

Oldatok és oldódás

Oldatok jellemzése

Az oldatok **többkomponensű, homogén diszperz rendszerek**, melyekben az **alkotók aránya nem tetszőleges**.

Oldatok esetében megkülönböztetünk **oldószer** (ez a diszpergáló közeg) és **oldott anyagot** (ez a diszpergált közeg). Legtöbb esetben az oldott anyag szilárd halmazállapotú volt az oldás előtt, de lehetett gáz illetve cseppfolyós is. Az oldatok **töménység** szempontjából lehetnek:

- **telítetlen**
- **telített**
- **túltelített**

Egy oldat akkor **telítetlen**, ha **adott hőmérsékleten még több oldott anyag feloldására** képes, vagyis nem rendelkezik a maximálisan feloldható oldott anyaggal. **Telített oldatról** akkor beszélünk, amikor **adott hőmérsékleten több oldott anyagot már nem tud az oldószer feloldani**. **Túltelített oldatban több oldott anyag van feloldva, mint amennyit adott hőmérsékleten az oldat oldani képes**. Erre sok anyag nem képes, de például a **nátrium-acetát** igen.

Az **oldódás mértékét egy adott oldószerben az oldhatósággal lehet kifejezni**. Az **oldhatóság megmutatja, hogy 100 g oldószer, adott hőmérsékleten hány gramm oldott anyagot tud feloldani**. Például a KCl oldhatósága vízben 20 °C-on 34,0g KCl/100g víz. Ez azt jelenti, hogy ezen a hőmérsékleten 100 g víz maximum 34 g KCl-t tud feloldani, többet nem. Az oldhatóság **erősen függ** tehát attól, **hogy miben akarunk mit feloldani** (anyagi minőségtől) és a **hőmérséklettől**. **Magasabb hőmérsékleten általában nagyobb az oldhatóság, kivéve gázoknál, ott fordított a helyzet: nekik az alacsony hőmérséklet kedvez**.

Az oldatok összetétele

Oldatok összetételének a megadására számos módszer ismert. Az egyik leggyakrabban elterjedt a tömegszázalék és molaritás, de ezeken kívül használhatunk még térfogat- és anyagmennyiség-százalékot, molalitást, tömegkoncentrációt. Az alábbi példák ezek használatát világítják meg.

Vizsgáljuk meg elsőként a százalékban mért összetételeket (ezeknek mértékegysége nincs)!

Tömegszázalék

A tömegszázalék megmutatja, hogy adott oldat tömegének hány százaléka az oldott anyag tömege. Kiszámítható az oldott anyag tömegének és az oldat tömegének a hányadosaként:

$$\omega\% = \frac{m_{\text{oldott anyag}}}{m_{\text{oldat}}} * 100\%$$

Mivel az oldat tömegét az oldószer és az oldott anyag tömege együttesen adja, ezért:

$$m_{\text{oldat}} = m_{\text{oldott anyag}} + m_{\text{oldószer}}$$

$$\omega\% = \frac{m_{\text{oldott anyag}}}{m_{\text{oldott anyag}} + m_{\text{oldószer}}} * 100\%$$

Térfogatszázalék

A térfogatszázalékot nem oldatok, hanem elegyek esetén használják. Gázelegyek vagy folyadékelegyek összetétele kitűnően jellemezhető ily módon. **A térfogatszázalék megmutatja, hogy adott elegy térfogatának hány százalékát foglalja el az egyik komponens térfogata.** Kiszámítható az adott komponens térfogatának (V_i) és az összes térfogatnak ($V_{\text{összes}}$) a hányadosaként:

$$\frac{V}{V} \% = \frac{V_i}{V_{\text{összes}}} * 100\%$$

Mivel az elegy térfogatát az egyes komponensek térfogata adja, ezért n komponensű rendszer esetén:

$$V_{\text{össz}} = V_i + V_j + \dots + V_n$$

$$\frac{V}{V} \% = \frac{V_i}{V_i + V_j + \dots + V_n} * 100\%$$

Egyszerűsítsük a helyzetet, legyen $n=3$, vagyis a rendszer legyen háromkomponensű:

$$V_{\text{össz}} = V_i + V_j + V_k$$

$$\frac{V}{V} \% = \frac{V_i}{V_i + V_j + V_k} * 100\%$$

A térfogatszázalék természetesen nem csak az i -edik komponensre, hanem a rendszerben lévő összesre felírható.

Anyagmennyiség-százalék

Az anyagmennyiség-százalék oldatok és elegyek összetételének a jellemzésére egyaránt alkalmas. **Megmutatja, hogy adott oldatban az oldott anyag anyagmennyisége hány százaléka az oldat anyagmennyiségének, elegy esetén pedig, hogy adott elegyben az alkotók anyagmennyisége hány százaléka a rendszer összes anyagmennyiségének.**

Kiszámítható az adott komponens anyagmennyiségének és az összes anyagmennyiségnek a hányadosaként:

$$\frac{n}{n} \% = \frac{n_i}{n_{\text{összes}}} * 100\%$$

Mivel az elegy összes anyagmennyiségét az egyes komponensek anyagmennyisége adja, ezért n komponensű rendszer esetén:

$$n_{\text{össz}} = n_i + n_j + \dots + n_n$$

$$\frac{n}{n} \% = \frac{n_i}{n_i + n_j + \dots + n_n} * 100\%$$

Egyszerűsítsük a helyzetet, és legyen $n=3$, vagyis legyen a rendszer háromkomponensű:

$$n_{\text{össz}} = n_i + n_j + n_k$$

$$\frac{n}{n} \% = \frac{n_i}{n_i + n_j + n_k} * 100\%$$

Az anyagmennyiség százalék természetesen nem csak az i -edik komponensre, hanem a rendszerben lévő összesre felírható.

Oldatok esetén az összes anyagmennyiséget az oldott anyag anyagmennyisége és az oldószer anyagmennyisége adja.

$$\frac{n}{n} \% = \frac{n_{\text{oldott anyag}}}{n_{\text{oldott anyag}} + n_{\text{oldószer}}} * 100\%$$

Anyagmennyiség-koncentráció vagy más néven molaritás

A molaritás megadja, hogy 1 dm³ térfogatú oldatban hány mol oldott anyag van. Jele c , mértékegysége: mol/dm³, amit szokás M betűvel is jelölni (de érettségien nem szabad!!!).

Kiszámítása az oldott anyag anyagmennyiségének és az oldat térfogatának a hányadosával történik:

$$c = \frac{n_{\text{oldott anyag}}}{V_{\text{oldat}}}$$

Ha c értéke 2 mol/dm^3 , akkor az azt jelenti, hogy 1 dm^3 oldatban az oldott anyag anyagmennyisége 2 mol . Ezt az összetételajtát érdemes nagyon megjegyezni, mert savak és bázisok esetén a pH-számítás a koncentrációértékekből történik.

Molalitás vagy más néven Raoult-koncentráció

Ez a koncentráció megmutatja, hogy egy kilogramm oldószerben hány mól oldott anyag van. Jele: m_b , mértékegysége: mol/kg Kiszámítható az oldott anyag anyagmennyiségének és az oldószer kilogrammokban kifejezett tömegének a hányadosaként:

$$m_b = \frac{n_{\text{oldott anyag}}}{m_{\text{oldószer kg-ban}}}$$

Tömegkoncentráció

A tömegkoncentráció megmutatja, hogy egy dm^3 oldatban hány gramm az oldott anyag. Nagyon hasonló a molaritáshoz, annyi a különbség, hogy itt az oldott anyag mennyisége tömegben van megadva. Fontos: nem keverendő össze a sűrűséggel! **Jele: ρ_b , mértékegysége hivatalosan a kg/m^3 , de használatos például a g/dm^3 és más mértékegység is.** Szerencsétlen módon a tömegkoncentráció és sűrűség jelölése illetve mértékegysége megegyezik, ezért nagyon oda kell figyelni, hogy mikor melyikről van szó. Kiszámítható az oldott anyag tömegének és az oldat térfogatának a hányadosaként:

$$\rho_b = \frac{m_{\text{oldott anyag}}}{V_{\text{oldat}}}$$

Az anyagmennyiség koncentrációból is kiszámítható az oldott anyag moláris tömegének ismeretében:

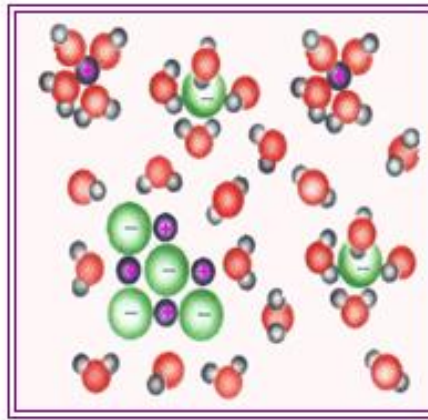
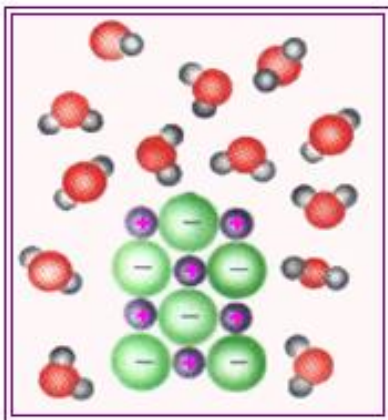
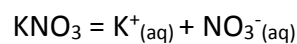
$$\rho_b = c * M_b$$

Az oldódás részletes jellemzése

Az oldódás sebességét az oldott anyag aprításával, keveréssel illetve a hőmérséklet változtatásával (általában növelni kell) lehet növelni.

Oldódás során az **oldószer és az oldott anyag molekulái között valamilyen kölcsönhatás** lép fel. A nagyobb mennyiségben jelen lévő **oldószer-molekulák körülveszik az oldott anyag részecskéit**, és egy **burkot alakítanak ki** körülöttük. Ezt hívják **szolvátburoknak**, ha pedig **víz az oldószer, akkor hidrátburoknak**.

Ionos vegyületek poláris oldószerben oldódnak. A leggyakrabban alkalmazott poláris oldószer a víz. Egy ionkristály vízben való oldásakor az ionrács szétesik. Ilyenkor a pozitív, illetve negatív töltésű ionok külön-külön hidratálódnak, vagyis körülveszik őket a vízmolekulák, és egy burkot alakítanak ki. A **hidratált ionokat az alsó indexbe írt aq rövidítéssel (a latin aqua szóból) jelölik.**



A vízmolekulák az ionokat ellentétes parciális töltésű felükkel veszik körül. Például egy kationt az oxigén felőli oldalukkal, míg egy aniont a hidrogén

felőli oldalukkal. Ennek az az oka, hogy a vízmolekula töltéseloszlása nem szimmetrikus, azaz dipólusos: rendelkezik elektronban gazdagabb, illetve elektronban szegényebb résszel. Az elektronban gazdagabb rész negatívabb, mint az elektronban szegényebb rész. **Az ionok és a dipólusokból eredő parciális töltések között lévő kölcsönhatást hívják ion-dipólus-kölcsönhatásnak.**

Az ionos vegyületek vízben teljesen szétesnek (disszociálnak), vizes oldatukat (illetve olvadékukat is) elektrolitnak nevezük, mert vezetik az elektromos áramot. Emiatt az ionos vegyületek vízben való oldódását **elektrolitikus disszociációnak** nevezük.

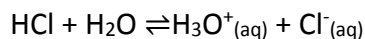
Molekulák oldódásánál két esetet kell vizsgálni:

- történik elektrolitikus disszociáció
- nem történik elektrolitikus disszociáció

Ha ammóniagázt vízben oldunk, akkor az reakcióba lép a vízmolekulákkal, és hidratált ionok képződnek.

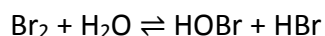


Az oldódás során számos vízmolekula kovalens kötése felszakad. Ugyanez a helyzet a HCl és szinte az összes sav, illetve bázis esetében:



Az ilyen folyamatok során is elektrolitikus disszociáció zajlik, mert az oldódó molekula kötésfelszakadás által ionokra esik szét.

A bróm egy apoláris kétatomos molekula. Apoláris oldószerekben jól, vízben csak nagyon csekély mértékben oldódik. A kismértékű vízben való oldhatóságának az az oka, hogy képes a vízzel reakcióba lépni:



Apoláris oldószerekben való oldhatóságát a hasonló a hasonlóban elv magyarázza (azonos polaritású anyagok képesek egymásban oldódni). Ilyenkor nem történik elektrolitikus disszociáció. Legyen például az apoláris oldószer a hexán. A hexán molekulák körülveszik a brómmolekulákat, kialakítanak körülöttük egy **szolvátburkot**, de kémiai reakcióba nem lépnek velük. Az ilyen oldódást hívjuk szolvatációnak. Egyes molekuláknál természetesen megfigyelhető az elektrolitikus disszociáció nélküli hidratáció is. Jó példa erre a cukor vízben való oldása: a cukormolekulák nem lépnek kémiai reakcióba a vízmolekulákkal, csak hidrátburokba kerülnek.

Az előbb említett példák jól mutatják, hogy kétféle oldódásról beszélhetünk:

- **fizikai oldódás (reakció nélkül)**
- **kémiai oldódás (reakció is van)**

Fizikai oldódás esetében nem játszódik le kémiai reakció, azonban a kémiai oldódást mindig kíséri valamilyen reakció.

Az oldódás energiaviszonyai

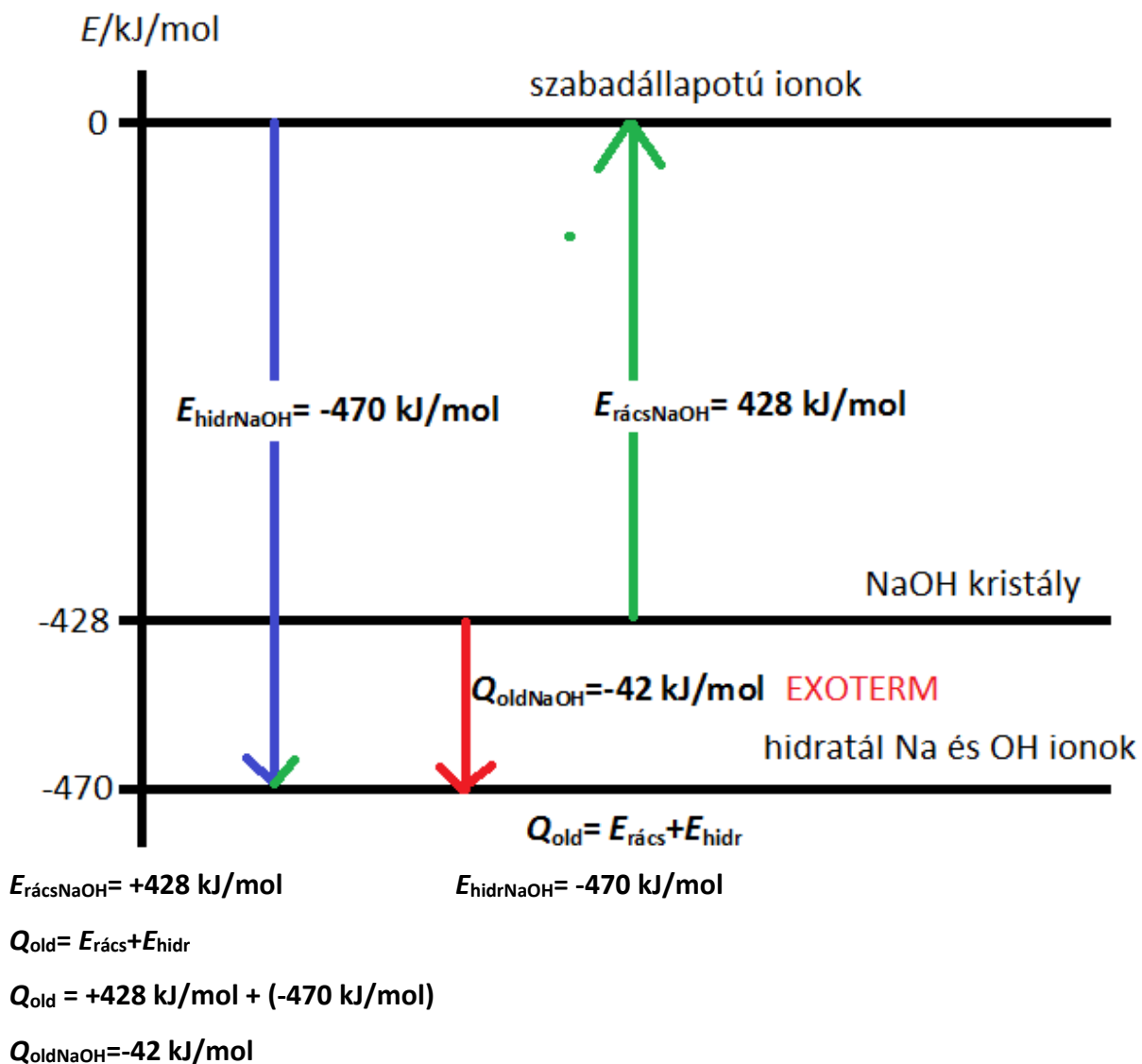
Az oldódást mindig energiaváltozás kíséri, vagy hőfelszabadulás, vagy hőelnyelés. Ezt az energiaváltozást az **oldáshővel lehet jellemezni**. Jele: Q_{old} , **mértékegysége: kJ/mol**. **Az oldáshő az az energia, amely egy mól anyag nagyon sok oldószerben (lényegesen több oldószerben, mint amennyi kéne) való oldásakor nyelődik el vagy szabadul fel**. Ennek értelmében **előjele lehet pozitív, illetve negatív**, az oldandó anyag minőségétől függően. Kiszámítható a **rács- és a hidratációs energiából**:

$$Q_{old} = E_{rács} + E_{hidr}$$

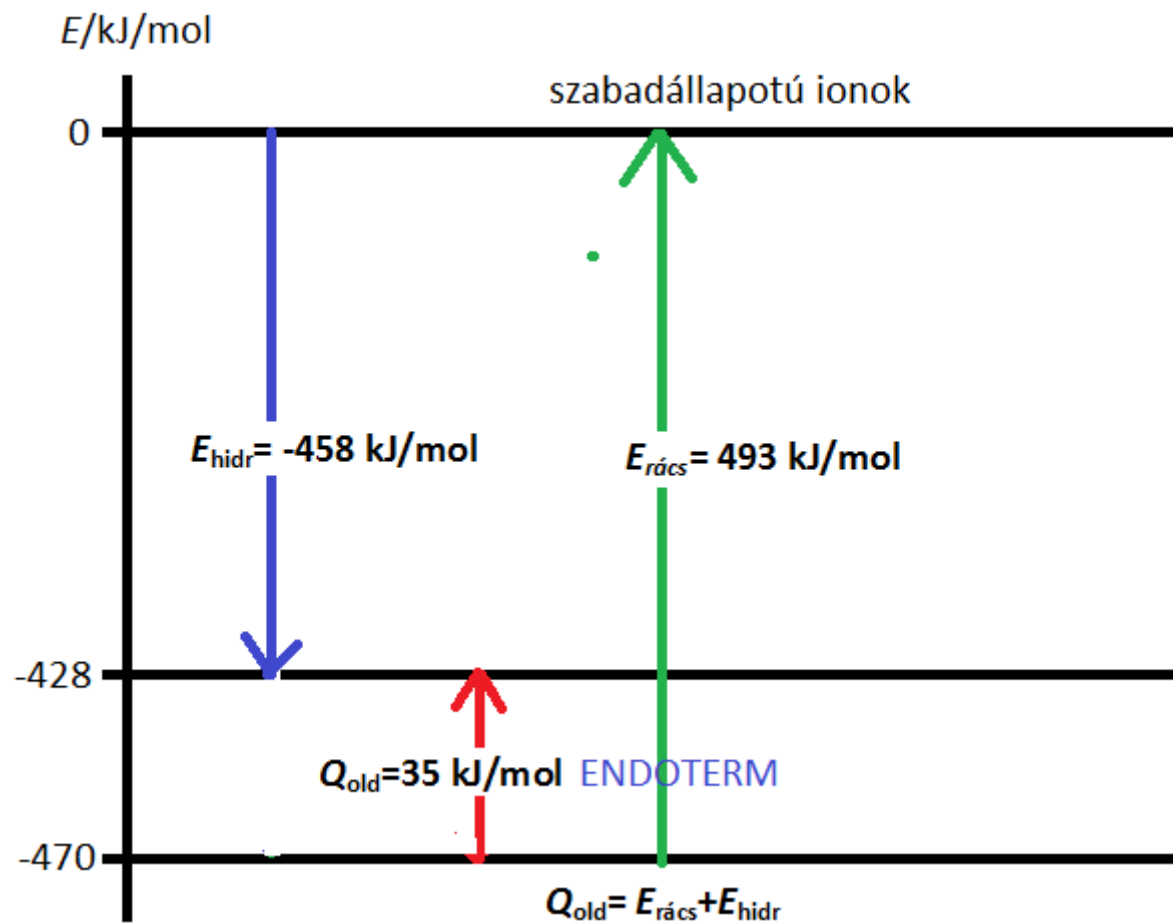
$E_{rács}$ a **rácsenergia**, amely megadja, hogy **1 mól kristályban lévő anyag szabad, gázhalmazállapotú részecskékre való bontásához mennyi energia szükséges**. Mivel ehhez energia szükséges, ezért ennek az **előjele mindig pozitív**, vagyis **endoterm**, mértékegysége **kJ/mol**.

E_{hidr} a **hidratációs energia**, amely megmutatja, hogy **egy mól szabadállapotú ionnak nagyon sok vízbe juttatásakor mennyi hő szabadul fel**. Mivel hő szabadul fel, ezért az **előjele negatív**, a folyamat **exoterm**, mértékegysége szintén **kJ/mol**.

Oldódáskor két eset állhat fenn. Az első az, hogy **$|E_{rács}| < |E_{hidr}|$** . Ilyen esetben az oldódás exoterm, ugyanis a hidratációs energia abszolút értéke nagyobb, mint a rácsenergiájé. Vagyis, ha a $Q_{old} = E_{rács} + E_{hidr}$ képletet nézzük, akkor látjuk, hogy nagyobb hidratációs energia abszolút érték esetén az **oldáshő értéke negatív lesz**. Ilyen például a NaOH esete. (Az ábrán a NaOH oldódásának a diagramja látszik.)



Ha $|E_{\text{rács}}| > |E_{\text{hidr}}|$ és a rácsenergia abszolút értéke nem sokkal nagyobb, mint a hidratációs energia abszolút értéke, akkor is képes az adott anyag feloldódni vízben. Ilyenkor azonban az oldódás végbemeneteléhez többletenergia szükséges, mert a hidratációs energia nem tudja a rácsenergiát legyőzni, vagyis nem képes kiszabadítani a részecskéket a rácsból. A szükséges energiát a rendszer a környezettől veszi el. **Az ilyen eset endoterm, vagyis az oldáshő előjele pozitív.** Jó példa erre a KNO_3 esete: a rendszer hűti környezetét.



$$E_{\text{rács}} = +493 \text{ kJ/mol}$$

$$E_{\text{hidr}} = -458 \text{ kJ/mol}$$

$$Q_{\text{old}} = E_{\text{rács}} + E_{\text{hidr}}$$

$$Q_{\text{old}} = +493 \text{ kJ/mol} + (-458 \text{ kJ/mol})$$

$$Q_{\text{old}} = +35 \text{ kJ/mol}$$