

OLDATKÉSZÍTÉS

Keverési egyenlet

Oldatkészítési számításoknál gyakran alkalmazható a keverési egyenlet. Használatuk az alábbiakra figyeljünk:

- az oldatok koncentrációja tömegszázalékban legyen megadva
- tiszta oldószer (pl. víz) esetén: $w = 0\%$
- kristályvízmentes sók esetén: $w = 100\%$
- kristályvizes sók esetén: $w = \frac{\text{vízmentes só moláris tömege}}{\text{kristályvizes só moláris tömege}} \cdot 100\%$

$$m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_k$$

1. Oldatkészítés kristályvízmentes sóból

Mintafeladat: Készítsen 600 g $w = 30\%$ -os oldatot a vízmentes sóból! Hány gramm só és hány cm^3 víz kell az oldat elkészítéséhez?

| | | |
|---|--|---|
| Só $m_1 = ? \text{ g}$ $w_1 = 100\%$ | Víz $m_2 = ? \text{ g}$ $w_2 = 0\%$ | Oldat $m_k = (m_1 + m_2) = 600 \text{ g}$ $w_k = 30\%$ |
|---|--|---|

$$m_1 \cdot 100 + m_2 \cdot 0 = (m_1 + m_2) \cdot 30$$

$$m_1 = 180 \text{ g só}$$

$$m_2 = 600 - 180 = 420 \text{ g víz, ami } \rho(\text{víz}) = 1,00 \text{ g/cm}^3 \text{ miatt } V = 420 \text{ cm}^3 \text{ víz}$$

Tehát az oldat elkészítéséhez **180,0 g sóra** van szükség, amit **420,0 cm^3 vízben** oldunk fel.

Gyakorlás:

Hány gramm NaOH-ot kell 300 g vízben oldani, hogy 20,0 tömegszázalékos oldatot kapjunk? (75,0 g)

2. Oldatkészítés kristályvizes sóból

A kristályvíztartalmú sókra tekinthetünk úgy, mintha oldatok lennének: tartalmaznak **kristályvizet** (oldószer) és **sót** (oldott anyag). Ha ennek az „oldatnak” kiszámítjuk a **tömegszázalékos összetételét**, akkor megkapjuk w_1 értékét, amit behelyettesíthetünk a keverési egyenletbe:

| | | | | |
|---|---|--|---|-----------------|
| Kristályvizes só $m_1 \text{ g}$ $w_1\%$ | oldószer $m_2 \text{ g}$ $w_2 = 0\%$ | Oldat $m_k = (m_1 + m_2) \text{ g}$ $w_k\%$ | | |
| $m_1 \cdot w_1$ | + | $m_2 \cdot w_2$ | = | $m_k \cdot w_k$ |

Mintafeladat:

Készítsen 380 g, 12,5 tömegszázalékos CuSO₄-oldatot! Hány gramm kristályos réz-szulfátot (CuSO₄·5 H₂O) kell kimérnünk, továbbá a kimért sót hány cm³ vízben kell feloldanunk?

$$M(\text{CuSO}_4) = 159,5 \text{ g/mol}$$

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

| | | |
|--|--|---|
| Kristályvizes só $m_1 = ? \text{ g}$ $w_1 = \frac{159,5}{249,5} \cdot 100 = 63\%$ | Víz $m_2 \text{ g}$ $w_2 = 0\%$ | Oldat $m_3 = (m_1 + m_2) = 380 \text{ g}$ $w_k = 12,5\%$ |
|--|--|---|

$$m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_k$$

$$m_1 \cdot 63,9 + m_2 \cdot 0 = 380 \cdot 12,5$$

$$m_1 = 74,33 \text{ g CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O g}$$

$$m_2 = 380 \text{ g} - 74,33 \text{ g} = 305,67 \text{ g H}_2\text{O}$$

A $\rho(\text{víz}) = 1,00 \text{ g/cm}^3$ miatt $V(\text{víz}) = 305,67 \text{ cm}^3 \approx 306 \text{ cm}^3$

Az oldat elkészítéséhez tehát **74,33 g CuSO₄·5 H₂O-t** kell kimérnünk, és ezt **306 cm³ vízben** kell feloldani.

Gyakorlás:

Hány tömegszázalékos az a MgSO₄-oldat, mely úgy készült, hogy 200 mg vízben oldottunk 134 mg MgSO₄·6 H₂O-ot? (21,14%)

3. **Oldatkészítés tömény oldatból**

Mintafeladat:

50,0 g 20,0 tömegszázalékos kénsavoldatot kell készítenünk. Hány cm³ tömény ($w = 96\%$ -os, $1,84 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű) kénsavoldatra van ehhez szükségünk, és ehhez hány cm³ vizet kell adni hozzá hígításként?

| | | |
|--|---|--|
| Tömény oldat $m_1 = ? \text{ g}$ $w_1 = 96\%$ | Víz $m_2 \text{ g};$ $w_2 = 0\%$ | Híg oldat $m_3 = (m_1 + m_2) = 50 \text{ g}$ $w_3 = 20\%$ |
|--|---|--|

$$m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_k$$

$$m_1 \cdot 96 + m_2 \cdot 0 = 50 \cdot 20$$

$$m_1 = 10,42 \text{ g tömény kénsavoldat}$$

A tömény kénsav sűrűségének ismeretében átszámolhatjuk a kénsavoldat tömegét térfogategységre:

$$V = \frac{m}{\rho} \quad V(\text{kénsav}) = \frac{10,42}{1,84} = 5,66 \text{ cm}^3 \approx 6 \text{ cm}^3$$

A szükséges víz tömege: 50 g oldat – 10,42 g tömény kénsavoldat = 39,58 g víz

A $\rho(\text{víz}) = 1,00 \text{ g/cm}^3$ miatt $V(\text{víz}) = 39,58 \text{ cm}^3 \approx 40 \text{ cm}^3$

Az 50,0 g $w = 20\%$ -os kénsavoldat készítéséhez tehát ki kell mérnünk **6 cm³ $w = 96\%$ -os kénsavoldatot**, és ezt **40 cm³ vízzel** kell hígítanunk.

Gyakorlás:

Hány tömegszázalékos lesz az oldat, melyet úgy készítettünk, hogy egy 80 tömegszázalékos oldatot 1:4 tömegarányban kevertünk vízzel? (16%)

OLDATOK ÖSSZETÉTELÉNEK MEGVÁLTOZTATÁSA

- hígítással (oldószer hozzáadásával)
- különböző összetételű oldatok keverésével
- töményítéssel (további oldott anyag hozzáadásával)
- bepárlással (az oldószer elpárologtatásával)

A keverési egyenlet minden esetben ugyanolyan formájú, csak az egyenlet egyes tagjainak jelentése változik a feladat típusának megfelelően.

4. Oldat hígítása

A keverési egyenlet értelmezése ekkor a következő:

| | | |
|---------------------------------------|------------------------------------|--|
| hígítandó oldat m_1 g $w_1\%$ | oldószer m_2 g $w_2 = 0\%$ | hígított oldat $m_k = (m_1 + m_2)$ g $w_k\%$ |
| $m_1 \cdot w_1$ | + | $m_2 \cdot w_2$ |
| | | = |
| $(m_1 + m_2) \cdot w_k$ | | |

Fontos! Akár vízzel, akár másmilyen oldószerrel számolunk, annak tömegszázalékos összetétele mindig 0. Tehát hígítási feladatokban $w_2 = 0\%$

Minta feladat:

Készítsen 210 g $w = 16,5\%$ -os oldatot egy $w = 20,0\%$ -os ($\rho = 1,149$ g/cm³) oldat felhasználásával! Mekkora térfogatú $w = 20,0\%$ -os oldat és mekkora térfogatú víz kell?

| | | |
|--|------------------------------------|---|
| hígítandó oldat $m_1 = ?$ $w_1 = 20\%$ | oldószer m_2 g $w_2 = 0\%$ | hígított oldat $m_k = (m_1 + m_2)$ g = 210 g $w_k = 16,5\%$ |
| $m_1 \cdot w_1$ | + | $m_2 \cdot w_2$ |
| | | = |
| $m_1 \cdot w_k$ | | |

$$m_1 \cdot w_1 + m_1 \cdot w_1 = (m_1 + m_2) \cdot w_k$$

$$20 m_1 + 0 m_2 = 210 \cdot 16,5$$

$$m_1 = 173,25 \text{ g } w = 20\% \text{-os oldat}$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{173,25 \text{ g}}{1,149 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 150,78 \text{ cm}^3 \approx 151 \text{ cm}^3 \text{ } w = 20\% \text{-os oldat}$$

$$m(\text{víz}) = 210,00 \text{ g} - 173,25 \text{ g} = 36,75 \text{ g}$$

$$\text{A } \rho(\text{víz}) = 1,00 \text{ g/cm}^3 \text{ miatt } V(\text{víz}) = 36,75 \text{ cm}^3 \approx 37 \text{ cm}^3$$

Tehát a $w = 20\%$ -os oldatból **151 cm³**-t kell kimérni és hozzáadni **37 cm³** vizet.

Gyakorlás:

150 cm³ vizünk van. Egy 40 tömegszázalékos oldat hígításával hány cm³

25 tömegszázalékos (1,125 g/cm³ sűrűségű) oldatot készíthető elő ezzel a vízzel?

A víz sűrűsége 1,000 g/cm³ (250 g azaz 222 cm³)

5. Oldatok keverése

Oldatok keverése során a keverési egyenlet értelmezése:

| | | |
|-------------------------------------|----------------------------------|--|
| töményebb oldat m_1 $w_1\%$ | hígabb oldat m_2 $w_2\%$ | kevert oldat $m_k = (m_1 + m_2) \text{ g}$ $w_k\%$ |
| $m_1 \cdot w_1$ | + | $m_2 \cdot w_2$ = $m_1 \cdot w_k$ |

Mintafeladat:

A töményebb oldat $w = 20,0\%$ -os, a hígabb pedig $w = 16,5\%$ -os. A töményebb oldat sűrűsége: $1,149 \text{ g/cm}^3$ a hígabb oldaté $1,119 \text{ g/cm}^3$. Készítsünk 150 g 18 tömegszázalékos oldatot keveréssel! Hány cm^3 -t kell kimérni az oldatokból?

| | | |
|--|---|---|
| töményebb oldat $m_1 = 150 - m_2$ $w_1 = 20\%$ | hígabb oldat m_2 $w_2 = 16,5\%$ | kevert oldat $m_k = 150 \text{ g}$ $w_k = 18\%$ |
| $m_1 \cdot w_1$ | + | $m_2 \cdot w_2$ = $m_1 \cdot w_k$ |

$$\begin{aligned}
 m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 &= (m_1 + m_2) \cdot w_3 \\
 (150 - m_2) \cdot 20 + 16,5 m_2 &= 150 \cdot 18 \\
 3000 - 20 m_2 + 16,5 m_2 &= 2700 \\
 300 &= 3,5 m_2 \\
 m_2 &= 85,71 \text{ g} \\
 m_1 &= 150 - 85,71 = 64,29 \text{ g}
 \end{aligned}$$

20%-os oldat térfogata: $V_1 = \frac{m_1}{\rho_1} = \frac{64,29 \text{ g}}{1,149 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 55,9 \text{ cm}^3 \approx 56 \text{ cm}^3$

16,5%-os oldat térfogata: $V_2 = \frac{m_2}{\rho_2} = \frac{85,71 \text{ g}}{1,119 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 76,6 \text{ cm}^3 \approx 77 \text{ cm}^3$

Tehát a töményebb, $w = 20\%$ -os oldatból 56 cm^3 -t, míg a hígabb, $w = 16,5\%$ -os oldatból 77 cm^3 -t kell kimérni.

Gyakorlás:

Készíteni kell $5,00 \text{ dm}^3$ $50,0$ tömegszázalékos ($\rho = 1,058 \text{ g/cm}^3$) ecetsavoldatot. Hány dm^3 40 tömegszázalékos ($\rho = 1,049 \text{ g/cm}^3$) és hány dm^3 60 tömegszázalékos ($\rho = 1,064 \text{ g/cm}^3$) ecetsavoldat elegyítésével lehet az oldatot elkészíteni?

(40%-os oldatból $2,645 \text{ kg}$, azaz $2,521 \text{ dm}^3 \approx 2,52 \text{ dm}^3$
60%-os oldatból $2,645 \text{ kg}$, azaz $2,486 \text{ dm}^3 \approx 2,49 \text{ dm}^3$)

6. Oldat töményítése

A töményítés kétféle módon is megoldható. Az **egyik** lehetőség, hogy **további sót** oldunk fel az oldatban, a **másik**, hogy az oldószer egy részét **elpárologtatjuk**.

Ha további só feloldásával töményítünk, a keverési egyenlet értelmezése a következő:

| | | | | |
|--|--|---|---|-------------------------|
| töményítendő oldat m_1 $w_1\%$ | hozzáadott só m_2 $w_2\%$ Vízmentes só esetén $w_2 = 0\%$ Kristályvizes só esetén a moláris tömegből számítandó | töményített oldat $m_k = m_1 + m_2$ $w_k\%$ | | |
| $m_1 \cdot w_1$ | + | $m_2 \cdot w_2$ | = | $(m_1 + m_2) \cdot w_k$ |

Mintafeladat:

85 cm^3 , $w = 15,4\%$ -os, $1,128 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű oldatban oldjon fel $3,55 \text{ g}$ vízmentes sót. Számítsa ki a töményített oldat tömegszázalékos összetételét!

A térfogatban megadott adatokat előbb tömegre kell átszámítani:

$$m_1 = V_1 \cdot \rho_1 = 85 \text{ cm}^3 \cdot 1,128 \text{ g/cm}^3 = 95,88 \text{ g}$$

| | | | | |
|---|--|--|---|-------------------------|
| töményítendő oldat $m_1 = 95,88 \text{ g}$ $w_1 = 15,4\%$ | hozzáadott só $m_2 = 3,55 \text{ g}$ $w_2 = 100\%$ | töményített oldat $m_k = 95,88 + 3,55$ $w_k\%$ | | |
| $m_1 \cdot w_1$ | + | $m_2 \cdot w_2$ | = | $(m_1 + m_2) \cdot w_k$ |

$$\begin{aligned}
 m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 &= (m_1 + m_2) \cdot w_k \\
 95,88 \cdot 15,4 + 3,55 \cdot 100 &= (95,88 + 3,55) \cdot w_k \\
 1476,552 + 355 &= 99,43 w_k \\
 1831,552 &= 99,43 w_k \\
 w_k &= 18,4\%
 \end{aligned}$$

Gyakorlás:

$3,6 \text{ t}$ 20 tömegszázalékos sóoldatot kell 26 tömegszázalékosra töményíteni. Hány kg 98 százalékos tisztaságú szilárd sót kell feloldani az oldatban? ($0,3 \text{ t} = 300 \text{ kg}$)

Mintafeladat:

$w = 12,5\%$ -os alumínium-szulfát-oldatra van szükségünk. Rendelkezésünkre áll $265,3 \text{ g}$ $w = 4,2\%$ -os oldat. Hány gramm kristályos alumínium-szulfáttal tudjuk a kívánt mértékűre töményíteni az oldatunkat? $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{ H}_2\text{O}$

$$M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{ H}_2\text{O}) = 342 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{ H}_2\text{O}) = 342 \text{ g/mol} + 18 \cdot 18 \text{ g/mol} = 666 \text{ g/mol}$$

$$\text{A kristályvizes só sótartalma tömegszázalékban: } w_2 = \frac{342}{666} \cdot 100 = 51,35\%$$

| | | | | |
|--|---|--|---|-------------------------|
| töményítendő oldat $m_1 = 265,3 \text{ g}$ $w_1 = 4,2\%$ | hozzáadott só $m_2 = ?$ $w_2 = 51,35\%$ | töményített oldat $m_k = 265,3 + m_2$ $w_k = 12,5\%$ | | |
| $m_1 \cdot w_1$ | + | $m_2 \cdot w_2$ | = | $(m_1 + m_2) \cdot w_k$ |

$$\begin{aligned}
 m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 &= (m_1 + m_2) \cdot w_k \\
 265,3 \cdot 4,2 + m_2 \cdot 51,35 &= (265,3 + m_2) \cdot 12,5 \\
 1114,26 + 51,35 m_2 &= 3316,25 + 12,5 m_2 \\
 m_2 &= 56,68 \text{ g kristályos alumínium-szulfát}
 \end{aligned}$$

A töményítéshez **56,68 g** kristályos alumínium-szulfátot kell még feloldani az oldatunkban.

Gyakorlás:

310 g 10 tömegszázalékos Na_2CO_3 -oldatban hány gramm kristályvizes sót ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$) kell feloldanunk, hogy 20 tömegszázalékos oldatot kapjunk? (181,7 g)

Az oldat töményítésének másik módja, ha az az oldószer egy részét **elpárolgatjuk**. Ekkor a keverési egyenlet annyiban módosul, hogy nem hozzáadunk a kiindulási oldathoz, hanem elveszünk belőle, amit a **negatív előjel** mutat:

| | | | | |
|--|--|---|---|-------------------------|
| töményítendő oldat m_1 $w_1\%$ | elpárolgatott oldószer m_2 $w_2 = 0\%$ | töményített oldat $m_k = m_1 - m_2$ $w_k\%$ | | |
| $m_1 \cdot w_1$ | + | $m_2 \cdot w_2$ | = | $(m_1 - m_2) \cdot w_k$ |

Mintafeladat:

Hány cm^3 víz párolgott el az eredetileg 630 g, $w = 14,5\%$ -os oldatból, melynek összetétele jelenleg $w = 18,3\%$?

| | | | | |
|---|--|--|---|-------------------------|
| töményítendő oldat $m_1 = 630 \text{ g}$ $w_1 = 14,5\%$ | elpárolgatott oldószer m_2 $w_2 = 0\%$ | töményített oldat $m_k = 630 - m_2$ $w_k = 18,3\%$ | | |
| $m_1 \cdot w_1$ | + | $m_2 \cdot w_2$ | = | $(m_1 - m_2) \cdot w_k$ |

$$\begin{aligned}
 m_1 \cdot w_1 - m_2 \cdot w_2 &= (m_1 - m_2) \cdot w_k \\
 630 \cdot 14,5 - m_2 \cdot 0 &= (630 - m_2) \cdot 18,3 \\
 9135 &= 11529 - 18,3 m_2 \\
 18,3 m_2 &= 2394 \\
 m_2 &= 130,82 \text{ g}
 \end{aligned}$$

Tehát $130,82 \text{ g} \approx 131 \text{ cm}^3$ víz párolgott el az oldatból.

Gyakorlás:

Egy 15 tömegszázalékos, $\rho = 1,008 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű oldat 160 cm^3 -éből hány cm^3 vizet kell elpárolgatni, hogy 24 tömegszázalékos oldatot kapjunk? ($60,48 \text{ cm}^3 \approx 60 \text{ cm}^3$)

GYAKORLÓ FELADATOK

1. 277 g vízben feloldunk 123 g kristályos magnézium-szulfátot ($\text{MgSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$). A keletkező oldat 15,0 tömegszázalékos. Hány mol kristályvizet tartalmazott a magnézium-szulfát? ($x = 7 \text{ mol}$)
2. Kristályvíztartalmú cink-szulfát ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$) 21,55 g-jából 150 cm^3 oldatot készítettünk, melynek sűrűsége 1,078 g/cm^3 . Hány tömegszázalékos a keletkezett oldat? ($w = 7,48\%$)
3. 100 g 50 °C-on telített cink-szulfát-oldathoz hány gramm $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ sóra van szükség, ha 50 °C-on a telített oldat 43,4 tömegszázalékos? (77,3 g)
4. a) 250 g 25 tömegszázalékos NiSO_4 -oldat készítéséhez hány cm^3 víz és hány g kristályos só ($\text{NiSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$) szükséges? (113,41 g só és 137 cm^3 víz)
b) Az előállított 25 tömegszázalékos ($\rho = 1,128 \text{ g}/\text{cm}^3$ sűrűségű) oldatból kiveszünk 100 cm^3 -t és 55 g kristályos sót adunk hozzá. Hány tömegszázalékos oldatot kapunk? ($w = 34,87 \%$)
c) Az eredeti, $w = 25\%$ -os oldat megmaradt részét és a b) pontban elkészített oldatot összeöntjük. Hány tömegszázalékos az így kapott oldat? ($w = 30,43\%$)
d) Mennyi vizet kell elpárologtatni a c) pontban kapott oldatból, hogy 40 tömegszázalékos oldatot kapjunk? (73 cm^3 vizet)