

Általános és szervetlen kémia - 6. hét

Előző héten elsajátítottuk, hogy ...

- milyen tulajdonságai vannak a halmazoknak
- milyen törvényszerűségek érvényesek
- a halmazállapot-változásokat mi jellemzi

Mai témakörök

- többkomponensű rendszerek
 - homogén - elegyek, oldatok, határfelületi jelenségek
 - kolloidok

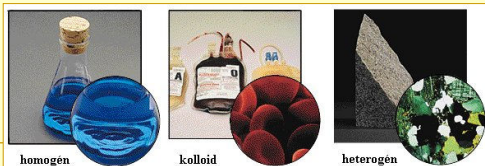
Többkomponensű rendszerek

- Folytonos közegben eloszlított részecskék - **diszperz rendszerek**
 - **homogén - kolloid - heterogén rendszerek** - a részecskék mérete alapján



Homogén rendszerek

- **Oldódás (elegyedés):** adott folytonos közegben a részecskék **molekuláris méretű** eloszlítása (hőmozgás révén) - fizikai oldódás
- **oldat (elegy):** két vagy több komponens egyfázisú (homogén) keveréke



Gázelegyek

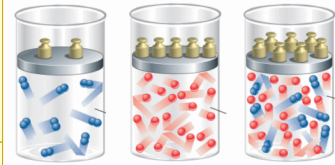
- Ideális elegy - a tulajdonságok additívak
- Dalton törvénye:** a gázelegy nyomása egyenlő az elegyet alkotó gázok **parciális nyomásával** - anyagi minőségtől független

$$P = p_a + p_b + p_c + \dots = \sum p_i$$

Mengyelejev-Clapeyron

$$p_i \cdot V = n_i \cdot R \cdot T$$

az egyes komponensek nyomása akkora, mintha az adott térfogatot az a komponens a többi nélkül töltené be



Gázok oldódása folyadékban

- A fizikai oldódás kismértékű (inert gázok: O_2 , N_2 , CH_4), kémiai kölcsönhatás az oldószerrel (CO_2 , NH_3 , HCl , $HCHO$)

	O_2	CH_4	CO_2	SO_2	NH_3	HCl	$HCHO$
0 °C	0,006945	0,003959	0,3346	22,83	89,5	82,3	31,2
20 °C	0,004339	0,002319	0,1688	11,28	53,1	72,0	40,2
40 °C	0,003082	0,001586	0,0973	5,41	30,7	63,3	49,2
60 °C	0,002274	0,001144	0,0576			56,1	62,0

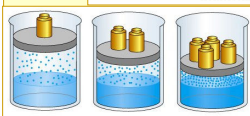
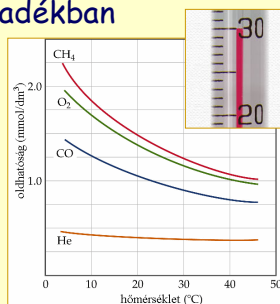
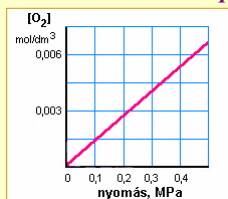
g/100 g víz

Gázok oldódása folyadékban

- Az oldhatóság függ a
 - hőmérséklettől
 - nyomástól

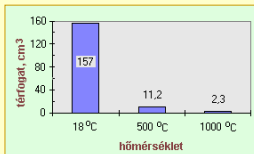
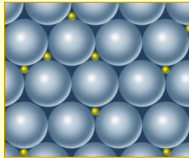
Henry-Dalton törvény

$$c = K p$$



Gázok oldódása szilárd anyagban

- **adszorpció** - felületi megkötődés
- **oldódás (abszorpció)** - a gázmolekulák beépülése a szilárd anyag kristályrácsába
 - nagy ipari jelentőségű a hidrogéngáz oldódása fémekben (Pd, Pt) tárolás, katalizátor



1 g vanádium által oldott hidrogéngáz

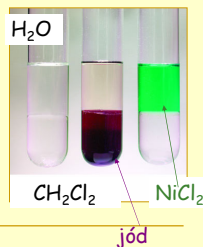
Folyadékok elegyedése

- A hasonló szerkezetű folyadékok többnyire jól oldódnak egymásban (CH-ek, víz és alkoholok) a fémolvadékok azonban nem mindig (Zn és Pb)
 - **nem elegyedő** (szén-tetraklorid - víz) mindig két oldatfázis van csekély oldhatósággal
 - **korlátozottan elegyedő** (fenol - víz) csak meghatározott koncentrációk esetén van homogén oldat
 - **korlátlanul elegyedő** (etanol - víz, ecetsav - víz) bármilyen arányban keverhető

Nem elegyedő folyadékok

- **nem elegyedő ≠ nem oldódó !!!**
 - egymásban kis mértékű oldódás - **elkülönülő homogén fázisok** (sűrűség) - széles hőmérséklet-tartományban

		g/100 cm ³ víz
benzol	20 °C	0,175
toluol	16 °C	0,047
n-pentán	16 °C	0,036
kloroform	20 °C	0,822
szén-tetraklorid	25 °C	0,77



Korlátozottan elegyedő folyadékok

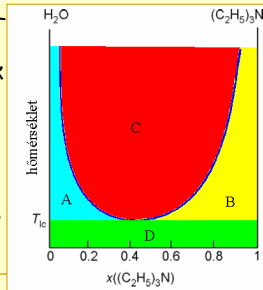
■ a kölcsönös oldhatóság

- csökken a hőmérséklettel - **alsó kritikus elegyedési hőmérséklet** alatt van csak homogén oldat

víz - trietilamin

($T_{ics} = 19\text{ °C}$)

- $N(C_2H_5)_3$:
folyadék: $-114,7\text{ °C} - 89,7\text{ °C}$



Korlátozottan elegyedő folyadékok

■ a kölcsönös oldhatóság

- növekszik a hőmérséklettel - **felső kritikus elegyedési hőmérséklet** felett homogén oldat

hexán - nitrobenzol

fenol - víz ($T_{ucs} = 68,8\text{ °C}$)

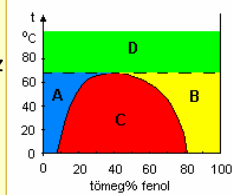
20°C-on az oldhatóság:

10,0 w% fenol + 72,0 w% víz

100 g fenol + 100 g víz =

92,9 g fenol / 36,1 g víz

+ 7,1 g fenol / 63,9 g víz



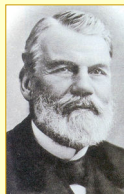
Folyadékok korlátlan elegyedése

■ a folyadékok egymással összemérhető mennyisége: $X_i = n_i / n_\Sigma$

■ A folyadékelegy gőznyomása

- a gőz valamennyi komponens gőzét tartalmazza
- az elegy gőznyomása a komponensek parciális nyomásából adódik össze

■ Raoult-törvény: az elegy gőznyomásában a komponensek tenziója mindig kisebb, mint lenne tiszta állapotában



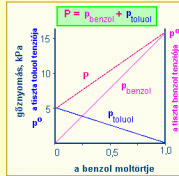
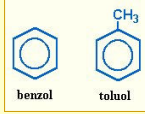
François Marie Raoult

$$P_a = X_a \cdot p_a^\circ$$

Ideális folyadékelegyek

- az elegyedés nem jár hő- és térfogat-változással

- a molekulák között ható kohéziós és adhéziós erők hatása azonos
- lineáris összefüggés a komponens tiszta állapotbeli gőznyomása és az elegybeli parciális nyomása között



$$P = X_a \cdot p_a^\circ + X_b \cdot p_b^\circ$$

$$P = X_{\text{benzol}} \cdot p_{\text{benzol}}^\circ + (1 - X_{\text{benzol}}) \cdot p_{\text{toluol}}^\circ$$

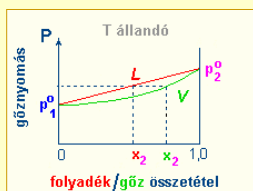


Reális folyadékelegyek

- kontrakció vagy dilatáció és hőváltozás van
- az alkotó komponensek parciális tenziója nem változik lineárisan az összetétellel, mert a komponensek különböző molekulái között az
 - adhézió kisebb mint a kohézió: az elegyben kisebb lesz a vonzó kölcsönhatás és könnyebben párolognak (etanol és víz)
 - adhézió nagyobb: az elegyben nagyobb lesz a vonzóerő, mint a tiszta anyagok esetén, ezek nehezebben párolognak (víz és salétromsav)

Az elegy és a gőz összetétele

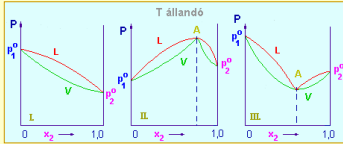
- **Ideális elegy** - mindig eltérő összetételű a folyadékelegy és a gőz
 - az illékonyabb komponens ($p_2^\circ > p_1^\circ$) koncentrációja mindig nagyobb a gőzben, mint a folyadékban ($x_{2\text{gőz}} > x_{2\text{foly}}$)



a folyadék összetétel függvényében lineáris a gőznyomás változás (likvidusz görbe)
a gőz összetétel függvényében nem egyenes arányosság van (vapor görbe)

Az elegy és a gőz összetétele

- **Reális elegyekben** előfordulhat, hogy a folyadék és a gőz összetétele megegyezik - **azeotróp elegyek**, az összetétel: **azeotróp összetétel**

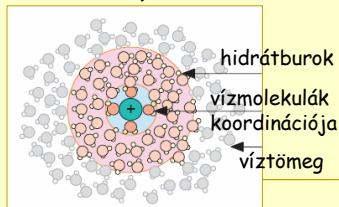


- I. metanol - víz,
aceton - víz
- II. etanol - víz,
etanol - szén-tetraklorid
- III. kloroform - aceton,
hangyasav - víz

a desztillációs szétválaszthatóság feltétele, hogy a folyadékok ne képezzenek azeotróp elegyet

Szilárd anyagok oldódása folyadékban

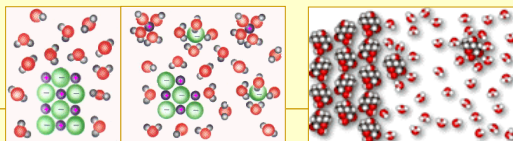
- Fizikai oldódás - szolvatáció (**hidratáció**)
 - kohéziós erők (szilárd anyagban és az oldószerben)
 - adhéziós erők (a szilárd anyag és az oldószer között)



Oldáshő: az oldás során bekövetkező energia-változás -
1 mol anyagból végtelen híg oldat elkészítésekor bekövetkező hőmennyiség változás

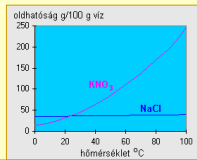
Szilárd anyagok oldódása folyadékban

- Fizikai oldódás - szolvatáció (**hidratáció**)
 - ionos kötésű vegyületek - **erős elektrolitok**
 - molekularácsos anyagok - **nem elektrolitok**
- Kémiai oldódás - reakció az oldószerrel (**hidrolízis**)
 - dipólusos vegyületek - **erős vagy gyenge elektrolitok**

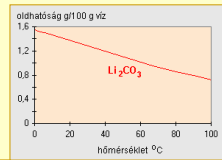


Szilárd anyagok oldódása folyadékokban

- Az oldhatóság hőmérsékletfüggése - növekvő és csökkenő - az oldáshő előjelétől függően
- A nyomás gyakorlatilag nem változtat a szilárd anyag oldhatóságán



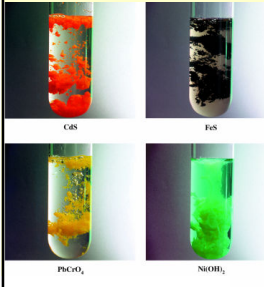
negatív oldáshő



pozitív oldáshő

Rosszul oldódó ionos vegyületek

- A hidratációs energia kisebb, mint a rács-energia - nem fedezi a kristály aprózódását



oldható, ha tartalmaz		nem oldható, ha tartalmaz
NH ₄ ⁺ , Li ⁺ , Na ⁺ , K ⁺	← legjobban oldódik	CO ₃ ²⁻ , S ²⁻ , PO ₄ ³⁻ , OH ⁻
NO ₃ ⁻ , CH ₃ COO ⁻		
Cl ⁻ , Br ⁻ , I ⁻	→ legrosszabbul oldódik	Ag ⁺ , Pb ²⁺ , Hg ₂ ²⁺
SO ₄ ²⁻	→ legrosszabbul oldódik	Ba ²⁺ , Pb ²⁺ , Ca ²⁺ , Sr ²⁺

Rosszul oldódó ionos vegyületek

- az oldhatóságot - az oldódási egyensúlyból származtatható **oldhatósági szorzattal (L)** jellemezzük

□ nem a tényleges koncentrációval

- A_mB_n összetételű só esetén:



$$L = [A^{n+}]^m \cdot [B^{m-}]^n$$

- más ionok is hatással vannak



Híg oldatok

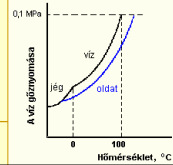
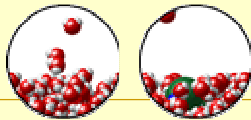
- az oldott anyaghoz képest az oldószer olyan nagy feleslegben van, hogy az oldott anyag részecskéi nem gyakorolnak számottevő kölcsönhatást egymásra - **moltört $< 0,01$**
 - az oldószerre nézve ideális oldat
- nem illékony oldott anyag hatással van
 - az oldat gőznyomására,
 - a fagyáspontjára és forráspontjára,
 - az ozmózis jelenségére

Oldatok gőznyomása

- **Raoult-törvénye:** a nem illékony oldott anyag megváltoztatja a párolgás mértékét az oldott anyag koncentrációjának függvényében **csökken az oldószer gőznyomása** - relatív gőznyomáscsökkenés:

$$P = X_{\text{oldószer}} \cdot p^{\circ}$$

$$\Delta p / p^{\circ} = n / n_{\text{oldószer}}$$

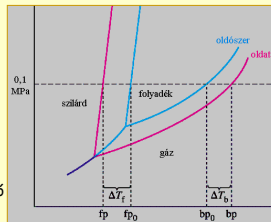


Fagyáspont és forráspont változása

- A nem illékony oldott anyagot tartalmazó oldat forráspontja magasabb, fagyáspontja pedig alacsonyabb, mint a tiszta oldószeré
- **forráspont emelkedés**
- **fagyáspont csökkenés**

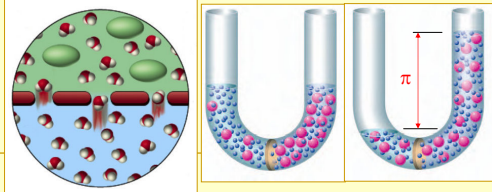
$$\Delta T = i \cdot k \cdot c_R$$

hőmérséklet változás → ΔT
 részecskeszám → i
 Raoult → k
 oldószerre jellemző koncentráció → c_R
 állandó → $i \cdot k$



Ozmózis

- féligáteresztő hártyával elválasztott oldat és oldószer között megindul az **oldószer** molekulák átáramlása a nagyobb koncentrációjú oldat felé
- hajtóereje a koncentrációk kiegyenlítődése

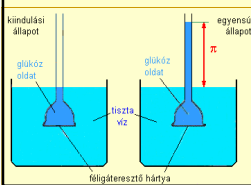


Ozmózisnyomás

- Az oldat ozmózisnyomása az a nyomás, amely képes megakadályozni az oldószer átáramlását a membránon (pl. sejthártya, cellofán, műanyag membrán)

- Van't Hoff: $\pi \cdot V = n \cdot R \cdot T$

Jacobus Henricus
Van't Hoff

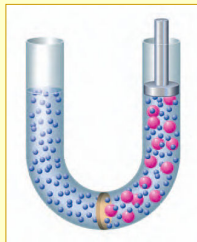


$$\pi = c_n \cdot R \cdot T$$
$$\pi = i \cdot c_n \cdot R \cdot T$$



Fordított ozmózis (reverz ozmózis)

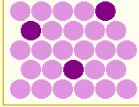
- az oldatot nagyobb nyomás alá helyezve, mint az ozmózis nyomása - a membránon keresztül megindul az oldószer kiáramlása az oldatból
 - tengervíz sótalanítása (ihatóvíz tétel),
 - gyümölcslevek töményítése



Szilárd oldatok

■ Szilárd halmazállapotú homogén elegyek - *elegykristályok* -

- a kristályrácsba beépülő hasonló méretű részecskék - *helyettesítési elegyek* (olivin-sor, Al- és Cr-timsó, fémötvözetek)



- a kristályrács üregeibe kisebb részecskék épülnek be - *intersticiális ötvözetek*

