

Anyagmennyiség-koncentráció és tömegszázalékos összetétel egymásba való átszámítása

Feladat: ismerve egy oldat anyagmennyiség-koncentrációját, meg kell határoznunk tömegszázalékos összetételét, vagy fordítva. Mindkét esetben ismernünk kell az oldat sűrűségét.

1. Van $2,0 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú kénsavoldatunk, melynek sűrűsége $1,12 \text{ g/cm}^3$.
Hány tömegszázalékos a kénsav?

Adatok: $c = 2,0 \text{ mol/dm}^3$ $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ g/mol}$ $\rho = 1,12 \text{ g/cm}^3$
 $w = ?$

A feladat szövegében nincs megadva semmilyen konkrét térfogat. Ilyenkor vehetünk **egységnyi térfogatot**, azaz 1 dm^3 -t a kénsavoldatot! Határozzuk meg az oldat tömegét!

$$V = 1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$$

$$m = \rho \cdot V \quad m = 1,12 \text{ g/cm}^3 \cdot 1000 \text{ cm}^3 = 1120 \text{ g kénsavoldat}$$

A koncentráció értékéből kiszámoljuk az oldott kénsav anyagmennyiségét:

$$n = c \cdot V \quad n = 2,0 \text{ mol/dm}^3 \cdot 1 \text{ dm}^3 = 2,0 \text{ mol kénsav}$$

Az anyagmennyiség átszámolva tömegre:

$$m = n \cdot M \quad m = 2,0 \text{ mol} \cdot 98 \text{ g/mol} = 196 \text{ g kénsav}$$

Az oldat tömegének és az oldott anyag tömegének ismeretében kiszámítjuk a tömegszázalékos összetételt:

$$w = \frac{196 \text{ g}}{1120 \text{ g}} \cdot 100 = 17,5\%$$

Tehát a 2 mol/dm^3 koncentrációjú oldat $w = 17,5\%$ -os.

2. Számítsa ki a $9,28 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú NaOH-oldat ($\rho = 1,31 \text{ g/cm}^3$) tömegszázalékos összetételét!

$$c = 9,28 \text{ mol/dm}^3 \quad M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g/mol}$$

$$\rho = 1,31 \text{ g/cm}^3$$

$$w = ?$$

Tegyük fel, hogy van 1 dm^3 oldatunk $V = 1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$

$$m(\text{oldat}) = V \cdot \rho = 1,31 \text{ g/cm}^3 \cdot 1000 \text{ cm}^3 = 1310 \text{ g}$$

$$n(\text{oldott anyag}) = c \cdot V = 9,28 \text{ mol/dm}^3 \cdot 1 \text{ dm}^3 = 9,28 \text{ mol}$$

$$m(\text{oldott anyag}) = n \cdot M = 9,28 \text{ mol} \cdot 40 \text{ g/mol} = 371,2 \text{ g oldott anyagot tartalmaz}$$

$$w = \frac{m_{\text{oldott anyag}}}{m_{\text{oldat}}} \cdot 100 = 371,2 \cdot 100 : 1310 = \mathbf{28,34\%}$$

3. **Nagyobb térfogatú, 1,5 dm³ és 0,2 mol/dm³ koncentrációjú kénsavoldatot kell készíteni w = 96%-os kénsavoldat felhasználásával. Mekkora tömegű illetve térfogatú w = 96%-os kénsavoldatra lesz szükség?**

Adatok: $V = 1,5 \text{ dm}^3 = 1500 \text{ cm}^3$ $c = 0,20 \text{ mol/dm}^3$
 $w = 96\%$ $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ g/mol}$
 $\rho = 1,836 \text{ g/cm}^3$ $m = ?$

Határozza meg a készítendő oldatban lévő oldott **kénsav anyagmennyiségét**:

$$n = c \cdot V = 0,20 \text{ mol/dm}^3 \cdot 1,5 \text{ dm}^3 = 0,30 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$$

Ez átszámolva **tömegre**: $m = n \cdot M = 0,30 \text{ mol} \cdot 98 \text{ g/mol} = 29,4 \text{ g H}_2\text{SO}_4$

Ebből kiszámítható már a szükséges **oldat tömege**:

$$w = \frac{m_{\text{oldott anyag}}}{m_{\text{oldat}}} \cdot 100$$

$$96\% = \frac{29,4 \text{ g}}{m_{\text{oldat}}} \cdot 100 \quad m_{\text{oldat}} = 30,63 \text{ g kénsavoldat}$$

A kénsavoldat sűrűségének ismeretében átszámoljuk a tömegét térfogategységre:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{30,63 \text{ g}}{1,8355 \text{ g/cm}^3} = 16,68 \text{ cm}^3 \text{ kénsavoldat} \approx \mathbf{16,7 \text{ cm}^3}$$

Az előírt oldathoz tehát 16,7 cm³ w = 96%-os H₂SO₄-oldatra van szükség.

4. **Készítsen 100 cm³ HCl-oldatot, melynek koncentrációja 1,050 mol/dm³. Elméletileg hány cm³ tömény (w = 37%-os) HCl-oldatra van ehhez szükségünk?**

Adatok: $c = 1,050 \text{ mol/dm}^3$ $V_{\text{oldat}} = 100 \text{ cm}^3 = 0,1 \text{ dm}^3$
 $w = 37\%$ $M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ g/mol}$
 $\rho(\text{HCl}) = 1,184 \text{ g/cm}^3$ (w = 37%-os oldat esetén)
 $V(\text{HCl}) = ?$

Elsőként határozza meg az oldandó anyag anyagmennyiségét:

$$c = \frac{n}{V} \text{ összefüggésből: } n(\text{HCl}) = c \cdot V = 1,050 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,1 \text{ dm}^3 = 0,105 \text{ mol HCl}$$

Az anyagmennyiséget átszámoljuk tömegre:

$$n = \frac{m}{M} \text{ összefüggésből: } m(\text{HCl}) = 0,105 \text{ mol} \cdot 36,5 \text{ g/mol} = 3,83 \text{ g HCl}$$

Meg kell határozni, hogy ekkora tömegű hidrogén-klorid hány g w = 37%-os sósavban van benne.

$$w = \frac{m_{\text{oldott anyag}}}{m_{\text{oldat}}} \cdot 100 \text{ összefüggésből: } 37\% = \frac{3,83 \text{ g}}{m_{\text{oldat}}} \cdot 100 \quad m_{\text{oldat}} = \frac{3,83 \text{ g}}{37\%} \cdot 100 = 10,35 \text{ g HCl-}$$

oldat

Ismert már az oldat tömege, de meg kell határozni, hogy ez mekkora térfogatnak felel meg?

$$\rho = \frac{m}{V} \text{ kifejezésből: } V(\text{HCl-oldat}) = \frac{m}{\rho} = \frac{10,35 \text{ g}}{1,184 \text{ g/cm}^3} = 8,74 \text{ cm}^3$$

Elméletileg 8,74 cm³ cc. HCl-oldatot kell kimérni büretta segítségével a kívánt oldathoz.
 (A gyakorlatban ennél 5-10%-kal több sósavra van szükség.)

5. **10 dm³ 0,05 mol/dm³ koncentrációjú NaOH-oldat készítéséhez hány cm³ 38 tömegszázalékos NaOH-oldat szükséges? A tömény NaOH-oldat sűrűsége 1,40 g/cm³.**

$$V = 10 \text{ dm}^3 \quad c = 0,05 \text{ mol/dm}^3 \quad M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g/mol}$$

$$w_1 = 38\% \quad \rho_1 = 1,40 \text{ g/cm}^3$$

$$V_1 = ?$$

$$n = c \cdot V = 10 \text{ dm}^3 \cdot 0,05 \text{ mol/dm}^3 = 0,5 \text{ mol oldott anyag}$$

$$m = n \cdot M = 0,5 \text{ mol} \cdot 40 \text{ g/mol} = 20 \text{ g NaOH (oldott anyag)}$$

Átszámolva nátrium-hidroxid-oldat tömegére (tömegszázalék segítségével)

$$m(\text{oldat}) = \frac{m(\text{oldott anyag})}{w} \cdot 100 = \frac{20 \text{ g}}{38} \cdot 100 = 52,63 \text{ g}$$

$$\text{Ezt átszámolva térfogatra: } V = \frac{m}{\rho} = \frac{52,63}{1,40} = \mathbf{37,59 \text{ cm}^3}$$

6. **36 tömegszázalékos sósavat ($\rho = 1,18 \text{ g/cm}^3$) vízzel ötszörös végtérfogatra hígítunk. Hány mol/dm³ koncentrációjú a hígított oldat?**

A feladat szövegében nincs megadva semmilyen konkrét térfogat. Ilyenkor vehetünk **egységnyi térfogatot**, azaz **1 dm³ sósavat!** Határozzuk meg az oldat tömegét!

$$V = 1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$$

$$m = \rho \cdot V \quad m = 1,18 \text{ g/cm}^3 \cdot 1000 \text{ cm}^3 = 1180 \text{ g sósav}$$

Az oldat tömegéből és a tömegszázalékból számoljuk ki a sósav tömegét:

$$w = \frac{m_{\text{oldott anyag}}}{m_{\text{oldat}}} \cdot 100 \text{ összefüggésből:}$$

$$m(\text{oldott anyag}) = \frac{w \cdot m_{\text{oldat}}}{100} = \frac{1180 \cdot 36}{100} = 424,8 \text{ g HCl}$$

A tömeget átszámolva anyagmennyiségre:

$$n = \frac{m}{M} \quad n(\text{HCl}) = \frac{424,8 \text{ g}}{36,5 \text{ g/mol}} = 11,46 \text{ mol HCl}$$

Az eredeti oldat térfogatot meghígítottuk ötszörösére, így $V_2 = 5 V_1$

Vagyis az eredeti 1 dm³-ből lett 5 dm³

Behelyettesítve megkapjuk az anyagmennyiség koncentráció értékét:

$$c = \frac{n}{V} \quad \text{összefüggésből } c = \frac{11,46 \text{ mol}}{5 \text{ dm}^3} = 2,33 \text{ mol/dm}^3 \text{ HCl-oldat}$$

Vagyis 2,33 mol/dm³ oldatot hígítottunk.

7. **Hány mol/dm³ koncentrációjú az a kénsavoldat, amelyet háromszoros végtérfogatra hígítva 20 tömegszázalékos 1,14 g/cm³ sűrűségű oldatot kapunk?**

$$w_2 = 20\% \quad \rho_2 = 1,14 \text{ g/cm}^3 \quad M = 98 \text{ g/mol}$$

$$V_2 = 3 V_1$$

$$c_1 = ?$$

Tegyük fel, hogy $V_1 = 1 \text{ dm}^3$. Ebből következik, hogy $V_2 = 3 \text{ dm}^3 = 3000 \text{ cm}^3$

$$m(\text{oldat}) = \rho \cdot V = 1,14 \text{ g/cm}^3 \cdot 3000 \text{ cm}^3 = 3420 \text{ g oldatunk van,}$$

$$\text{amiben } m(\text{oldott anyag}) = w \cdot \frac{m(\text{oldott anyag})}{100} = 20 \cdot \frac{3420}{100} = 684 \text{ g oldott anyagot (Kénsavat)}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{684 \text{ g}}{98 \text{ g/mol}} = 6,98 \text{ mol}$$

Mivel a kénsav anyagmennyisége nem változik az oldatban (hisz csak a víz mennyisége nő)

$$c_1 = \frac{n}{V_1} = \frac{6,98 \text{ mol}}{1 \text{ dm}^3} = \mathbf{6,98 \text{ mol/dm}^3}$$