac{l}{A}$$



$\sigma = 1 / \rho = \text{specifická vodivost } [\Omega^{-1} \text{ m}^{-1} = \text{S m}^{-1}]$

Molární vodivost,  $\Lambda$  [ $\text{S mol}^{-1} \text{ m}^2$ ]

$\Lambda = \sigma / c$

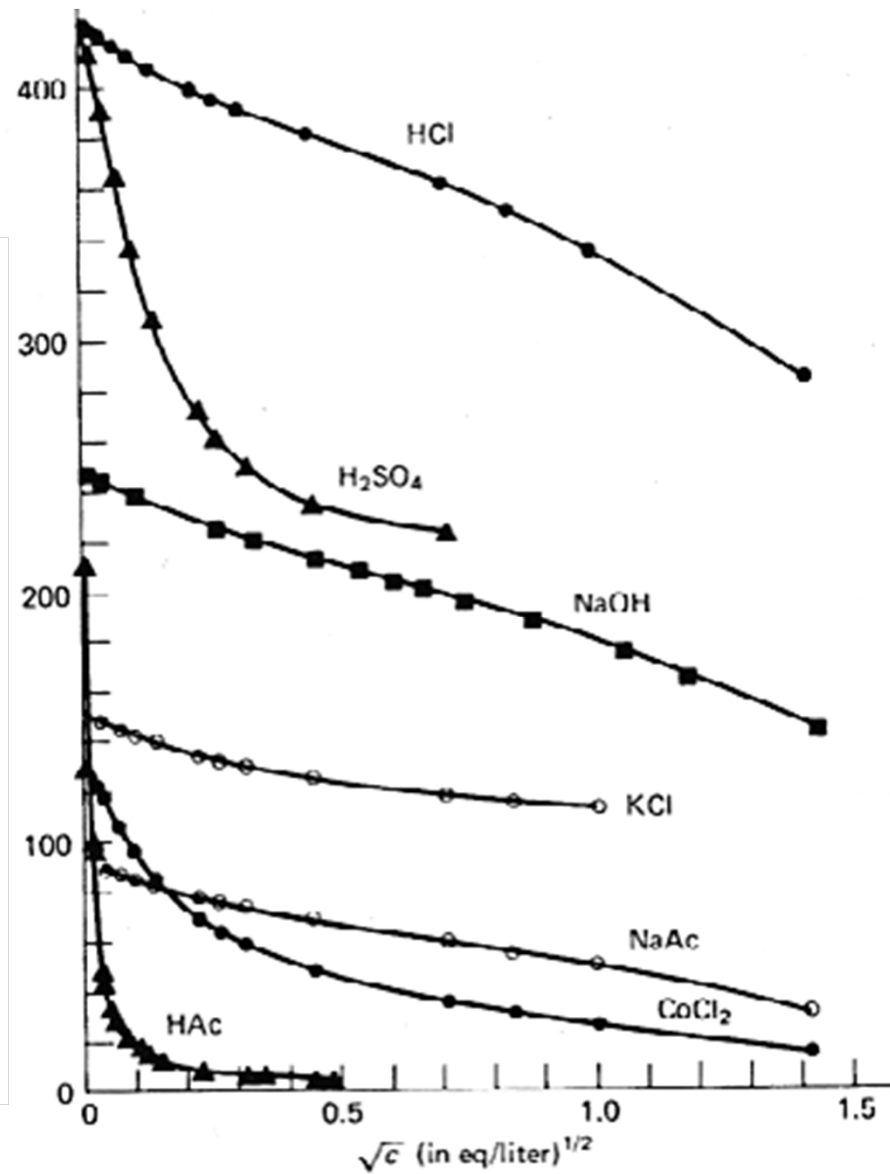
$\Lambda$  klesá s rostoucí koncentrací

Molární vodivost

$$\Lambda = \sigma / c \text{ [S mol}^{-1} \text{ m}^2\text{]}$$

$\Lambda$  klesá s rostoucí  
koncentrací  $c$

**Aktivita  
elektrolytu**



## Aktivita elektrolytu

Asociace iontů při rostoucí koncentraci, vznik **iontových párů**  
Klesá počet částic = klesá vodivost – iontové páry nevedou elektrický proud, jen volné ionty zůstávají aktivní – korekce koncentrace na asociaci – **reálné chování na ideální chování**

**Aktivita,  $a$**  [bezrozměrná]

$$c_0 = 1 \text{ mol l}^{-1}$$

$$a_i = \gamma_{\pm} \frac{c_i}{c_0}$$

Střední aktivitní koeficient,  $\gamma_{\pm}$  (nabývá hodnot 0 – 1)

$$\log \gamma_{\pm} = -0.509 |z_+ z_-| \sqrt{I} \quad z_+ z_- \text{ náboje iontů}$$

Iontová síla roztoku,  $I = \frac{1}{2} \sum c_i z_i^2$   $c_i$  molalita [mol kg<sup>-1</sup>]

## Střední aktivitní koeficient, $\gamma_{\pm}$ , při 25 °C

Molalita [mol kg<sup>-1</sup>]

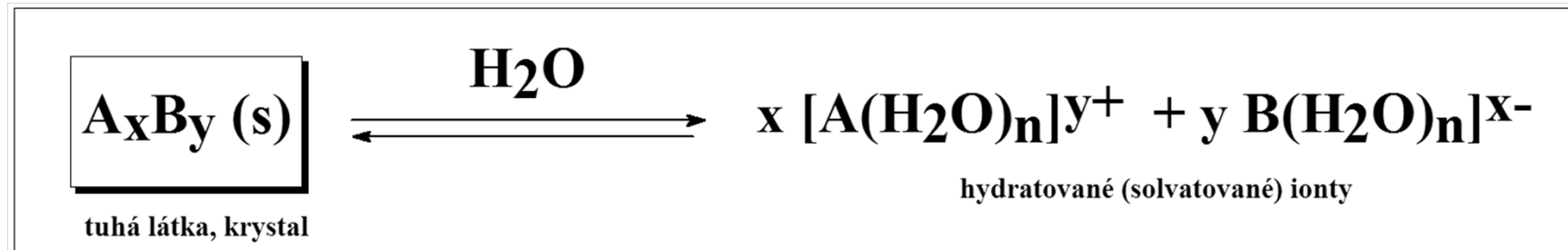
Látka	0.001	0.01	0.1
HCl	<b>0.966</b>	0.904	0.796
NaCl	<b>0.966</b>	0.904	0.780
BaCl <sub>2</sub>	0.880	0.729	0.512
ZnSO <sub>4</sub>	0.700	0.387	<b>0.150</b>

$$I = \frac{1}{2} \sum c_i z_i^2$$

$$\gamma_{\pm} = 10^{-0,509 |z^+ z^-| \sqrt{I}}$$



## Rozpustnost málo rozpustných iontových látek



Součin rozpustnosti:  $K_s = [A]^x [B]^y$

Předpoklady:

silný elektrolyt, 100% disociace

iontová síla  $I = \frac{1}{2} \sum c_i z_i^2 = 0$

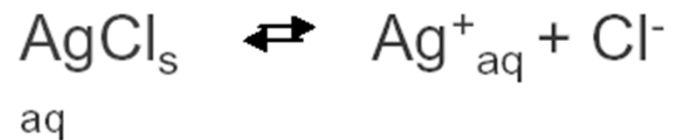
aktivitní koeficienty  $\gamma = 1$

žádné další ionty nebo vedlejší reakce

Splněno jen zcela výjimečně!

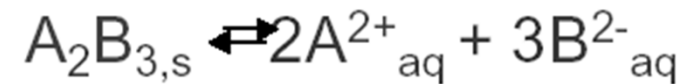
# Součin rozpustnosti

Tuhá fáze má aktivitu = 1



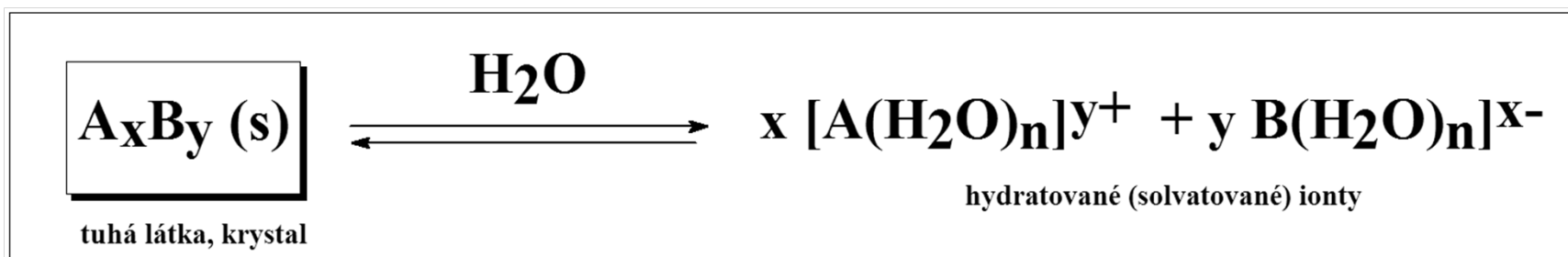
$$K = \frac{[\text{Ag}^+_{\text{aq}}][\text{Cl}^-_{\text{aq}}]}{[\text{AgCl}_s]} = \frac{[\text{Ag}^+_{\text{aq}}][\text{Cl}^-_{\text{aq}}]}{1}$$

$$K_L = [\text{Ag}^+_{\text{aq}}][\text{Cl}^-_{\text{aq}}]$$



$$K_L = [\text{A}^{2+}_{\text{aq}}]^2 [\text{B}^{2-}_{\text{aq}}]^3$$

## Součin rozpustnosti a rozpustnost



$$K_s = [A]^x [B]^y = (x R)^x (y R)^y$$

R = Rozpustnost

$$R(A_x B_y) = \left( \frac{K_s}{x^x y^y} \right)^{\frac{1}{x+y}}$$

Table 16.5 Solubility products at 25°C

Compound	Formula	$K_{sp}$	Compound	Formula	$K_{sp}$
aluminum hydroxide	$\text{Al}(\text{OH})_3$	$1.0 \times 10^{-33}$	fluoride	$\text{PbF}_2$	$3.7 \times 10^{-8}$
antimony sulfide	$\text{Sb}_2\text{S}_3$	$1.7 \times 10^{-93}$	iodate	$\text{Pb}(\text{IO}_3)_2$	$2.6 \times 10^{-13}$
barium carbonate	$\text{BaCO}_3$	$8.1 \times 10^{-9}$	iodide	$\text{PbI}_2$	$1.4 \times 10^{-8}$
fluoride	$\text{BaF}_2$	$1.7 \times 10^{-6}$	sulfate	$\text{PbSO}_4$	$1.6 \times 10^{-8}$
sulfate	$\text{BaSO}_4$	$1.1 \times 10^{-10}$	sulfide	$\text{PbS}$	$8.8 \times 10^{-29}$
bismuth sulfide	$\text{Bi}_2\text{S}_3$	$1.0 \times 10^{-97}$	magnesium		
calcium carbonate	$\text{CaCO}_3$	$8.7 \times 10^{-9}$	ammonium phosphate	$\text{MgNH}_4\text{PO}_4$	$2.5 \times 10^{-13}$
fluoride	$\text{CaF}_2$	$4.0 \times 10^{-11}$	carbonate	$\text{MgCO}_3$	$1.0 \times 10^{-5}$
hydroxide	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$5.5 \times 10^{-6}$	fluoride	$\text{MgF}_2$	$6.4 \times 10^{-9}$
sulfate	$\text{CaSO}_4$	$2.4 \times 10^{-5}$	hydroxide	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	$1.1 \times 10^{-11}$
copper(I) bromide	$\text{CuBr}$	$4.2 \times 10^{-8}$	mercury(I) chloride	$\text{Hg}_2\text{Cl}_2$	$1.3 \times 10^{-18}$
chloride	$\text{CuCl}$	$1.0 \times 10^{-6}$	iodide	$\text{Hg}_2\text{I}_2$	$1.2 \times 10^{-28}$
iodide	$\text{CuI}$	$5.1 \times 10^{-12}$	mercury(II) sulfide, black	$\text{HgS}$	$1.6 \times 10^{-52}$
sulfide	$\text{Cu}_2\text{S}$	$2.0 \times 10^{-47}$	sulfide, red	$\text{HgS}$	$1.4 \times 10^{-53}$
copper(II) iodate	$\text{Cu}(\text{IO}_3)_2$	$1.4 \times 10^{-7}$	nickel(II) hydroxide	$\text{Ni}(\text{OH})_2$	$6.5 \times 10^{-18}$
oxalate	$\text{Cu}(\text{C}_2\text{O}_4)$	$2.9 \times 10^{-8}$	silver bromide	$\text{AgBr}$	$7.7 \times 10^{-13}$
sulfide	$\text{CuS}$	$1.3 \times 10^{-36}$	carbonate	$\text{Ag}_2\text{CO}_3$	$6.2 \times 10^{-12}$
iron(II) hydroxide	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$1.6 \times 10^{-14}$	chloride	$\text{AgCl}$	$1.6 \times 10^{-10}$
sulfide	$\text{FeS}$	$6.3 \times 10^{-18}$	hydroxide	$\text{AgOH}$	$1.5 \times 10^{-8}$
iron(III) hydroxide	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$2.0 \times 10^{-39}$	iodide	$\text{AgI}$	$8.0 \times 10^{-17}$
lead(II) bromide	$\text{PbBr}_2$	$7.9 \times 10^{-5}$	sulfide	$\text{Ag}_2\text{S}$	$6.3 \times 10^{-51}$
chloride	$\text{PbCl}_2$	$1.6 \times 10^{-5}$	zinc hydroxide	$\text{Zn}(\text{OH})_2$	$2.0 \times 10^{-17}$
			sulfide	$\text{ZnS}$	$1.6 \times 10^{-24}$

## Koligativní vlastnosti

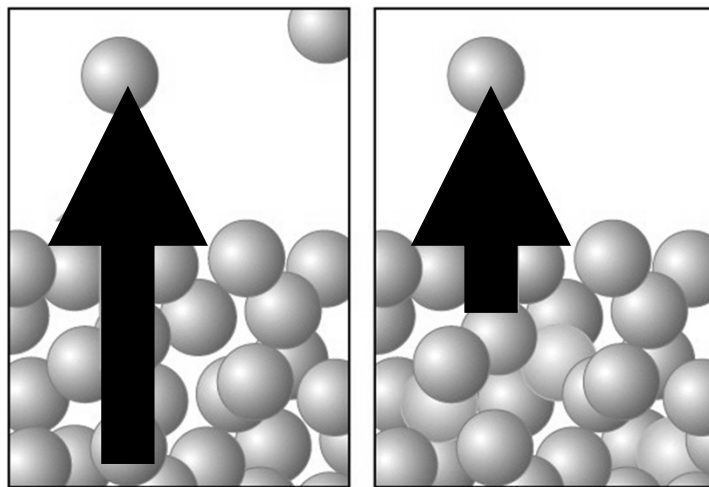
Vlastnosti roztoku, které **nezávisí na druhu** rozpuštěné látky, ale **závisí** jen na jejím **množství**, počtu molekul.

- Tlak par nad roztokem
  - **Snížení** za přítomnosti rozpuštěné látky
- Teplota varu roztoku
  - **Zvýšení** za přítomnosti rozpuštěné látky  
= ebulioskopický efekt
- Teplota tání roztoku
  - **Snížení** za přítomnosti rozpuštěné látky  
= kryoskopický efekt
- **Osmotický tlak**
  - Určen rozdílem koncentrací rozpuštěných látek

# Snížení tlaku par nad roztokem

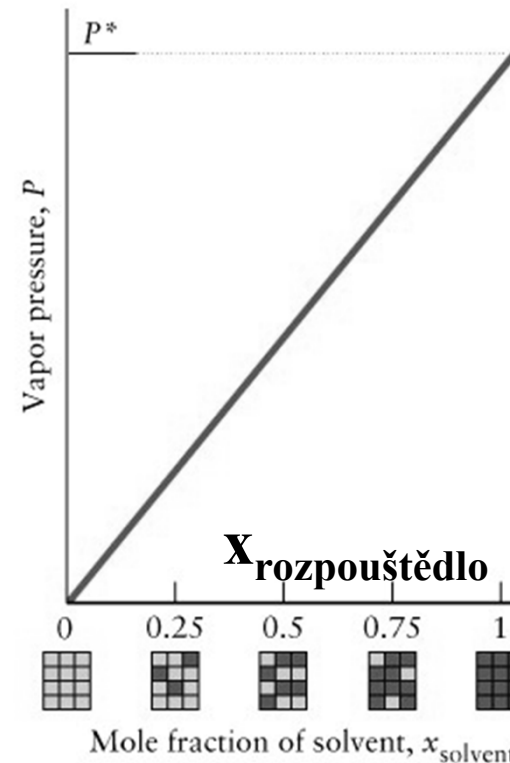
Přídavek rozpuštěné látky do rozpouštědla vede ke snížení tlaku par dvěma mechanismy

1. Vzrůst entropie roztoku sníží hnací sílu pro vypařování
2. Zředění rozpouštědla sníží počet molekul schopných opustit povrch roztoku

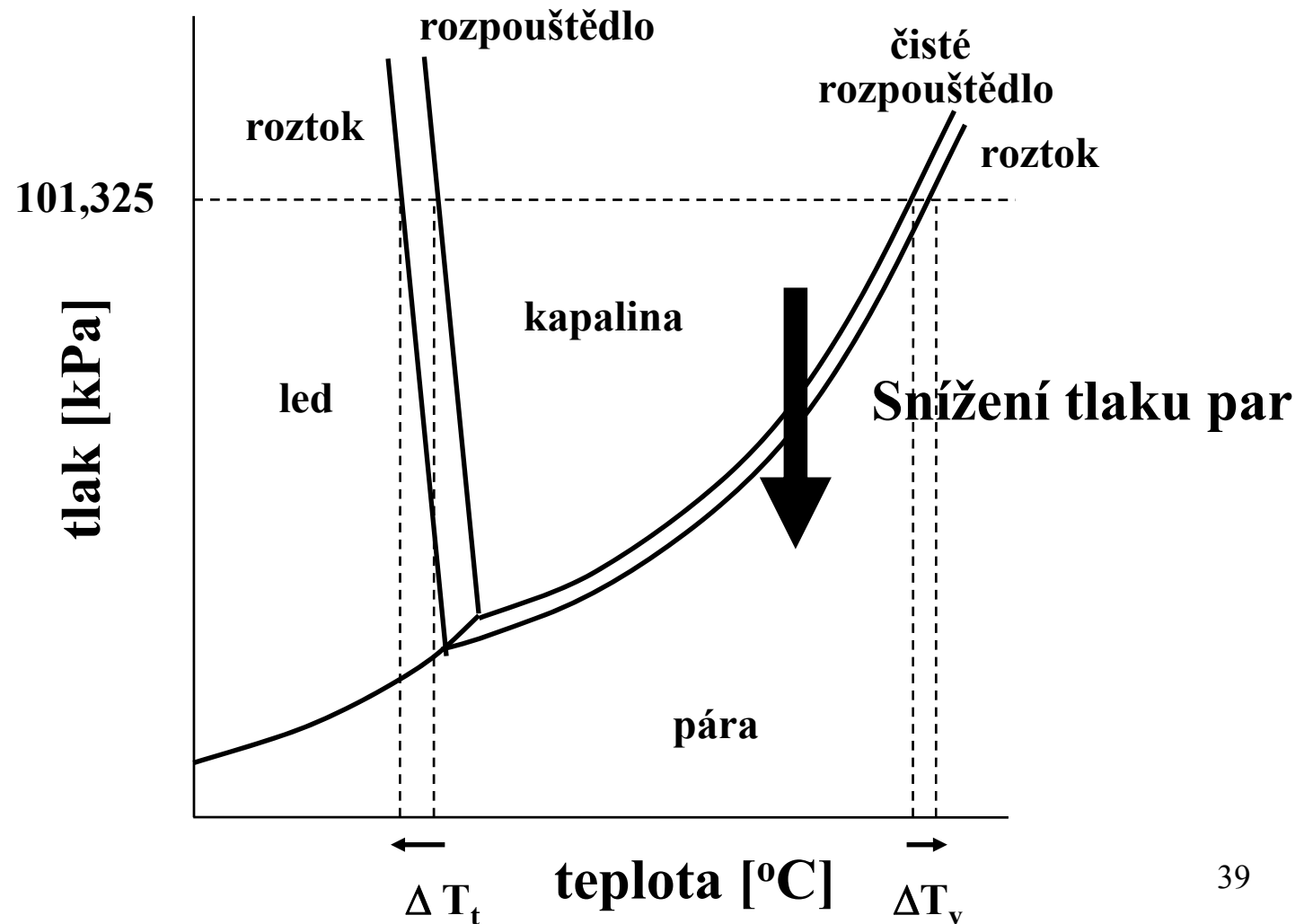


(a)

$$p^0 > p_{\text{rozt}}$$



# Snížení tlaku par nad roztokem má za následek snížení teploty tání a zvýšení teploty varu



## Raoultův zákon

Tlak par rozpouštědla nad roztokem je roven součinu tlaku par čistého rozpouštědla  $P^0$  a molárního zlomku rozpouštědla

Tlak par rozpouštědla nad roztokem

$$P_{\text{rozpouštědla}} = x_{\text{rozpouštědla}} P^0_{\text{rozpouštědla}}$$

Celkový tlak par nad roztokem

$$P_{\text{celkový}} = P_{\text{rozpouštědla}} + P_{\text{rozpuštěné látky}}$$

= 0 pro netěkavé látky (NaCl)

$$P_{\text{celkový}} = x_{\text{rozpouštědla}} P^0_{\text{rozpouštědla}}$$



## Raoultův zákon

$$P_1 = x_1 P_1^\circ \quad (x_1 = \text{rozpouštědlo})$$

$$x_1 = 1 - x_2 \quad (x_2 = \text{rozpuštěná látka})$$

$$P_1 = (1 - x_2) P_1^\circ$$

$$P_1 = P_1^\circ - x_2 P_1^\circ$$

$$P_1^\circ - P_1 = \Delta P_1 = x_2 P_1^\circ$$

### Snížení tlaku par

= součin tlaku par  
čistého rozpouštědla a  
molárního zlomku  
rozpuštěné látky

Dvě těkavé látky, A a B

$$P_A = x_A P_A^\circ$$

$$P_B = x_B P_B^\circ$$

$$P_{\text{celk}} = P_A + P_B = x_A P_A^\circ + x_B P_B^\circ$$

## Zvýšení teploty varu

Bod varu = teplota, při které se vyrovná tenze par s vnějším tlakem.

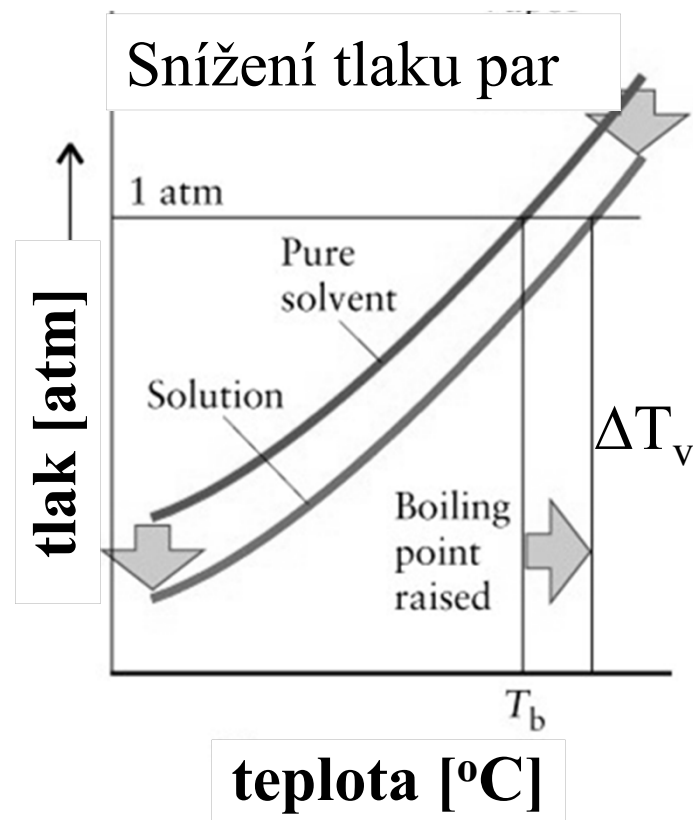
### Zvýšení teploty varu

$$\Delta T_v = i k_b c_m$$

$i$  = van't Hoffův faktor, počet částic

$k_b$  = ebulioskopická konstanta

$c_m$  = molalita [ $\text{mol kg}^{-1}$ ]



## Snížení bodu tání

### Snížení bodu tání

$$\Delta T_t = i k_f c_m$$

$i$  = van't Hoffův faktor, počet částic

$k_f$  = kryoskopická konstanta

$c_m$  = molalita [ $\text{mol kg}^{-1}$ ]

*Table 12.8 Boiling-point and freezing-point constants*

Solvent	Freezing point, °C	$k_f$ , K·kg/mol	Boiling point, °C	$k_b$ , K·kg/mol
acetone	-95.35	2.40	56.2	1.71
benzene	5.5	5.12	80.1	2.53
camphor	179.8	39.7	204	5.61
carbon tetrachloride	-23	29.8	76.5	4.95
cyclohexane	6.5	20.1	80.7	2.79
naphthalene	80.5	6.94	217.7	5.80
phenol	43	7.27	182	3.04
water	0	1.86	100.0	0.51

## Snížení bodu tání

Snížení bodu tání automobilové chladicí kapaliny  
50.0 g ethylen glykol ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ ) a  $100 \text{ cm}^3$  vody.

EG, ethylen glykol,  $i = 1$

$$M(\text{EG}) = 62.0 \text{ g mol}^{-1}$$

$$n(\text{EG}) = 50.0 \text{ g} / 62.0 \text{ g mol}^{-1} = 0.833 \text{ mol}$$

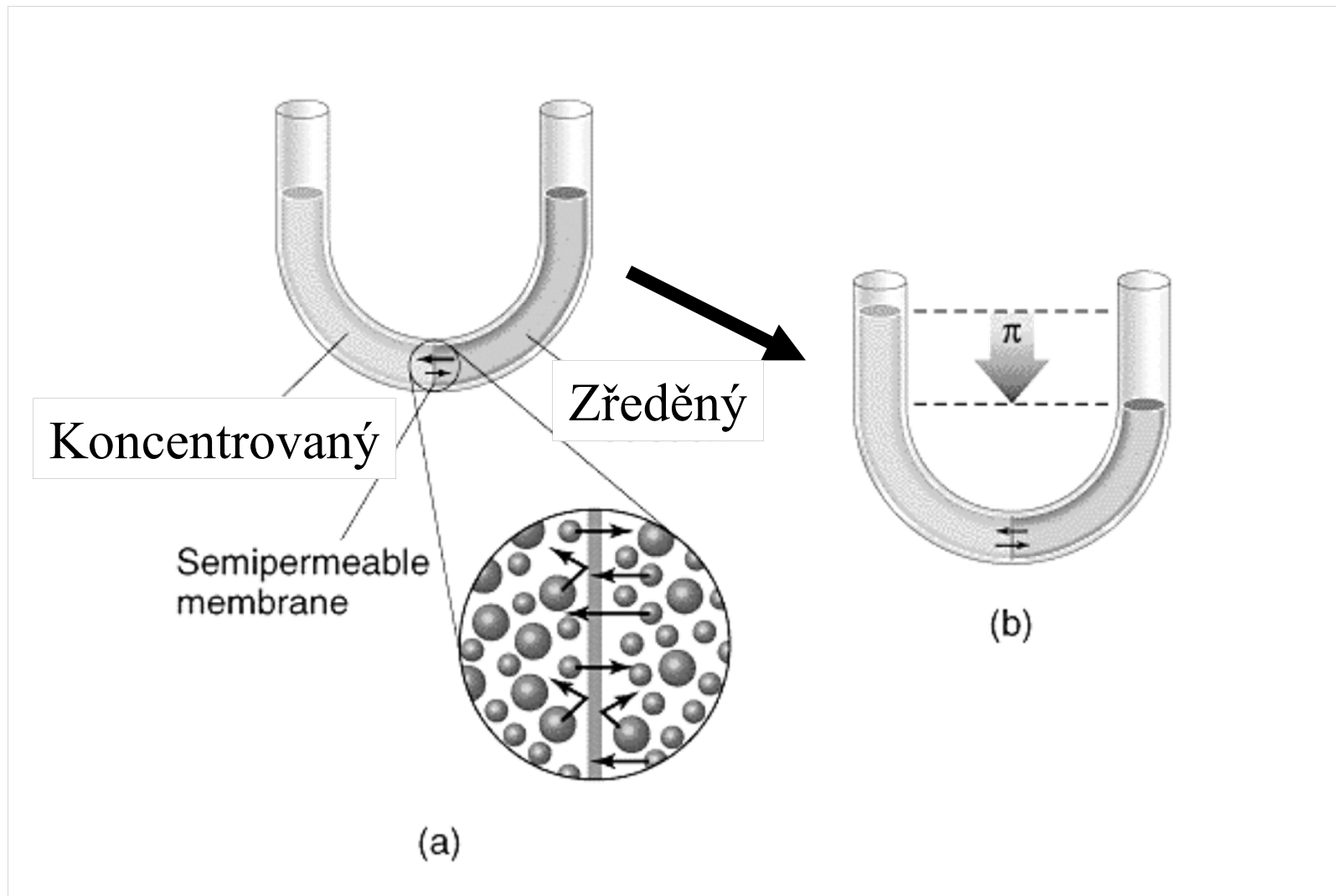
$$\text{Molalita} = n(\text{EG}) / m(\text{rozp}) = 0.833 \text{ mol} / 0.100 \text{ kg} = 8.33 \text{ mol kg}^{-1}$$

$$\Delta T = i k_f m \quad k_f(\text{vody}) = 1.86 \text{ K kg mol}^{-1}$$

$$\Delta T = (1)(1.86 \text{ K kg mol}^{-1})(8.33 \text{ mol kg}^{-1}) = 15.5 \text{ K} = 15.5 \text{ }^\circ\text{C}$$

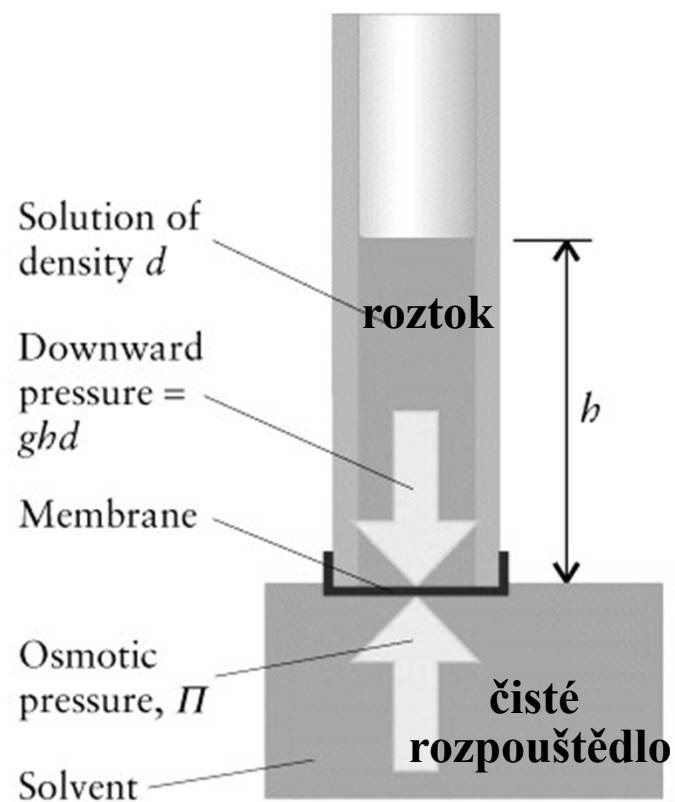
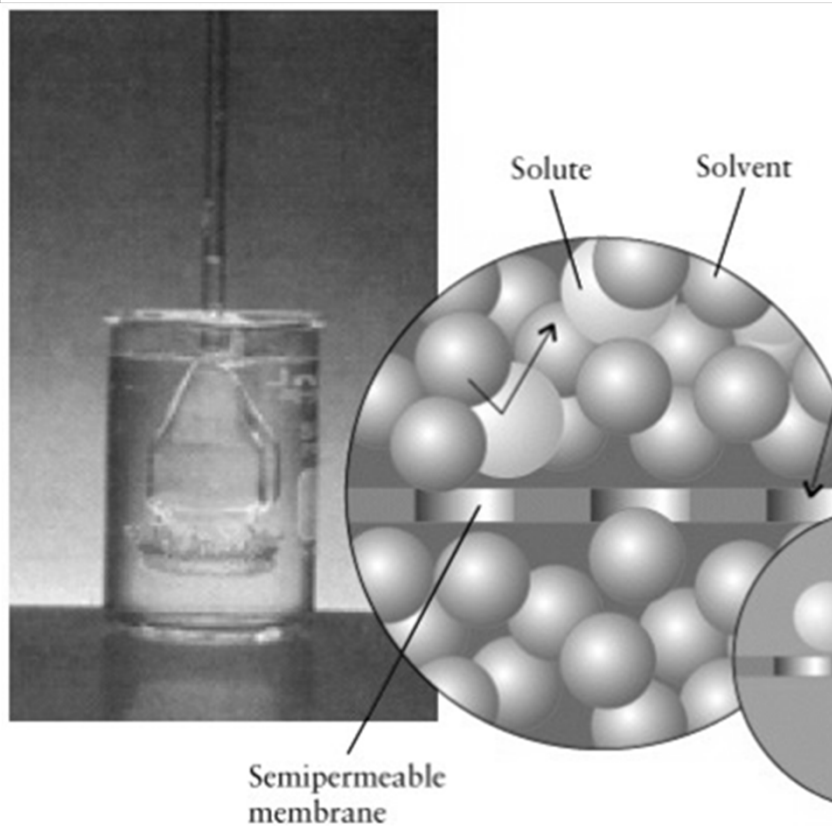
$$\text{Bod tuhnutí} = 0 \text{ }^\circ\text{C} - 15.5 \text{ }^\circ\text{C} = -15.5 \text{ }^\circ\text{C}$$

# Osmóza



# Osmotický tlak

Semipermeabilní membrána  
Propustí molekuly rozpouštědla  
Zadrží molekuly rozpuštěné látky



# Osmotický tlak

Osmotický tlak je úměrný koncentraci a teplotě

$$\Pi = c_M R T$$

Pro iontové roztoky

$$\Pi = i c_M R T$$

$c_M$  = koncentrace molární

$R$  = plynová konstanta

$\Pi$  = osmotický tlak

$T$  = teplota v K

$i$  = van't Hoffův faktor

Podobné rovnici ideálního plynu.

Podobný efekt = molekulární srážky vytváří tlak

# Osmóza

Dialýza – oddělení velkých molekul z roztoku, malé projdou membránou

Izotonický roztok

**Fyziologický roztok**

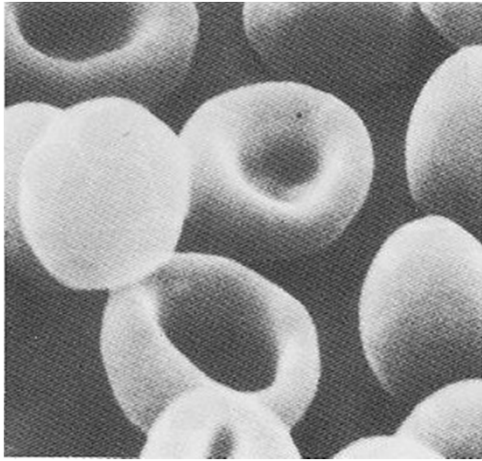
Fýzák = 0,9% vodný roztok NaCl

Hypotonický roztok (nižší konc. NaCl)

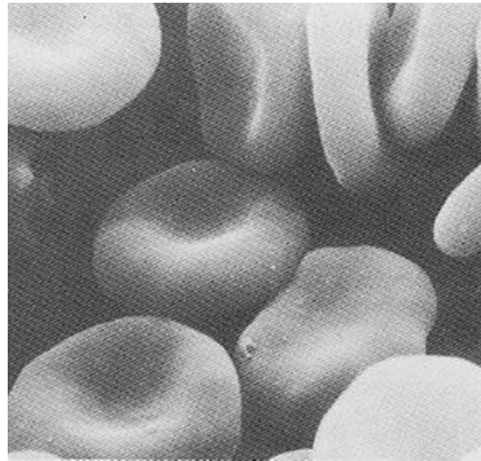
Hypertonický roztok (vyšší konc. NaCl)



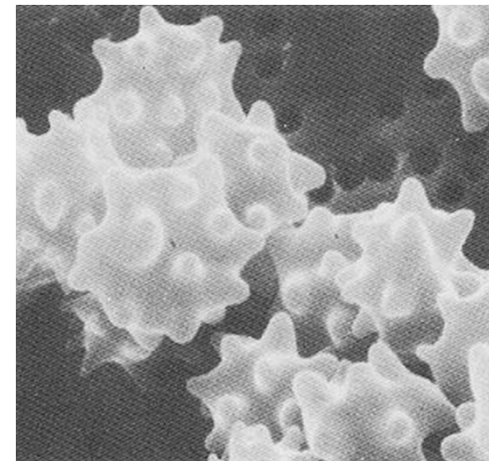




Izotonický roztok

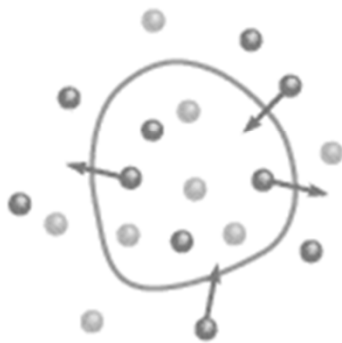


Hypotonický roztok

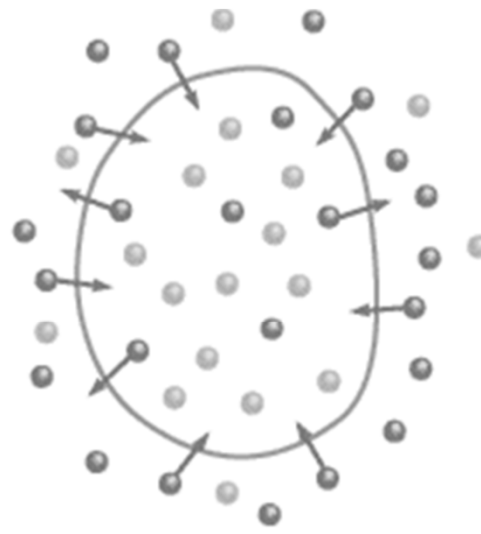


Hypertonický roztok

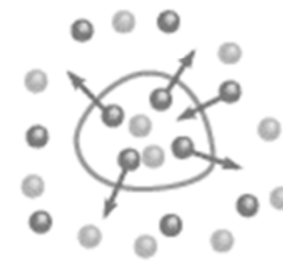
● Water molecules  
● Solute molecules



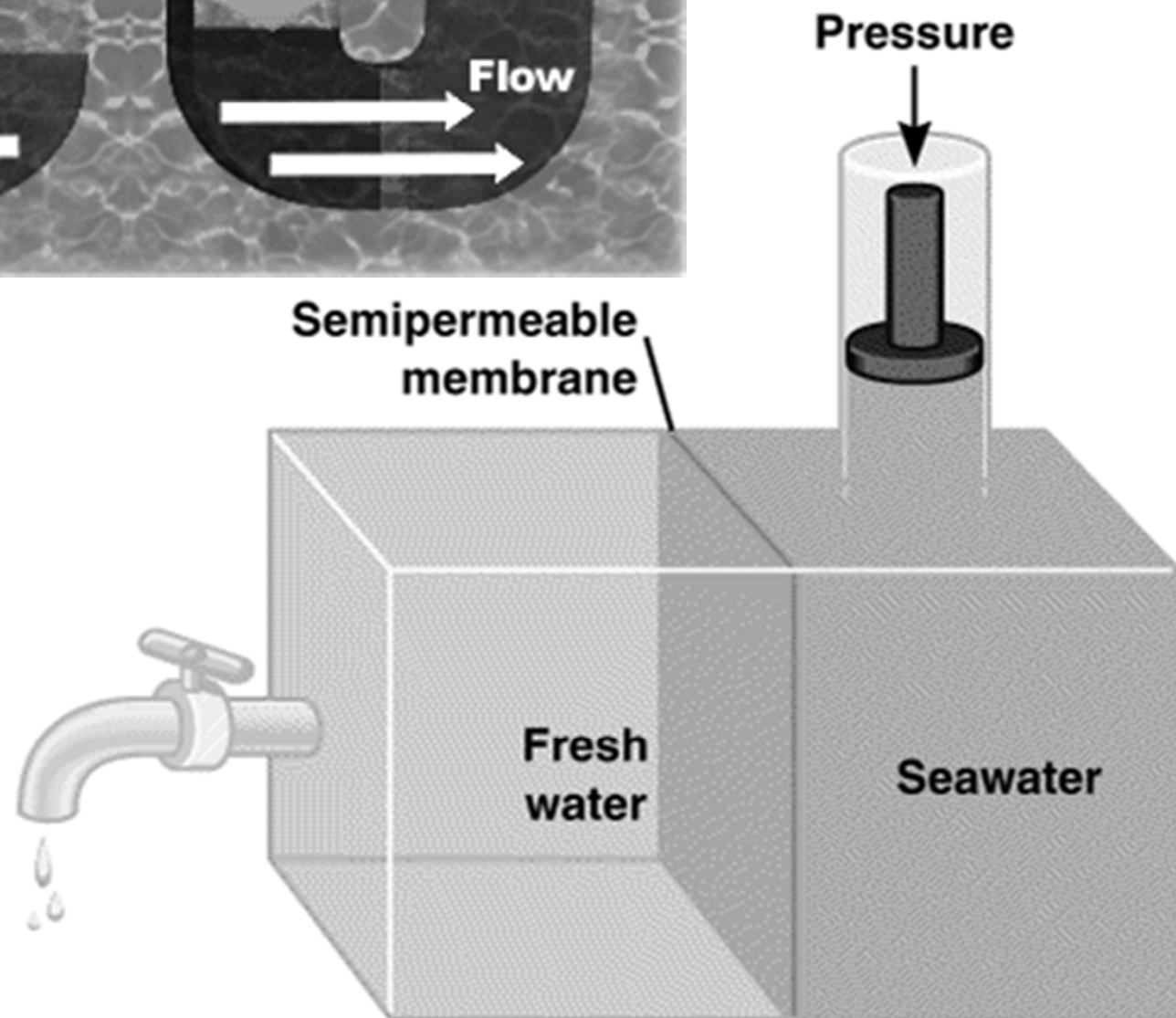
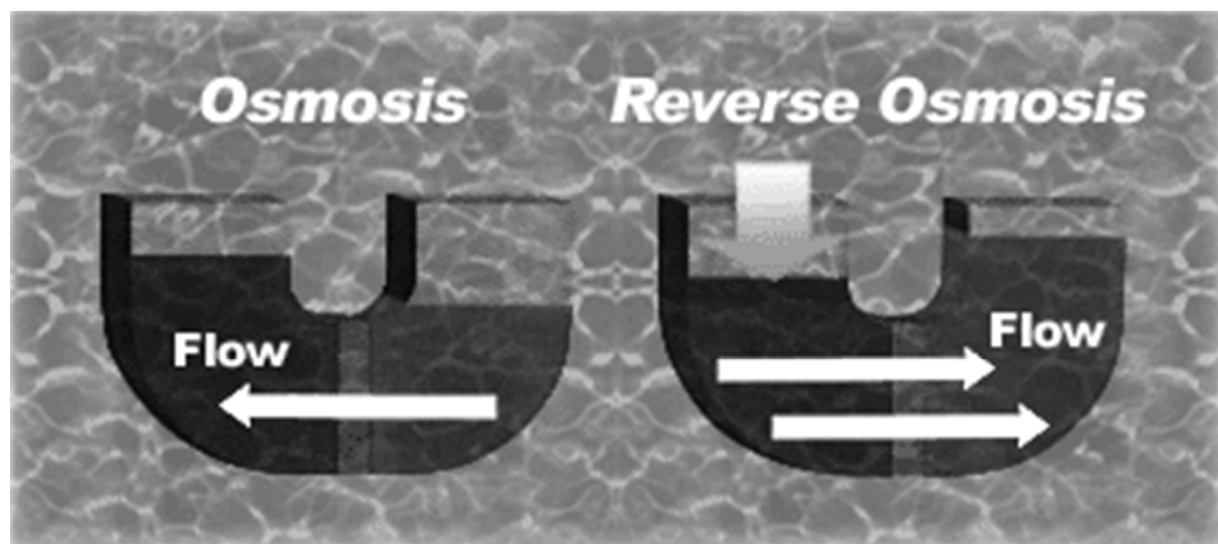
(a)



(b)

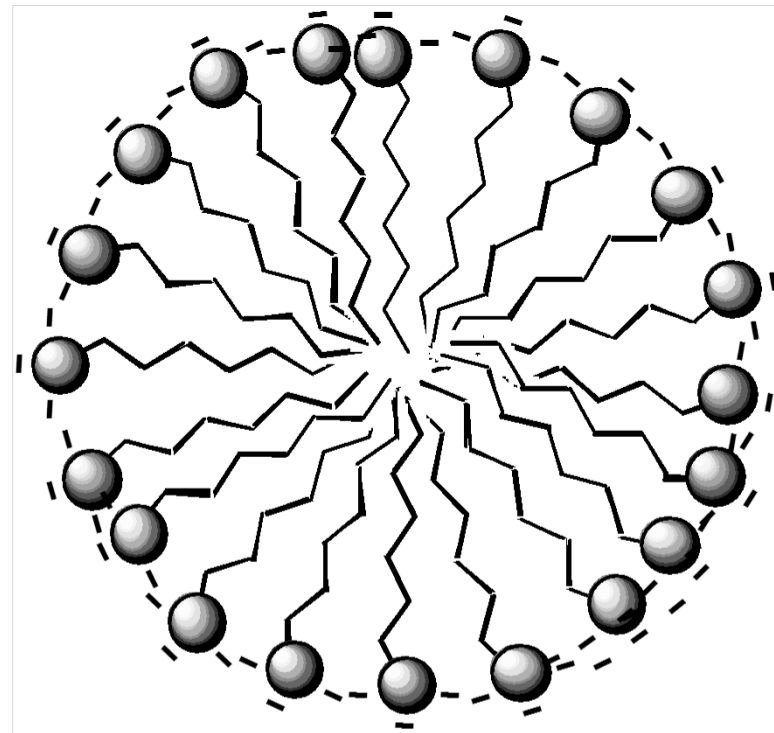


(c)



# Koloidní soustavy

- Koloidy jsou suspenze, ve kterých jsou částice větší než molekuly, ale malé na to, aby se vyloučily z roztoku gravitací. Velikost 10 až 2000 Å.
- Typy koloidů:
  - aerosol (g + l nebo s, mlha, kouř)
  - pěna (l + g, šlehačka, pивní pěna)
  - emulze (l + l, mléko)
  - sol (l + s, barva)
  - tuhá pěna (s + g, marshmallow),
  - tuhá emulze (s + l, máslo),
  - tuhý sol (s + s, rubínové sklo).



Micely

# Koloidní soustavy

disperzní soustava =

disperzní podíl (disperzum) + disperzní prostředí (dispergens)

## **Lyofilní koloidy, TD stálé**

Vysokomolekulární (roztok polystyrenu v acetonu, roztok bílkoviny či nukleové kyseliny ve vodě)

## Micelární

vznikají z pravých roztoků shlukováním rozpuštěných molekul do shluků – micel micela - 10 až 1000 částic

## **Lyofóbní koloidy, TD nestálé**

musí se míchat, vytvořit ochranný micelární obal