

Oldhatósági számítások

I. Az oldhatóság értelmezése

- A) A jód telített vizes oldatára vonatkozó adat nem megfelelő módon került megadásra. Nevezze meg a hibát, és számolja ki a helyes adatot!

A hiba: Az oldószerre vonatkoztatjuk az oldott anyagot, tehát 1 g jód/3090 ml víz.

Szükség van az oldószer tömegére: $V = 3090 \text{ ml} = 3090 \text{ cm}^3$

$$m = \rho \cdot V = 3090 \text{ cm}^3 \cdot 0,998 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 3084 \text{ g}$$

$$\begin{array}{r} 1 \text{ g jód} \\ x \text{ g jód} \end{array} \quad \begin{array}{r} 3084 \text{ g víz} \\ 100 \text{ g víz} \end{array}$$

$$x = \frac{100 \cdot 1}{3084} = 0,0324 \text{ g} = 32,4 \text{ mg} \approx 0,03 \text{ g}$$

0,03 g/100 g víz (vagy 32,4 mg/100 g víz, vagy 0,032 g/kg víz)

Megadható az oldhatóság tömegszázalékban is.

1 g oldott anyag + 3084 g oldószer = 3084 g oldat

$$w = \frac{1}{3084} \cdot 100 = \underline{0,0324\%}$$

- B) Mi a sűrűség SI alapegysége? $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

- C) $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$; $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$; $\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$; $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$; $\frac{\text{mg}}{\text{ml}}$. Melyik az SI-n kívüli mértékegység?

Írja fel az ennek megfelelő SI-egységet!

SI-n kívüli egység: $\frac{\text{mg}}{\text{ml}}$. SI egységnek megfelelő egység: $\frac{\text{mg}}{\text{cm}^3}$

- D) Adja meg a jód oldhatóságát g/100 g ciklohexánban kifejezve!

97,3 g ciklohexánban 2,7 g oldott anyag van,
100 g ciklohexánban x g oldott anyag van

$$x = \frac{100 \cdot 2,7}{97,3} = 2,77 \text{ g/100 g ciklohexán}$$

- E) Hány tömegszázalékos a telített etanolos jóddoldat?

100 g etanolban 27,3 g jód van, ez összesen 127,3 g oldat.

$$w = \frac{27,3}{127,3} \cdot 100 = 21,4\%.$$

- F) Adja meg a kloroformban mért oldhatóságot g/100 g egységben!

$m(\text{kloroform}) = \rho \cdot V = 1,49 \cdot 1000 = 1490 \text{ g}$

1490 g kloroformban 74,1 g anyag oldódik,
100 g kloroformban x g anyag oldódik

$$x = \frac{100 \cdot 74,1}{1490} = 4,97 \text{ g/100 g kloroform}$$

G) Adja meg a toluolban mért oldhatóságot tömegszázalékban!

1000 g toluol + 182,5 g anyag = 1182,5 g oldat.

$$w = \frac{182,5}{1182,5} \cdot 100 = 15,43\%$$

H) Melyik oldószer oldja legjobban és melyik legkevésbé a jódot?

Legjobban: etanol, legrosszabbul: víz.

II. Telített vagy telítetlen?(Az oldhatósági adatokat a táblázatból kell megállapítani!)

A következő feladatokban víz sűrűségét tekintjük 1000 kg/m³-nek!

A táblázat a vegyületek 100 g vízben oldódó tömegét mutatja grammban:

Vegyület	0 °C	10 °C	20 °C	40 °C	60 °C	80 °C
Ba(NO ₃) ₂	5,0	7,0	9,2	14,2	20,3	27,0
CuSO ₄	14,3	17,4	20,7	28,5	40,0	55,0
KNO ₃	13,3	20,9	31,6	63,9	110	169
Na ₂ CO ₃	7,0	12,5	21,5	49,0	46,0	43,9
Pb(NO ₃) ₂	38,8	48,3	56,5	75,0	95,0	115

A) Telített-e az oldat, ha 20 °C-on 43,25 g kristálysódat oldunk (nátrium-karbonát-dekahidrát) 125 cm³ vízben?

$$V(\text{víz}) = 125 \text{ cm}^3 \quad \rho(\text{víz}) = 1000 \text{ kg/m}^3 = 1,000 \text{ g/cm}^3$$

$$m(\text{víz}) = \rho \cdot V = 125 \text{ cm}^3 \cdot 1,000 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 125,00 \text{ g}$$

Az oldandó anyag tömegének meghatározása:

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \text{ g/mol} \quad M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}) = 286 \text{ g/mol}$$

Az elkészített oldat összetételének számítása:

$$\text{A kristályvizes sóban a vízmentes rész: } \frac{43,25}{286} \cdot 106 = 16,03 \text{ g}$$

$$w = \frac{16,03}{125 + 43,25} \cdot 100 = 9,53\%$$

$$\text{A telített oldat összetétele tömegszázalékban: } \frac{21,5}{100 + 21,5} \cdot 100 = 17,7\%$$

A készített oldat ennél hígabb, tehát telítetlen.

B) Készíthető-e 40 °C hőmérsékleten w = 10,0%-os bárium-nitrát-oldat?

A bárium-nitrát oldhatósága ezen a hőmérsékleten 14,2 g/100 g víz.

$$w = \frac{14,2}{114,2} \cdot 100 = 12,43\%. \text{ Ez nagyobb, mint } 10\%, \text{ tehát készíthető.}$$

C) Készíthető-e 60 °C hőmérsékleten w = 52,5%-os kálium-nitrát-oldat?

A kálium-nitrát oldhatósága ezen a hőmérsékleten 110 g/100 g víz.

$$w = \frac{110}{210} \cdot 100 = 52,38\%. \text{ Ez kisebb, mint } 60\%, \text{ tehát nem készíthető.}$$

- D) Telített lesz-e az oldat, ha 10 °C hőmérsékleten 24,3 g ólom-nitrátot 45 cm³ vízbe teszünk? Ha igen, akkor mi történik a fel nem oldódott sóval?**

Az ólom-nitrát oldhatósága ezen a hőmérsékleten 48,3 g/100 g víz.

48,3 g ólom-nitrát oldásához 100 g víz kell,
24,3 g ólom-nitrát oldásához x g víz kell.

$$x = \frac{100 \cdot 24,3}{48,3} = 50,31 \text{ g víz. } 45 \text{ cm}^3 \text{ víz a teljes oldáshoz kevés, az oldat telített lesz.}$$

vagy:

48,3 g ólom-nitrát oldásához 100 g víz kell,
 y g ólom-nitrát oldásához 45 g víz kell

$$y = \frac{45 \cdot 48,3}{100} = 21,47 \text{ g ólom-nitrátot képes } 45 \text{ cm}^3 \text{ víz feloldani. Az oldat telített lesz.}$$

vagy:

$$w(\text{telített oldat}) = \frac{48,3}{148,3} \cdot 100 = 32,57\%$$

$$w(\text{készítendő oldat}) = \frac{24,3}{24,3 + 45} \cdot 100 = 35,06\%.$$

Ez töményebb lenne, mint a telített oldat, tehát az oldat **telített lesz**.

A só egy része nem oldódik fel, a telített oldat alján gyűlik össze.

- E) 10 °C hőmérsékleten 45 cm³ víz hány gramm bárium-nitrátot képes feloldani?**

A bárium-nitrát oldhatósága ezen a hőmérsékleten 7,0 g/100 g víz.

100 g vízben 7 g bárium-nitrát oldódik,
45 g vízben x g bárium-nitrát oldódik.

$$x = \frac{7 \cdot 45}{100} = 3,15 \text{ g bárium-nitrát}$$

- F) Telített-e az oldat, ha 20 °C hőmérsékleten 30,56 g rézgálicot oldunk (CuSO₄·5 H₂O) 88 cm³ vízben?**

A rézgálic oldhatósága ezen a hőmérsékleten 30,56 g/100 g víz.

$M(\text{CuSO}_4) = 159,5 \text{ g/mol}$; $M(\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}) = 249,5 \text{ g/mol}$

$$30,56 \text{ g rézgálicban van } \frac{30,56 \cdot 149,5}{249,5} = 19,54 \text{ g CuSO}_4$$

$$w(\text{oldat}) = \frac{19,54}{30,56 + 88} \cdot 100 = 16,48\%$$

$$w(\text{telített oldat}) = \frac{30,56}{130,56} \cdot 100 = 23,41\% \quad \text{Az oldat telítetlen.}$$

G) Hány gramm telített oldat készíthető 70 g KNO_3 -ból 20 °C hőmérsékleten?

A KNO_3 oldhatósága ezen a hőmérsékleten 31,6 g/100 g víz.

31,6 g KNO_3 -ból 131,6 g oldat lesz,
70 g KNO_3 -ból x g oldat lesz.

$$x = \frac{70 \cdot 100}{24,01} = 291,5 \text{ g oldat lesz.}$$

H) Hány gramm telített oldat készíthető 100 g $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ -ból 40 °C hőmérsékleten? Mennyi víz szükséges az oldáshoz? A választ egész cm^3 pontossággal adja meg!

A Na_2CO_3 oldhatósága ezen a hőmérsékleten 49,0 g/100 g víz.

$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106,0 \text{ g/mol}$; $M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 124,0 \text{ g/mol}$

$$w(\text{só}) = \frac{106}{124} \cdot 100 = 85,45\%$$

$$w(\text{telített oldat}) = \frac{49}{149} \cdot 100 = 32,89\%$$

Hozzáadott víz tömege: m

$$100 \cdot 85,45 = (100 + m) \cdot 32,89 \rightarrow m = 159,9 \text{ g víz} \rightarrow V \approx 160 \text{ cm}^3$$

$$\text{Oldat tömege: } 100 + 159,9 = 259,9 \text{ g}$$

III. Sókiválás

1. Hány gramm só válik ki, ha 200 g 90 °C-on telített oldat 20 °C-ra hűl?
90 °C hőmérsékleten a telített $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ -oldat $w = 54,0\%$ -os, 18 °C hőmérsékleten a telített oldat $w = 33,0\%$ -os.

Forró oldat $m_1 = 200 \text{ g}$ $w_1 = 54\%$	Hideg oldat $m_2 = 200 - m_3$ $w_2 = 33\%$	Kiváló só m_3 $w_3 = 100\%$
--	--	-------------------------------------

$$m_1 \cdot w_1 = m_2 \cdot w_2 + m_3 \cdot w_3$$

$$200 \cdot 54 = (200 - m_3) \cdot 33 + m_3 \cdot 100$$

$$m_3 = 200 \cdot \frac{54 - 33}{100 - 33} = 62,69 \text{ g só válik ki.}$$

2. 20,0 g K_2SO_4 -ot szeretnénk átkristályosítani. Oldhatósági adatok:
85 °C-on 22,0 g K_2SO_4 /100g víz 15 °C-on 10,0 g K_2SO_4 /100 g víz

A) Hány gramm sót tartalmazott a kiindulási oldat?

$$\text{Telített oldat összetétele: } w(\text{K}_2\text{SO}_4 \text{ 85 °C-on}) = \frac{22}{122} \cdot 100 = 18,03\%$$

Oldáshoz szükséges víz tömege: m

$$20 \cdot 100 = (20 + m) \cdot 18,03 \rightarrow m(\text{víz}) = 90,91 \text{ g}$$

- B) Hány gramm só válik ki, ha 85 °C hőmérsékleten elpárologtatunk az oldatból 125 g vizet? Az oldhatóság 85 °C hőmérsékleten 22,0 g/100g víz.

$$\text{Telített oldat összetétele: } w(\text{K}_2\text{SO}_4 \text{ 15 }^\circ\text{C-on}) = \frac{10}{110} \cdot 100 = 9,09\%$$

Forró oldat $m_1 = 90,91 + 20 = 110,91 \text{ g}$ $w_1 = 18,03\%$	Hideg oldat $m_2 = (110,91 - m_3) \text{ g}$ $w_2 = 9,09\%$	Kiváló só $m_3 \text{ g}$ $w_3 = 100\%$
---	---	---

$$m_1 \cdot w_1 = m_2 \cdot w_2 + m_3 \cdot w_3$$

$$110,91 \cdot 18,03 = (110,91 - m_3) \cdot 9,09 + m_3 \cdot 100 \longrightarrow m_3 = 10,91 \text{ g K}_2\text{SO}_4 \text{ válik ki.}$$

- C) A 85 °C hőmérsékletű oldatból kivált kristályokat szűréssel elválasztjuk, és 15 °C hőmérsékletre hűtjük. Hány gramm K₂SO₄ marad az oldatban?

Összes só: 22,0 g

$$\text{Kivált só: } 10,91 \text{ g. Ez az összes só } \frac{10,91}{22} \cdot 100 = 54,5\% \text{-a.}$$

3. Adott 315,75g $w = 15,0\%$ -os K₂SO₄-oldat.

- A) Hány gramm sót tartalmazott a kiindulási oldat?

$$m(\text{oldott anyag}) = 315,75 \cdot \frac{15}{100} = 47,36 \text{ g}$$

- B) Hány gramm só válik ki, ha 85 °C hőmérsékleten elpárologtatunk az oldatból 125 g vizet? Az oldhatóság 85 °C hőmérsékleten 22,0 g/100g víz.

$$\text{A } 85 \text{ }^\circ\text{C} \text{ hőmérsékleten telített oldat összetétele: } w = \frac{22}{122} \cdot 100 = 18,03\%.$$

A víz elpárologtatása után a telített oldat + kivált só tömege $315,75 - 125 = 190,75 \text{ g}$

Kiváló só $m_1 \text{ g}$ $w_1 = 100\%$	Forró oldat $m_2 = (190,75 - m_3) \text{ g}$ $w_2 = 18,03\%$	Kivált só + forró oldat $m_3 \text{ g}$ Átlagos összetétel: $w_3 = \frac{47,36}{190,75} \cdot 100 = 24,83\%$
---	--	---

$$w_1 \cdot m_1 + m_2 \cdot w_2 = m_3 \cdot w_3$$

$$m_1 \cdot 100 + (190,75 - m_3) \cdot 18,03 = 190,75 \cdot 24,83$$

$$m_1 = 190,25 \cdot \frac{24,83 - 18,03}{100 - 18,03} = 15,82 \text{ g só}$$

vagy:

Kiindulási oldat $m_1 = 315,75 \text{ g}$ $w_1 = 15\%$	Elpárologtatott víz $m_2 = 125 \text{ g}$ $w_2 = 0\%$	Telített oldat $m_3 = (190,75 - m_4) \text{ g}$ $w_3 = 18,03\%$	Kiváló só m_4 $w_4 = 100\%$
--	---	---	-------------------------------------

$$w_1 \cdot m_1 = m_2 \cdot w_2 + m_3 \cdot w_3 + m_4 \cdot w_4$$

$$315,75 \cdot 15 = 125 \cdot 0 + (190,75 - m_4) \cdot 18,03 + m_4 \cdot 100$$

$$m_4 = \frac{315,75 \cdot 15 - 190,75 \cdot 18,03}{100 - 18,03} = 15,82 \text{ g só}$$

- C) A 85 °C hőmérsékletű oldatból kivált kristályokat szűréssel elválasztjuk, és 15 °C hőmérsékletre hűtjük. Hány gramm K₂SO₄ marad az oldatban?

Oldatban maradt 47,36 – 15,82 = **31,54 g só.**

4. A cink-szulfát-oldat tisztítása során 215,40 g 70 °C hőmérsékleten telített oldatot 10 °C hőmérsékletre hűtünk. Hány gramm ZnSO₄·7 H₂O válik ki?

Oldhatósági adatok: 70 °C hőmérsékleten 75,4 g ZnSO₄/100g víz
10 °C hőmérsékleten 47,2 g ZnSO₄/100 g víz

$M(\text{ZnSO}_4) = 161,4 \text{ g/mol}$; $M(\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O}) = 287,4 \text{ g/mol}$

Forró oldat	Hideg oldat	Kivált só
$m_1 = 215,40 \text{ g}$	$m_2 = (215,4 - m_3) \text{ g}$	$m_3 \text{ g}$
$w_1 = \frac{75,4}{175,4} \cdot 100 = 42,99\%$	$w_2 = \frac{47,2}{147,2} \cdot 100 = 32,07\%$	$w_3 = \frac{161,4}{287,4} \cdot 100 = 56,16\%$

$$w_1 \cdot m_1 = m_2 \cdot w_2 + m_3 \cdot w_3$$

$$215,4 \cdot 42,99 = (215,4 - m_3) \cdot 32,07 + m_3 \cdot 56,16$$

$$m_3 = 215,4 \cdot \frac{42,99 - 32,07}{56,16 - 32,07} = \mathbf{97,64 \text{ g}}$$

5. Hány gramm KAl(SO₄)₂·12 H₂O kristályosodik ki, ha 100 g 80 °C-on telített oldatot 20 °C-ra hűtünk? Az oldhatóságok: 80 °C:71,0 g KAl(SO₄)₂/100 g víz
20 °C:5,90 g KAl(SO₄)₂/100 g víz

$M[\text{KAl}(\text{SO}_4)_2] = 258 \text{ g/mol}$; $M(\text{KAlSO}_4 \cdot 12 \text{ H}_2\text{O}) = 474 \text{ g/mol}$

Forró oldat	Hideg oldat	Kivált só
$m_1 = 100 \text{ g}$	$m_2 = (100 - m_3) \text{ g}$	$m_3 \text{ g}$
$w_1 = \frac{71}{171} \cdot 100 = 41,52\%$	$w_2 = \frac{5,9}{105,9} \cdot 100 = 5,57\%$	$w_3 = \frac{258}{474} \cdot 100 = 54,43\%$

$$w_1 \cdot m_1 = m_2 \cdot w_2 + m_3 \cdot w_3$$

$$100 \cdot 41,52 = (100 - m_3) \cdot 5,57 + m_3 \cdot 54,43$$

$$m_3 = 100 \cdot \frac{41,52 - 5,57}{54,43 - 5,57} = \mathbf{73,58 \text{ g}}$$