

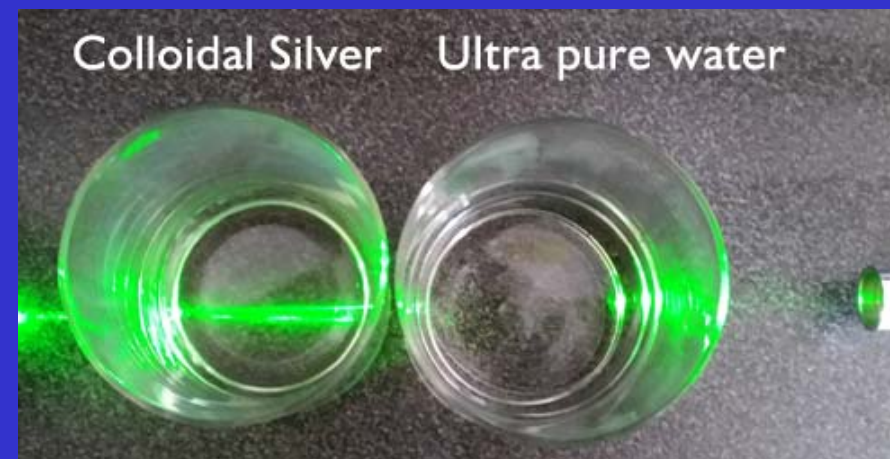
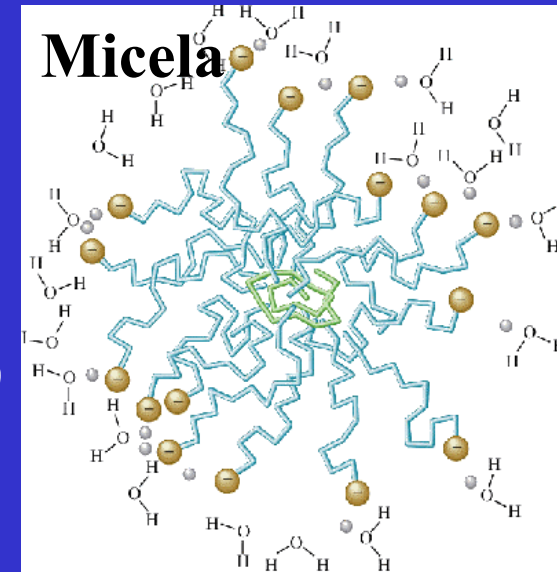
Roztoky - druhy roztoků

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 ₂)
G	S	S	H ₂ (850 cm ³) v Pd (1 cm ³)
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 μm
Brownův pohyb brání sedimentaci
Tyndallův jev – rozptyl světla
- **Suspenze**
částice nad 1 μm , sedimentace



Složení roztoků

Hmotnostní zlomek
a procenta
w/w

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

1 = rozpouštědlo
2 = rozpuštěná látka
m = hmotnost
⊙ = roztok

Objemový zlomek
a procenta
v/v

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

V = objem
Před smícháním!

Hmotnostní koncentrace
w/v
[g cm⁻³]

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

ρ = hustota

Složení roztoků

Molární koncentrace [mol l⁻¹]

Závisí na T

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

n = látkové množství

Molální koncentrace [mol kg⁻¹]

Nezávisí na T

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

1 = rozpouštědlo

2 = rozpuštěná látka

⊙ = roztok

Molární zlomek

$x_i = 0 - 1$

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

Rozpustnost

Komplikovaný proces – neexistuje jednoduchá a obecně aplikovatelná teorie rozpustnosti

Dobrá rozpustnost : **Like dissolves like**

- polární látky v polárních rozpouštědlech (voda, aceton, alkoholy, CH_3CN , DMF, DMSO,....)
- nepolární látky v nepolárních rozpouštědlech (CCl_4 , alkany, benzen,...)

**Faktory
ovlivňující
rozpustnost**

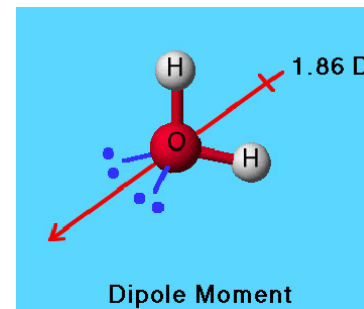
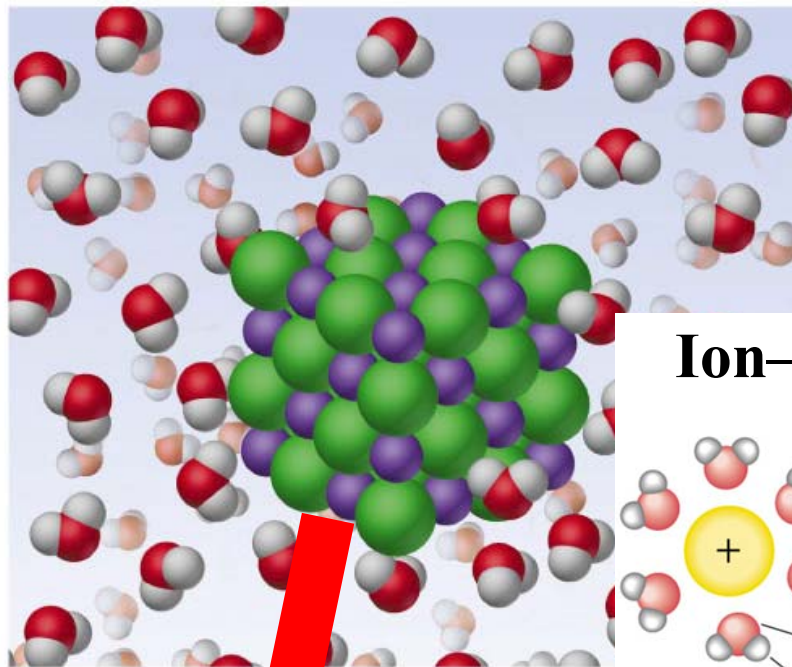
1. Druh rozpuštěné látky
2. Druh rozpouštědla
3. Teplota
4. Tlak (plyny – Henryho zákon)
5. Další rozpuštěné látky – vysolení

Rozpustnost ve vodě a hexanu

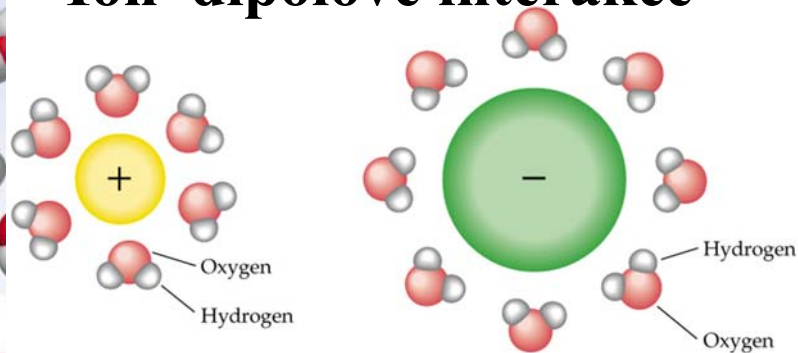
TABLE 13.3 Solubilities of Some Alcohols in Water and in Hexane

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

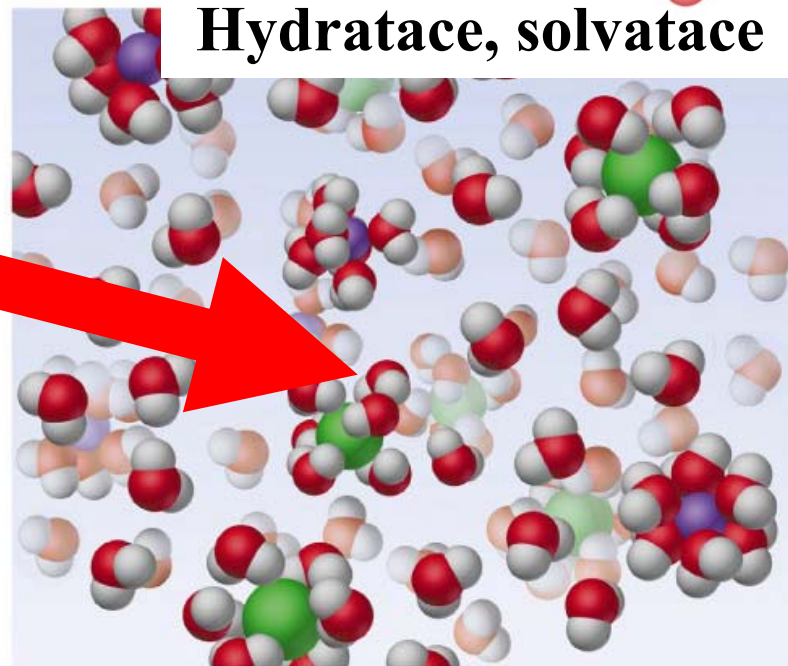
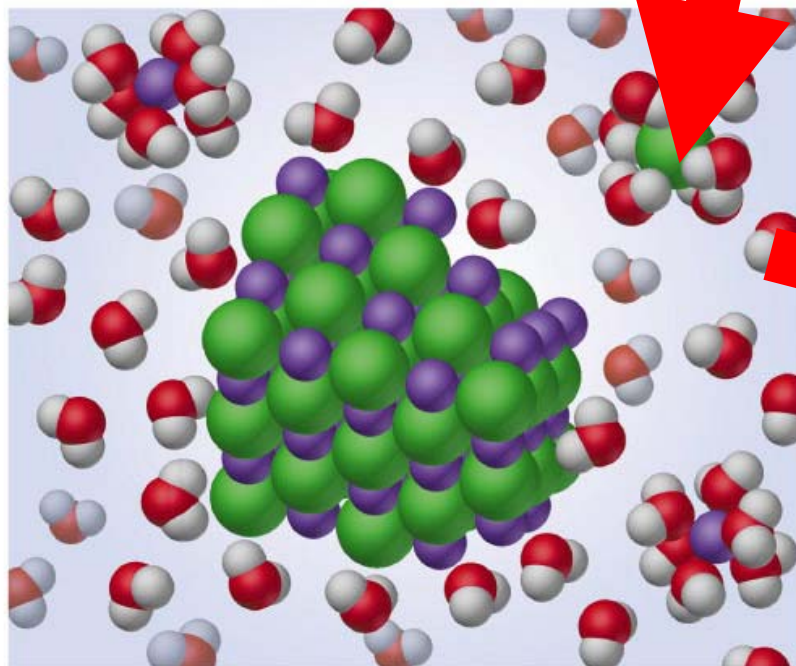
Rozpouštění NaCl ve vodě



Ion–dipolové interakce



Hydratace, solvatace



Interakce rozpouštědlo - rozpuštěná látka

Rozpuštění probíhá ve 3 krocích (termodynamický cyklus)

1. Oddělení molekul rozpuštěné látky

Obvykle endothermický ($+\Delta H_{AA}$) proces vyjma rozpouštění plynů,
Mřížková energie u iontových látek, vzrůst entropie ($+\Delta S$)

2. Vytvoření děr v rozpouštědle

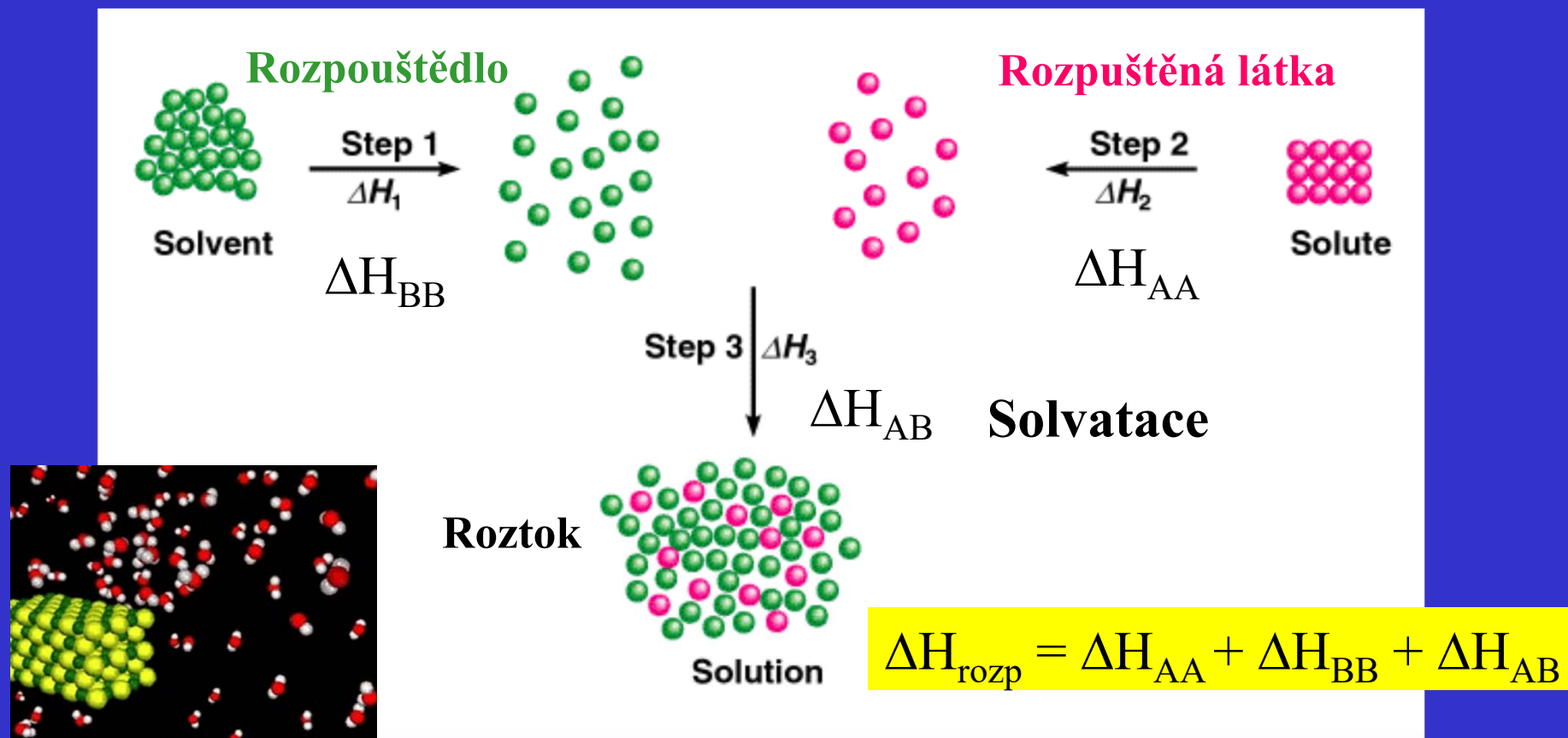
Obvykle endothermický ($+\Delta H_{BB}$) proces vyjma rozpouštění v
plynech

3. Solvatace rozpuštěné látky rozpouštědlem

Obvykle exothermický ($-\Delta H_{AB}$) proces vyjma rozpouštění plynů v
plynech, vzrůst entropie ($+\Delta S$)

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

Rozpuštění a rozpouštěcí enthalpie



NaOH do vody

EXO

$$\Delta H_{\text{rozp}} = -44,5 \text{ kJ mol}^{-1}$$

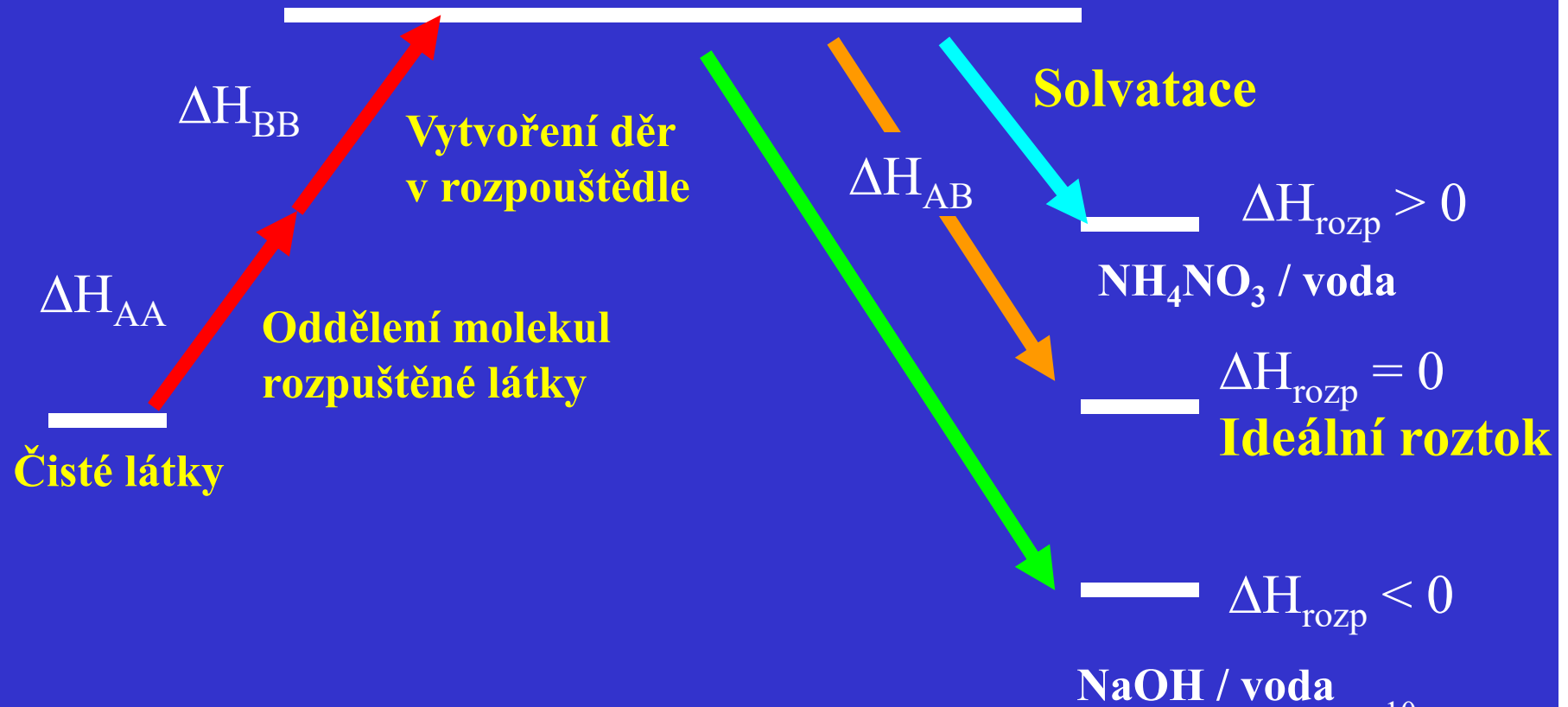
NH₄NO₃ do vody

ENDO

$$\Delta H_{\text{rozp}} = +26,4 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Ideální a neideální roztoky

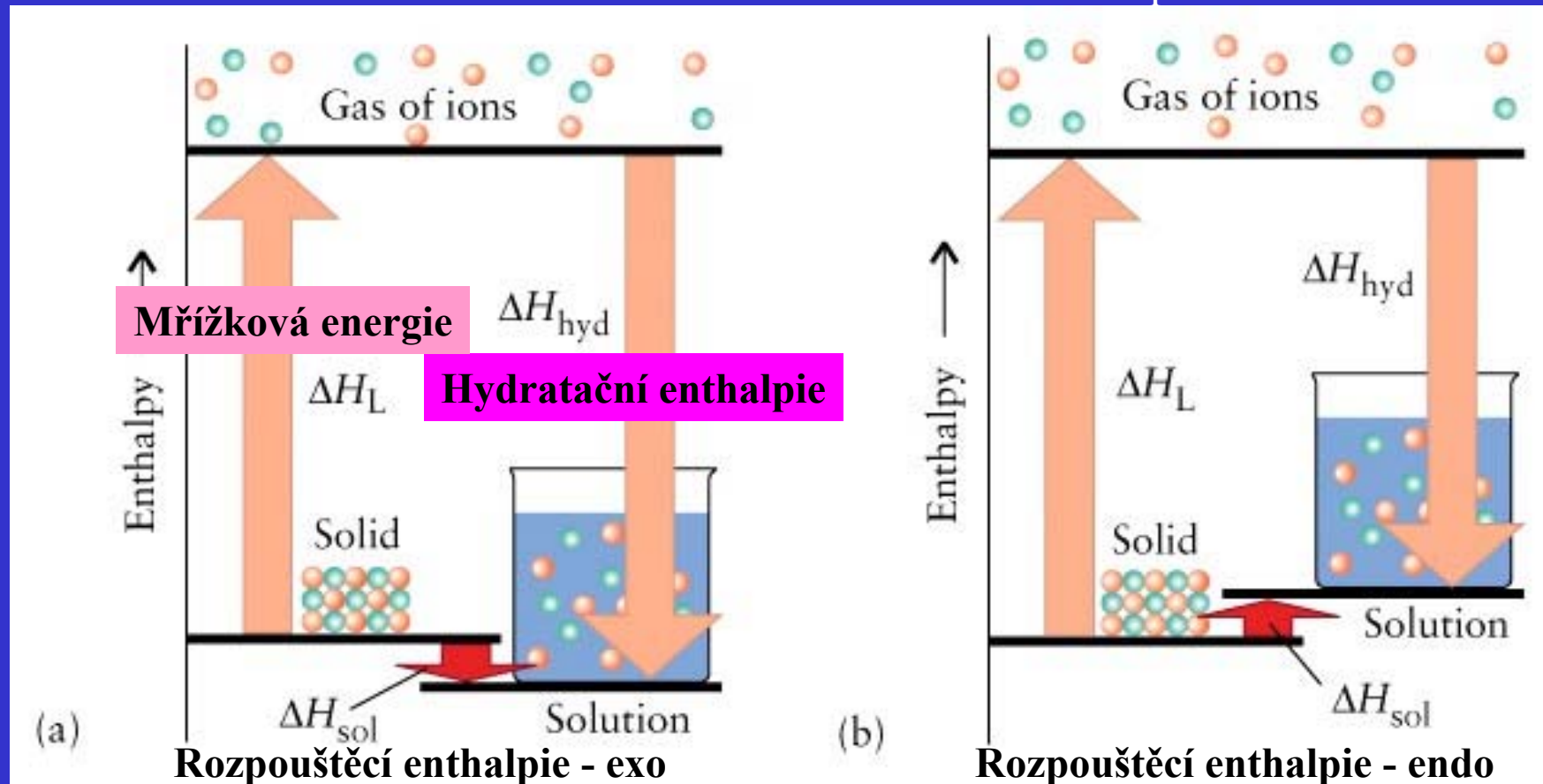
$$\Delta H_{\text{rozp}} = \Delta H_{\text{AA}} + \Delta H_{\text{BB}} + \Delta H_{\text{AB}}$$



Rozpouštědlo - rozpuštěná látka

Rozpustnost závisí na změně enthalpie ΔH_{rozp}
a změně entropie ΔS_{rozp} při rozpouštění

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



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 $\Delta S^0 > 0$

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

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

NaOH / voda $\Delta H_{\text{rozp}} < 0$ \rightarrow Chladit

NH₄NO₃ / voda $\Delta H_{\text{rozp}} > 0$ \rightarrow Ohřát

Rozpouštěcí enthalpie

Table 12.5 Enthalpies of solution, ΔH_{sol} , at 25°C for very dilute aqueous solutions, in kilojoules per mole*

ΔH_{rozp}

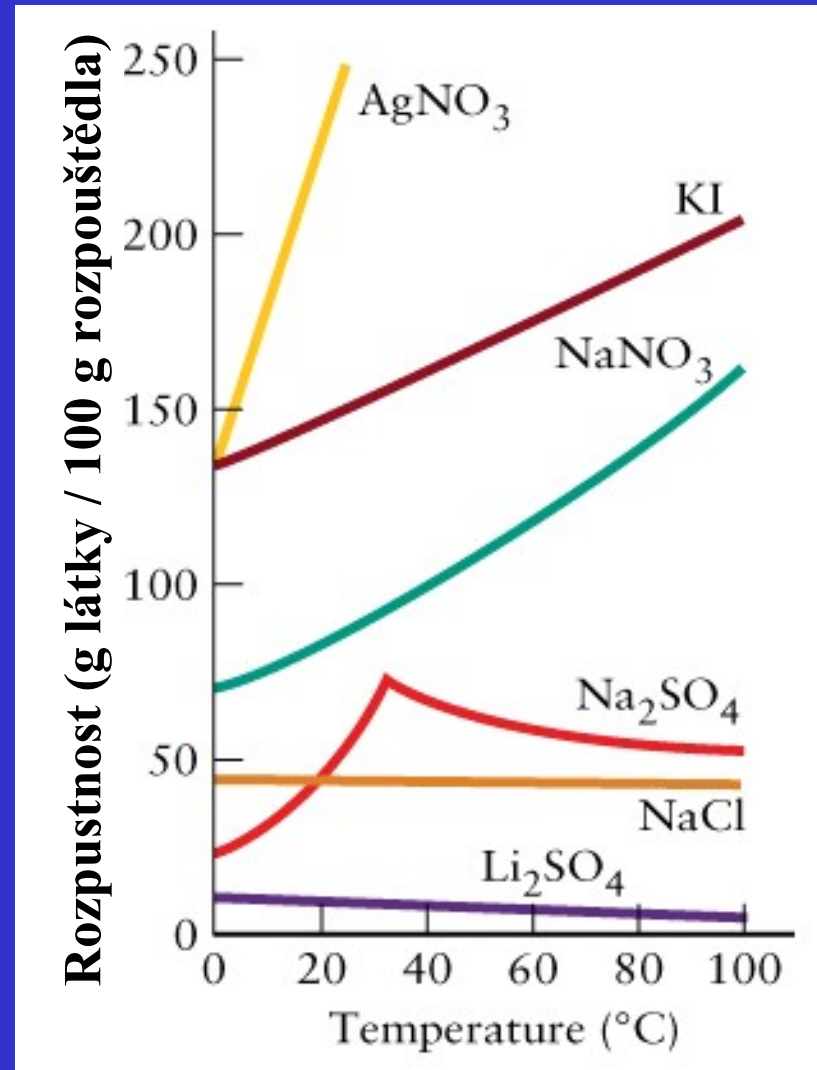
Cation	Anion							
	fluoride	chloride	bromide	iodide	hydroxide	carbonate	nitrate	sulfate
lithium	+4.9	-37.0	-48.8	-63.3	-23.6	-18.2	-2.7	-29.8
sodium	+1.9	+3.9	-0.6	-7.5	-44.5	-26.7	+20.4	-2.4
potassium	-17.7	+17.2	+19.9	+20.3	-57.1	-30.9	+34.9	+23.8
ammonium	-1.2	+14.8	+16.0	+13.7	—	—	+25.7	+6.6
silver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

Závislost rozpustnosti na teplotě

Rozpustnost látek s rostoucí teplotou

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



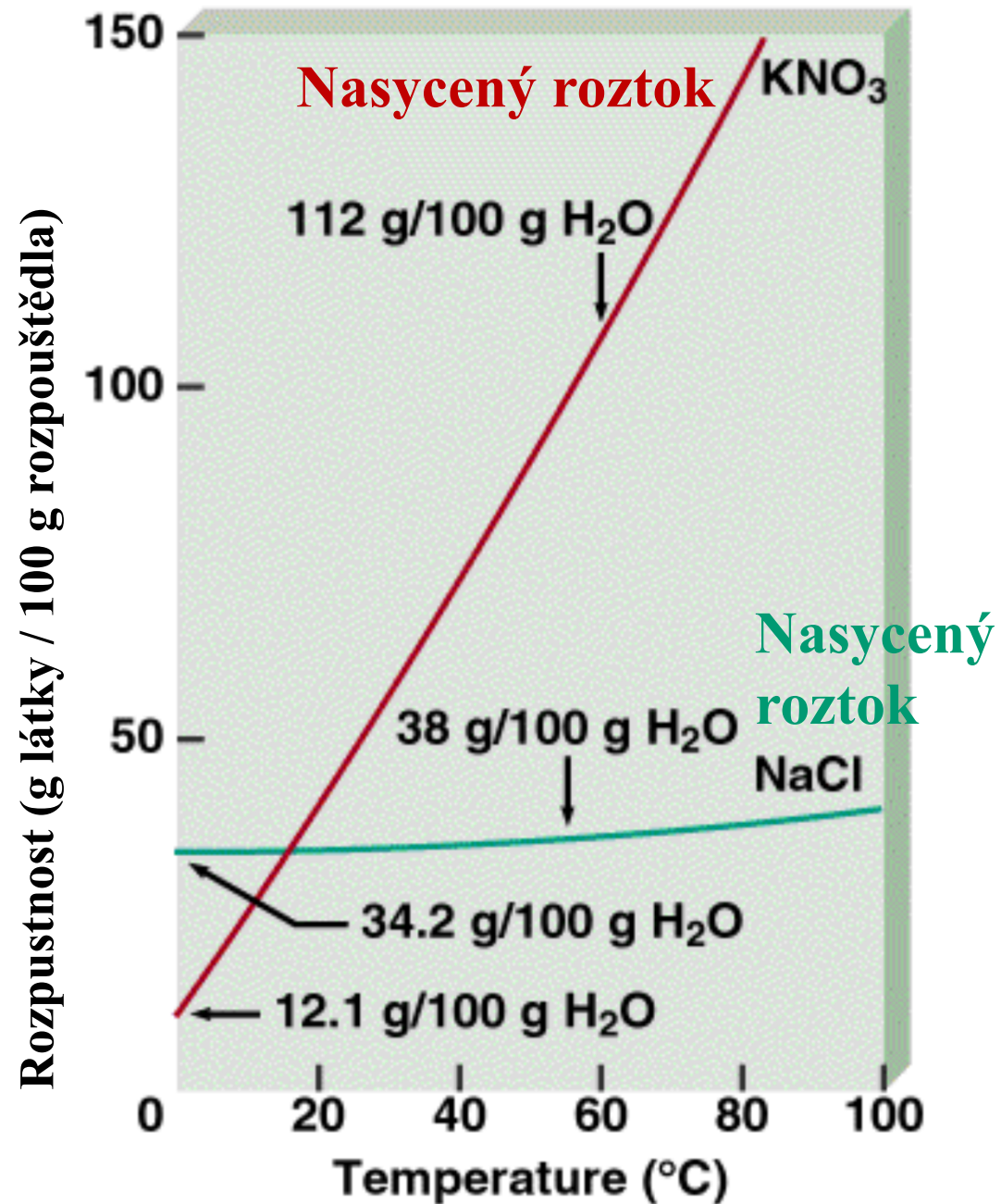
Frakční krystalizace

Rozpustnost
x g látky ve 100 g vody

1) Za horka rozpustit na
nasycený roztok

2) Ochladit v ledové
lázni

Kolik g se vyloučí
jako krystaly?



Rozpustnost plynů

- Plyny navzájem se mísí ve všech poměrech, neomezeně
 $\Delta H_{\text{rozp}} = 0$, růst entropie $\Delta S^0_{\text{rozp}} > 0$ je hnací silou

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

$$\begin{aligned}\Delta H_{\text{rozp}} &= \Delta H_{\text{GG}} + \Delta H_{\text{LL}} + \Delta H_{\text{GL}} \\ &= 0 \quad > 0 \quad \ll 0\end{aligned}$$

Rozpustnost plynů klesá s rostoucí teplotou:

a) Le Chatelier – exo/chladit

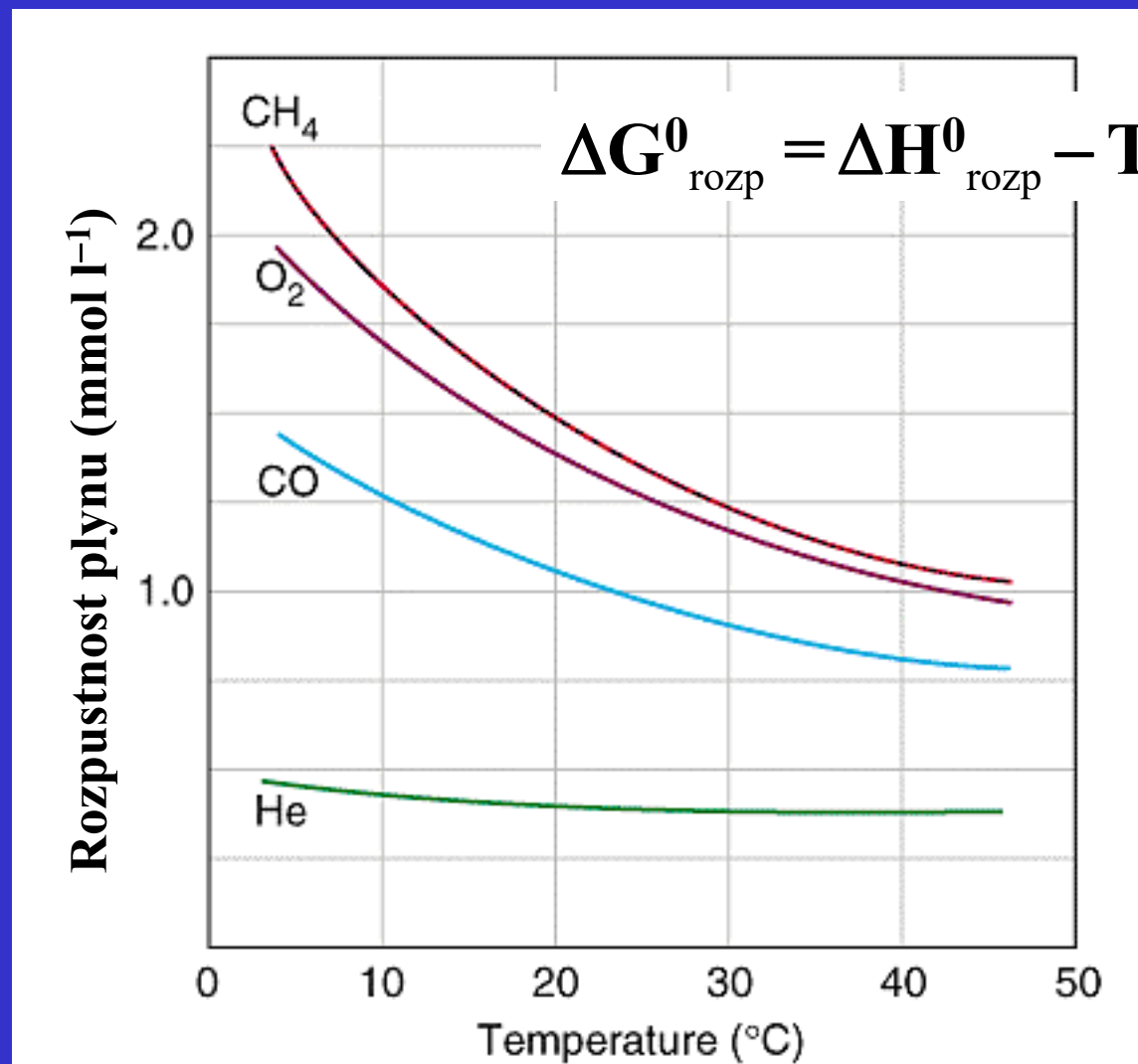
b) Negativní změna entropie $g \rightarrow l$ $\Delta S^0_{\text{rozp}} < 0$

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

Rozpustnost závisí na tlaku plynu nad roztokem = parciální tlak



Rozpustnost plynů klesá s rostoucí teplotou



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

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

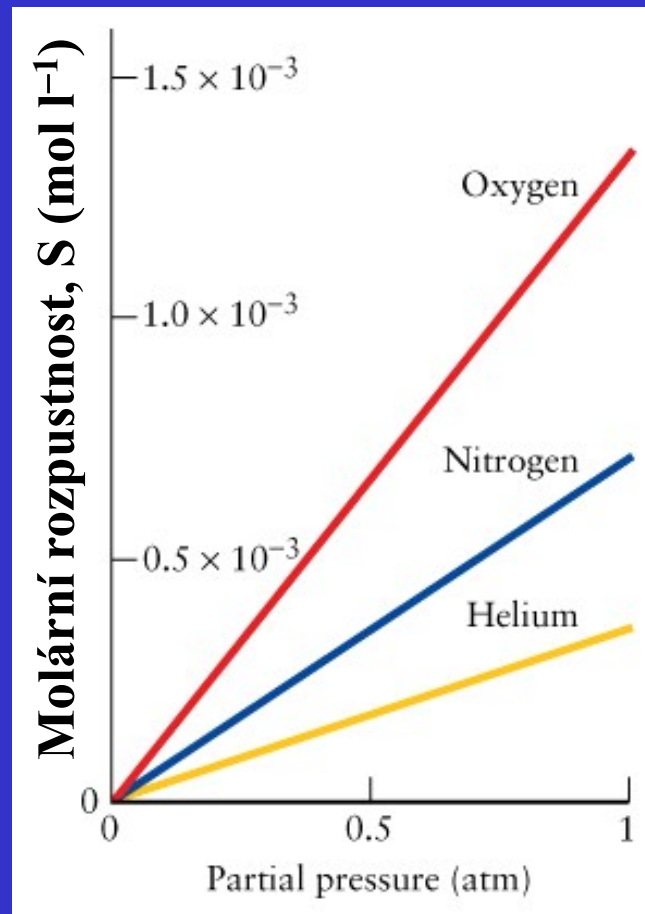
Henryho zákon

Molární rozpustnost S roste s parciálním tlakem složky
 $S \text{ [mol l}^{-1}\text{]} = \text{konstanta} \times \text{parciální tlak (při konst. T)}$

$$S_2 = k_H \times P_2$$

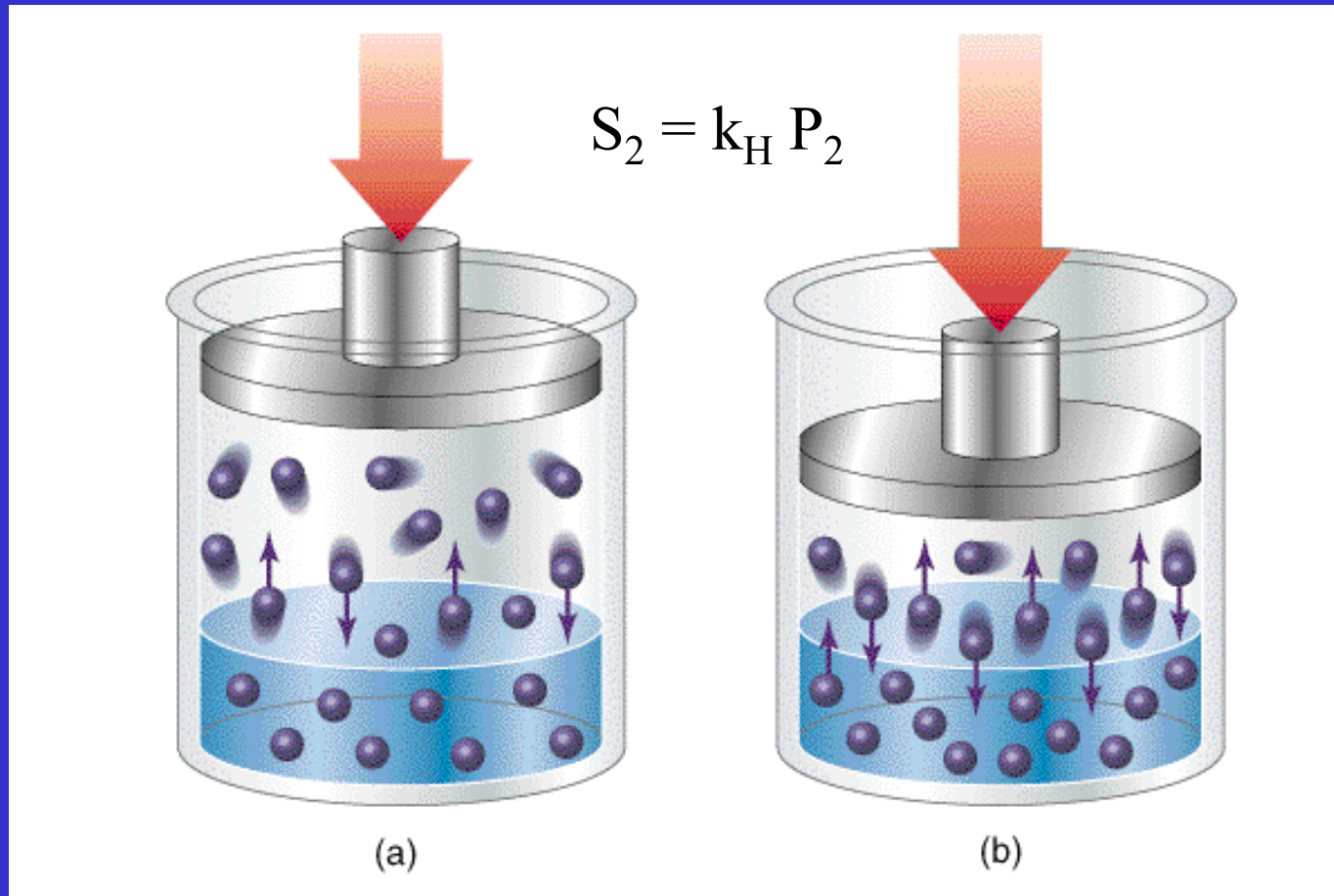
Table 12.4 Henry's law constants for gases in water at 20°C

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



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 $P_{\text{celk}} = 4 \text{ atm}$

$$P_{N_2} (30 \text{ m}) = x_{N_2} P_{\text{celk}} = (0,8)(4 \text{ atm}) = 3,2 \text{ atm}$$

$$k_H (N_2) = 7,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol l}^{-1} \text{ atm}^{-1}$$

na hladině

$$S = (7,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol l}^{-1} \text{ atm}^{-1})(0,8 \text{ atm}) = 5,6 \cdot 10^{-4} \text{ mol l}^{-1}$$

ve 30 m

$$S = (7,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol l}^{-1} \text{ atm}^{-1})(3,2 \text{ atm}) = 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol l}^{-1}$$



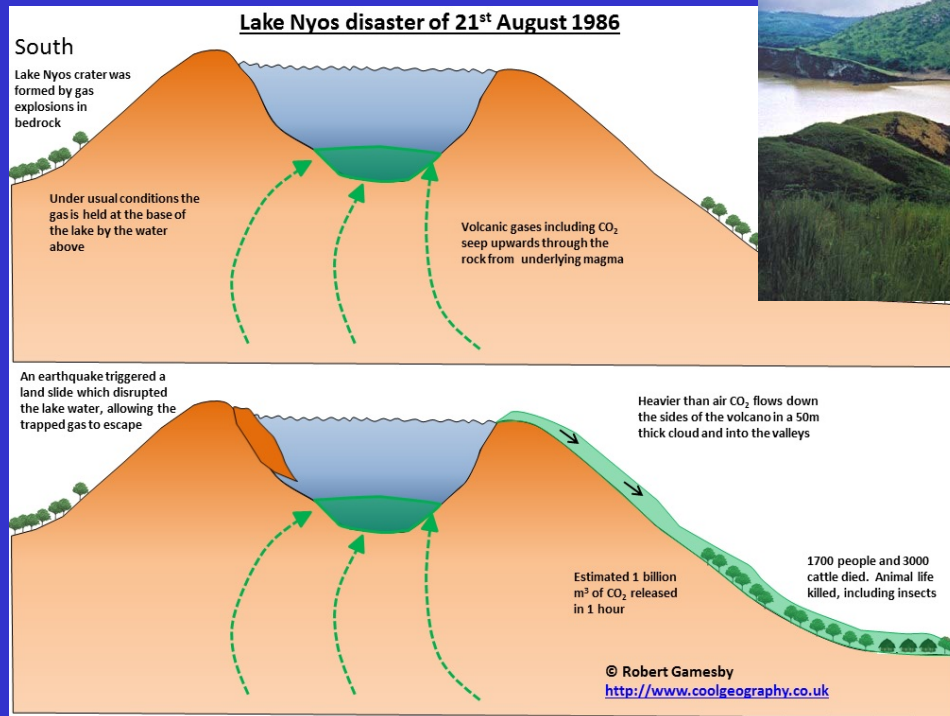
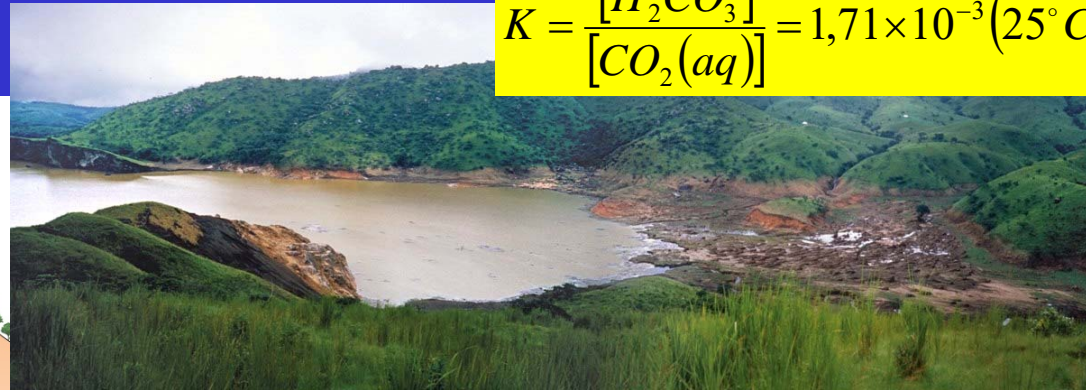
Pod 30 m dusíková narkóza

Henryho zákon



$$K = \frac{[\text{H}_2\text{CO}_3]}{[\text{CO}_2(\text{aq})]} = 1,71 \times 10^{-3} (25^\circ \text{C})$$

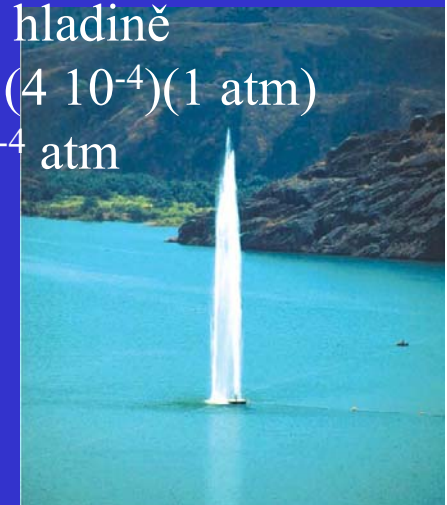
Jezero Nyos v Kamerunu



Parciální tlak CO₂ na hladině

$$P_{\text{CO}_2} = x_{\text{CO}_2} P_{\text{celk}} = (4 \cdot 10^{-4})(1 \text{ atm})$$

$$P_{\text{CO}_2} (\text{hladina}) = 4 \cdot 10^{-4} \text{ atm}$$



Hloubka 250 m (26 atm)

$$k_{\text{H}} (\text{CO}_2) = 3,7 \cdot 10^{-2} \text{ mol l}^{-1} \text{ atm}^{-1}$$

na hladině

$$S = (3,7 \cdot 10^{-2} \text{ mol l}^{-1} \text{ atm}^{-1})(4 \cdot 10^{-4} \text{ atm}) = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ mol l}^{-1}$$

ve 250 m

$$S = (3,7 \cdot 10^{-2} \text{ mol l}^{-1} \text{ atm}^{-1})(26 \text{ atm}) = 0,96 \text{ mol l}^{-1}$$

Teorie elektrolytické disociace

Ve vodě



Disociační stupeň

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

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 zředovací 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**

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

S rostoucím zředěním roste vzdálenost mezi ionty, r , a klesá přitažlivá síla, rovnováha se posunuje k disociovaným iontům 23

Elektrolytická vodivost

The diagram illustrates the concept of electrolytic conductivity through three stages, each shown with a photograph of a light bulb setup and a corresponding microscopic view:

- čistá voda (pure water):** The top photograph shows a light bulb that is not lit. The microscopic view below shows a collection of neutral water molecules (represented by blue and red spheres) with no free ions.
- iontová látka (ionic substance):** The top photograph shows a light bulb that is not lit. The microscopic view below shows a solid lattice of ions (represented by green and brown spheres with '+' and '-' signs).
- roztok (solution):** The top photograph shows a light bulb that is lit. The microscopic view below shows the ions from the ionic substance dissolved in water, with arrows indicating their movement towards the electrodes: '+' ions moving towards the 'To (+) electrode' and '-' ions moving towards the 'To (-) electrode'.

Elektrolytická vodivost

Roztoky iontových látek

Volně pohyblivé ionty

Nosiče náboje + / -

Elektrický odpor, R [Ω]

l = délka

A = plocha

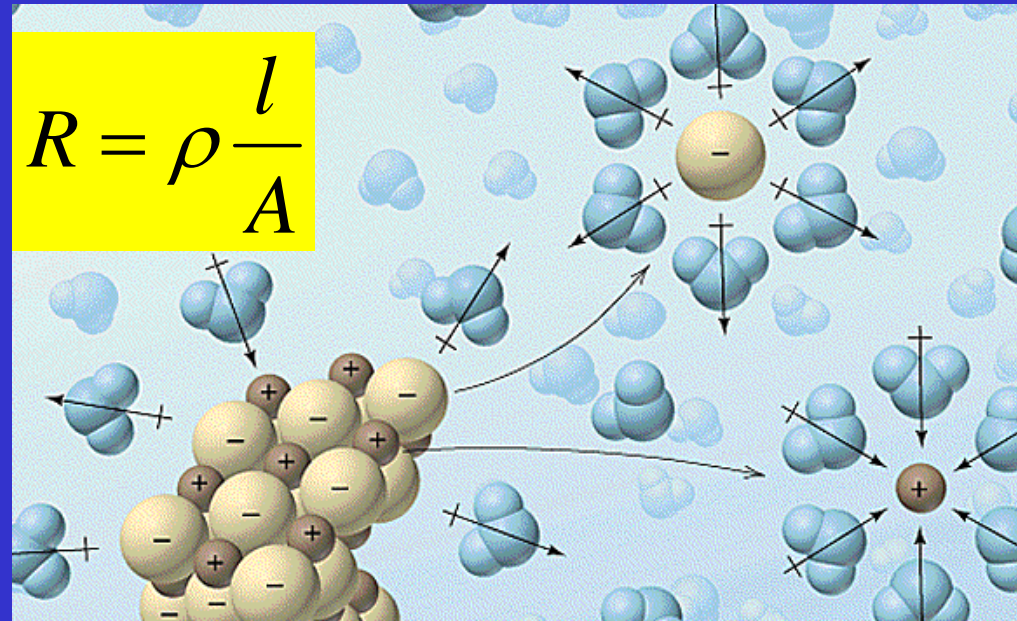
ρ = specifický odpor [$\Omega \text{ m}$]

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

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

$$\Lambda = \sigma / c_M$$

Λ klesá s rostoucí koncentrací



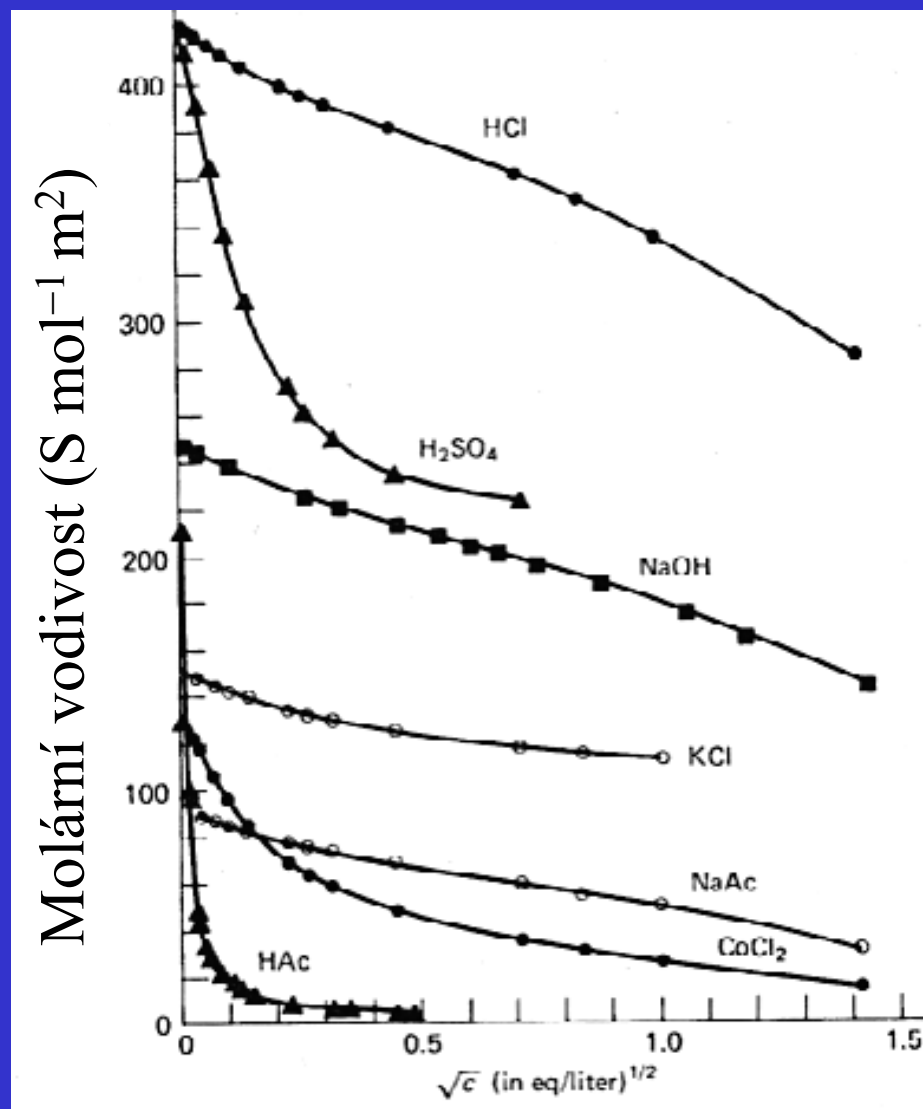
Molární vodivost a aktivita elektrolytu

Molární vodivost

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

Λ klesá s rostoucí koncentrací c

Aktivita elektrolytu klesá



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, γ_{\pm} (nabývá hodnot 0 – 1)

$$\log \gamma_{\pm} = -0,509 |z_+ \times z_-| \sqrt{I}$$

z_+ z_- náboje iontů

Iontová síla roztoku, $I = \frac{1}{2} \sum c_i z_i^2$ c_i molalita [mol kg⁻¹]

Střední aktivitní koeficient, γ_{\pm} , při 25 °C

Molalita [mol kg⁻¹]

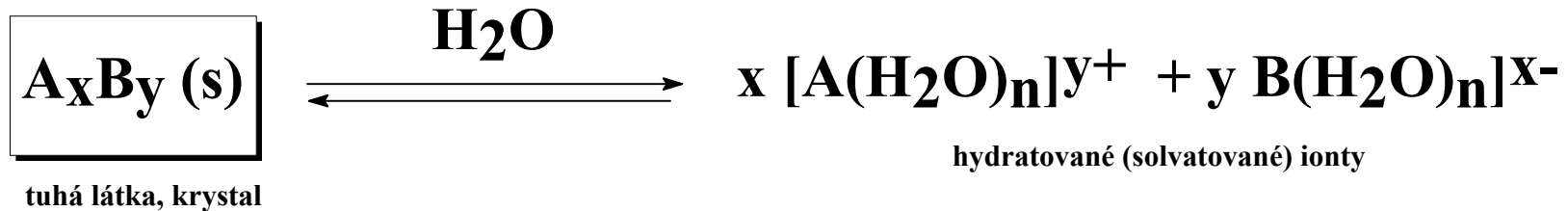
Látka	0,001	0,01	0,1
HCl	0,966	0,904	0,796
NaCl	0,966	0,904	0,780
BaCl ₂	0,880	0,729	0,512
ZnSO ₄	0,700	0,387	0,150

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



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

Rozpustnost málo rozpustných iontových látek



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

Rovnovážná konstanta rozpouštěcí reakce, tuhá fáze má aktivitu = 1

Předpoklady:

- silný elektrolyt, 100% disociace, žádné molekuly $A_x B_y$ v roztoku
- iontová síla $I = \frac{1}{2} \sum c_i z_i^2 = 0$
- aktivní koeficienty $\gamma = 1$
- žádné další ionty nebo vedlejší reakce

Splněno jen zcela výjimečně!

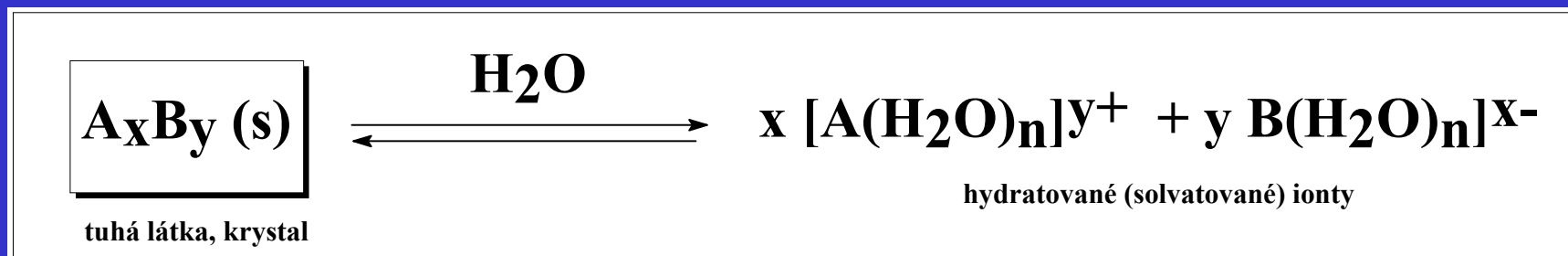
Součin rozpustnosti a rozpustnost

Table 16.5 Solubility products at 25°C

$$K_s = [A]^x [B]^y$$

Compound	Formula	K_{sp}	Compound	Formula	K_{sp}
aluminum hydroxide	$Al(OH)_3$	1.0×10^{-33}	fluoride	PbF_2	3.7×10^{-8}
antimony sulfide	Sb_2S_3	1.7×10^{-93}	iodate	$Pb(IO_3)_2$	2.6×10^{-13}
barium carbonate	$BaCO_3$	8.1×10^{-9}	iodide	PbI_2	1.4×10^{-8}
fluoride	BaF_2	1.7×10^{-6}	sulfate	$PbSO_4$	1.6×10^{-8}
sulfate	$BaSO_4$	1.1×10^{-10}	sulfide	PbS	8.8×10^{-29}
bismuth sulfide	Bi_2S_3	1.0×10^{-97}	magnesium		
calcium carbonate	$CaCO_3$	8.7×10^{-9}	ammonium phosphate	$MgNH_4PO_4$	2.5×10^{-13}
fluoride	CaF_2	4.0×10^{-11}	carbonate	$MgCO_3$	1.0×10^{-5}
hydroxide	$Ca(OH)_2$	5.5×10^{-6}	fluoride	MgF_2	6.4×10^{-9}
sulfate	$CaSO_4$	2.4×10^{-5}	hydroxide	$Mg(OH)_2$	1.1×10^{-11}
copper(I) bromide	$CuBr$	4.2×10^{-8}	mercury(I) chloride	Hg_2Cl_2	1.3×10^{-18}
chloride	$CuCl$	1.0×10^{-6}	iodide	Hg_2I_2	1.2×10^{-28}
iodide	CuI	5.1×10^{-12}	mercury(II) sulfide, black	HgS	1.6×10^{-52}
sulfide	Cu_2S	2.0×10^{-47}	sulfide, red	HgS	1.4×10^{-53}
copper(II) iodate	$Cu(IO_3)_2$	1.4×10^{-7}	nickel(II) hydroxide	$Ni(OH)_2$	6.5×10^{-18}
oxalate	$Cu(C_2O_4)$	2.9×10^{-8}	silver bromide	$AgBr$	7.7×10^{-13}
sulfide	CuS	1.3×10^{-36}	carbonate	Ag_2CO_3	6.2×10^{-12}
iron(II) hydroxide	$Fe(OH)_2$	1.6×10^{-14}	chloride	$AgCl$	1.6×10^{-10}
sulfide	FeS	6.3×10^{-18}	hydroxide	$AgOH$	1.5×10^{-8}
iron(III) hydroxide	$Fe(OH)_3$	2.0×10^{-39}	iodide	AgI	8.0×10^{-17}
lead(II) bromide	$PbBr_2$	7.9×10^{-5}	sulfide	Ag_2S	6.3×10^{-51}
chloride	$PbCl_2$	1.6×10^{-5}	zinc hydroxide	$Zn(OH)_2$	2.0×10^{-17}
			sulfide	ZnS	1.6×10^{-24}

Součin rozpustnosti a rozpustnost



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

R = Rozpustnost

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



$$K_s = [Sb^{3+}]^2 \times [S^{2-}]^3 = (2 R)^2 (3 R)^3 = 108 R^5$$

$$R = (1,7 \cdot 10^{-93} / 108)^{1/5} = 1,1 \cdot 10^{-19} \text{ mol l}^{-1}$$

Koligativní vlastnosti

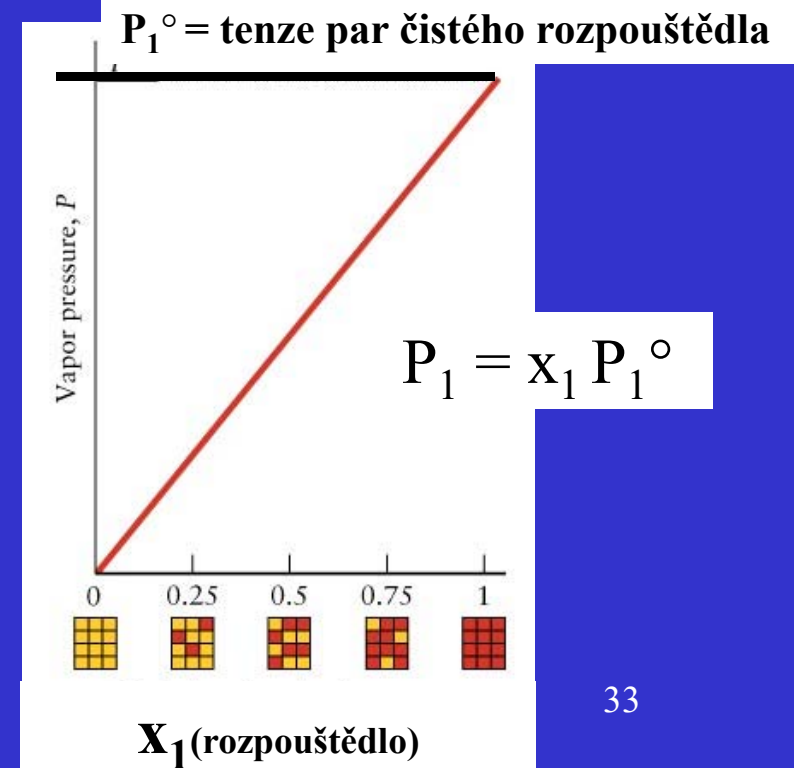
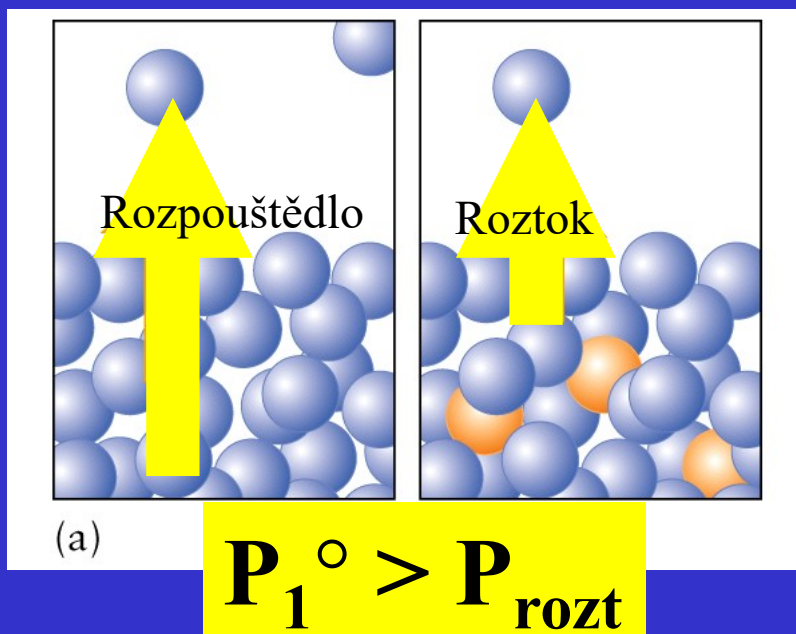
Vlastnosti roztoku, které **nezávisí na druhu** rozpuštěné látky, ale **závisí** jen na jejím **množství**, počtu molekul

- 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

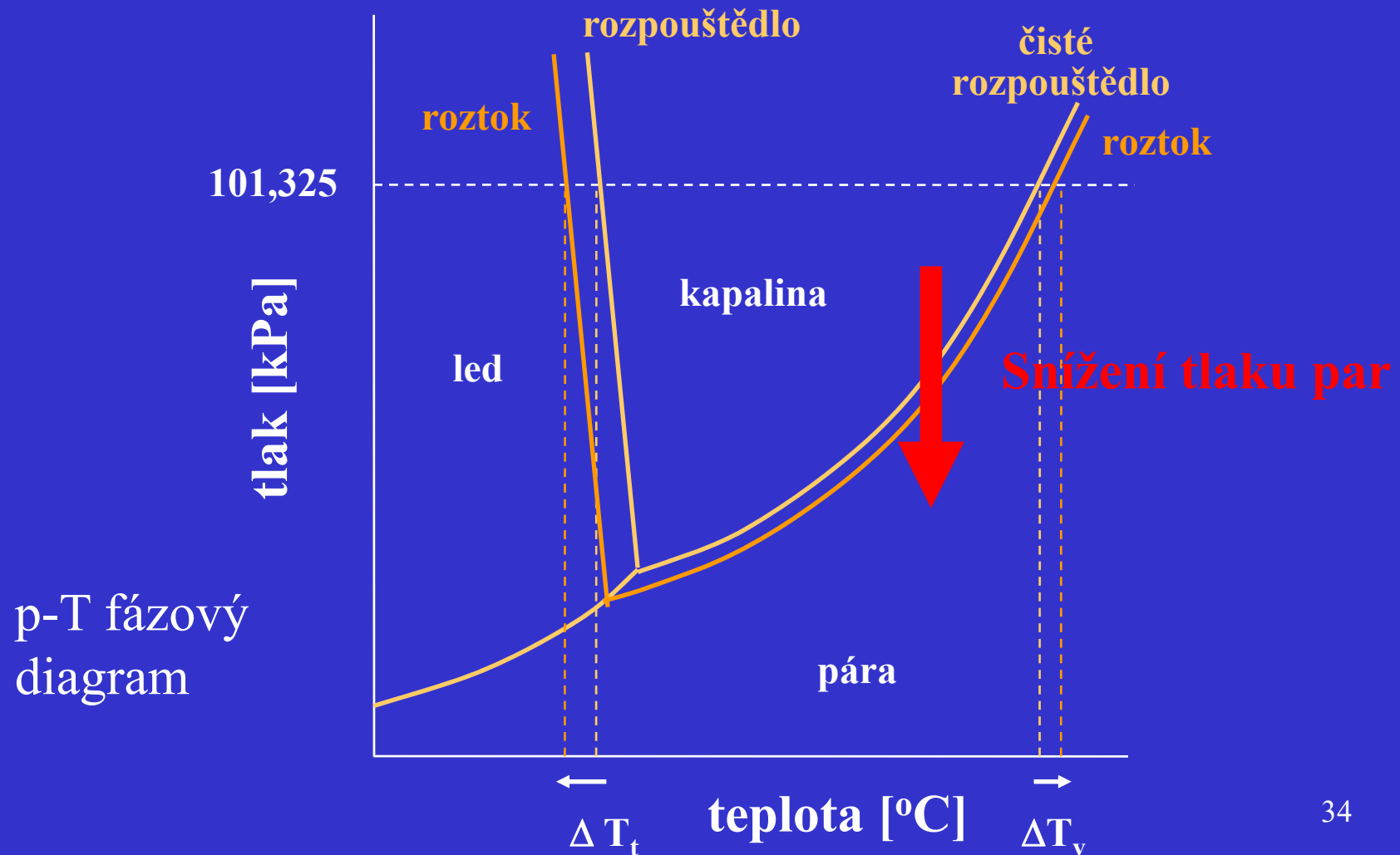
Snížení tlaku par nad roztokem

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



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



Raoultův zákon

Tlak par každé složky nad roztokem je roven součinu tlaku par čistého složky P_i° a molárního zlomku složky x_i

Tlak par rozpouštědla nad roztokem

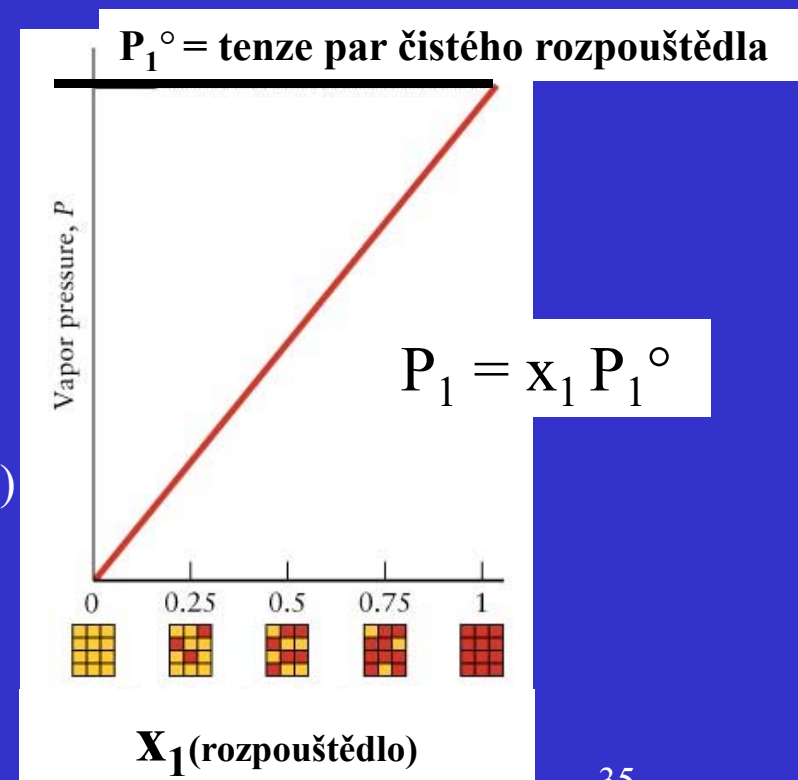
$$P_{\text{rozpouštědla}} = x_1 P_1^\circ$$

Celkový tlak par nad roztokem

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

$$P_{\text{rozpuštěné látky}} = 0 \text{ pro netěkavé látky (NaCl)}$$

$$P_{\text{celkový}} = x_{\text{rozpouštědla}} P_{\text{rozpouštědla}}^\circ$$



Raoultův zákon

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

$$x_1 = 1 - x_2 \quad (x_2 = \text{rozpuštěná látka, 2 složky: } x_1 + x_2 = 1)$$

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

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

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

Dvě těkavé látky, A a B

$$P_A = x_A P_A^\circ$$

$$P_B = x_B P_B^\circ$$

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

Snížení tlaku par

= součin tlaku par
čistého rozpouštědla a
molárního zlomku
rozpuštěné látky

Zvýšení teploty varu

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

Zvýšení teploty varu

$$\Delta T_v = i k_b c_m$$

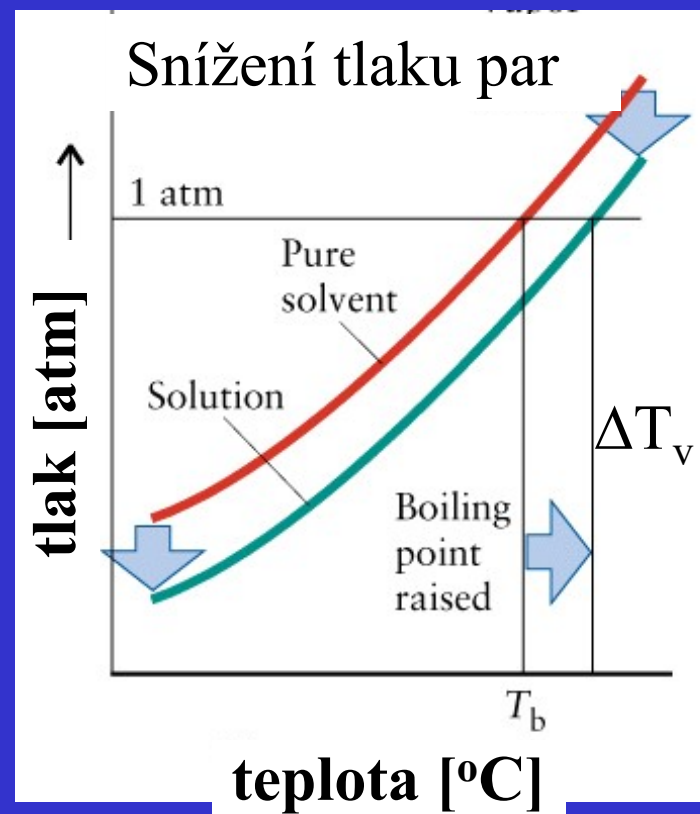
i = van't Hoffův faktor, počet částic

k_b = ebullioskopická konstanta

(pro použité rozpouštědlo)

c_m = molalita rozpuštěné látky

[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 (pro použité rozpouštědlo)

c_m = molalita rozpuštěné látky [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

Zvýšení teploty varu / snížení bodu tání

Stanovení **molární hmotnosti** rozpuštěné látky

Ebulioskopie/kryoskopie $\Delta T = i k c_m$

$$\Delta T = ik \frac{m_2}{m_1 M_2}$$

$$c_m = \frac{n_2}{m_1} = \frac{m_2}{m_1 M_2}$$

Snížení bodu tání automobilové chladicí kapaliny

50,0 g ethylen glykol ($C_2H_6O_2$) a 100 cm³ vody

EG, ethylen glykol, $i = 1$

$M(\text{EG}) = 62,0 \text{ g mol}^{-1}$

$n(\text{EG}) = 50,0 \text{ g} / 62,0 \text{ g mol}^{-1} = 0,833 \text{ mol}$

Molalita = $n(\text{EG}) / m(\text{rozp}) = 0,833 \text{ mol} / 0,100 \text{ kg} = 8,33 \text{ mol kg}^{-1}$

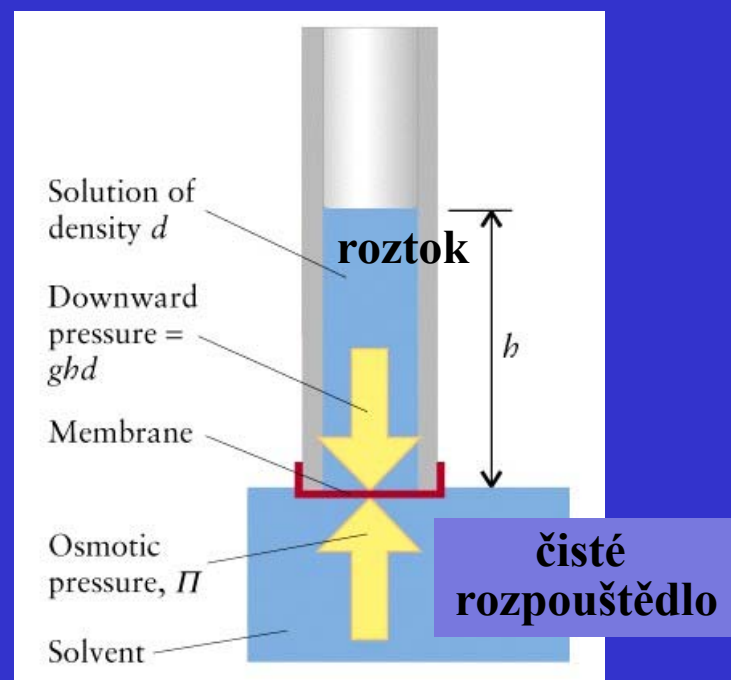
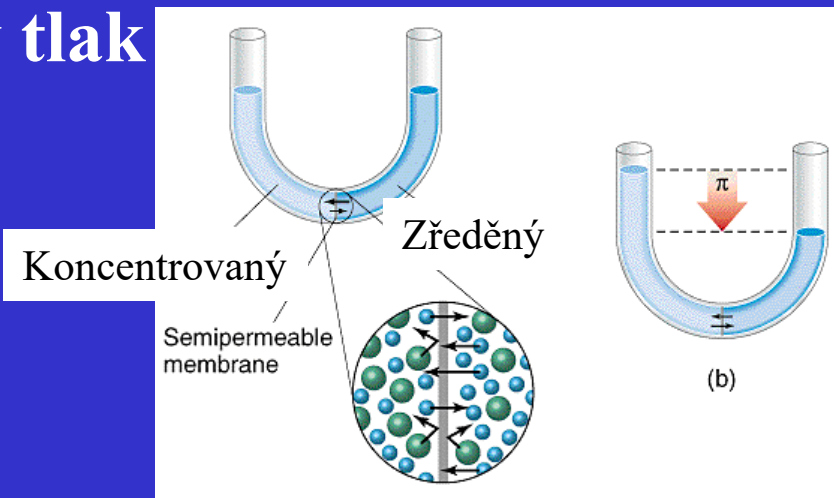
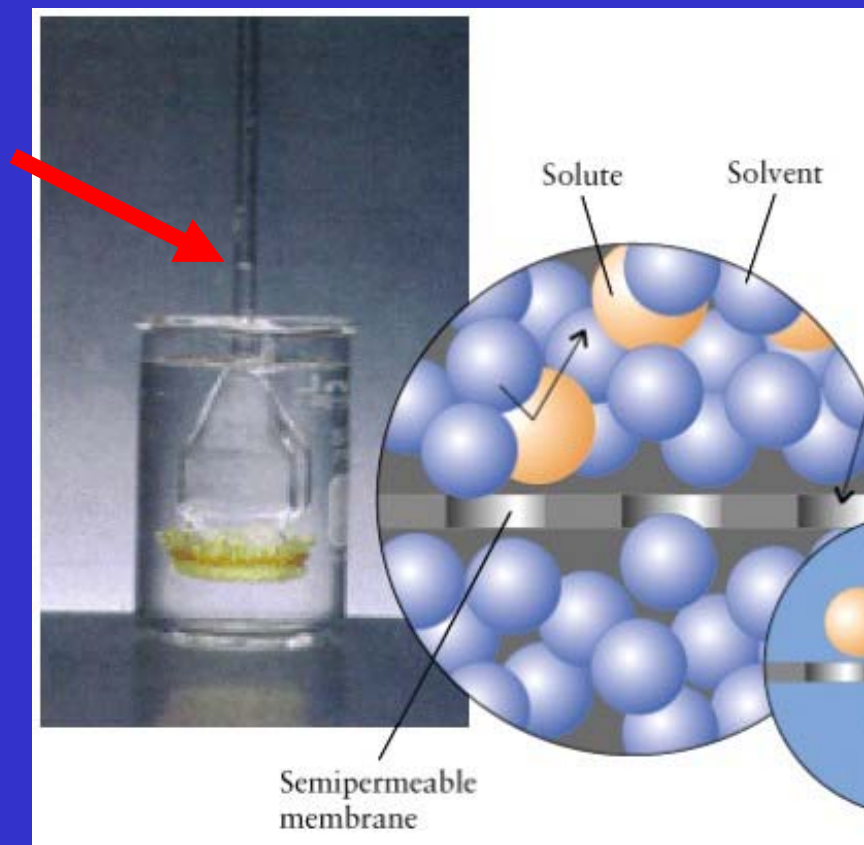
$\Delta T = i k_f m$ $k_f(\text{vody}) = 1,86 \text{ K kg mol}^{-1}$

$\Delta T = (1)(1,86 \text{ K kg mol}^{-1})(8,33 \text{ mol kg}^{-1}) = 15,5 \text{ K} = 15,5 \text{ }^\circ\text{C}$

Bod tuhnutí = $0 \text{ }^\circ\text{C} - 15,5 \text{ }^\circ\text{C} = -15,5 \text{ }^\circ\text{C}$

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

Π = 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

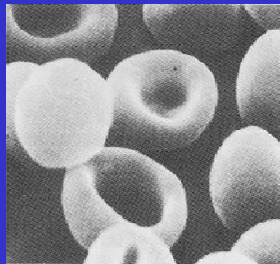
Izotonický roztok

Fyziologický roztok

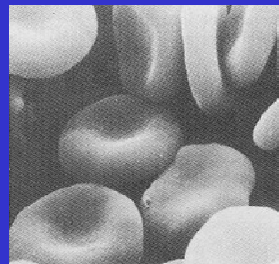
Fýzák = 0,9% vodný roztok NaCl

Hypotonický roztok (nižší konc. NaCl)

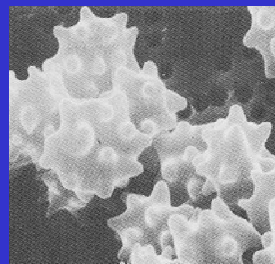
Hypertonický roztok (vyšší konc. NaCl)



Izotonický



Hypotonický

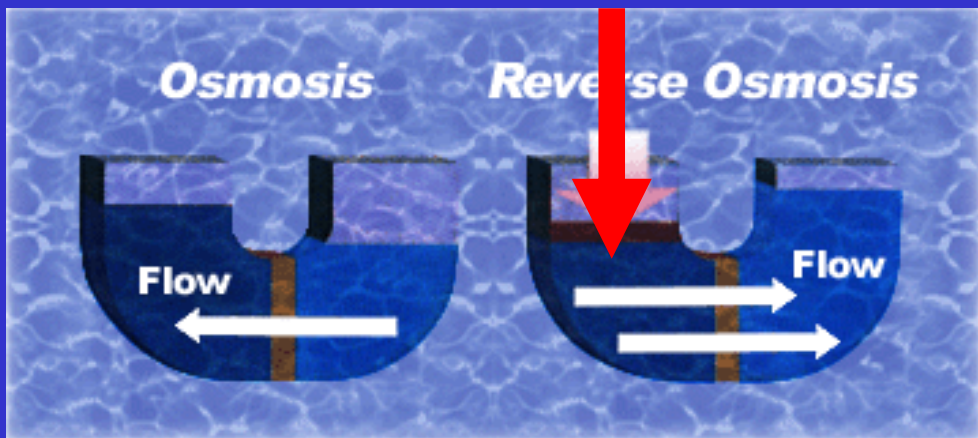


Hypertonický

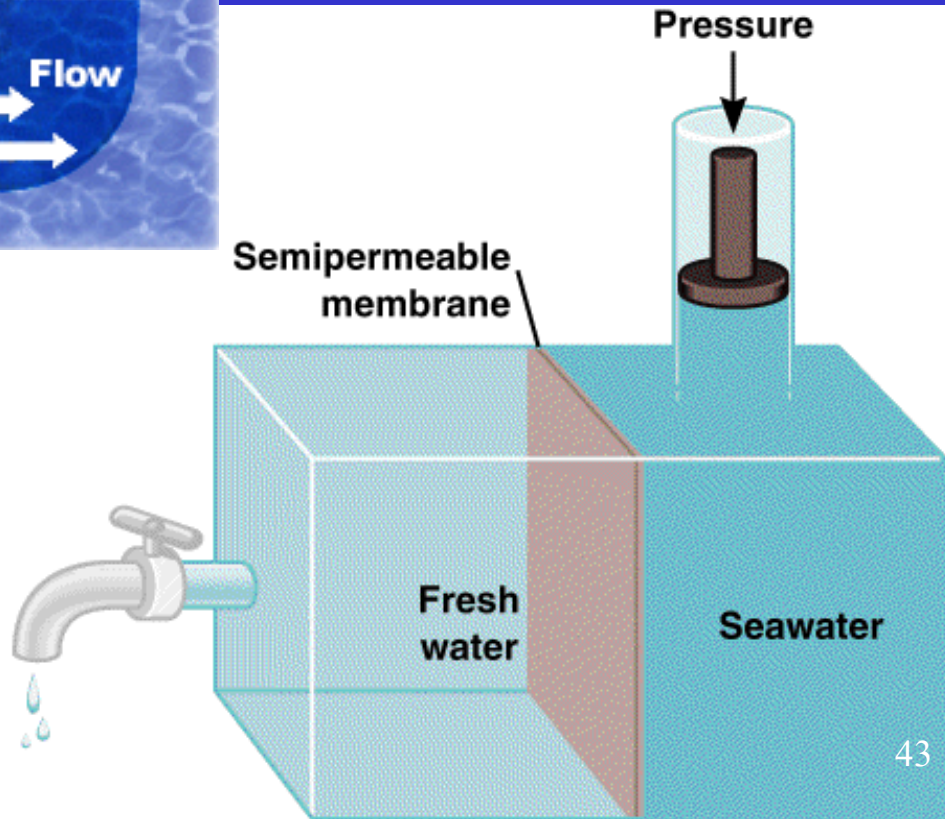


Reverzní osmóza

Tlak



Deionizovaná voda



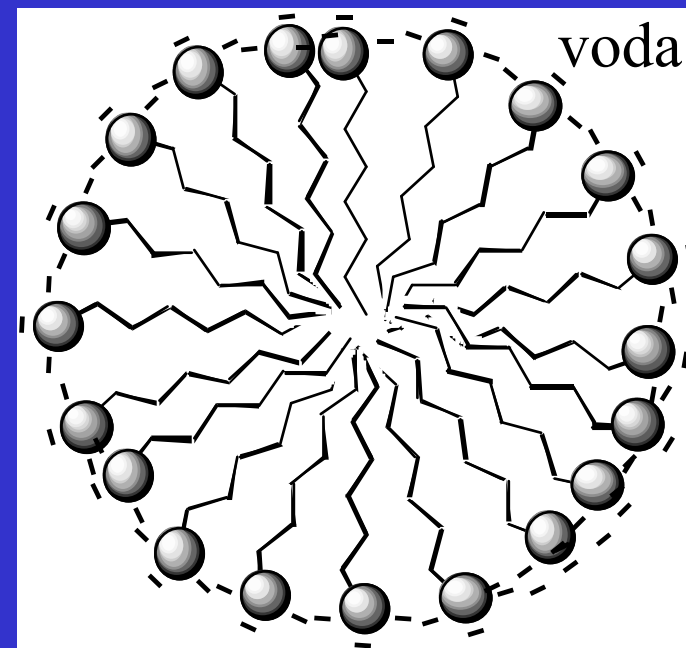
Koloidní soustavy

Koloidy jsou suspenze, ve kterých jsou částice větší než molekuly, ale malé na to, aby se vyloučily z roztoku gravitací - sedimentací

Velikost 1 nm až 1 μm

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, Au)



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