

## Oktatási segédanyag

**Petőcz György**

Laboratóriumi munkához szükséges alapvető kémiai számítások

## **A KÉMIAI KÉPLETEK**

„A képletek (a tapasztalati, a molekula- és a szerkezeti képletek) egyszerű és egyértelmű módot nyújtanak a vegyületek jelölésére.”<sup>1.)</sup>

<sup>41.o.</sup> A többféle kémiai képlet felírásának és jelrendszerének nemzetközileg egyeztetett és elfogadott szabályai vannak.

**A tapasztalati képlet** a vegyület sztöchiometriai összetételét adja meg. Az elemek egymás mellé írt vegyjelet tartalmazza. A vegyjelek alsó indexével fejezzük ki az összetevők legegyszerűbb arányát. ( Az indexben szereplő számoknak nem lehet egynél nagyobb közös osztójuk.) Az 1-es indexet nem írjuk ki. A tapasztalati képletből nem tudjuk a molekulatömeget kiszámítani. (Több, különböző nagyságú molekulának is lehet azonos a tapasztalati képlete.)

**A molekulaképlet** a valóságban önállóan létező molekula minőségi és mennyiségi összetételét fejezi ki. Ez a molekulatömegnek megfelelő képlet, ennek alapján számítható a relatív molekulatömeg. Természetesen a molekulaképlet megegyezhet a tapasztalati képlettel.

**A szerkezeti képlet** a molekulát alkotó atomok kapcsolódását, térbeli elrendeződését mutatja.

A képletekkel kapcsolatos számítások egyik nagy csoportja a molekulát alkotó atomok kísérletileg meghatározható elemanalízis adataiból ( ezek az összetevők tömegének százalékos értékét

tartalmazzák ) indul ki, melyekből a tapasztalati képlet minden további nélkül megadható. A molekulaképlet felírásához a kísérletileg szintén meghatározható molekulatömeg, vagy a molekula nagyságával összefüggő valamilyen adat szükséges.

1. Példa: Egy vegyület 40,00% szenet, 6,67% hidrogént és 53,33% oxigént tartalmaz. Adjuk meg a vegyület tapasztalati képletét!

Megoldás: Induljunk ki 100 g vegyületből! Ez a 100 g vegyület 40 g szenet, 6,67 g hidrogént és 53,33 g oxigént tartalmaz. A 100 g

vegyületben van  $\frac{40}{12} = 3,33$  mol szén

$\frac{6,67}{1} = 6,67$  mol hidrogén

$\frac{53,33}{16} = 3,33$  mol oxigén

Ezek szerint a képlet felírható lenne  $C_{3,33} H_{6,67} O_{3,33}$  formában, de a legegyszerűbb arányt ennek 3,33-ad része adja:

3,33 mol szén , ebből a molarány:  $\frac{3,33}{3,33} = 1$

6,67 mol hidrogén  $\Rightarrow \frac{6,67}{3,33} = 2$

3,33 mol oxigén  $\Rightarrow \frac{3,33}{3,33} = 1$



Hogy ténylegesen melyik vegyületről van szó, az ebből az arányokat kifejező tapasztalati képletből nem derül ki, hiszen a formaldehid

( HCHO ) éppen úgy megfelel, mint például a szőlőcukor (  $C_6H_{12}O_6$  ), de még sok más vegyület is, amelyek a (  $CH_2O$  )<sub>p</sub> képlettel adhatók meg.

2. Példa: Adjuk meg az 1. példában leírt vegyület molekulaképletét, ha molekulatömeg kísérletileg meghatározott értéke 60g/mol!

Megoldás: A (  $CH_2O$  )<sub>p</sub> képlettel jellemzett anyag molekulatömege  $p \cdot 30$  , tehát  $p \cdot 30 = 60$  , amiből  $p = 2$  , tehát a molekulaképlet



A szerkezeti képletét még mindig nem tudjuk, hiszen lehet ecetsav (  $CH_3COOH$  ), lehet glikolaldehid (  $HOCH_2CHO$  ), de lehet metilformiát is (  $HCOOCH_3$  ) és még több lehetőség is van, ennek eldöntése további információt igényel.

A képletekkel kapcsolatos számítások másik nagy csoportja a molekulát alkotó atomok számával, oxidációs állapotával kapcsolatos adatokból indul ki. A megadott információk alapján többismeretlenes egyenleteket lehet felállítani, kihasználva azt, hogy a molekulák kifelé semlegesek, így a molekulában szereplő összetevők oxidációs állapotainak algebrai összege nulla.

3. Példa: Egy vegyület +6-os oxidációfokú kénatomot és 3,5-szer annyi oxigénatomot tartalmaz, mint amennyi nátriumatomot. Mi a vegyület tapasztalati képlete?

Megoldás: Legyen a vegyület képlete  $Na_xS_yO_z$

A feladat alapján:  $3,5 x = z$

Az oxidációs állapot alapján:  $x + 6y = 2z$

A z értékét behelyettesítve:  $x + 6y = 3,5 \cdot 2x$

$$y = x$$

Ha  $x = 1$ , akkor  $z$  értéke nem egész szám,

ha  $x = 2$ , akkor  $y = 2$  és  $z = 7$

A képlet:  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$  (nátrium-diszulfát, nátrium-piroszulfát)

## OLDATKONCENTRÁCIÓK

A gyakrabban használt koncentrációfajták:

**Tömegszázalék m/m % ( w% ):** Az oldat tömegében oldott anyag tömegének százalékos értéke. Megadja, hogy a kérdéses komponens tömege hány százaléka az elegy összes tömegének. ( Megmutatja, hogy az elegy 100 tömegegységében hány tömegegység a kérdéses komponens.) Számértékét megkapjuk, ha az elegyben lévő kérdéses komponens tömegét osztjuk az elegy teljes tömegével és a kapott hányadost szorozzuk 100-zal. ( A gyakorlatban az elegyek összetételének megadásakor a „százalék” kifejezés alatt tömegszázalékot értünk. Ha nem tömegszázalékkal dolgozunk, akkor mindig megadjuk, hogy milyen százalékról van szó. )

$$\text{m/m \%} = \frac{\text{oldott anyag tömege}}{\text{oldat tömege}} 100$$

**Tömeghányad W :** Az oldott anyag tömegének és az oldat tömegének hányadosa. Megadja, hogy a kérdéses komponens tömege hányadrésze az elegy összes tömegének. ( Megmutatja, hogy az elegy 1 tömegegységében hány tömegrész a kérdéses komponens. ) Számértékét megkapjuk, ha az elegyben lévő kérdéses komponens tömegét osztjuk az elegy teljes tömegével. Számértéke a tömegszázalékban kifejezett érték századrésze.

$$W = \frac{\text{oldott anyag tömege}}{\text{oldat tömege}} \quad [ \text{dimenzió nélkül} ]$$

4. Példa: *Hány tömegszázalékos az az oldat, melynek 32,50 g-jában 4,03 g oldott anyag van? Mekkora az oldott anyagra és az oldószerre vonatkoztatott tömeghányad értéke?*

Megoldás: **A)**

$$\text{m/m \%} = \frac{4,03}{32,50} 100 = \underline{12,4 \%}$$

$$W_{\text{oldott anyag}} = \frac{4,03}{32,50} = \underline{0,124}$$

$$W_{\text{oldószer}} = \frac{32,5 - 4,03}{32,5} = \underline{0,876}$$

**B)**

32,50 g oldatban van 4,03 g oldott anyag

100,00 g oldatban van z g oldott anyag

$$z = \frac{4,03 \cdot 100,00}{32,50} = 12,40 \text{ g}$$

32,50 g oldatban van 4,03 g oldott anyag és 32,50-4,03 g oldószer

1,00 g oldatban van x g oldott anyag és y g oldószer

$$x = \frac{4,03 \cdot 1,00}{32,50} = 0,124 \text{ g tehát } \underline{W_{\text{oldott anyag}} = 0,124}$$

$$y = \frac{32,5 - 4,03}{32,5} = 0,876 \text{ g azaz } \underline{W_{\text{oldószer}} = 0,876}$$

**Térfogatszázalék V/V % ( φ% )** Az oldat térfogatában oldott anyag térfogatának százalékos értéke. Oldat térfogategységben oldott térfogat.

Megadja, hogy a kérdéses komponens térfogata hány százaléka az elegy összes térfogatának. (Megmutatja, hogy az elegy 100 térfogategységében hány térfogategység a kérdéses komponens.) Számértékét megkapjuk, ha az elegyben lévő kérdéses komponens térfogatát osztjuk az elegy teljes térfogatával és a kapott hányadost szorozzuk 100-zal.

$$V/V \% = \frac{\text{oldott anyag térfogata}}{\text{oldat térfogata}} \cdot 100$$

**Térfogattört V/V ( Φ )** Az oldott anyag térfogatának és az oldat térfogatának hányadosa. Megadja, hogy a kérdéses komponens térfogata hányadrésze az elegy összes térfogatának. (Megmutatja, hogy az elegy 1 térfogategységében hány térfogategység a kérdéses komponens.) Számértékét megkapjuk, ha az elegyben lévő kérdéses komponens térfogatát osztjuk az elegy teljes térfogatával. Számértéke a térfogatszázalékban kifejezett érték századrésze.

$$V/V = \frac{\text{oldott anyag térfogata}}{\text{oldat térfogata}} \quad [ \text{dimenzió nélkül} ]$$

5. Példa: *Hány cm<sup>3</sup> tiszta ecetsavat kell bemérni 250 cm<sup>3</sup> 18 térfogatszázalékos ecetsavoldat készítéséhez?*

Megoldás:

A) a 250-nek a 18%-a:  $250 \cdot 0,18 = 45$  tehát 45,00 cm<sup>3</sup> ecetsavat kell bemérni

B) 100 cm<sup>3</sup> oldat tartalmaz 18 cm<sup>3</sup> ecetsavat  
250 cm<sup>3</sup> oldat tartalmaz x cm<sup>3</sup> ecetsavat

$$x = \frac{250 \cdot 18}{100} = \underline{45 \text{ cm}^3}$$

**Molszázalék x (n/n %):** Az oldat moljainak és az oldott anyag moljainak százalékos értéke. Megadja, hogy az elegyben lévő anyagok összes moljainak hány százaléka az adott komponens moljainak a száma. Megmutatja, hogy az elegy 100 moljában hány mol van az adott komponensből. Számértékét megkapnatjuk, ha a kérdéses komponens molszámának és az elegyben lévő különböző kémiai anyagok moljai összegének hányadosát szorozzuk százzal.

$$x \% = \frac{\text{oldott anyag moljainak száma}}{\text{oldatban levő molok száma}} 100$$

**Moltört X** Az adott komponens moljai számának és az elegyben levő összes molok számának hányadosa. Megmutatja, hogy 1 mol elegyben hányadrész mol adott komponens található. Értéke századrésze a molszázalék értékének.

$$X = \frac{\text{oldott anyag moljainak száma}}{\text{oldatban levő molok száma}} \quad [ \text{dimenzió nélkül} ]$$

6. Példa: 3 mol mennyiségű NaCl-t 45 mol vízben oldunk. Mekkora lesz az oldat moltörtje, tömegtörtje, molszázalékos, tömegszázalékos összetétele?

Megoldás: A) Az oldat moljainak száma  $3 + 45 = 48$

A NaCl-ra vonatkoztatott moltört:  $X_{\text{NaCl}} = \frac{3}{48} = \underline{0,0625}$   
 molszázalék  $x_{\text{NaCl}} = \underline{6,25\%}$

A vízre vonatkoztatott moltört  $X_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{45}{48} = \underline{0,9375}$   
 molszázalék  $x_{\text{H}_2\text{O}} = \underline{93,75\%}$

Az oldat tartalmaz 3 mol NaCl-t, ennek tömege:  $3 \cdot 58,45 = 175,35 \text{ g}$   
 és 45 mol vizet, melynek tömege  $45 \cdot 18,02 = 810,9 \text{ g}$   
 Az oldat tömege =  $986,25 \text{ g}$

Az oldat tömegtörtje  $\frac{175,35}{986,25} = \underline{0,178}$

Az oldat tömegszázalékos összetétele: 17,8%

**B)** Az oldat moljainak száma  $3 + 45 = 48$

Ha 48 mol elegy tartalmaz 3 mol NaCl-t, akkor

100 mol elegy tartalmaz y mol NaCl-t

$$y = \frac{100 \cdot 3}{48} = 6,25 \text{ azaz } x_{\text{NaCl}} = \underline{6,25\%} \text{ melyből}$$

$$X_{\text{NaCl}} = \underline{0,0625}$$

Mivel  $\sum x = 100$  ezért  $x_{\text{H}_2\text{O}} = 100 - 6,25 = \underline{93,75\%}$

$$\text{és } \sum X = 1 \quad X_{\text{H}_2\text{O}} = 1 - 0,0625 = \underline{0,9375}$$

Az oldat tartalmaz 3 mol NaCl-t, melynek tömege  $3 \cdot 58,45 = 175,35$  g  
és 45 mol vizet, melynek tömege  $45 \cdot 18,02 = 810,90$  g  
Az oldat tömege = 986,25 g

Ha 986,25 g oldatban van 175,35 g oldott anyag, akkor

100 g oldatban van  $z$  g oldott anyag

$$z = \frac{100 \cdot 175,35}{986,25} = 17,8 \text{ azaz az oldat: } \underline{17,8 \text{ tömegszázalékos,}}$$

tömegtörtje 0,178

**Mol koncentráció vagy molaritás  $c$**  ( anyagmennyiség-koncentráció, kémiai koncentráció, mol/dm<sup>3</sup>-es koncentráció, molos oldat ( M ) ): Az adott komponens moljainak száma az elegy térfogategységében ( 1 dm<sup>3</sup>-ében. ) Megmutatja, hogy 1000 cm<sup>3</sup> oldatban hány gramm-molekulatömegnyi oldott anyag van. Értékét megkaphatjuk, ha az adott anyag moljainak számát osztjuk az elegy dm<sup>3</sup>-ben kifejezett térfogatával. ( Az anyag moljainak száma (  $n$  ) az anyag grammban kifejezett tömegének és a relatív molekulatömegnek a hányadosa. )

$$c = \frac{\text{oldott anyag moljainak száma}}{\text{oldat térfogata [ dm}^3 \text{ ]}} \quad [ \text{mol/dm}^3 \text{ ]}$$

7. Példa: *Hány molos az az ammónium-klorid-oldat, melyet úgy készítettünk, hogy 75 g ammónium-kloridot kis mennyiségű vízben feloldunk, majd ezt az oldatot 500 cm<sup>3</sup>-es mérőlombikban jelig töltjük fel ?*

Megoldás: **A)**  $M_{\text{NH}_4\text{Cl}} = 53,50$  g/mol

$$c_{\text{NH}_4\text{Cl}} = \frac{75}{0,5} = \underline{2,8 \text{ mol/dm}^3}$$

**B)**  $M_{\text{NH}_4\text{Cl}} = 53,50$  g/mol, tehát

Ha 53,5 g NH<sub>4</sub>Cl 1 mol, akkor

75 g NH<sub>4</sub>Cl  $x$  mol

$$x = \frac{75 \cdot 1}{53,5} = 1,4 \text{ mol}$$

500 cm<sup>3</sup> oldatban van 1,4 mol NH<sub>4</sub>Cl

1000 cm<sup>3</sup> oldatban van  $y$  mol NH<sub>4</sub>Cl

$$y = \frac{1000 \cdot 1,4}{500} = 2,8 \text{ mol, tehát } \underline{c=2,8 \text{ mol/dm}^3}$$

**Raoult-koncentráció vagy molalitás  $C_R$**  : Az oldott molok száma az oldószer tömegegységében ( 1 kilogrammjában, azaz 1000 grammjában ). Kifejezi az adott komponens moljainak számát az oldószer 1000 g-jában. Megmutatja, hogy 1 kg oldószerben hány

gramm-molekulatömegnyi oldott anyag van oldva. Értékét megkaphatjuk, ha az adott anyag moljainak számát osztjuk az oldatban levő oldószer kg-ban kifejezett tömegével.

$$C_R = \frac{\text{oldott anyag moljainak száma}}{\text{oldószer tömege [ kg ]}} \quad [ \text{ mol/kg oldószer } ]$$

8. Példa: Mekkora a molalitása a 810 cm<sup>3</sup> víz és 175,35 g nátrium-klorid elegyítésével készült oldatnak? (  $\rho_{\text{víz}} = 1,000 \text{ g/cm}^3$  )

Megoldás: A)  $M_{\text{NaCl}} = 58,45 \text{ g/mol}$

$$C_R = \frac{\frac{175,35}{58,45}}{0,81} = \underline{3,7 \text{ mol/1000g víz}}$$

B) Ha 810 g víz tartalmaz 175,35 g NaCl-t, akkor

1000 - " - x g NaCl-t

$$x = \frac{1000 \cdot 175,35}{810} = 216,48$$

Ha 58,45 g NaCl 1 mol, akkor

216,48 g NaCl y mol

$$y = \frac{216,48 \cdot 1}{58,45} = 3,7 \text{ tehát } C_R = \underline{3,7 \text{ mol/1000g víz}}$$

9. Példa: Mekkora az 5.példában készített oldat molaritása? ( Az oldat sűrűsége 1,130 g/cm<sup>3</sup> ) Nézzük meg a 3. példában készített ugyanilyen oldat egyéb koncentrációkkal kifejezett értékeit!

Megoldás: A) Az oldat térfogata  $V = \frac{810+175,35}{1,130} = 872 \text{ cm}^3$

$$c = \frac{\frac{175,35}{58,45}}{0,872} = \underline{3,44 \text{ mol/dm}^3}$$

B) Raoult koncentrációból kiindulva:

3,7 mol NaCl tömege  $3,7 \cdot 58,45 = 216,265 \text{ g}$

Ha 3,7 mol NaCl van 1000 + 216,265 g oldatban, akkor

x - " - 1000 cm<sup>3</sup> = 1000 · 1,130 g oldatban

$$x = \frac{3,7 \cdot 1000 \cdot 1,13}{1216,265} = 3,44 \text{ mol, azaz } c = \underline{3,44 \text{ mol/dm}^3}$$

**Tömegkoncentráció, g/dm<sup>3</sup>-es koncentráció:** Oldat térfogategységben ( 1 dm<sup>3</sup>-ben ) oldott tömeg. Megadja az adott komponens grammal kifejezett tömegét az oldat 1 dm<sup>3</sup>-ében. Értékét megkaphatjuk, ha az oldott anyag grammokban kifejezett tömegét osztjuk az oldat dm<sup>3</sup>-ben kifejezett térfogatával.

$$\frac{\text{oldott anyag tömege [ g ]}}{\text{oldat térfogata [ dm}^3 \text{ ]}} \quad [ \text{ g/dm}^3 \text{ ]}$$

**g/100cm<sup>3</sup>:** Oldat térfogategységben ( 100 cm<sup>3</sup>-ben ) oldott tömeg  
 Megmutatja az 100 cm<sup>3</sup> oldatban levő oldott anyag tömegét  
 grammban kifejezve. Értéke tizedrésze a g/dm<sup>3</sup>-ben kifejezett  
 koncentráció értékének.

$$\frac{\text{oldott anyag tömege [ g ]}}{\text{oldat térfogata [ 10 \cdot dm^3 ]}} \quad [ \text{ g/100cm}^3 ]$$

10. Példa: Mennyi ezüst-nitrátot kell bemérni 250 cm<sup>3</sup> 8,5 g/dm<sup>3</sup>  
 koncentrációjú oldat készítéséhez? Mekkora az így készült oldat  
 mol/dm<sup>3</sup>-ben és g/100cm<sup>3</sup>-ben kifejezett koncentrációja?

Megoldás: A)

$$8,5 = \frac{x}{\frac{250}{1000}} \quad \Rightarrow \quad x = \underline{2,125 \text{ g}}$$

Ha a bemérést táramérlegben végezzük ( amely grammban két  
 tizedesjegy pontosságú mérést tesz lehetővé ), akkor az eredményt - a  
 kerekítés általános szabályai szerint – két tizedesjegy pontossággal  
 kell megadni, tehát 2,13 g ezüst-nitrátot kell bemérni.

$$M_{\text{AgNO}_3} = 169,89 \text{ g/mol}$$

$$8,5 \text{ g/dm}^3 \text{ koncentráció megfelel } \frac{8,5}{169,89} = \underline{0,05 \text{ mol/dm}^3}\text{-es}$$

$$\text{és } \frac{8,5}{10} = \underline{0,85 \text{ g/100cm}^3}\text{-es koncentrációnak.}$$

B) Ha 1dm<sup>3</sup>oldatban van 8,5 g AgNO<sub>3</sub> , akkor

$$0,25 \quad - \quad - \quad - \quad x \text{ g AgNO}_3$$

$$x = \frac{0,25 \cdot 8,5}{1} = \underline{2,125 \text{ g}}$$

Ha 169,89 g AgNO<sub>3</sub> 1mol, akkor

$$8,5 \quad - \quad - \quad - \quad y \text{ mol}$$

$$y = \frac{8,5 \cdot 1}{169,89} = 0,05 \text{ mol } y \quad \Rightarrow \quad \underline{c = 0,05 \text{ mol/dm}^3}$$

Ha 1dm<sup>3</sup>oldatban van 8,5 g AgNO<sub>3</sub> , akkor

$$0,1 \quad - \quad - \quad - \quad z \quad - \quad - \quad -$$

$$z = \frac{0,1 \cdot 8,5}{1} = 0,85 \text{ g} \quad \Rightarrow \quad \underline{0,85 \text{ g/100cm}^3}$$

**g/100g oldószer:** Oldószer tömegegységben ( 100 grammban ) oldott  
 tömeg. Kifejezi a 100g oldószerben oldott anyag tömegét grammban.  
 ( Ezt elterjedten használják szilárd anyagok oldhatósági táblázataiban  
 a kémiai szakirodalomban.)

$$\frac{\text{oldott anyag tömege [ g ]}}{\text{oldószer tömege [ 10 \cdot kg ]}} \quad [ \text{ g/100g oldószer } ]$$

11. Példa: Mennyi vízből kell forrón telített kálium-nitrát oldatot  
 készíteni, ha 1,23 kg kálium-nitrátot szeretnénk átkristályosítani? Az



anyag hány százaléka válik ki, ha 20°C-ra vagy 0°C-ra hűtjük le az oldatot?

Megoldás: A) Oldhatósági táblázatból a KNO<sub>3</sub> oldhatósága 0°C-on 13,3 g/100g víz, 20°C-on 31,6 g/100g víz, 100°C-on 246 g/100g víz.

$$\frac{1230}{\frac{246}{100}} = 500 \text{ g} \Rightarrow \underline{500 \text{ cm}^3 \text{ víz szükséges}}$$

Az anyag kiválás százalékos értéke független a tényleges mennyiségtől, így az oldhatósági adatokból is számolható (100 g vízre vonatkoztatott mennyiség):

0°C-on

$$\frac{13,3}{246} \cdot 100 = 5,4 \% \text{ marad oldatban, tehát } 94,6 \% \text{ válik ki.}$$

20°C-on 100 g vízre vonatkoztatva kiválik  $246 - 31,6 = 214,4$  g, ami

$$\frac{214,4}{246} \cdot 100 = \underline{87,2 \%}$$

**B)** Ha 246 g só oldódik 100 g vízben, akkor

$$1230 \quad - \quad " \quad - \quad x \quad - \quad " \quad -$$

$$x = \frac{1230 \cdot 100}{246} = 500 \text{ g}$$

Ha 100 g víz old 0 °C-on 13,3 g sót és 20°C-on 31,6 g sót, akkor

$$500 \quad - \quad " \quad - \quad y \quad - \quad " \quad - \quad z \quad - \quad " \quad -$$

$$y = \frac{500 \cdot 13,3}{100} = 66,5 \text{ g} \Rightarrow \text{Kiválik: } 1230 - 66,5 = 1163,5 \text{ g}$$

Ha 1230 g 100 %

1163,5 g v %

$$v = \frac{1163,5 \cdot 100}{1230} = \underline{94,6 \%}$$

$$z = \frac{500 \cdot 31,6}{100} = 158 \text{ g} \Rightarrow \text{Kiválik: } 1230 - 158 = 1072 \text{ g,}$$

$$\text{ami az összes sónak } \frac{1072}{1230} \cdot 100 = \underline{87,2 \%}\text{-a.}$$

12. Példa: Az ecetsav sűrűsége  $1,0497 \text{ g/cm}^3$ . A 40%-os,  $419,52 \text{ g/dm}^3$  koncentrációjú ecetsavoldatnak számítsuk ki az alábbi jellemzőit!

a) sűrűségét

b) tömeghányadot

c) térfogathányadot, térfogatszázalékos koncentrációját

d) molhányadot, molszázalékos koncentrációját

e) molaritását

f) molalitását

g)  $\text{g/100 cm}^3$ , valamint



b) A 40 tömeg % =  $\frac{40}{100} = \underline{0,4 \text{ tömegtört}}$

c)

1000 cm<sup>3</sup> oldatban van 419,52 g, azaz  $\frac{419,52}{1,0497}$  cm<sup>3</sup> ecetsav  
 100 x cm<sup>3</sup> ecetsav

$$y = \frac{100 \cdot \frac{419,52}{1,0497}}{1000} = 39,97 \text{ cm}^3$$

Az oldat 39,97 V/V%-os, térfogattörtje 0,3997

d)

100 g oldatban van 40 g ecetsav, ami  $\frac{40}{60,05} = 0,6661$  mol

60 g víz, ami  $\frac{60}{18,016} = 3,3304$  mol

összes molok száma 3,9965

3,9965 molból 0,6661 mol ecetsav és 3,3304 mol víz

100 x y

$$x = \frac{100 \cdot 0,6661}{3,9965} = 16,67 \text{ mol} \quad y = \frac{100 \cdot 3,3304}{3,9965} = 83,33 \text{ mol}$$

$$x_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \underline{16,67 \%} \quad x_{\text{H}_2\text{O}} = \underline{83,33 \%}$$

$$X_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \underline{0,1667} \quad X_{\text{H}_2\text{O}} = \underline{0,8333}$$

e) Ha 1 mol ecetsav 60,05 g, akkor

x 419,52

$$x = \frac{1 \cdot 419,52}{60,05} = 6,986 \text{ mol, azaz}$$

---


$$c = \underline{6,986 \text{ mol/dm}^3}$$

f)

60 g vízben 40g, azaz  $\frac{40}{60,05} = 0,6661$  mol ecetsav van

1000g x mol

$$x = \frac{1000 \cdot 0,6661}{60} = 11,10 \text{ mol}$$

$$\underline{C_R = 11,10 \text{ mol/1000g víz}}$$

g) 1000 cm<sup>3</sup> oldatban van 419,52 g ecetsav

100 x

$$x = \frac{100 \cdot 419,52}{1000} = 41,95 \text{ g}$$

$$\underline{41,95 \text{ g} / 100 \text{ cm}^3}$$

h) 60 g vízben van 40 g ecetsav

$$100 \quad x$$

$$x = \frac{100 \cdot 40}{60} = 66,67 \text{ g}$$

66,67 g/ 100g oldószer

## OLDATOK KEVERÉSE

Az azonos minőségű anyagot tartalmazó oldatok keverésével kapcsolatos számítások esetében tulajdonképpen két utat választhatunk:

1) Az összekeverendő és az összekevert oldatok és oldott anyagok tömegazonossága alapján végzett számításokban azt használjuk ki, hogy az elegyítés előtt az oldatok tömegének összege megegyezik az elegyítés után kapott oldat tömegével ( a tömegek additívek ), valamint az elegyítés során az oldott anyag össztömege nem változik, tehát az elegyítés előtti oldatokban lévő oldott anyag ( és oldószer tömegek ) összege egyenlő az elegyítés után kapott oldatban lévő oldott anyag ( és oldószer ) tömegével. ( Ez oldattérfogatok esetében nincs így, a térfogatok nem additívek.) Ezt az összefüggést a keverési egyenlet fejezi ki, mely a tömegtörtek vagy a tömegszázalékos összetétel és a tömegek közötti összefüggést írja le:

$$m_1 \cdot W_1 + m_2 \cdot W_2 + \dots + m_m \cdot W_m = (m_1 + m_2 + \dots + m_m) \cdot W_o$$

vagy:

$$m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 + \dots + m_m \cdot w_m = (m_1 + m_2 + \dots + m_m) \cdot w_o$$

ahol  $m_i$  a  $W_i$  tömegtörtű, vagy  $w_i$  tömegszázalékos oldat tömege.

2) Az összekeverendő és az összekevert oldatokban lévő oldott anyag molszámának azonossága alapján végzett számításokban azt használjuk ki, hogy az elegyítés előtt az oldatokban lévő oldott anyag ( és oldószer ) molszámainak összege megegyezik az elegyítés után kapott oldatban lévő oldott anyag és ( oldószer ) molszámával Ez az összefüggés a térfogatok és a molkoncentrációk között állapít meg összefüggést:

$$c_1 V_1 + c_2 V_2 + \dots + c_v V_v = c_z V_z$$

ahol  $c_i$  a  $V_i$  térfogatú oldat mol/dm<sup>3</sup>-ben megadott koncentrációja.

13. Példa: Készítendő 2900 g 48 %-os kénsavoldat 1,190 g/cm<sup>3</sup> és 1,830 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű kénsavoldatok elegyítésével. Milyen térfogatokat kell összekeverni?

Megoldás: **1)** Táblázatból: az  $1,190 \text{ g/cm}^3$  sűrűségű oldat  $26,47 \%$ -os,  
és  $1,830 \text{ g/cm}^3$   $92,10 \%$ -os

Ha a hígabb oldatból kell  $x$  g, akkor a másikból ( $2900 - x$ ) g kell

$$x \cdot 26,47 + (2900 - x) \cdot 92,10 = 2900 \cdot 48$$

$$x = 1948,65 \text{ g} \text{ ami } \frac{1948,65}{1,190} = \underline{1637,5 \text{ cm}^3} \text{ kell a}$$

hígabb oldatból.

$$2900 - 1948,65 = 951,35 \text{ g, ami } \frac{951,35}{1,830} = \underline{519,9 \text{ cm}^3} \text{ kell a}$$

töményebb oldatból.

**2)** A molszám-azonosságon alapuló megoldás kicsit  
körülményesebb:

Táblázatból: Az  $1,190 \text{ g/cm}^3$  sűrűségű oldat  $314,99 \text{ g/dm}^3$ -es, azaz

$$\frac{314,99}{98,08} = 3,21 \text{ mol/dm}^3\text{-es.}$$

Az  $1,830 \text{ g/cm}^3$  sűrűségű oldat  $1713,61 \text{ g/dm}^3$ -es, azaz

$$\frac{1713,61}{98,08} = 17,47 \text{ mol/dm}^3\text{-es.}$$

A  $48 \%$ -os kénsavoldat sűrűsége  $1,380 \text{ g/cm}^3$  és  $668,61 \text{ g/dm}^3$ -es, tehát  $\frac{668,61}{98,08} = 6,82 \text{ mol/dm}^3$ -es, a készítendő  $2900 \text{ g}$  az

$$\frac{2900}{1,380} = 2101,45 \text{ cm}^3 \text{ (Érdemes összehasonlítani ezt a térfogatot az}$$

1) megoldás eredményeként kapott térfogatokkal! )

A molszám-egyenlőségen alapuló egyenletben ( $c_1V_1 + c_2V_2 + \dots + c_vV_v = c_zV_z$ ) a  $V = m/\rho$  helyettesítéssel az alábbi egyenletet kapjuk:

$$c_1 \frac{m_1}{\rho_1} + c_2 \frac{m_2}{\rho_2} = c_3 \frac{m_3}{\rho_3}, \text{ melyben a tömegek additív}$$

volta miatt  $m_1 + m_2 = m_3$

$$3,21 \frac{m_1}{1,190} + 17,47 \frac{2900 - m_1}{1,830} = 6,82 \frac{2900}{1,380}$$

$$m_1 = 1949,61 \text{ g} \text{ ez } \frac{1949,61}{1,190} = \underline{1638,3 \text{ cm}^3}, \text{ ami az előző}$$

megoldáshoz viszonyítva  $0,05 \%$ -os eltérés ( a kerekítések miatt ).

$$m_2 = 2900 - 1949,61 = 950,39 \text{ g} \Rightarrow V_2 = \frac{950,39}{1,830} \underline{519,3 \text{ cm}^3}$$

A két megoldást összehasonlítva látható, hogy az első egyszerűbb,  
rövidebb és pontosabb.

*14. Példa: Milyen molaritású lesz az a nátrium-hidroxid, melyet úgy készítünk, hogy összeöntünk  $210 \text{ cm}^3$   $12,5 \text{ mol/dm}^3$  és  $160 \text{ cm}^3$   $299 \text{ g/dm}^3$  koncentrációjú  $\text{NaOH}$  oldatot, majd desztillált vízzel  $500 \text{ cm}^3$ -re töltjük fel?*

Megoldás: **1)** A keletkező oldatnak nem ismerjük a tömegét, ezért tömegegyenlőség alapján nem számolhatunk.

A  $210 \text{ cm}^3$   $12,5 \text{ mol/dm}^3$ -es oldat tartalmaz  $0,210 \cdot 12,5 = 2,625 \text{ mol}$   
 $= 2,625 \cdot 40,01 = 105,026 \text{ g NaOH-t}$

$160 \text{ cm}^3$   $299 \text{ g/dm}^3$ -es oldat tartalmaz  $0,160 \cdot 299 = 47,84 \text{ g NaOH-t}$

A kész  $500 \text{ cm}^3$  oldat tartalmaz  $105,026 + 47,84 = 152,866 \text{ g NaOH-t}$ ,

ez  $\frac{152,866}{40,01} = 3,82 \text{ mol}$ , ennek molaritása  $\frac{3,82}{0,5} = \underline{7,64 \text{ mol/dm}^3}$

$$2) \quad \text{A } 299 \text{ g/dm}^3 \text{ az } \frac{299}{40,01} = 7,473 \text{ mol/dm}^3$$

Molszám-egyenlőség alapján:

$$12,5 \cdot 210 + 7,473 \cdot 160 = x \cdot 500$$

$$x = \underline{7,64 \text{ mol/dm}^3}$$

## SZÁMOLÁS KRISTÁLYVIZES ANYAGOKKAL

A kristályos anyagok egy része meghatározott mennyiségű kristályvízzel kristályosodik. A koncentrációk mindig anyagtartalomra vonatkoznak, a kristályvíz az oldószer víz mennyiségét növeli. A számításoknál ezt úgy vehetjük figyelembe, hogy **1)** átszámítjuk oda-vissza, hogy a kristályvíz nélküli anyag mennyisége mekkora mennyiségű kristályvíz tartalmú anyagban van.

**2)** A kristályvizes anyagot oldatként fogjuk fel, kiszámítjuk %-os összetételét és úgy számolunk, mintha oldatokat kevernénk.

*15. Példa: Készítendő  $100 \text{ cm}^3$   $0,2 \text{ mol/dm}^3$ -es kobalt-klorid oldat kristályos  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ -ból. Hány mg-ot kell bemérni?  $M_{\text{CoCl}_2} = 129,82 \text{ g/mol}$*

Megoldás: **1)**  $1000 \text{ cm}^3$  oldatban van  $0,2 \text{ mol CoCl}_2$

$$100 \quad \quad \quad x$$

$$x = \frac{100 \cdot 0,2}{1000} = 0,02 \text{ mol}$$

$$1/a) \quad 0,02 \cdot 129,82 = 2,5964 \text{ g CoCl}_2$$

$129,82 \text{ g CoCl}_2$ -t tartalmaz  $237,93 \text{ g CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

$$2,5964 \quad \quad \quad x$$

$$x = \frac{2,5964 \cdot 237,93}{129,82} = 4,7586 \text{ g, } \underline{4758,6 \text{ mg-ot kell bemérni}}$$

**1/b)** Egyszerűbben megkapjuk a pontosabb eredményt, ha figyelembe vesszük azt, hogy 1 mol kristályvizes kobalt-klorid 1 mol kristályvíz nélküli kobalt-kloridot tartalmaz. 0,02 mol, az  $0,02 \cdot 237,93 = 4,7586$  g. Tehát 4758,6 mg kristályvizes kobalt-kloridot kel bemérni.

**2)** 0,2 mol az  $0,2 \cdot 129,82 = 25,964$  g  $\text{CoCl}_2$  van 1 dm<sup>3</sup> oldatban, akkor 100 cm<sup>3</sup>-ben ennek tizede, 2,5964 g van. A kristályos kobalt-klorid  $\frac{129,82}{237,93} 100 = 54,56$  % kobalt-kloridot tartalmaz, tehát a szükséges mennyiség  $\frac{2,5964}{54,56} 100 = 4,7588$  g, 4758,8 mg kristályos anyagban van. Pontosabb eredményt kapunk, ha a % kiszámításakor több tizedesjegy értékre kerekítünk.

16. Példa: Hány mg kristályos réz-szulfátot ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) kell hozzáadni 1850 cm<sup>3</sup> 4 %-os 41,60 g/dm<sup>3</sup> koncentrációjú oldathoz, hogy 14 %-os oldatot kapjunk?  $M_{\text{CuSO}_4} = 159,61$  g/mol.

Megoldás: **1)** Kiszámítjuk a 4 %-os oldat tömegét:  
Ha 1000 cm<sup>3</sup> oldatban van 41,6 g  $\text{CuSO}_4$ , akkor

1850	x
------	---

$$x = \frac{1850 \cdot 41,6}{1000} = 76,96 \text{ g ez az oldat tömegének } 4 \text{ \% -a, amiből}$$

$$\text{az oldat tömege: } \frac{76,96}{4} 100 = 1924 \text{ g}$$

Az oldat tartalmaz  $1924 \cdot 0,04 = 76,96$  g  $\text{CuSO}_4$ -t

Adjunk az oldathoz x g  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ -t, ekkor az oldat tömege:

$$(1924 + x) \text{ g}$$

A készített oldat tartalmaz  $[(1924 + x) \cdot 0,14]$  g  $\text{CuSO}_4$ -t.

Az eredeti oldathoz kell még  $\{[(1924 + x) \cdot 0,14] - 76,96\}$  g  $\text{CuSO}_4$

Ez a mennyiségű  $\text{CuSO}_4$  a hozzáadott x g  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ -ban van

Ha 249,59 g  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  tartalmaz 159,61 g  $\text{CuSO}_4$ -t, akkor

$$x \quad \{[(1924 + x) \cdot 0,14] - 76,96\} \text{ g-ot}$$

$$249,59 \cdot \{[(1924 + x) \cdot 0,14] - 76,96\} = 159,61x$$

$$x = \underline{385,1939 \text{ g kristályos réz-szulfátot kell bemérni.}}$$

**2)**  $M_{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} = 249,59$  g/mol, ennek  $\text{CuSO}_4$

$$\text{tartalma } \frac{159,61}{249,59} 100 = 63,95 \%$$

Kiszámítjuk a 4 %-os oldat tömegét:

Ha 1000 cm<sup>3</sup> oldatban van 41,6 g  $\text{CuSO}_4$ , akkor

1851	x
------	---

$$x = \frac{1850 \cdot 41,6}{1000} = 76,96 \text{ g ez az oldat tömegének } 4 \text{ \% -a,}$$

$$\text{amiből az oldat tömege: } \frac{76,96}{4} 100 = 1924 \text{ g}$$

A keverési egyenlet szerint:

$$1924 \cdot 4 + m \cdot 63,95 = (1924 + m) \cdot 14$$

$$m = 385,1852 \text{ g kristályos réz-szulfátot kell}$$

bemérni.

Pontosabb eredményt kapunk, ha a % számításakor nem kerekítünk:

$$1924 \cdot 4 + m \cdot \frac{159,61}{249,59} 100 = (1924 + m) \cdot 14$$

$$m = 385,1939 \text{ g}$$

### Táblázatok használata: lineáris interpolálás, extrapolálás

Feladataink megoldásához gyakran használunk különböző táblázatokat. Ezek a kémiai táblázatok az esetek többségében nem lineáris összefüggést tartalmaznak, hiszen akkor egy egyszerű képlet segítségével leírhatók lennének. Nyilvánvaló, hogy akármilyen részletes is egy táblázat, minden adatot mégsem tartalmazhat. Ha olyan adatra van szükségünk, ami a táblázatban nem szerepel, de a táblázat két adata közé esik, akkor ehhez tartozó értéket a lineáris interpolálás segítségével adhatjuk meg. Ennek lényege, hogy az ismeretlen adatot a táblázatban szereplő kisebb és nagyobb adat segítségével úgy kapjuk meg, hogy a két érték között – bár tudjuk, hogy nem így van – egyenes arányosságot feltételezünk. Az így elkövetett hiba annál kisebb lesz, minél közelebb van a keresett érték a megadotthoz, ezért mindig a közelebbi értékhez viszonyítunk.

*17. példa: Mekkora az 1,164 g/cm<sup>3</sup>-es sűrűségű HCl oldat tömegszázalékos összetétele?*

Megoldás: A függvénytáblázat<sup>5)</sup> 19.2. fejezete szerint

1,160 g/cm<sup>3</sup>-es HCl oldat 32,14 %-os

1,165 - .” .- 33,16 %-os

A kettő különbsége:

0,005 g/cm<sup>3</sup>-es sűrűség különbséghez tartozik 1,02 %-os eltérés

1,165-1,164 = 0,001 - .” .- x - .” .-



$$x = \frac{0,001 \cdot 1,02}{0,005} = 0,204 \%, \text{ ennyivel kevesebb a } 33,16\% \text{-nál}$$

$$33,16 - 0,204 = 32,956$$

Az 1,164 g/cm<sup>3</sup>-es oldat 32,956 %-os

18.Példa: Mekkora a sűrűsége a 410 g/dm<sup>3</sup> koncentrációjú KOH oldatnak?

Megoldás: A függvénytáblázat<sup>5)</sup> 19.1.fejezete szerint:

A 404,95 g/dm<sup>3</sup>-es KOH oldat sűrűsége 1,300 g/cm<sup>3</sup>

a 420,38 - .” .- 1,310

A különbség:

15,43 g/dm<sup>3</sup>-es konc. eltéréshez adódik 0,010 g/cm<sup>3</sup> különbség

410-404,95 - .” .- x - .” .-

$$x = \frac{(410 - 404,95) \cdot 0,01}{15,43} = 0,003$$

Az oldat sűrűsége 1,300 + 0,003 = 1,303 g/cm<sup>3</sup>

## GYAKORLÓ FELADATOK

- 1.) Írja fel annak a vegyületnek a tapasztalati képletét, mely 16,40% szenet, 1,37% hidrogént 65,62% oxigént és 16,61% magnéziumot tartalmaz!
- 2.) Egy vegyület elemanalízis adatai a következők: szén:24,77 %, hidrogén:2,06 %, klór:73,17 %. Mi a vegyület tapasztalati képlete? Mi lesz a molekulaképlete, ha a molekulatömege 290,7 g/mol?
- 3.) Három szénhidrogén egyaránt 7,7% hidrogént tartalmaz, az egyik normál állapotban gáz, literenként 1,16g tömegű, a másik folyadék, gőzének tökéletes elégéséhez 7,5-szer annyi térfogatú oxigén szükséges, a harmadik molekulatömege 104 g/mol. Írjuk fel a molekulaképletüket!
- 4.) Egy vegyület oxigéнен kívül +6-os oxidációfokú kénatomot és ugyanannyi nátriumatomot tartalmaz. Mi a vegyület tapasztalati képlete?
- 1.) Mi annak a 21 atomból álló vegyületnek a tapasztalati képlete, melyben az Si + 4 oxidációfokú és kettővel több oxigénatomot tartalmaz, mint hidrogénatomot?
- 6.) A 14,3%-os oldat 300g-ja mennyi oldott anyagot és oldószert tartalmaz?

- 7.) A 2300 g 26,7%-os vizes oldat készítéséhez hány  $\text{cm}^3$  vízre és mennyi oldandó anyagra van szükség?
- 8.) Hány  $\text{cm}^3$  13,9 %-os,  $1,155 \text{ g/cm}^3$  sűrűségű vizes oldat készíthető 564,25 g szilárd anyag oldásával, és milyen térfogatú vízben kell oldani?
- 9.) Mennyi konyhasót és vizet tegyünk a meglévő 6,3 liter 8%-os sóoldathoz, hogy 8,5 liter 20%-os konyhasóoldatot kapjunk?
- 10.) Mekkora térfogatú 33,5%-os sósav oldatot kell bemérni 10 liter  $0,5 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú oldat készítéséhez ?
- 11.) A tömény kénsav 98%-os. Hány ml szükséges  $500 \text{ cm}^3$  3 molos oldat készítéséhez?
- 12.) Készítendő 2800 ml 0,5 molos  $\text{H}_2\text{SO}_4$  oldat. Hány  $\text{cm}^3$  vizet és tömény kénsavat ( 98 % - t ) kell elegyíteni?
- 13.) Felhígítunk 3,4 ml 1,116 molos sósavoldatot  $100 \text{ cm}^3$ -re. Milyen moltörtű oldatot kapunk?
- 14.) A 90 V/V%-os etilalkohol 85,8 w%-os. Mekkora a sűrűsége, ha a tiszta etilalkohol sűrűsége  $0,789 \text{ g/cm}^3$ ?
- 15.) Az 55,8 V/V%-os etilalkohol sűrűsége  $0,923 \text{ g/cm}^3$ . Mekkora az egyéb koncentrációegységekben kifejezett töménysége, ha a tiszta etilalkohol sűrűsége  $0,789 \text{ g/cm}^3$  ?
- 16.) Hány tömeg %-os az az oldat, melyet úgy készítünk, hogy  $10,525 \text{ g Na}_2\text{SO}_4$ -t oldunk  $500 \text{ cm}^3$  vízben ?

- 17.) Hány tömeg %-os az az oldat, melyet úgy készítünk, hogy  $10,525 \text{ g Na}_2\text{SO}_4$ -t oldunk kevés vízben, és azt  $500 \text{ cm}^3$ -re töltjük?
- 18.) Hány  $\text{cm}^3$  ecetsavat tartalmaz az  $1,014 \text{ g/cm}^3$  sűrűségű 11 %-os ecetsavoldat  $300 \text{ cm}^3$ -e ? Az ecetsav sűrűsége  $1,050 \text{ g/cm}^3$ .
- 19.) A 29,90 %-os nátriumhidroxid oldat sűrűsége  $1,330 \text{ g/cm}^3$ . Mekkora az oldat molaritása, molalitása, moltörtje, mol %-a és  $\text{g/dm}^3$  -ben kifejezett koncentrációja ?
- 20.) .A 38,60 %-os nátriumhidroxid oldat sűrűsége  $1,420 \text{ g/cm}^3$ . Mekkora az oldat molaritása, molalitása, moltörtje, mol %-a és  $\text{g/dm}^3$  -ben kifejezett koncentrációja ?
- 21.) A 18 %-os  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  oldat sűrűsége  $1,171 \text{ g/cm}^3$ . Mekkora az oldat molaritása, molalitása, moltörtje, mol %-a és  $\text{g/dm}^3$ -ben kifejezett koncentrációja ?
- 22.) 215 g 22 %-os konyhasóoldatot fedetlen edényben felejtettünk. Egy hét múlva 18,6 g só vált ki és 26 %-os sóoldat maradt vissza. Mennyi vizet tegyünk hozzá, hogy az eredeti oldatkonzentrációt kapjuk?
- 23.) 180 g 23 %-os konyhasóoldatból a víz elpárolgása következtében 17,6 g só vált ki. A visszamaradt 26 %-os sóoldatnak mekkora a tömege?
- 1.) Milyen koncentrációjú az az oldat, melyet úgy kapunk, hogy 0,5 moltörtű NaOH oldat 20 g-ját  $250 \text{ cm}^3$ -re hígítjuk?

- 25.) Mekkora térfogatú és tömegtörtű oldatot kapunk 2380 cm<sup>3</sup> 91,5%-os, 0,819 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű és 1347cm<sup>3</sup> 16,4%-os, 0,976 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű etilalkohol oldatok összeöntésével?
- 26.) Mennyi vizet kell elpárologtatni 1684g 0,18 tömegtörtű cukoroldatból, hogy 8/25 tömegtörtű oldatot kapjunk?
- 27.) 35 cm<sup>3</sup> 90 %-os 1,066 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű és 35 cm<sup>3</sup> 101,26 g/dm<sup>3</sup> koncentrációjú, 1,0126 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű ecetsav oldatot összeöntünk, majd 500 cm<sup>3</sup> végtérfogatra töltünk fel, melynek sűrűsége 1,052 g/cm<sup>3</sup>. Milyen V/V % oldatot kapunk, ha a tiszta ecetsav sűrűsége 1,0497 g/cm<sup>3</sup> ?
- 28.) Készítendő 250 cm<sup>3</sup> 0,25 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú 1,038 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű rézszulfát oldat! A 8 %-os 1,084 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű rézszulfát oldatból hány ml-t kell bemérni ?
- 29.) Készítendő 250 cm<sup>3</sup> 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú 1,014 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű réz-szulfát oldat! A 8 %-os 1,084 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű réz-szulfát oldatból hány ml-t kell bemérni ?
- 30.) Mennyi CoCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O-t kell bemérni 250 cm<sup>3</sup> 11%-os oldat készítéséhez ?
- 31.) 100 cm<sup>3</sup> vízben 23 g rézgálicot ( CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O ) oldunk. Hány %-os oldatot kapunk ?
- 32.) Készítendő 250 cm<sup>3</sup> 0,15 mol/dm<sup>3</sup> -es kobalt-klorid oldat kristályos CoCl<sub>2</sub>· 6H<sub>2</sub>O-ból. Hány mg-ot kell bemérni ?
- 33.) Készítendő 500 cm<sup>3</sup> 16 %-os 1,183 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű nikkelszulfát oldat. Hány mg NiSO<sub>4</sub>· 6H<sub>2</sub>O-t kell bemérni ?

- 34.) Hány gramm kristályos réz-szulfátot ( CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O ) kell hozzáadni 300 g 8%-os oldathoz, hogy 11%-ost kapjunk?
- 35.) Hány mg kristályos rézszulfátot kell hozzáadni 1625 cm<sup>3</sup> 6 %-os 63,72 g/dm<sup>3</sup> koncentrációjú oldathoz, hogy 14 %-os oldatot kapjunk ?
- 36.) Hány ml 6 %-os 62,94 g/dm<sup>3</sup> koncentrációjú FeCl<sub>3</sub> oldathoz kell adni 2345,6 mg FeCl<sub>3</sub>· 6H<sub>2</sub>O-t, hogy 35 %-os, 473,55 g/dm<sup>3</sup> koncentrációjú oldatot kapjunk ? Mekkora lesz az elkészült oldat térfogata ?

## FELHASZNÁLT ÉS AJÁNLOTT IRODALOM

- 1.) Fodorné Csányi Piroska és Simándi László: Szervetlen Kémiai nevezéktan. Magyar Kémikusok Egyesülete, Budapest, 1995.
- 2.) Maleczkiné Szeness Márta: Kémiai számítások-kémiai gondolatok. Veszprémi Egyetem, Veszprém, 1995.
- 3.) Rózsahegyi Márta, Wajand Judit: Rendszerező kémia mintapéldákkal, feladatokkal. MOZAIK Oktatási Stúdió, Szeged, 1992.
- 4.) Villányi Attila: Ötösöm lesz kémiából. Novotrade Kiadó, Budapest, 1990.
- 5.) Négyjegyű függvénytáblázatok. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.

## TARTALOMJEGYZÉK

A KÉMIAI KÉPLETEK	1
OLDATKONCENTRÁCIÓK	4
OLDATOK KEVERÉSE	22
SZÁMOLÁS KRISTÁLYVIZES ANYAGOKKAL	26
TÁBLÁZATOK HASZNÁLATA: LINEÁRIS INTERPOLÁLÁS, EXTRAPOLÁLÁS	31
GYAKORLÓ FELADATOK	33