

# Felkészülés a V E G Y É S Z I S M E R E T E K szakmai érettségire 2017.

Készítették a Budapesti Műszaki Szakképzési Centrum Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Vegyipari, Környezetvédelmi és Informatikai Szakgimnáziuma szaktanárai:

Bodnár-Patak Gabriella	Petri Judit
Bozóki Judit	dr. Stankovics Éva
Fogarasi József	Tóth Edina
Fortuna Zsuzsanna	Tóthné Zsohár Ildikó

## Tartalomjegyzék

Tömeg- és térfogatmérő eszközök az analitikában-----	2
Oldatkészítés -----	5
Oldhatósági számítások -----	12
Anyagmennyiség-koncentráció és tömegszázalékos összetétel egymásba való átszámítása--	21
Redoxi egyenletek rendezése-----	25
Fémek oldódása -----	27
Minőségi analízis legfontosabb reakciói -----	29
Az analitikában használt gyakori redoxireakciók -----	38
Szakmai számítások alapjai-----	39
Titrimetria elméleti feladatok-----	43
Titrlási feladatok számításai-----	46
Szervetlen preparátumok előállítása -----	51
Egyenletek rendezése-----	62
Szerves kémiai reakciók -----	65
Gázok, elegyek, egyensúlyok-----	66
Szerves preparátumok -----	68
Szerves alapfolyamatok összefoglalás-----	76
A pH potenciometrikus mérése-----	81
A törésmutató mérése -----	84
Fotometria -----	85
Az elektromos vezetés mérése -----	86



4. Mi a neve az alábbi eszközöknek?

A mérőoldat tárolására szolgál hosszabb időn keresztül.	
Ezzel mérjük be a titráló törzsoldat pontos térfogatát az Erlenmeyer-lombikba.	
Törzsoldat készítésére szolgáló, betöltésre kalibrált eszköz.	
Folyadék térfogatának pipettánál kisebb pontosságú mérését teszi lehetővé.	
Oldatok, szilárd anyagok mérőlombikba juttatásához szükséges eszköz.	

5. Állítsa logikai sorrendbe a NaOH-mérőoldat készítésének lépéseit! Írja a művelet sorszámát a kipontozott helyekre!

- A) ..... Átmossuk az oldatot a mérőlombikba
- B) ..... Főzőpohárba bemérjük a NaOH-t
- C) ..... Homogenizáljuk az oldatot
- D) ..... Kiforralt desztillált vízben oldjuk a NaOH-ot
- E) ..... Jelig töltjük a mérőlombikot

6. Írja a mérőoldatok melletti üres cellába azoknak a titeranyagoknak a számát, amelyekkel a mérőoldatok pontos koncentrációja meghatározható. Egy mérőoldathoz több titeranyag is tartozhat!

Mérőoldat	Titeranyag	
	száma	neve
KMnO <sub>4</sub>		1. kalcium-klorid
EDTA		2. pontos koncentrációjú sósav
NaOH		3. pontos koncentrációjú NaOH-oldat
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		4. pontos koncentrációjú I <sub>2</sub> -oldat,
I <sub>2</sub> -oldat		5. pontos koncentrációjú Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -oldat
Sósav		6. (COOH) <sub>2</sub> · 2 H <sub>2</sub> O,
		7. (COONa) <sub>2</sub>
		8. KH(IO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
		9. KHCO <sub>3</sub>

7. Milyen indikátorokat és milyen titrálási módszereket használ az alábbi mérések során? Különböző módszereket írjon!

A meghatározott anyag	Titrálási módszer	Indikátor
Cl <sup>-</sup>		
Mg <sup>2+</sup>		
Cu <sup>2+</sup>		
Fe <sup>2+</sup>		
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>		

8. Miért kell...

A) a  $\text{KMnO}_4$  mérőoldatot a mérés előtt legalább egy héttel kell elkészíteni? .....

.....

B) az  $\text{AgNO}_3$ -oldatot sötét üvegben tárolni? .....

.....

C) az EDTA-oldat készítésekor pár szemcse  $\text{NaOH}$ -ot adagolni? .....

.....

9. Az alábbi táblázatban írjon példákat a különböző titrálási módok alkalmazására!

<b>Titrálási mód</b>	<b>Meghatározandó anyag</b>
Közvetlen	
Fordított	
Visszatitrálás	

10. Írjon példákat a különböző titrálási módszerek indikátoraira!

<b>Titrálási mód</b>	<b>Alkalmazható indikátorok</b>
Acidi-alkalimetria	
Komplexometria	
Argentometria	
Oxidimetria	
Reduktometria	

11. Miért nem lehet bemérés alapján pontos koncentrációjú  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -oldatot készíteni?

.....

.....

.....

.....

.....

12. Sorolja fel a gravimetria jellemző műveleteit!

- .....

- .....

- .....

- .....

- .....

- .....

## Oldatkészítés

### Keverési egyenlet

Oldatkészítési számításoknál gyakran alkalmazható a keverési egyenlet. Használatakor 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  $\text{cm}^3$  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  $\text{cm}^3$  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 CuSO<sub>4</sub>-oldatot! Hány gramm kristályos réz-szulfátot (CuSO<sub>4</sub>·5 H<sub>2</sub>O) kell kimérnünk, továbbá a kimért sót hány cm<sup>3</sup> 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 CuSO<sub>4</sub>·5 H<sub>2</sub>O-t** kell kimérnünk, és ezt **306 cm<sup>3</sup> vízben** kell feloldani.

**Gyakorlás:**

Hány tömegszázalékos az a MgSO<sub>4</sub>-oldat, mely úgy készült, hogy 200 mg vízben oldottunk 134 mg MgSO<sub>4</sub>·6 H<sub>2</sub>O-ot? (21,14%)

**3. Oldatkészítés tömény oldatból****Mintafeladat:**

50,0 g 20,0 tömegszázalékos kénsavoldatot kell készítenünk. Hány cm<sup>3</sup> tömény (w = 96%-os, 1,84 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű) kénsavoldatra van ehhez szükségünk, és ehhez hány cm<sup>3</sup> 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 cm<sup>3</sup> w = 96%-os kénsavoldatot**, és ezt **40 cm<sup>3</sup> 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 hígításos feladatokban  $w_2 = 0\%$

#### Minta feladat:

Készítsen 210 g  $w = 16,5\%$ -os oldatot egy  $w = 20,0\%$ -os ( $\rho = 1,149$  g/cm<sup>3</sup>) 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 cm<sup>3</sup>-t kell kimérni és hozzáadni 37 cm<sup>3</sup> vizet.

#### Gyakorlás:

150 cm<sup>3</sup> vizünk van. Egy 40 tömegszázalékos oldat hígításával hány cm<sup>3</sup>

25 tömegszázalékos (1,125 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű) oldatot készíthető elő ezzel a vízzel?

A víz sűrűsége 1,000 g/cm<sup>3</sup> (250 g azaz 222 cm<sup>3</sup>)

## 5. Oldatok keverése

Oldatok keverése során a keverési egyenlet értelmezése:

töményebb oldat $m_1$ $w_1\%$	hígabb oldat $m_2$ $w_2\%$	kevert oldat $m_k = (m_1 + m_2)$ 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  $150 \text{ g}$   $18$  tömegszázalékos oldatot keveréssel! Hány  $\text{cm}^3$ -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 $m_k = 150 \text{ g}$ $w_k = 18\%$
$m_1 \cdot w_1$	+	$m_2 \cdot w_2$
		=
		$m_1 \cdot w_k$

$$m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_3$$

$$m_1 = 64,29 \text{ g}$$

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  $56 \text{ cm}^3$ -t, míg a hígabb,  $w = 16,5\%$ -os oldatból  $77 \text{ cm}^3$ -t kell kimérni.

### Gyakorlás:

Készíteni kell  $5,00 \text{ dm}^3$   $50,0$  tömegszázalékos ( $\rho = 1,058 \text{ g/cm}^3$ ) ecetsavoldatot. Hány  $\text{dm}^3$   $40$  tömegszázalékos ( $\rho = 1,049 \text{ g/cm}^3$ ) és hány  $\text{dm}^3$   $60$  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 $m_2$ $w_2\%$ Víztmentes só esetén $w_2 = 0\%$ Kristályvizessó esetén a moláris tömegeből számítandó	töményített oldat $m_k = m_1 + m_2$ $w_k\%$		
$m_1 \cdot w_1$	+	$m_2 \cdot w_2$	=	$(m_1 + m_2) \cdot w_k$

### Minta feladat:

**85 cm<sup>3</sup>,  $w = 15,4\%$ -os, 1,128 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű oldatban oldjon fel 3,55 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 $m_k = 95,88 + 3,55$ $w_k\%$		
$m_1 \cdot w_1$	+	$m_2 \cdot w_2$	=	$(m_1 + m_2) \cdot w_k$

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

$$w_k = 18,4\%$$

### Gyakorlás:

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

### Minta feladat:

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

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

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

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

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<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-oldatban hány gramm kristályvizes só (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>·10 H<sub>2</sub>O) kell feloldanunk, hogy 20 tömegszázalékos oldatot kapjunk? (181,7 g)**

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

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

**Mintafeladat:**

**Hány cm<sup>3</sup> víz párolgott el az eredetileg 630 g, w = 14,5%-os oldatból, melynek összetétele jelenleg w = 18,3%?**

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

$$\begin{aligned}
m_1 \cdot w_1 - m_2 \cdot w_2 &= (m_1 - m_2) \cdot w_3 \\
630 \cdot 14,5 - m_2 \cdot 0 &= (630 - m_2) \cdot 18,3 \\
9135 &= 11529 - 18,3 m_2 \\
18,3 m_2 &= 2394 \\
m_2 &= 130,82 \text{ g}
\end{aligned}$$

Tehát **130,82 g ≈ 131 cm<sup>3</sup> víz párolgott el az oldatból.**

**Gyakorlás:**

**Egy 15 tömegszázalékos, ρ = 1,008 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű oldat 160 cm<sup>3</sup>-éből hány cm<sup>3</sup> vizet kell elpárologtatni, hogy 24 tömegszázalékos oldatot kapjunk? (60,48 cm<sup>3</sup> ≈ 60 cm<sup>3</sup>)**

## 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  $\text{cm}^3$  oldatot készítettünk, melynek sűrűsége 1,078  $\text{g}/\text{cm}^3$ . 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  $\text{NiSO}_4$ -oldat készítéséhez hány  $\text{cm}^3$  víz és hány g kristályos só ( $\text{NiSO}_4 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O}$ ) szükséges? (113,41 g só és 137  $\text{cm}^3$  víz)  
b) Az előállított 25 tömegszázalékos ( $\rho = 1,128 \text{ g}/\text{cm}^3$  sűrűségű) oldatból kiveszünk 100  $\text{cm}^3$ -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  $\text{cm}^3$  vizet)

## Oldhatósági számítások

### I. Az oldhatóság értelmezése

Oldószer és sűrűsége		Telített jódoldatra vonatkozó adatok (25 °C)
Ciklohexán	0,779 kg/dm <sup>3</sup>	w = 2,7%
Etanol	0,789 g/cm <sup>3</sup>	27,3 g/100 g etanol
Kloroform	1,49 g/cm <sup>3</sup>	74,1 g/liter kloroform
Toluol	865 mg/ml	182,5g/kg toluol
Víz	998 kg/m <sup>3</sup>	3090 milliliter víz/1 g jód

- A) A jód telített vizes oldatára vonatkozó adat nem megfelelő módon került megadásra. Nevezze meg a hibát, és számolja ki a helyes adatot!
- B) Mi a sűrűség **SI alapegysége**?
- 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!
- D) Adja meg a jód oldhatóságát **g/100 g ciklohexánban** kifejezve!
- E) Hány **tömegszázalékos** a telített etanos jódoldat?
- F) Adja meg a kloroformban mért oldhatóságot **g/100g** egységben!
- G) Adja meg a toluolban mért oldhatóságot **tömegszázalékban**!
- H) Melyik oldószer oldja legjobban és melyik legkevésbé a jódot?

### II. Telített vagy telítetlen?

A következő feladatokban víz sűrűségét tekintjük 1000kg/m<sup>3</sup>-nek!

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

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

- A) Telített-e az oldat, ha 20 °C-on 43,25 g kristálysódát oldunk (nátrium-karbonát-dekahidrát) 125 cm<sup>3</sup> vízben?
- B) Készíthető-e 40 °C hőmérsékleten w = 10,0%-os bárium-nitrát-oldat?
- C) Készíthető-e 60 °C hőmérsékleten w = 52,5%-os kálium-nitrát-oldat?
- D) Telített lesz-e az oldat, ha 10 °C hőmérsékleten 24,3g ólom-nitrátot 45cm<sup>3</sup> vízbe teszünk?  
Ha igen, akkor mi történik a fel nem oldódott sóval?
- E) 10 °C hőmérsékleten 45 cm<sup>3</sup> víz hány gramm bárium-nitrátot képes feloldani?

- F) Telített-e az oldat, ha 20 °C hőmérsékleten 30,56 g rézgálicot oldunk ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) 88 cm<sup>3</sup> vízben?
- G) Hány gramm telített oldat készíthető 70 g  $\text{KNO}_3$ -ból 20 °C hőmérsékleten?
- 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<sup>3</sup> pontossággal adja meg!

### III. Sókiválás

- 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.
- 20,0 g  $\text{K}_2\text{SO}_4$ -ot szeretnénk átkristályosítani. Oldhatósági adatok:  
85 °C-on 22,0 g  $\text{K}_2\text{SO}_4/100\text{g}$  víz      15 °C-on 10,0 g  $\text{K}_2\text{SO}_4/100\text{g}$  víz
  - Számítsa ki, hogy hány gramm vízben kell feloldani a 20,0 g  $\text{K}_2\text{SO}_4$ -ot, hogy 85 °C hőmérsékleten telített oldatot kapjunk!
  - Számítsa ki, hogy hány gramm  $\text{K}_2\text{SO}_4$  kristályosodik ki, ha a fenti oldatot 15 °C-ra hűtjük!
  - Legfeljebb hány százalékát lehet kinyerni az átkristályosítással a  $\text{K}_2\text{SO}_4$ -nak?
- Adott 315,75 g  $w = 15,0\%$ -os  $\text{K}_2\text{SO}_4$ -oldat.
  - Hány gramm sót tartalmazott a kiindulási oldat?
  - 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.
  - A 85 °C hőmérsékletű oldatból kivált kristályokat szűrővel elválasztjuk, és 15 °C hőmérsékletre hűtjük.  
Hány gramm  $\text{K}_2\text{SO}_4$  marad az oldatban?
- A cink-szulfát-oldat tisztítása során 215,40 g 70 °C hőmérsékleten telített oldatot 10 °C hőmérsékletre hűtünk. Hány gramm  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  válik ki?  
Oldhatósági adatok:  
70 °C hőmérsékleten 75,4 g  $\text{ZnSO}_4/100\text{g}$  víz  
10 °C hőmérsékleten 47,2 g  $\text{ZnSO}_4/100\text{g}$  víz
- Hány gramm  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  kristályosodik ki, ha 100 g 80 °C-on telített oldatot 20 °C-ra hűtünk?  
Az oldhatóságok:      80 °C: 71,0 g  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2/100\text{g}$  víz  
                                 20 °C: 5,90 g  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2/100\text{g}$  víz

## Gyakorló feladatok

1. Nevezd meg két, a táblázatban nem szereplő további fontos oxigéntartalmú oldószert!
2. Hány  $\text{cm}^3$  szükséges az egyes oldószerekből 1 g jód oldásához?  
A) ciklohexán B) etanol C) kloroform D) toluol
3. 350 g víz hány g  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -ot old? Hány tömegszázalékos a telített oldat?  
Oldhatóság: 13,1 g/100 g víz.
4. 600 g 80 °C-os NaCl oldatot 20 °C-ra hűtünk.  
A) Hány g só válik ki?  
B) A NaCl hány százaléka vált ki a hűtés során?  
C) Az eredmény alapján a gyakorlatban miért nincs értelme a NaCl-oldatból hűtéssel kikristályosítani a NaCl-ot?  
Oldhatóság: 80 °C-on 38,4 g/100g víz; 20 °C-on 36 g/100g víz.
5. Hány g  $\text{KNO}_3$  válik ki, ha 840 g 50 °C-on telített oldatot 20 °C-ra hűtünk?  
Hány tömegszázalékos a lehűlt oldat?  
Oldhatóság: 50 °C-on 85,5 g/100 g víz; 20 °C-on 31,6 g/100 g víz.
6. 500 g 15 tömegszázalékos, 20 °C-os NaCl-oldatból hány gramm vizet párologtathatunk el anélkül, hogy a kristálykiválás meginduljon? Az oldhatóság 36,0 g NaCl/100 g víz.
7. 100,0 g  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ -ból 80°C-on telített oldatot kell készíteni. Mennyi víz szükséges ehhez? Oldhatóság: 80 °C-on 86,6 g /100 g víz.
8. 300 g 80 °C-on telített  $\text{CuSO}_4$ -oldatból hány gramm  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  válik ki, ha 20 °C-ra hűtjük az oldatot?  
Oldhatóságok: 80 °C-on 53,6 g  $\text{CuSO}_4$ /100 g víz; 20 °C-on 20,7 g  $\text{CuSO}_4$ /100 g víz.
9. 168 g  $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  feloldásához 200 g víz szükséges 25 °C hőmérsékleten.  
A) Mennyi a vízmentes  $\text{SrCl}_2$  oldhatósága g/100 g víz egységben?  
B) Hány tömegszázalékos a telített oldat?  
C) 200 g kristályvizes stroncium-kloridot feloldottunk 200  $\text{cm}^3$  forró vízben.  
Hány gramm  $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  válik ki 25 °C hőmérsékleten?

### Eredmények

- |   |   |
|---|---|
| 1. Pl. metanol, dimetil-éter, acetón, stb.  | 5. 244 g, $w = 24,0\%$  |
| 2. A) 46,3 $\text{cm}^3$<br>B) 4,6 $\text{cm}^3$<br>C) 13,5 $\text{cm}^3$<br>D) 6,3 $\text{cm}^3$ | 6. 216,7 g<br>7. 21,1 g<br>8. 115,2 g                           |
| 3. 45,9 g   | 9. A) 37,3 g/100 g víz B) $w = 27,2\%$<br>C) 32,60g só válik ki |
| 4. A) 10,5 g<br>B) 1,7%<br>C) Mert az az oldhatóság alig függ a hőmérséklettől.                   |   |

## Oldhatósági számítások – megoldás

### I. Az oldhatóság értelmezése

- A) A jódtelített 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 jódtelített/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 jódtelített 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 jódtelített oldat?

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/m<sup>3</sup>-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 <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	5,0	7,0	9,2	14,2	20,3	27,0
CuSO <sub>4</sub>	14,3	17,4	20,7	28,5	40,0	55,0
KNO <sub>3</sub>	13,3	20,9	31,6	63,9	110	169
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	7,0	12,5	21,5	49,0	46,0	43,9
Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	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 cm<sup>3</sup> 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.

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

**D) Telített lesz-e az oldat, ha 10 °C hőmérsékleten 24,3 g ólom-nitrátot 45 cm<sup>3</sup> 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.

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

**lesz.**

vagy:

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

$y$  g ólom-nitrát oldásához 45 g víz kell

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

**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 cm<sup>3</sup> 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.

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

- F) **Telített-e az oldat, ha 20 °C hőmérsékleten 30,56 g rézgálicot oldunk (CuSO<sub>4</sub>·5 H<sub>2</sub>O) 88 cm<sup>3</sup> vízben?**

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

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

30,56g 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<sub>3</sub>-ból 20 °C hőmérsékleten?**

A KNO<sub>3</sub> oldhatósága ezen a hőmérsékleten 31,6 g/100 g víz.

31,6 g KNO<sub>3</sub>-ból                      131,6 g oldat lesz,  
 70 g KNO<sub>3</sub>-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 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O-ból 40 °C hőmérsékleten?**

**Mennyi víz szükséges az oldáshoz? A választ egész cm<sup>3</sup> pontossággal adja meg!**

A Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 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-rahűl? 90 °C hőmérsékleten a telített Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-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<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-ot szeretnénk átkristályosítani. Oldhatósági adatok:**  
**85 °C-on 22,0 g K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/100g víz    15 °C-on 10,0 g K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/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:  $m$

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

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.**

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

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 $m_3 \text{ g}$ $w_3 = 100\%$
---	---	---

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

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

C) **A 85 °C hőmérsékletű oldatból kivált kristályokat szűréssel elválasztjuk, és 15 °C hőmérsékletre hűtjük. Hány gramm K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> marad az oldatban?**

Összes só: 22,0 g

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

3. **Adott 315,75g  $w = 15,0\%$ -os K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-oldat.**

A) **Hány gramm sót tartalmazott a kiindulási oldat?**

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

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.**

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

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

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

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

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

vagy:

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

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

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

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

- C) A 85 °C hőmérsékletű oldatból kivált kristályokat szűréssel elválasztjuk, és 15 °C hőmérsékletre hűtjük. Hány gramm  $\text{K}_2\text{SO}_4$  marad az oldatban?

Oldatban maradt  $47,36 - 15,82 = \mathbf{31,54 \text{ g só}}$ .

4. A cink-szulfát-oldat tisztítása során 215,40 g 70 °C hőmérsékleten telített oldatot 10 °C hőmérsékletre hűtünk. Hány gramm  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O}$  válik ki?

Oldhatósági adatok: 70 °C hőmérsékleten 75,4 g  $\text{ZnSO}_4/100\text{g}$  víz

10 °C hőmérsékleten 47,2 g  $\text{ZnSO}_4/100 \text{ g}$  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
$m_1 = 215,40 \text{ g}$ $w_1 = \frac{75,4}{175,4} \cdot 100 = 42,99\%$	$m_2 = (215,4 - m_3) \text{ g}$ $w_2 = \frac{47,2}{147,2} \cdot 100 = 32,07\%$	$m_3 \text{ g}$ $w_3 = \frac{161,4}{287,4} \cdot 100 = 56,16\%$

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

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

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

5. Hány gramm  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{ H}_2\text{O}$  kristályosodik ki, ha 100 g 80 °C-on telített oldatot 20 °C-ra hűtünk? Az oldhatóságok: 80 °C: 71,0 g  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2/100 \text{ g}$  víz  
20 °C: 5,90 g  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2/100 \text{ g}$  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
$m_1 = 100 \text{ g}$ $w_1 = \frac{71}{171} \cdot 100 = 41,52\%$	$m_2 = (100 - m_3) \text{ g}$ $w_2 = \frac{5,9}{105,9} \cdot 100 = 5,57\%$	$m_3 \text{ g}$ $w_3 = \frac{258}{474} \cdot 100 = 54,43\%$

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

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

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

## 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  $1 \text{ dm}^3$ -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:

$$\text{Tehát a } 2 \text{ mol/dm}^3 \text{ koncentrációjú oldat } w = \frac{196 \text{ g}}{1120 \text{ g}} \cdot 100 = \mathbf{17,5\%-os}$$

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

$c = 9,28 \text{ mol/dm}^3$   $M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g/mol}$   
 $\rho = 1,31 \text{ g/cm}^3$

$w = ?$

Tegyük fel, hogy van  $1 \text{ dm}^3$  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 dm<sup>3</sup> és 0,2 mol/dm<sup>3</sup> 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 cm<sup>3</sup> w = 96%-os H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-oldatra** van szükség.

4. **Készítsen 100 cm<sup>3</sup> HCl-oldatot, melynek koncentrációja 1,050 mol/dm<sup>3</sup>. Elméletileg hány cm<sup>3</sup> 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:

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

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!

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

**Elméletileg 8,74 cm<sup>3</sup> cc. HCl-oldatot kell kimérni büretta segítségével a kívánt oldathoz.** (A gyakorlatban ennél 5-10%-kal több sósavra van szükség.)

- 5. 10 dm<sup>3</sup> 0,05 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú NaOH-oldat készítéséhez hány cm<sup>3</sup> 38 tömegszázalékos NaOH-oldat szükséges? A tömény NaOH-oldat sűrűsége 1,40 g/cm<sup>3</sup>.**

$$\begin{array}{l} V = 10 \text{ dm}^3 \quad c = 0,05 \text{ mol/dm}^3 \quad M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g/mol} \\ w_1 = 38\% \quad \rho_1 = 1,40 \text{ g/cm}^3 \\ V_1 = ? \end{array}$$

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

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

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/dm<sup>3</sup> koncentrációjú a hígított oldat?**

A feladat szövegében nincs megadva semmilyen konkrét térfogat. Ilyenkor vehetünk **egységnyi térfogatot**, azaz **1 dm<sup>3</sup>** 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:

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

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

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 dm<sup>3</sup>-ből lett 5 dm<sup>3</sup>

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/dm<sup>3</sup> oldatot hígítottunk.**

7. **Hány mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú az a kénsavoldat, amelyet háromszoros végtérfogatra hígítva 20 tömegszázalékos 1,14 g/cm<sup>3</sup> 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)

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



## Redoxiegyenletek rendezése

Mi oxidálódik, mi redukálódik, mi az oxidálószer, mi a redukálószer? Töltse ki az alábbi táblázatot!

Jelölje az oxidálódott illetve a redukálódott atomokat és azok (a reakcióegyenlet bal oldalának megfelelő) oxidációs számát!

Redoxiegyenlet	Oxidálódott atom		Redukálódott atom		Oxidálószer	Redukálószer
	vegyjele	oxidációs szám	vegyjele	oxidációs száma		
$\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{HNO}_3 = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$						
$\text{P} + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NO}$						
$\text{MnO}_2 + \text{HCl} = \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$						
$\text{MnO}_4^- + \text{Fe}^{2+} + \text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + \text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$						
$\text{KMnO}_4 + \text{HCl} = \text{KCl} + \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$						
$\text{Cu} + \text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$						
$\text{Ag} + \text{HNO}_3 = \text{AgNO}_3 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$						
$\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$						
$\text{HNO}_3 + \text{I}_2 = \text{HIO}_3 + \text{N}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$						

**Redoxiegyenletek rendezése, megoldás:**

Redoxiegyenlet	Oxidálódott atom		Redukálódott atom		Oxidálószer	Redukálószer
	vegyjele	oxidációs szám	vegyjele	oxidációs száma		
$\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{HNO}_3 = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$	S	+4	N	+5	$\text{HNO}_3$	$\text{H}_2\text{SO}_3$
$\text{P} + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NO}$	P	0	N	+5	$\text{HNO}_3$	P
$\text{MnO}_2 + \text{HCl} = \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$	Cl	-1	Mn	+4	$\text{MnO}_2$	HCl
$\text{MnO}_4^- + \text{Fe}^{2+} + \text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + \text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$	Fe	+2	Mn	+7	$\text{MnO}_4^-$	$\text{Fe}^{2+}$
$\text{KMnO}_4 + \text{HCl} = \text{KCl} + \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$	$\text{Cl}^-$	-1	Mn	+7	$\text{KMnO}_4$	HCl
$\text{Cu} + \text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$	Cu	0	N	+5	$\text{HNO}_3$	Cu
$\text{Ag} + \text{HNO}_3 = \text{AgNO}_3 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	Ag	0	N	+5	$\text{HNO}_3$	Ag
$\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$	O	-1	Mn	+7	$\text{KMnO}_4$	$\text{H}_2\text{O}_2$
$\text{HNO}_3 + \text{I}_2 = \text{HIO}_3 + \text{N}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$	I	0	N	+5	$\text{HNO}_3$	$\text{I}_2$

## Fémek oldódása

**Írja be a táblázat celláiba a lejátszódó reakció egyenletét! Ha nincs reakció, akkor húzzon a cellába egy vízszintes vonalat!**

$\varepsilon^0$ [V]	K -2,9	Na -2,7	Ca -2,7 V	Mg -2,4	Al -1,7	Zn -0,76	Fe -0,44	Pb -0,13	Cu +0,34 Nem fejleszt H <sub>2</sub> -t!	Ag +0,8 V Nem fejleszt H <sub>2</sub> -t!
Víz										
Híg HCl										
Híg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>										
w = 25%-os HNO <sub>3</sub> (NO lesz)										
cc. HNO <sub>3</sub> (NO <sub>2</sub> lesz)										
cc. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (SO <sub>2</sub> lesz)										
<b><u>AMFOTER</u></b>										
Savból										
lúgból										
H <sub>2</sub> lesz										

$\epsilon^\circ$ [V]	K -2,9	Na -2,7	Ca -2,7 V	Mg -2,4	Al -1,7	Zn -0,76	Fe -0,44	Pb -0,13	Cu +0,34 Nem fejleszt H <sub>2</sub> -t!	Ag +0,8 V Nem fejleszt H <sub>2</sub> -t!
Víz	2 K + 2 H <sub>2</sub> O = 2 KOH + H <sub>2</sub>	2 Na + 2 H <sub>2</sub> O = 2 NaOH + H <sub>2</sub>	2 Ca + 2 H <sub>2</sub> O = Ca(OH) <sub>2</sub> + H <sub>2</sub>	Mg + 2 H <sub>2</sub> O = Mg(OH) <sub>2</sub> + H <sub>2</sub>	2 Al + 6 H <sub>2</sub> O = 2 Al(OH) <sub>3</sub> + 3 H <sub>2</sub>	—	—	—	—	—
Híg HCl	2 K + 2 HCl = 2 KCl + H <sub>2</sub>	2 Na + 2 HCl = 2 NaCl + H <sub>2</sub>	CaO + 2 HCl = CaCl <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O	MgO + 2 HCl = MgCl <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O	2 Al + 6 HCl = 3 AlCl <sub>3</sub> + 3 H <sub>2</sub>	Zn + 2 HCl = ZnCl <sub>2</sub> + H <sub>2</sub>	Fe + 2 HCl = FeCl <sub>3</sub> + H <sub>2</sub>	Pb + 2 HCl = PbCl <sub>2</sub> + H <sub>2</sub>	—	—
Híg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2 K + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + H <sub>2</sub>	2 Na + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + H <sub>2</sub>	Ca + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = CaSO <sub>4</sub> + H <sub>2</sub>	Mg + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = MgSO <sub>4</sub> + H <sub>2</sub>	2 Al + 3 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> + 3 H <sub>2</sub>	Zn + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = ZnSO <sub>4</sub> + H <sub>2</sub>	Fe + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = FeSO <sub>4</sub> + H <sub>2</sub>	Pb + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = PbSO <sub>4</sub> + H <sub>2</sub>	—	—
w = 25%-os HNO <sub>3</sub> (NO lesz)	3 K + 4 HNO <sub>3</sub> = 3 KNO <sub>3</sub> + NO + 2 H <sub>2</sub> O	3 Na + 4 HNO <sub>3</sub> = 3 NaNO <sub>3</sub> + NO + 2 H <sub>2</sub> O	3 Ca + 8 HNO <sub>3</sub> = 3 Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + 2 NO + 4 H <sub>2</sub> O	3 Mg + 8 HNO <sub>3</sub> = 3 Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + 2 NO + 4 H <sub>2</sub> O	— passzíválódik	3 Zn + 8 HNO <sub>3</sub> = 3 Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + 2 NO + 2 H <sub>2</sub> O	— passzíválódik	3 Pb + 8 HNO <sub>3</sub> = 3 Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + 2 NO + 4 H <sub>2</sub> O	3 Cu + 8 HNO <sub>3</sub> = 3 Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + 2 NO + 4 H <sub>2</sub> O	3 Ag + 4 HNO <sub>3</sub> = 3 AgNO <sub>3</sub> + 2 NO + 2 H <sub>2</sub> O
cc. HNO <sub>3</sub> (NO <sub>2</sub> lesz)	K + 2 HNO <sub>3</sub> = KNO <sub>3</sub> + NO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O	Na + 2 HNO <sub>3</sub> = NaNO <sub>3</sub> + NO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O	Ca + 4 HNO <sub>3</sub> = Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + 2 NO <sub>2</sub> + 2 H <sub>2</sub> O	Mg + 4 HNO <sub>3</sub> = Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + 2 NO <sub>2</sub> + 2 H <sub>2</sub> O	— passzíválódik	Zn + 4 HNO <sub>3</sub> = Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + 2 NO <sub>2</sub> + 2 H <sub>2</sub> O	— passzíválódik	Pb + 4 HNO <sub>3</sub> = Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + 2 NO <sub>2</sub> + 2 H <sub>2</sub> O	Cu + 4 HNO <sub>3</sub> = Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + 2 NO <sub>2</sub> + 2 H <sub>2</sub> O	Ag + 2 HNO <sub>3</sub> = AgNO <sub>3</sub> + NO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O
cc. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (SO <sub>2</sub> lesz)	2 K + 2 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + SO <sub>2</sub> + 2 H <sub>2</sub> O	2 Na + 2 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + SO <sub>2</sub> + 2 H <sub>2</sub> O	Ca + 2 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = CaSO <sub>4</sub> + SO <sub>2</sub> + 2 H <sub>2</sub> O	Mg + 2 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = MgSO <sub>4</sub> + SO <sub>2</sub> + 2 H <sub>2</sub> O	— passzíválódik	Zn + 2 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = ZnSO <sub>4</sub> + SO <sub>2</sub> + 2 H <sub>2</sub> O	— passzíválódik	Pb + 2 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = PbSO <sub>4</sub> + SO <sub>2</sub> + 2 H <sub>2</sub> O	Cu + 2 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = CuSO <sub>4</sub> + SO <sub>2</sub> + 2 H <sub>2</sub> O	2 Ag + 2 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + SO <sub>2</sub> + 2 H <sub>2</sub> O
<b>AMFOTER</b>	—	—	—	—	2 Al + 6 HCl = 2 AlCl <sub>3</sub> + 3 H <sub>2</sub>	Zn + 2 HCl = ZnCl <sub>2</sub> + H <sub>2</sub>	—	—	—	—
Savból	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
lúgból	—	—	—	—	2 Al + 2 NaOH + 6 H <sub>2</sub> O = 2 Na[Al(OH) <sub>4</sub> ] + 3 H <sub>2</sub>	Zn + 2 NaOH + 2 H <sub>2</sub> O = Na <sub>2</sub> [Zn(OH) <sub>4</sub> ] + H <sub>2</sub>	—	—	—	—
H <sub>2</sub> lesz	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

## Minőségi analízis legfontosabb reakciói

Ez a dokumentum Fogarasi József - [Minőségi elemzés elméleti alapjai. A vizsgálatok leírása.](#) c. tankönyvének felhasználásával készült.

Az összeállításnál a pirossal kiemelt reakciók a legfontosabb kimutatási reakció egyenleteket jelzik!

A teljes eredeti tananyag letölthető: <http://petrik.hu/index.php/hu/tananyagtar> (2017.02.08.)

### I. KATIONOSZTÁLY REAKCIÓI (Ag<sup>+</sup>; Pb<sup>2+</sup>; Hg<sup>2+</sup>)

Kiindulás	Reagens		Észlelés	Reakció
AgNO <sub>3</sub>	sósav	HCl	fehér, túrós csapadék	$\text{AgNO}_3 + \text{HCl} = \underline{\text{AgCl}} + \text{HNO}_3$
AgCl	ammóniaoldat	NH <sub>3</sub>	oldódik	$\text{AgCl} + 2 \text{NH}_3 = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$
[Ag(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]Cl	salétromsav	HNO <sub>3</sub> (savas kémhatásig)	opalizál	$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} + 2 \text{HNO}_3 = 2 \text{NH}_4\text{NO}_3 + \underline{\text{AgCl}}$ ezüst-diammin-klorid
Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	sósav	HCl	fehér csapadék	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{HCl} = \underline{\text{PbCl}_2} + 2 \text{HNO}_3$
PbCl <sub>2</sub>	forró víz		oldódik	$\text{PbCl}_2 = \text{Pb}^{2+} + 2 \text{Cl}^-$ (disszociáció történt)
Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	kálium-jodid	KI	sárga csapadék	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{KI} = \underline{\text{PbI}_2} + 2 \text{KNO}_3$
Hg <sub>2</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	sósav	HCl	fehér porszerű csapadék	$\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{HCl} = \underline{\text{Hg}_2\text{Cl}_2} + 2 \text{HNO}_3$
Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	ammóniaoldat	NH <sub>3</sub>	megfeketedik	$\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2 \text{NH}_3 = \underline{\text{Hg}(\text{NH}_2)\text{Cl}} + \underline{\text{Hg}} + \text{NH}_4\text{Cl}$ Hg-amidó-Cl
Hg <sub>2</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	kálium-jodid	KI	narancsvörös csapadék	$\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{KI} = \underline{\text{Hg}_2\text{I}_2} + 2 \text{KNO}_3$

### III. KATIONOSZTÁLY REAKCIÓI (Co<sup>2+</sup> Ni<sup>2+</sup> Fe<sup>3+</sup> Mn<sup>2+</sup> Cr<sup>3+</sup> Al<sup>3+</sup>)

Kiindulás	Reagens		Észlelés	Reakció
Co(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	ammóniaoldat	NH <sub>3</sub>	kék csapadék	Co(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + 2 NH <sub>3</sub> + 2 H <sub>2</sub> O = <u>Co(OH)<sub>2</sub></u> + 2 NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>
Co(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	nátrium-hidroxiid	NaOH	kék pelyhes csapadék, állás közben rózsaszín csapadékká alakul	Co(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + NaOH = <u>Co(OH)NO<sub>3</sub></u> + NaNO <sub>3</sub> 4 Co(OH)NO <sub>3</sub> + 4 NaOH + 2 H <sub>2</sub> O + O <sub>2</sub> = 4 <u>Co(OH)<sub>3</sub></u> + 4 NaNO <sub>3</sub>
Co(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	ammónium-rodanid	NH <sub>4</sub> SCN éter és amil-alkohol	szín mélyül szerves fázis kék színű lesz	Co(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + 2 NH <sub>4</sub> SCN = Co(SCN) <sub>2</sub> + 2 NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>

Kiindulás	Reagens		Észlelés	Reakció
Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	ammóniaoldat	NH <sub>3</sub>	kocsnyás zöld csapadék, feleslegben kéken oldódik	Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + 2 NH <sub>3</sub> + 2 H <sub>2</sub> O = <u>Ni(OH)<sub>2</sub></u> + 2 NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> Ni(OH) <sub>2</sub> + 6 NH <sub>3</sub> = [Ni(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> ](OH) <sub>2</sub> nikkel(II)-hexaammin-hidroxiid
[Ni(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> ](OH) <sub>2</sub>	Dimetil-glioxim		eperszínű csapadék	nikkel-dimetil-glioxim

Kiindulás	Reagens		Észlelés	Reakció
Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	ammóniaoldat	NH <sub>3</sub>	rozsdabarna csapadék, feleslegben nem oldódik	Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> + 3 NH <sub>3</sub> + 3 H <sub>2</sub> O = <u>Fe(OH)<sub>3</sub></u> + 3 NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>
Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	nátrium-hidroxiid	NaOH	rozsdabarna csapadék, feleslegben nem oldódik	Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> + 3 NaOH = <u>Fe(OH)<sub>3</sub></u> + 3 NaNO <sub>3</sub>

Kiindulás	Reagens		Észlelés	Reakció
$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$	ammónium-rodanid (tiocianát)	$\text{NH}_4\text{SCN}$	vérvörös szín	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3 \text{NH}_4\text{SCN} = \text{Fe}(\text{SCN})_3 + 3 \text{NH}_4\text{NO}_3$
$\text{Fe}(\text{SCN})_3$	nátrium-fluorid	$\text{NaF}$	elszíntelenedik	$\text{Fe}(\text{SCN})_3 + 6 \text{NaF} = \text{Na}_3[\text{FeF}_6] + 3 \text{NaSCN}$

Kiindulás	Reagens		Észlelés	Reakció
$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$	nátrium-hidroxid	$\text{NaOH}$	drapp, pelyhes csapadék, megbarnul	$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{NaOH} = \underline{\text{Mn}(\text{OH})_2} + 2 \text{NaNO}_3$ $2 \text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 = 2 \underline{\text{MnO}(\text{OH})_2}$
$\text{MnO}(\text{OH})_2$	K-peroxo-diszulfát + salétromsav + 1 csepp $\text{AgNO}_3$ katalizátor + forralás	$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$	ibolyaszínű	$2 \text{MnO}(\text{OH})_2 + 3 \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 + 2 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{HMnO}_4 + 3 \text{K}_2\text{SO}_4 + 3 \text{H}_2\text{SO}_4$

Kiindulás	Reagens		Észlelés	Reakció
$\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$	nátrium-hidroxid	$\text{NaOH}$	zöld színű csap., feleslegben zöld színnel oldódik	$\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 + 3 \text{NaOH} = \underline{\text{Cr}(\text{OH})_3} + 3 \text{NaNO}_3$ $\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} = \text{Na}[\text{Cr}(\text{OH})_4]$
$\text{Na}[\text{Cr}(\text{OH})_4]$	hidrogén-peroxid	$\text{H}_2\text{O}_2$	forralás után sárga	$2 \text{Na}[\text{Cr}(\text{OH})_4] + 3 \text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{NaOH} = 2 \text{Na}_2\text{CrO}_4 + 8 \text{H}_2\text{O}$

Kiindulás	Reagens		Észlelés	Reakció
Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	ammóniaoldat	NH <sub>3</sub>	fehér csap., feleslegben nem oldódik	Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> + 3 NH <sub>3</sub> + 3 H <sub>2</sub> O = <u>Al(OH)<sub>3</sub></u> + 3 NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>
Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	nátrium- hidroxid	NaOH	fehér csapadék, feleslegben oldódik	Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> + 3 NaOH = <u>Al(OH)<sub>3</sub></u> + 3 NaNO <sub>3</sub> Al(OH) <sub>3</sub> + NaOH = Na[Al(OH) <sub>4</sub> ]
<b>Al(OH)<sub>3</sub></b>	alizarin-próba	Lúgos oldathoz sok NH <sub>4</sub> Cl + sok alizarin	piros, pelyhes csapadék, fölös ecetsav nem oldja (kb. 5')	Na[Al(OH) <sub>4</sub> ] + NH <sub>4</sub> Cl = <u>Al(OH)<sub>3</sub></u> + NaCl + NH <sub>4</sub> OH Al <sup>3+</sup> → alizarinlakk

#### IV. KATIONOSZTÁLY REAKCIÓI (Ca<sup>2+</sup> Sr<sup>2+</sup> Ba<sup>2+</sup>)

Kiindulás	Reagens		Észlelés	Reakció
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Sr(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	ammónium- karbonát	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	azonnal leváló fehér, porszerű csapadék	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> = <u>CaCO<sub>3</sub></u> + 2 NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> Sr(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> = <u>SrCO<sub>3</sub></u> + 2 NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> = <u>BaCO<sub>3</sub></u> + 2 NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Sr(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	ammónium- szulfát	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	fehér, túrós csapadék	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = <u>CaSO<sub>4</sub></u> + 2 NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> Sr(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = <u>SrSO<sub>4</sub></u> + 2 NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = <u>BaSO<sub>4</sub></u> + 2 NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>
<b>Ca<sup>2+</sup></b> <b>Sr<sup>2+</sup></b> <b>Ba<sup>2+</sup></b>	lángfestés		téglavörös bíborvörös fakózöld	



### V. KATIONOSZTÁLY REAKCIÓI (Na<sup>+</sup>; K<sup>+</sup>; NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)

Kiindulás	Reagens		Észlelés	Reakció
NaNO <sub>3</sub>	Lángfestés		intenzív sárga szín	
KNO <sub>3</sub>	Lángfestés		fakóibolya	
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	nátrium-hidroxid és forralás	NaOH	A felszálló gőzökbe tartott nedves indikátorpapír lúgos pH-t jelez	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> + NaOH = NH <sub>3</sub> + NaNO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O NH <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O = NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> + OH <sup>-</sup>
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	nátrium-hidroxid és cc. HCl-ba mártott üvegbot	NaOH, HCl	fehér füst	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> + NaOH = NH <sub>3</sub> + NaNO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O NH <sub>3</sub> + HCl = NH <sub>4</sub> Cl

### HALOGENIDEK REAKCIÓI (I<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>)

Kiindulás	Reagens		Észlelés	Reakció
KI	ezüst-nitrát	AgNO <sub>3</sub>	sárgás csapadék	KI + AgNO <sub>3</sub> = <u>AgI</u> + KNO <sub>3</sub>
AgI	Salétromsav/ ammóniaoldat/ ammónium-karbonát	HNO <sub>3</sub> / NH <sub>3</sub> / (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	nem oldódik	
A következő reakcióhoz klóros vízre van szükség, amit frissen kell előállítani. Hipóba sósavat öntünk: a fejlődő klór nagyrészt a vízben oldott állapotban marad: NaClO + 2 HCl = Cl <sub>2</sub> + NaCl + H <sub>2</sub> O				
KI	klóros víz + 1 cm <sup>3</sup> hexán	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> Kevés, majd sok klóros víz (Cl <sub>2</sub> )	barna szín, hexános fázisban lila színnel oldódik Fölös klóros víztől elszintelenedik	2 KI + Cl <sub>2</sub> = 2 KCl + I <sub>2</sub> I <sub>2</sub> + 5 Cl <sub>2</sub> + 6 H <sub>2</sub> O = 2 HIO <sub>3</sub> + 10 HCl

Kiindulás	Reagens		Észlelés	Reakció
<b>KBr</b>	ezüst-nitrát	AgNO <sub>3</sub>	sárgás-fehér csapadék	$\text{KBr} + \text{AgNO}_3 = \underline{\text{AgBr}} + \text{KNO}_3$
AgBr	salétromsav	HNO <sub>3</sub>	nem oldódik	
AgBr	ammóniaoldat	NH <sub>3</sub>	nehezen oldódik	$\text{AgBr} + 2 \text{NH}_3 = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Br}$
[Ag(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]Br	salétromsav	HNO <sub>3</sub>	visszaáll a csapadék	$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Br} + 2 \text{HNO}_3 = \underline{\text{AgBr}} + 2 \text{NH}_4\text{NO}_3$
AgBr	ammónium-karbonát	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	nem oldódik	
<b>KBr</b>	klóros víz + 1 cm <sup>3</sup> hexán	Cl <sub>2</sub> , C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	barna szín, hexános fázisban barna színnel oldódik	$2 \text{KBr} + \text{Cl}_2 = 2 \text{KCl} + \text{Br}_2$

Kiindulás	Reagens		Észlelés	Reakció
<b>KCl</b>	ezüst-nitrát	AgNO <sub>3</sub>	fehér túrós csapadék	$\text{KCl} + \text{AgNO}_3 = \underline{\text{AgCl}} + \text{KNO}_3$
AgCl	salétromsav	HNO <sub>3</sub>	nem oldódik	
AgCl	ammóniaoldat	NH <sub>3</sub>	oldódik	$\text{AgCl} + 2 \text{NH}_3 = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$
[Ag(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]Cl	salétromsav	HNO <sub>3</sub>	visszaáll a csapadék	$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} + 2 \text{HNO}_3 = \underline{\text{AgCl}} + 2 \text{NH}_4\text{NO}_3$
<b>AgCl</b>	ammónium-karbonát	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	oldódik	$\text{AgCl} + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} + \text{H}_2\text{CO}_3$

### KÉNTARTALMÚAK REAKCIÓI (S<sup>2-</sup>; S<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>2-</sup>; SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>; SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)

Kiindulás	Reagens		Észlelés	Reakció
<b>Na<sub>2</sub>S</b>	sósav	HCl	záptojásszagú gázfejlődés	$\text{Na}_2\text{S} + 2 \text{HCl} = \text{H}_2\text{S} + 2 \text{NaCl}$
<b>Na<sub>2</sub>S</b>	nitropruszid-Na	Na <sub>2</sub> [Fe(CN) <sub>5</sub> NO]	lila szín, sósavban feloldódik	$\text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}] = \text{Na}_4[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NOS}]$ nitropruszid-Na-szulfid Savas közegben: $\text{SH}^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{SH}^-$ (Ez nem adja a reakciót.)
<b>Na<sub>2</sub>S (rég)</b>	Ólom-acetáttal átítatott szűrőpapír	Pb(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub>	a papír megfeketedik	$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{H}_2\text{S} = \underline{\text{PbS}} + 2 \text{CH}_3\text{COOH}$

Kiindulás	Reagens	Észlelés	Reakció
<b>Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub></b>	1. nitropruszid-Na 2. + Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 3. + K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	piros szín piros szín mélyül vörös csapadék	

Kiindulás	Reagens		Észlelés	Reakció
<b>Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	bárium-nitrát	Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	fehér csapadék, sósavban nem oldódik	$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 = \underline{\text{BaSO}_4} + 2 \text{NaNO}_3$

Kiindulás	Reagens		Észlelés	Reakció
<b>Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	jódoldat	I <sub>2</sub>	elszíntelenedik	$2 \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 = 2 \text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	vas-klorid	FeCl <sub>3</sub>	múló lila szín	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{FeCl}_3 = \text{Fe}(\text{S}_2\text{O}_3)\text{Cl} + 2 \text{NaCl}$ vas-tioszulfát-klorid $2 \text{Fe}(\text{S}_2\text{O}_3)\text{Cl} = \text{FeCl}_2 + \text{FeS}_4\text{O}_6$ vas-tetratonát

### EGYÉB ANIONOK REAKCIÓI ( $\text{PO}_4^{3-}$ ; $\text{NO}_3^-$ ; $\text{CO}_3^{2-}$ )

Kiindulás	Reagens		Észlelés	Reakció
$\text{Na}_2\text{HPO}_4$	ammónium-molibdenát	$(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$	cc. $\text{HNO}_3$ -val melegítve sárga szín, állás után csapadék válik le.	$3 \text{MoO}_4^{2-} + 4 \text{H}^+ \rightleftharpoons [\text{Mo}_3\text{O}_{10}]^{2-} + 2 \text{H}_2\text{O}$ $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + 4 \text{H}_2\text{Mo}_3\text{O}_{10} + 3 \text{NH}_4\text{NO}_3 =$ $= (\text{NH}_4)_3[\text{P}(\text{Mo}_3\text{O}_{10})_4] + 2 \text{NaNO}_3 + \text{HNO}_3 + 4 \text{H}_2\text{O}$ ammónium-tetratrimolibdenato-foszfát
Kiindulás	Reagens		Észlelés	Reakció
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	sósav	melegíteni, majd HCl	erős pezsgés	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2 \text{HCl} = 2 \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

Kiindulás	Reagens	Észlelés	Reakció
$\text{NaNO}_3$	1 cm <sup>3</sup> to. + 1 cm <sup>3</sup> cc kénsav, csapnál hűtés. A hideg oldatra cc. $\text{FeSO}_4$ -oldat rétegzése.	barna gyűrű, melegítésre eltűnik	$2 \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{HNO}_3$ $6 \text{FeSO}_4 + 3 \text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{HNO}_3 = 3 \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 4 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{NO}$ $\text{FeSO}_4 + \text{NO} = [\text{Fe}(\text{NO})]\text{SO}_4$ nitrozo-ferroszulfát laza, bomlékony komplex

Kiindulás	Reagens		Észlelés	Reakció
Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	ammóniaoldat	NH <sub>3</sub>	Cseppenként kék, csapadék keletkezik Feleslegben oldódik	$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{NH}_3(\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2\text{NH}_4^+(\text{aq})$ $\text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s}) + 4\text{NH}_3(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$
Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	nátrium-hidroxid	NaOH	Hideg oldatban kék színű kocsonyás csapadék keletkezik Feleslegben nem oldódik	$\text{Cu}^{2+} + 2 \text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2 \quad \text{réz(II)-hidroxid-csapadék}$
Cu(OH) <sub>2</sub>	Ammóniaoldat	NH <sub>3</sub>	mélykék színű oldat keletkezése	$\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4 \text{NH}_3 = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2 \text{OH}^- \quad \text{réz-tetraamin-komplex}$
NH <sub>3</sub> -oldat	Cu <sup>2+</sup> tartalmazó oldat	Cu <sup>2+</sup>	Cseppenként mélykék színű oldat keletkezik, Feleslegben kék színű csapadék keletkezik	$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{NH}_3(\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2\text{NH}_4^+(\text{aq})$ $\text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s}) + 4\text{NH}_3(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$

### Az analitikában használt gyakori redoxireakciók

- $3 \text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{KMnO}_4 + 5 \text{NaNO}_2 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2 \text{MnSO}_4 + 5 \text{NaNO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$
- $2 \text{KMnO}_4 + 5 \text{H}_2\text{O}_2 + 3 \text{H}_2\text{SO}_4 = 5 \text{O}_2 + 2 \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8 \text{H}_2\text{O}$
- $4 \text{KMnO}_4 + 6 \text{H}_2\text{SO}_4 = 4 \text{MnSO}_4 + 2 \text{K}_2\text{SO}_4 + 5 \text{O}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$
- $4 \text{KMnO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} = 4 \text{MnO}_2 + 3 \text{O}_2 + 4 \text{KOH}$
- $4 \text{KMnO}_4 + 4 \text{KOH} = 4 \text{K}_2\text{MnO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
- $2 \text{KMnO}_4 + 5 \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 3 \text{H}_2\text{SO}_4 = 2 \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 10 \text{CO}_2 + 8 \text{H}_2\text{O}$
- $2 \text{KMnO}_4 + 5 \text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 8 \text{H}_2\text{SO}_4 = 2 \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 10 \text{CO}_2 + 8 \text{H}_2\text{O} + 5 \text{Na}_2\text{SO}_4$
- $2 \text{KMnO}_4 + 16 \text{HCl} = 2 \text{MnCl}_2 + 2 \text{KCl} + 5 \text{Cl}_2 + 8 \text{H}_2\text{O}$
- $2 \text{KMnO}_4 + 10 \text{FeSO}_4 + 8 \text{H}_2\text{SO}_4 = 5 \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2 \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8 \text{H}_2\text{O}$
- $2 \text{KMnO}_4 + 5 \text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2 \text{MnSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{SO}_4$
- $\text{KIO}_3 + 5 \text{KI} + 6 \text{HCl} = 3 \text{I}_2 + 6 \text{KCl} + 3 \text{H}_2\text{O}$
- $\text{KH}(\text{IO}_3)_2 + 10 \text{KI} + 11 \text{HCl} = 11 \text{KCl} + 6 \text{H}_2\text{O} + 6 \text{I}_2$
- $\text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{KI} + 2 \text{HCl} = \text{I}_2 + 2 \text{KCl} + 2 \text{H}_2\text{O}$
- $2 \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 = 2 \text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$
- $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3 = \text{NaHCO}_3 + \text{NaHSO}_3 + \text{S}$
- $\text{NaHSO}_3 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaHSO}_4 + 2 \text{HI}$
- $2 \text{NaHSO}_3 + \text{O}_2 = 2 \text{NaHSO}_4$
- $\text{NaOCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{KI} = \text{NaCl} + \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- $2 \text{CuSO}_4 + 4 \text{KI} = 2 \text{CuI} + \text{I}_2 + 2 \text{K}_2\text{SO}_4$
- $\text{CH}_3\text{COCH}_3 + \text{NaIO}_3 = \text{CHI}_3 + \text{CH}_3\text{COONa} + 2 \text{NaOH}$
- $\text{I}_2 + \text{Cl}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{HIO}_3 + 10 \text{HCl}$
- $2 \text{HIO}_3 + 10 \text{I}^- + 10 \text{H}^+ = 6 \text{I}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$

### Önálló feladatok:

- Rendezze az alábbi egyenletet oxidációs számok segítségével!  
 $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{O}_2 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- Egészítse ki az alábbi egyenletet!  
 $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{O}_2 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4$
- Fejezze be és rendezze az alábbi kémiai reakciót!  
 $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$

## Szakmai számítások alapjai

1. Töltse ki az alábbi táblázatot!

Anyag	KCl	NaOH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
$c$ (mol/dm <sup>3</sup> )	0,100		
$c[\text{H}_3\text{O}^+]$ (mol/dm <sup>3</sup> )			
$c[\text{OH}^-]$ (mol/dm <sup>3</sup> )			
pH		11,00	1,00
pOH		3,00	

2. 10 cm<sup>3</sup> pH = 13,0 és 100 cm<sup>3</sup> pH = 12,0 nátronlúgot összeöntünk, és 2000 cm<sup>3</sup>-re hígítjuk. Számítsa ki az oldat pH-ját!
3. Egy 500 cm<sup>3</sup>-es mérőlombikba 150 cm<sup>3</sup> pH = 1,2 sósavat és 150 cm<sup>3</sup> pH = 12,5káliúgot öntünk, majd a mérőlombikot jelre állítjuk. Mennyi lesz a pH-ja az oldatnak?
4. 100 cm<sup>3</sup> pH = 2,0 sósavat és 178 cm<sup>3</sup> pH = 11,76 nátronlúgot összeöntünk, majd az oldatot 1250 cm<sup>3</sup>-re hígítjuk. Mekkora lesz az oldat pH-ja?
5. A laborban található technikai sósavat vizsgáljuk. Méréssel megállapítottuk, hogy a sűrűsége 1,165 g/cm<sup>3</sup>.

- A) Sűrűség-táblázat segítségével határozza meg az hatóanyag-tartalmát!

Sűrűség (kg/m <sup>3</sup> )	Hatóanyag-tartalom (g/dm <sup>3</sup> )	Sűrűség (kg/m <sup>3</sup> )	Hatóanyag-tartalom (g/dm <sup>3</sup> )
1100	224,29	1150	346,61
1110	247,86	1160	372,82
1120	271,60	1170	399,91
1130	296,06	1180	427,51
1140	321,25	1190	456,01

- B) Hány tömegszázalékos a technikai sósav?
- C) Egy fűtési rendszerben a becslések szerint 1,25 kg vízkő található. A probléma megoldásához (azaz a vízkő eltávolításhoz) 2 litert öntöttünk a fenti technikai sósavból a vízrendszerbe. Sikerrel jártunk? Válaszát számolással igazolja! Feltételezzük, hogy a vízkő tiszta kalcium-karbonátból áll.
- D) Mekkora térfogatú 25 °C hőmérsékletű és standard nyomású gáz keletkezik a vízkőtelelnítés során?
6. Hány m<sup>3</sup> víz van a 500 literes tartályban, ha 1 liter technikai sósav hozzáadásának hatására a pH = 2,00 lesz? (A technikai sósav adatai az 5. feladatban találhatóak)

## Szakmai számítások alapjai – Megoldás

1. Töltse ki az alábbi táblázatot!

Anyag	KCl	NaOH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
$c$ (mol/dm <sup>3</sup> )	0,100	10 <sup>-3</sup>	0,1·0,5 = 0,05
$c[\text{H}_3\text{O}^+]$ (mol/dm <sup>3</sup> )	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-11</sup>	10 <sup>-1</sup>
$c[\text{OH}^-]$ (mol/dm <sup>3</sup> )	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-13</sup>
pH	7,00	11,00	1,00
pOH	7,00	3,00	13,00

2. 10 cm<sup>3</sup> pH = 13,0 és 100 cm<sup>3</sup> pH = 12,0 nátronlúgot összeöntünk, és 2000 cm<sup>3</sup>-re hígítjuk. Számítsa ki az oldat pH-ját!

Egyik oldat	Másik oldat	Összeöntve
pH = 13,0 nátronlúg	pH = 12,0 nátronlúg	$V(\text{lúg}) = 2,000 \text{ dm}^3$
pOH = 1,0	pOH = 2,0	$n(\text{lúg}) = 0,002 \text{ mol}$
$[\text{OH}^-] = 10^{-1} \text{ mol/dm}^3$	$[\text{OH}^-] = 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$	$c(\text{lúg}) = \frac{n}{V} = \frac{0,002}{2} = 0,001$
$c(\text{lúg}) = 10^{-1} \text{ mol/dm}^3$	$c(\text{lúg}) = 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$	pOH = $-\lg 10^{-3} = 3$
$V(\text{lúg}) = 0,01 \text{ dm}^3$	$V(\text{lúg}) = 0,1 \text{ dm}^3$	pH = $14 - 3 = 11,00$
$n(\text{lúg}) = 0,0010 \text{ mol}$	$n(\text{lúg}) = 0,0010 \text{ mol}$	

3. Egy 500 cm<sup>3</sup>-es mérőlombikba 150 cm<sup>3</sup> pH = 1,2 sósavat és 150 cm<sup>3</sup> pH = 12,5 káliúgot öntünk, majd a mérőlombikot jelre állítjuk. Mennyi lesz a pH-ja az oldatnak?

Egyik oldat	Másik oldat	Összeöntve
pH = 1,2 sósav	pH = 12,5 KOH	$\text{HCl} + \text{KOH} = \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-1,2} = 0,0631 \text{ mol/dm}^3$	pH = $14 - 12,5 = 1,5$	$n(\text{sav}) = 0,00946 - 0,00474 = 0,00472 \text{ mol}$
$c(\text{sav}) = 0,0631 \text{ mol/dm}^3$	$[\text{OH}^-] = 10^{-1,5} = 0,0316 \text{ mol/dm}^3$	$V(\text{sav}) = 0,500 \text{ dm}^3$
$V(\text{sav}) = 0,15 \text{ dm}^3$	$c(\text{lúg}) = 0,0316 \text{ mol/dm}^3$	$c(\text{sav}) = \frac{n}{V} = \frac{0,00472}{0,5} = 0,00944 \text{ mol} =$
$n(\text{sav}) = 0,00946 \text{ mol}$	$V(\text{lúg}) = 0,15 \text{ dm}^3$	$= 0,00944 \text{ mol} =$
	$n(\text{lúg}) = 0,00474 \text{ mol}$	$c[\text{H}_3\text{O}^+]$
		pH = $-\lg 0,00944 = -2,02$

4. 100 cm<sup>3</sup> pH = 2,0 sósavat és 178 cm<sup>3</sup> pH = 11,76 nátronlúgot összeöntünk, majd az oldatot 1250 cm<sup>3</sup>-re hígítjuk. Mekkora lesz az oldat pH-ja?

Egyik oldat	Másik oldat	Összeöntve:
pH = 2,0 kénsav	pH = 11,76 nátronlúg	$\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- = 2 \text{ H}_2\text{O}$
$[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,010 \text{ mol/dm}^3$	pOH = $14 - 11,76 = 2,24$	$n(\text{H}_3\text{O}^+) = n(\text{OH}^-)$ , az oldat
$V(\text{sav}) = 0,100 \text{ dm}^3$	$[\text{OH}^-] = 10^{-2,24} = 0,00575 \text{ mol/dm}^3$	pH-ja semleges, <b>pH = 7,00</b>
$n(\text{H}_3\text{O}^+) = 0,01 \text{ mol}$	$V(\text{lúg}) = 0,178 \text{ dm}^3$	
	$n(\text{OH}^-) = 0,0010 \text{ mol}$	



5. A laborban található technikai sósavat vizsgáljuk. Méréssel megállapítottuk, hogy a sűrűsége  $1,165 \text{ g/cm}^3$ .

A) **Sűrűség táblázat segítségével határozza meg az hatóanyag-tartalmát!**

Sűrűség ( $\text{kg/m}^3$ )	Hatóanyag-tartalom ( $\text{g/dm}^3$ )	Sűrűség ( $\text{kg/m}^3$ )	Hatóanyag-tartalom ( $\text{g/dm}^3$ )
1100	224,29	1150	346,61
1110	247,86	1160	372,82
1120	271,60	1170	399,91
1130	296,06	1180	427,51
1140	321,25	1190	456,01

$$\rho_B = \frac{372,82 + 399,91}{2} = \mathbf{386,37 \text{ g/dm}^3}$$
 (Ez tulajdonképpen a tömegkoncentráció.)

B) **Hány tömegszázalékos a technikai sósav?**

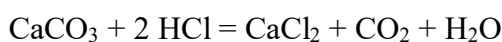
Vegyünk  $1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$  sósavat!

Ebben van  $386,37 \text{ g HCl}$

$$m(\text{oldat}) = \rho \cdot V = 1,165 \cdot 1000 = 1165 \text{ g}$$

$$w(\text{oldat}) = \frac{386,37}{1165} \cdot 100 = \mathbf{33,16\%}$$

C) **Egy fűtési rendszerben a becslések szerint  $1,25 \text{ kg}$  vízkő található. A probléma megoldásához (azaz a vízkő eltávolításhoz)  $2 \text{ litert}$  öntöttünk a fenti technikai sósavból a vízrendszerbe. Sikerral jártunk? Válaszát számolással igazolja! Feltételezzük, hogy a vízkő tiszta kalcium-karbonátból áll.**



$$V(\text{sósav}) = 2 \text{ dm}^3 \quad \rho_B = 386,37 \text{ g/dm}^3$$

$$m(\text{sósav}) = V(\text{sav}) \cdot \rho_B = 2 \cdot 386,37 = 772,74 \text{ g}$$

$$M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ g/mol} \quad n(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = \frac{772,74}{36,5} = 21,17 \text{ g}$$

$$n(\text{CaCO}_3) = \frac{n(\text{HCl})}{2} = \frac{21,17 \text{ mol}}{2} = 10,59 \text{ mol}$$

$$M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ g/mol} \quad m(\text{CaCO}_3) = 10,59 \cdot 100 = 1059 \text{ g} \approx \mathbf{1,06 \text{ kg}}$$

**Nem jártunk sikerrel. A sav csak  $1,06 \text{ kg}$  vízkövet képes leoldani az  $1,25 \text{ kg}$ -ból.**

D) **Mekkora térfogatú  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  hőmérsékletű és standard nyomású gáz keletkezik a vízkőtelelnítés során?**

$$n(\text{CaCO}_3) = n(\text{CO}_2) = 10,59 \text{ mol}$$

$$\longrightarrow V(\text{CO}_2) = 10,59 \text{ mol} \cdot 24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = \mathbf{259,5 \text{ dm}^3}$$

6. **Hány m<sup>3</sup> víz van a 500 literes tartályban, ha 1 liter technikai sósav hozzáadásának hatására a pH = 2,00 lesz? (A technikai sósav adatai az 5. feladatban található)**

A technikai sósav 1 literjében, ami egyenlő 1 dm<sup>3</sup>-rel, 386,37 g HCl van. (Lsd. előző feladat.)

$$n(\text{HCl}) = n(\text{H}_3\text{O}^+) = \frac{386,37}{36,5} = 10,59 \text{ mol}$$

$$\text{pH} = 2 \longrightarrow c(\text{H}_3\text{O}^+) = 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \longrightarrow V = \frac{n}{c} = \frac{10,59}{10^{-2}} = 1059 \text{ dm}^3$$

Az 1 dm<sup>3</sup> hozzáadott technikai sósavat levonva a tartályban lévő víz térfogata:  
 $V = 1058 \text{ dm}^3 \approx 1,06 \text{ m}^3$ .

## Titrimetria elméleti feladatok

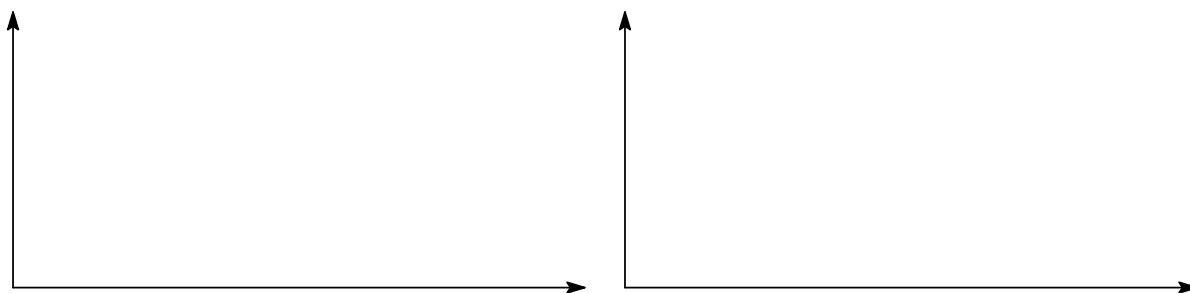
1. Egészítse ki a mondatokat!

- A térfogatoss elemzésnél a meghatározandó anyag ..... az ismert koncentrációjú ..... a reakció során elhasznált ..... következtetünk.
- Az indikátor megválasztásánál elegendő, ha a ..... görbe ..... változó szakasza az indikátor ..... tartományát magába foglalja.
- A gravimetriában a mintát rosszul oldódó ..... alakítjuk, és ezt az oldattól ..... Állandó összetételét ..... vagy ..... biztosítjuk.

2. Rajzolja fel a következő titrálási görbéket!

sósavat titrálása NaOH mérőoldattal

szóda titrálása sósav mérőoldattal



3. Milyen indikátort és milyen mérőoldatot használhatunk az alábbi anyagok titrimetriás meghatározásánál? Írja le a folyamatok reakcióegyenletét is!

	Mérőoldat	Indikátor	A meghatározás reakcióegyenlete
Ecetsav			
Hidrogén-peroxid			
Mg <sup>2+</sup> -ion			
Nátrium-hidroxid			
Nátrium-klorid			

4. Mitől függ a csapadékos titrálás pontossága?

- .....
- .....
- .....

5. Állítsa logikai sorrendbe a NaOH-mérőoldat készítésének lépéseit! Írja a művelet sorszámát a kipontozott helyekre!
- A) ..... Átmossuk az oldatot a mérőlombikba
- B) ..... Főzőpohárba bemérjük a NaOH-t
- C) ..... Homogenizáljuk az oldatot
- D) ..... Kiforralt desztillált vízben oldjuk a NaOH-ot
- E) ..... Jelleg töltjük a mérőlombikot

6. Írja a mérőoldatok melletti üres cellába azoknak a titeranyagoknak a számát, amelyekkel a mérőoldatok pontos koncentrációja meghatározható. Egy mérőoldathoz több titeranyag is tartozhat!

Mérőoldat	Titeranyag	
	száma	neve
KMnO <sub>4</sub>		10. kalcium-klorid
EDTA		11. pontos koncentrációjú sósav
NaOH		12. pontos koncentrációjú NaOH-oldat
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		13. pontos koncentrációjú I <sub>2</sub> -oldat,
I <sub>2</sub> -oldat		14. pontos koncentrációjú Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -oldat
Sósav		15. (COOH) <sub>2</sub> · 2 H <sub>2</sub> O,
		16. (COONa) <sub>2</sub>
		17. KH(IO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
		18. KHCO <sub>3</sub>

7. Milyen indikátorokat és milyen titrálási módszereket használ az alábbi mérések során? Különböző módszereket írjon!

A meghatározott anyag	Titrálási módszer	Indikátor
Cl <sup>-</sup>		
Mg <sup>2+</sup>		
Cu <sup>2+</sup>		
Fe <sup>2+</sup>		
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>		

8. A) Miért kell a KMnO<sub>4</sub> mérőoldatot a mérés előtt legalább egy héttel kell elkészíteni?
- .....
- .....

B) Miért kell az  $\text{AgNO}_3$ -oldatot sötét üvegben tárolni?.....

.....  
.....

C) Miért kell az EDTA-oldat készítésekor pár szemcse  $\text{NaOH}$ -ot adagolni? .....

.....  
.....

9. Az alábbi táblázatban írjon példákat a különböző titrálási módok alkalmazására!

Titrálási mód	Meghatározandó anyag
Közvetlen	
Fordított	
Visszatitrálás	

10. Írjon példákat a különböző titrálási módszerek indikátoraira!

Titrálási mód	Alkalmazható indikátorok
Acidi-alkalimetria	
Komplexometria	
Argentometria	
Oxidimetria	
Reduktometria	

11. Miért nem lehet bemérés alapján pontos koncentrációjú  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -oldatot készíteni? .....

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

12. Sorolja fel a gravimetria jellemző műveleteit!

— .....  
— .....  
— .....  
— .....  
— .....  
— .....

## Titrálási feladatok számításai

### I. Mintafeladatok

1. Egy  $0,2555 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú  $\text{HNO}_3$ -oldat  $25,0 \text{ cm}^3$  részleteire rendre  $23,60$ ;  $24,60$ ;  $24,50$ ;  $24,40 \text{ cm}^3$  KOH fogyott. Mennyi a KOH-oldat pontos koncentrációja?

**Adatok:**  $c_p(\text{HNO}_3) = 0,2555 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$

$$V(\text{HNO}_3) = 25,00 \text{ cm}^3 = 0,025 \text{ dm}^3$$

Fogyások:  $24,60 \text{ cm}^3$

$24,50 \text{ cm}^3$

$24,40 \text{ cm}^3$

$23,60 \text{ cm}^3$  Átlagtól erősen eltérő fogyás, az átlagból ki kell hagyni.

$$\bar{V} = \frac{24,6 + 24,5 + 24,4}{3} = 24,5 \text{ cm}^3$$



$$n(\text{HNO}_3) = V(\text{HNO}_3) \cdot c_p = 0,025 \text{ dm}^3 \cdot 0,2555 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 0,0063875 \text{ mol}$$

$$n(\text{HNO}_3) = n(\text{KOH}) =$$

$$c_p(\text{KOH}) = \frac{n}{V} = \frac{0,0063878 \text{ mol}}{0,0245 \text{ dm}^3} = \mathbf{0,2607 \text{ mol/dm}^3}$$

2. Egy nátrium-karbonát tartalmú anyagból  $9,2345 \text{ g}$ -ot bemértünk egy literes mérőlombikba. Jelre töltés és homogenizálás után a  $25,00 \text{ cm}^3$ -es részleteire a  $0,1022 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú sósavból a következő fogyásaink voltak:  $12,25$ ;  $12,30$ ;  $12,20 \text{ cm}^3$ . Hány százalék nátrium-karbonátot tartalmazott a minta?

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106,0 \text{ g/mol}$$

**Adatok:**  $m(\text{szennyezett Na}_2\text{CO}_3) = 9,2345 \text{ g}$  Fogyások:  $12,20 \text{ cm}^3$   
 $V(\text{lombik}) = 1000 \text{ cm}^3$   $12,25 \text{ cm}^3$   
 $V(\text{pipetta}) = 25,00 \text{ cm}^3$   $12,30 \text{ cm}^3$   
 $c_p(\text{HCl}) = 0,1022 \text{ mol/dm}^3$



**Számítás:**  $\bar{V} = \frac{12,2 + 12,25 + 12,3}{3} = 12,25 \text{ cm}^3 = 0,01225 \text{ dm}^3$

$$n(\text{HCl}) = \bar{V} \cdot c_p = 0,01225 \text{ dm}^3 \cdot 0,1022 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 0,00125195 \text{ mol}$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{n(\text{HCl})}{2} = \frac{0,00125195}{2} = 0,000625975 \text{ mol}$$

$$n(\text{összes Na}_2\text{CO}_3) = 0,000625975 \cdot \frac{1000}{25} = 0,025039 \text{ mol}$$

$$m(\text{összes Na}_2\text{CO}_3) = n \cdot M = 0,025039 \text{ mol} \cdot 106 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 2,6541 \text{ g}$$

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{m(\text{szennyezett Na}_2\text{CO}_3)} \cdot 100 = \frac{2,6541 \text{ g}}{9,2345 \text{ g}} \cdot 100 = \mathbf{28,74\%}$$

3. 1,20 g H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-oldatot 500,00 cm<sup>3</sup>-re töltünk fel. 50,00 cm<sup>3</sup>-es részletét 0,0130 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú KMnO<sub>4</sub>-oldattal savas közegben titráljuk. A fogyás 30,80 cm<sup>3</sup>. Hány tömegszázalékos a minta H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-ra?

$$M(\text{H}_2\text{O}_2) = 34,00 \text{ g/mol}$$

**Adatok**

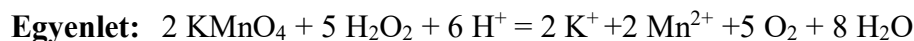
$$V(\text{lombik}) = 500 \text{ cm}^3$$

$$V(\text{pipetta}) = 50,00 \text{ cm}^3$$

$$c_p(\text{KMnO}_4) = 0,013 \text{ mol/dm}^3$$

$$m(\text{H}_2\text{O}_2) = 1,20 \text{ g}$$

$$V_f(\text{KMnO}_4) = 30,80 \text{ cm}^3$$



**Számítás:**  $n(\text{KMnO}_4) = 0,013 \text{ mol/dm}^3 \cdot 30,80 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = 0,0004004 \text{ mol}$

$$n(\text{H}_2\text{O}_2) = \frac{5}{2} \cdot 0,0004004 \text{ mol} = 0,001001 \text{ mol}$$

$$n(\text{összes H}_2\text{O}_2) = \frac{500}{50} \cdot 0,001001 \text{ mol} = 0,01001 \text{ mol}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}_2) = 0,01001 \text{ mol} \cdot 34 \text{ g/mol} = 0,3403 \text{ g}$$

$$w(\text{H}_2\text{O}_2) = \frac{0,3403 \text{ g}}{1,2 \text{ g}} \cdot 100 = \mathbf{28,36\%}$$

4. 25,00 cm<sup>3</sup> háztartási hypo-t 250,00 cm<sup>3</sup>-re hígítunk. Ha ennek 50,00 cm<sup>3</sup>-es részletéhez feleslegben jodidot adunk, a kivált jód titrálásához 46,10 cm<sup>3</sup> 0,0813 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> mérőoldat kell. Mennyi a hypo aktív klórtartalma g/dm<sup>3</sup> egységben kifejezve?

$$M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g/mol}$$

**Adatok**

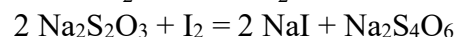
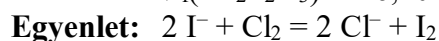
$$V(\text{minta}) = 25,0 \text{ cm}^3$$

$$V(\text{lombik}) = 250,0 \text{ cm}^3$$

$$V(\text{pipetta}) = 50,0 \text{ cm}^3$$

$$c_p(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,0813 \text{ mol/dm}^3$$

$$V_f(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 46,10 \text{ cm}^3$$



**Számítás:** 1 mol Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1 mol Cl-t mér.

$$n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,0813 \text{ mol/dm}^3 \cdot 46,10 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = 0,003748 \text{ mol}$$

$$n(\text{Cl}) = n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,003748 \text{ mol}$$

$$n(\text{mintában lévő összes Cl}) = \frac{250}{50} \cdot 0,003748 \text{ mol} = 0,01874 \text{ mol}$$

$$m(\text{mintában lévő összes Cl}) = 0,01874 \text{ mol} \cdot 35,5 \text{ g/mol} = 0,6653 \text{ g}$$

$$\rho_B = \frac{0,6653 \text{ g}}{0,025 \text{ dm}^3} = \mathbf{26,61 \text{ g/dm}^3}$$

5. Hány  $\text{cm}^3$   $0,0230 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú  $\text{KMnO}_4$ -oldatot szükséges  $2,10 \text{ g}$   $w = 75,0\%$ -os tisztaságú Mohr-só vastartalmának a megtitrálásához?  
A Mohr-só képlete:  $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}$ .

$$M(\text{Mohr-só}) = 391,85 \text{ g/mol.}$$

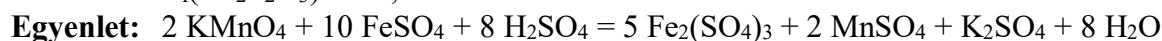
**Adatok**

$$m(\text{Mohr-só}) = 2,10 \text{ g}$$

$$w(\text{Mohr-só}) = 75,0\%$$

$$c_p(\text{KMnO}_4) = 0,0230 \text{ mol/dm}^3$$

$$V_f(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 46,10 \text{ cm}^3$$



**Számítás:**  $m(\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}) = 2,10 \text{ g} \cdot 0,75 = 1,575 \text{ g}$

$$n(\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}) = \frac{1,575}{391,85} = 0,004019 \text{ mol}$$

$$n(\text{KMnO}_4) = \frac{n(\text{Mohr - só})}{5} = \frac{0,004019}{5} = 0,0008039 \text{ mol szükséges a Fe}^{2+} \text{ oxidálásához.}$$

$$V(\text{KMnO}_4) = \frac{n}{V} = \frac{0,0008039 \text{ mol}}{0,023 \text{ mol/dm}^3} = 0,03495 \text{ dm}^3 = 34,95 \text{ cm}^3$$

6. Kristályvizét részlegesen elvesztett szóda  $3,0050 \text{ g}$ -jából  $250,0 \text{ cm}^3$  törzsoldatot készítettünk. Ennek  $10,0 \text{ cm}^3$ -ét  $14,50 \text{ cm}^3$   $0,1000 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú  $\text{HCl}$ -oldat mérte. Mi a vizsgált  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  képlete?

**Adatok**

$$V(\text{lombik}) = 250 \text{ cm}^3$$

$$V(\text{pipetta}) = 10 \text{ cm}^3$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = 3,0050 \text{ g}$$

$$c_p(\text{HCl}) = 0,1000 \text{ mol/dm}^3$$

$$\bar{V}(\text{HCl}) = 14,50 \text{ cm}^3 = 0,0145 \text{ dm}^3$$



**Számítás:**  $n(\text{HCl}) = c_p(\text{HCl}) \cdot \bar{V}(\text{HCl}) = 0,1000 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,01450 \text{ dm}^3 = 0,001450 \text{ mol}$

$$n(\text{KMnO}_4) = \frac{n(\text{Mohr - só})}{5} = \frac{0,004019}{5} = 0,0008039 \text{ mol szükséges a Fe}^{2+} \text{ oxidálásához.}$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{n(\text{HCl})}{2} = \frac{0,00145}{2} = 0,000725 \text{ mol}$$

$$n(\text{összes Na}_2\text{CO}_3) = 0,000725 \text{ mol} \cdot \frac{250}{10} = 0,018125 \text{ mol}$$

$$m(\text{összes Na}_2\text{CO}_3) = 0,018125 \text{ mol} \cdot 106 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 1,9213 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}) - m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 3,0050 - 1,9213 = 1,0837 \text{ g}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{n}{M} = \frac{1,0837 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 0,06021 \text{ mol H}_2\text{O}$$

$$\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = \frac{0,06021 \text{ mol H}_2\text{O}}{0,018125 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3} = 3,32$$





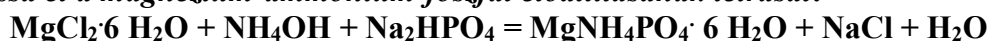
## II. Gyakorló feladatok

1. 0,2000 g  $\text{KHCO}_3$  titrálására 19,5  $\text{cm}^3$  HCl mérőoldat fogyott. Mekkora a HCl-oldat pontos koncentrációja? *(0,1024 mol/dm<sup>3</sup>)*
2. KI szennyeződést tartalmazó vízmentes  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -ból 1,5500 grammot lemérünk és 250,0  $\text{cm}^3$  törzsoldatot készítünk belőle. A törzsoldat 10,00  $\text{cm}^3$ -ét 9,95  $\text{cm}^3$  0,1010 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú HCl mérőoldattal titráljuk. Hány százalék KI-t tartalmaz a minta? *(85,91%)*
3. A 0,02 mol/dm<sup>3</sup> névleges koncentrációjú  $\text{KMnO}_4$ -oldat pontos koncentrációjának meghatározásához, hány gramm oxálsavat kell bemérni, hogy a várható fogyás 25,0  $\text{cm}^3$  legyen? *(0,1575 g)*
4. 200  $\text{cm}^3$ -es mérőlombikba 0,6505 g  $\text{KH}(\text{IO}_3)_2$ -ot mértünk be. Mennyi a pontos koncentrációja annak a tioszulfát mérőoldatnak, amelyből a törzsoldat 25,0  $\text{cm}^3$ -ére a fogyás 24,5  $\text{cm}^3$  volt? *(0,1021 mol/dm<sup>3</sup>)*
5. Hány mg annak az oldatnak a  $\text{Fe}^{2+}$ -tartalma, amelynek tizedrészét megtitrálva a 25,0  $\text{cm}^3$  0,02328 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú permanganát mérőoldat fogyott? *(1625 mg)*
6. A vegyszerraktárban a laboráns talált egy felbontott oxálsavas dobozt. A címkén az állt, hogy 1952-ben gyártották. Elhatározta, hogy megvizsgálja az oxálsav kristályvíztartalmát. Bemért 0,9023 grammot az oxálsavból és készített belőle 200,00  $\text{cm}^3$  törzsoldatot. Ebből 20,00  $\text{cm}^3$ -eket titrálva az átlagfogyás 14,60  $\text{cm}^3$ -nek bizonyult a 0,0206 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú  $\text{KMnO}_4$ - mérőoldatból. Mennyi az oxálsav kristályvíztartalma? *[(COOH)<sub>2</sub>·1,67 H<sub>2</sub>O]*
7. Hány g HCl van a 250,0  $\text{cm}^3$  térfogatú törzsoldatban, ha 25,00  $\text{cm}^3$ -ére 19,30; 19,40; 19,20  $\text{cm}^3$  0,1002 mol/dm<sup>3</sup>-es NaOH-oldat fogy? *(0,7049 g)*
8. Hány mg HCl van 100,0  $\text{cm}^3$  oldatban, ha 20,00  $\text{cm}^3$ -ére 19,40  $\text{cm}^3$  0,1002 mol/dm<sup>3</sup>-es NaOH-oldat fogy? *(354,3 mg)*
9. 20,00  $\text{cm}^3$  kénsavoldat titrálására 28,80  $\text{cm}^3$  0,0999 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú NaOH-oldat fogy. Mennyi a kénsavoldat anyagmennyiség-koncentrációja? *(0,0719 mol/dm<sup>3</sup>)*
10. 250,0  $\text{cm}^3$ -ből HCl törzsoldat 20,00  $\text{cm}^3$  részletére 10,00  $\text{cm}^3$  0,1020 mol/dm<sup>3</sup>-es NaOH-oldat fogy. Hány g HCl van a 250,0  $\text{cm}^3$ -es törzsoldatban? *(0,4647 g)*
11. 20,40  $\text{cm}^3$  0,1005 mol/dm<sup>3</sup> NaOH oldat fogy 20,00  $\text{cm}^3$  ecetsavoldatra. Mennyi az ecetsav koncentrációja gramm ecetsav/250,0  $\text{cm}^3$  egységben? *(1,538 g)*
12. 1,0087 g cc. kénsavat mértünk be és 250,0  $\text{cm}^3$ -es törzsoldatot készítettünk belőle. A törzsoldatból 20,00  $\text{cm}^3$ -t kipipettázott részletre 16,00  $\text{cm}^3$  0,1010 mol/dm<sup>3</sup>-es NaOH-oldat fogyott. Hány tömegszázalékos a cc.kénsav? *(w = 98,1%)*
13. 20,00  $\text{cm}^3$  kénsavoldat titrálására 12,50  $\text{cm}^3$  0,1005 mol/dm<sup>3</sup>-es NaOH-oldat fogy. Hány gramm kénsav van az oldatban, és mennyi a kénsavoldat anyagmennyiség-koncentrációja? *(0,0616 g, 0,0314 mol/dm<sup>3</sup>)*

14. Készíteni kell 2000 cm<sup>3</sup> 0,02 mol/dm<sup>3</sup>-es KMnO<sub>4</sub>-oldatot. Hány g KMnO<sub>4</sub>-t kell bemérni? (6,32 g)
15. A 0,1 mol/dm<sup>3</sup> névleges koncentrációjú KMnO<sub>4</sub>-oldathoz hány g (COONa)<sub>2</sub>-ot kell bemérni, ahhoz, hogy a várható fogyás 20 cm<sup>3</sup> legyen? (0,67 g)
16. Hány tömegszázalék a 0,5800 g hiperol tablettá H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-tartalma, ha 100,0 cm<sup>3</sup>-re feloldva, 10,00 cm<sup>3</sup>-es részletét titrálva 11,20 cm<sup>3</sup> 0,02008 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú KMnO<sub>4</sub> oldat fogy? ( $w = 32,96\%$ )
17. Hány gramm NaNO<sub>2</sub> van 100 cm<sup>3</sup> törzsoldatban, ha 25,00 cm<sup>3</sup> 0,02000 mol/dm<sup>3</sup>-es KMnO<sub>4</sub> oldatra az ismeretlen NaNO<sub>2</sub> oldatból 17,20 cm<sup>3</sup> fogy? (0,5014 g)
18. Mekkora a pontos koncentrációja 0,2 mol/dm<sup>3</sup> névleges koncentrációjú Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-oldatnak, ha 1,3000 g KH(IO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-ot mértünk be 100,0 cm<sup>3</sup>-re és 20,00 cm<sup>3</sup>-t kivéve KI-dal reagáltatva a felszabaduló jódot 39,80 cm<sup>3</sup> Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-tal mértük vissza? (0,2010 mol/dm<sup>3</sup>)
19. Mekkora a Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-oldat pontos koncentrációja, ha 0,0666 g KH(IO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> bemérésre 21,50 cm<sup>3</sup> fogy? (0,09533 mol/dm<sup>3</sup>)
20. Hány gramm Cu<sup>2+</sup> van a 100,0 cm<sup>3</sup>-es lombikban, ha 10,00 cm<sup>3</sup>-t kivéve KI-dal reagáltatva a felszabaduló jódot 8,10 cm<sup>3</sup> 0,1005 mol/dm<sup>3</sup>-es Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-oldattal mértük vissza? (0,5173 g)
21. Hány gramm vas(III)ion van a 200,0 cm<sup>3</sup>-es mérőlombikban, ha 25,00 cm<sup>3</sup>-ére a meghatározást elvégezve 18,20 cm<sup>3</sup> 0,1005 mol/dm<sup>3</sup>-es Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-oldat fogy? (0,8172 g)
22. Készítsen 500,0 cm<sup>3</sup> térfogatú 0,025 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú EDTA-oldatot! Hány gramm EDTÁ-t kell ehhez bemérni? (4,675 g)
23. Hány tömegszázalékos a tablettá Ca<sup>2+</sup>-tartalma, ha 0,1111 g-ot bemérve 21,20 cm<sup>3</sup> 0,0100 mol/dm<sup>3</sup> EDTA fogy? ( $w = 7,63\%$ )
24. Mekkora a pontos koncentrációja a 0,1 mol/dm<sup>3</sup>-es NaCl-oldatnak, ha 3,0000 g-ot mértünk be 500,0 cm<sup>3</sup>-hez? (0,1026 mol/dm<sup>3</sup>)

## Szervetlen preparátumok előállítása

### I. Olvassa el a magnézium-ammónium-foszfát előállításának leírását!



1. Mérjen be gyorsmérleggel 10,0 g dinátrium-hidrogén foszfátot!
2. Mérjen be az elméletileg szükségesnél 10%-kal több kristályvizes magnézium-kloridot és kb. 50 °C-os vízben való oldással készítsen belőle telített oldatot!
3. Számítsa ki, hogy hány cm<sup>3</sup> tömény ammónium-hidroxid-oldat szükséges, és mennyi csapvízre van szüksége w = 15%-os oldat készítéséhez!
4. Öntse össze az ammónium-hidroxid-oldat és magnézium-klorid oldatokat vegyifülke alatt óvatosan, állandó kevergetés mellett. 20 percig fülke alatt hagyja állni az oldatot!
5. Oldhatóság alapján készítsen a Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>-ból oldatot!
6. A két oldatot óvatosan kevergetés mellett öntse össze!
7. A lecsapás után keletkezett fehér csapadékot dekantálva szűrje, majd Büchner-tölcséren szűrje le!
8. A csapadékot kevés hideg vízzel mossa és levegőátszívással szárítsa!
9. Szárítószekrényben tömegállandóságig szárítsa a csapadékot!

**Oldhatósági adatok:** 50 °C-on: MgCl<sub>2</sub> 59 g só/100 g víz  
Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 80 g só/100 g víz

### Moláris tömegek:

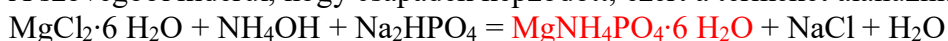
MgCl <sub>2</sub> 6 H <sub>2</sub> O	203,3 g/mol	NH <sub>4</sub> OH	35,0 g/mol
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	142 g/mol	MgNH <sub>4</sub> PO <sub>4</sub> 6 H <sub>2</sub> O	245,3 g/mol

### FELADATOK és megoldások

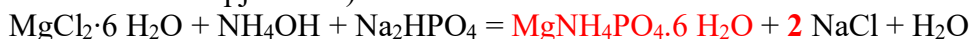
- A) Soroljon fel a vákuumszűréshez szükséges eszközök közül hatot!**  
Bunsen-állvány, szorítódió, lombikfogó, szívópalack, Büchner-tölcsér (nuccs szűrő), szűrőpapír, üvegbot, puffer-palack, vákuum-szivattyú
- B) Hogyan állapítaná meg, hogy a csapadék kloridmentesre mosása megtörtént?**  
A szűrlet egy kis részletéhez AgNO<sub>3</sub>-oldatot cseppentve, ha nem válik le csapadék (nem opálosodik), a mosás megfelelő volt.  $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl}$
- C) Hogyan állapítaná meg, hogy a csapadék szárítása tömegállandóságig megtörtént?**  
A már szemmel száraznak látszó anyagnak megmérjük a tömegét, tovább szárítjuk, majd egy idő múlva ismét megmérjük. Ezt addig ismételjük, amíg a két utolsó mérés között már nincs eltérés.
- D) A reakcióegyenlet alapján számítsa ki a szükséges kristályvizes magnézium-klorid tömegét úgy, hogy az elméletileg szükségeshez képest 10% felesleget kell használni!**

### Első lépés a reakcióegyenlet rendezése

A szövegből kiderül, hogy csapadék képződött, ezért a terméket aláhúzni:



Majd rendezni sztöchiometriai számok alapján (ez az egyenlet cserebomlás/kicserélődési egyenlet! (Figyelni a redoxifolyamatoknál oxidációs számváltozás alapján kell!))



Számítás aránypárral	Mólarányokkal
Reakcióegyenlet alapján: 142 g Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> -hoz 203,3 g MgCl <sub>2</sub> ·6 H <sub>2</sub> O kell, 10 g Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> -hoz x g MgCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O kell.	$n(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = \frac{m}{M} = \frac{10 \text{ g}}{142 \text{ g/mol}} = 0,0704 \text{ mol}$ Reakcióegyenlet alapján $n(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = n(\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$ $m(\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) =$ $= 0,0704 \text{ mol} \cdot 203,3 \text{ g/mol} = \mathbf{14,32 \text{ g}}$
$x = \frac{203,3 \cdot 10}{142} = \mathbf{14,32 \text{ g MgCl}_2 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}}$	

A recept alapján a reagenst 10% feleslegben kell alkalmazni. Ennek alapján az összes bemérendő MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O: 14,32·1,10 = **15,75 g**

**E) Számítsa ki, hogy hány cm<sup>3</sup> víz kell a kristályos magnézium-klorid oldásához! A víz sűrűségét vegye 1,00 g/cm<sup>3</sup>-nek! Az eredményt egész számra kerekítve adja meg!**

$$\begin{array}{l}
 203,3 \text{ g MgCl}_2 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O-ban van} \quad 95,3 \text{ g MgCl}_2 \text{ és} \quad 6 \cdot 18 = 108 \text{ g H}_2\text{O} \\
 15,75 \text{ g MgCl}_2 \cdot 6 \cdot \text{H}_2\text{O-ban van} \quad x \text{ g MgCl}_2 \text{ és} \quad y \text{ g H}_2\text{O} \\
 \hline
 x = \frac{15,75 \cdot 95,3}{203,3} = 7,38 \text{ g MgCl}_2 \quad y = \frac{15,75 \cdot 108}{203,3} = 8,37 \text{ g H}_2\text{O}
 \end{array}$$

**Megjegyzés:** A kristályvíz tömegét megkaphatjuk úgy is, ha MgCl<sub>2</sub> tömegét kivonjuk a kristályvizes só tömegéből:

$$m(\text{kristályvíz}) = m(\text{kristályvizes só}) - m(\text{vízmentes só}) = 15,75 \text{ g} - 7,38 \text{ g} = 8,37 \text{ g víz}$$

Az oldhatóság alapján:

59,0 g MgCl <sub>2</sub>	100 g vízben oldódik,
7,38 g MgCl <sub>2</sub>	x g vízben oldódik.

$$x = \frac{7,38 \cdot 100}{59} = 12,51 \text{ g víz.}$$

Mivel a bemért kristályvizes magnézium-kloridban 8,37 g víz már benne van, ezért ezt vonjuk le! A bemérendő víz tömege: m(víz) = 12,51 g – 8,37 g = **4,14 g**

**vagy** Az oldáshoz szükséges víz tömegét keverési egyenlettel is kiszámíthatjuk. Ehhez kell az oldat és a kristályvizes só százalékos összetétele:

Kristályvizes só $m_1 = 15,75 \text{ g}$ $w_1 = \frac{95,3}{203,3} \cdot 100 = 46,88\%$	Víz $m_2 \text{ g}$ $w_2 = 0\%$	50 °C-on telített oldat $m_3 = (15,75 + m_1) \text{ g}$ $w_3 = \frac{59}{159} \cdot 100 = 37,11\%$
---	---------------------------------------	--

$$\begin{aligned}
 m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 &= (m_1 + m_2) \cdot w_3 \\
 15,75 \cdot 46,88 + m_2 \cdot 0 &= (15,75 + m_2) \cdot 37,11 \\
 m_2 &= 15,75 \cdot \frac{46,88 - 37,12}{37,12} = 4,14 \text{ g víz}
 \end{aligned}$$

A víz sűrűsége 1,000 g/cm<sup>3</sup>, tehát  $V(\text{víz}) = \frac{m}{\rho} = \frac{4,14 \text{ g}}{1 \text{ g/cm}^3} = 4,14 \text{ cm}^3 \approx \mathbf{4 \text{ cm}^3}$

- F) Számítsa ki, hogy hány  $\text{cm}^3$  víz kell a 10,0 g dinátrium-hidrogénfoszfát oldásához!  
A víz sűrűségét vegye  $1,0 \text{ g/cm}^3$ -nek! Az eredményt egész számra kerekítve adja meg!

$$\begin{array}{r} 80 \text{ g Na}_2\text{HPO}_4 \quad 100 \text{ g vízben oldódik,} \\ 10,00 \text{ g Na}_2\text{HPO}_4 \quad x \text{ g vízben oldódik.} \\ \hline x = \frac{10 \cdot 100}{80} = 12,50 \text{ g víz.} \end{array}$$

A víz sűrűsége  $1,000 \text{ g/cm}^3$ , tehát  $V(\text{víz}) = \frac{m}{\rho} = \frac{12,5 \text{ g}}{1 \text{ g/cm}^3} = 12,5 \text{ cm}^3 \approx 13 \text{ cm}^3$

- G) Számítsa ki, hogy hány  $\text{cm}^3$  tömény ammónium-hidroxid szükséges, és mennyi csapvízre van szüksége  $w = 15\%$ -os oldat készítéséhez!  
A tömény ammónium-hidroxid-oldat  $w = 25\%$ ;  $\rho = 0,906 \text{ g/cm}^3$ .

Reakcióegyenlet alapján:

$$\begin{array}{r} 142 \text{ g Na}_2\text{HPO}_4 \quad 35 \text{ g NH}_4\text{OH} \\ 10 \text{ g Na}_2\text{HPO}_4 \quad x \text{ g NH}_4\text{OH} \\ \hline x = \frac{35 \cdot 10}{142} = 2,47 \text{ g NH}_4\text{OH} \end{array}$$

**Megjegyzés:** Számításokhoz, ahol lehet, a megadott adatot használjuk, ne azt, amit mi számoltunk ki!

Ez a mennyiség a szükséges tiszta ammónium-hidroxid tömege.

De  $25\%$ -os oldat áll rendelkezésünkre, ezt tudjuk hígítani, ezért át kell számítani!

Ezért  $m(25\%$ -os oldat) =  $\frac{2,47}{0,25} = 9,86 \text{ g}$

A  $w = 25\%$ -os ammónium-hidroxid sűrűsége:  $0,906 \text{ g/cm}^3$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{9,86 \text{ g}}{0,906 \text{ g/cm}^3} = 10,88 \text{ cm}^3 \approx 11 \text{ cm}^3 \quad w = 25\%$$

**hidroxidot kell kimérni.**

A ammóniaoldat készítéséhez szükséges víz számítása:

Hígítási egyenlettel:

$$\begin{array}{l} m_1 w_1 = (m_1 + m_2) \cdot w_k \\ 9,88 \cdot 25 = (9,88 + m_2) \cdot 15 \\ m_2 = 6,59 \text{ g víz} \end{array}$$

Számolás aránypárral:

$$\begin{array}{l} 100 \text{ g ammónia oldatban van } 15 \text{ g NH}_4\text{OH} \\ x \text{ g ammónia oldatban van } 2,47 \text{ g NH}_4\text{OH} \\ \hline x = \frac{2,47 \cdot 100}{15} = 16,47 \text{ g ammónia oldat. Az} \end{array}$$

oldatból vonjuk le a  $\text{NH}_4\text{OH}$  tömegét. Ez lesz a szükséges víz tömege:  $16,47 - 9,88 = 6,59 \text{ g}$

Természetesen mindkét számítási mód (a kerekítési eltérésektől eltekintve) azonos eredményre vezet.

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{6,59 \text{ g}}{1 \text{ g/cm}^3} = 6,59 \text{ cm}^3 \approx 7 \text{ cm}^3$$

**H) Számítsa ki az elméletileg előállítható magnézium-ammónium-foszfát-hexahidrát tömegét!**

A reakcióegyenlet alapján 1 mol  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ -ből 1 mol  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  állítható elő.

$$\begin{array}{r} 142 \text{ g Na}_2\text{HPO}_4 \text{ -ből előállítható} \qquad 245,3 \text{ g MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O} \\ 10,0 \text{ g Na}_2\text{HPO}_4 \text{ -ből előállítható} \qquad \qquad \qquad x \text{ g MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O} \\ \hline x = \frac{10 \cdot 245,3}{142} = 17,27 \text{ g MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O} \end{array}$$

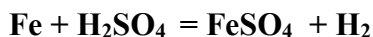
**Tehát az elméleti kitermelés 17,27 g  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$**

**I) Hány százalék volt a kitermelés, ha a magnézium-ammónium-foszfát-hexahidrát tömege a szárítás után 14,61 gramm?**

$$\eta = \frac{\text{tényleges termelés}}{\text{elméleti termelés}} \cdot 100 = \frac{14,61}{17,28} \cdot 100 = 84,57\%$$

**A kitermelés 84,57%-os volt.**

## II. Ammónium-vas(III)-szulfát (vastimsó) előállítása



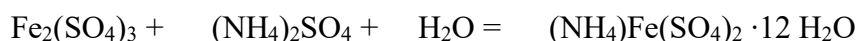
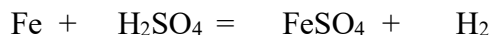
1. Mérjen be 5,00 g vasport.
2. Oldja 250 cm<sup>3</sup>-es főzőpohárban számított mennyiségű, 50%-os, enyhén felmelegített kénsavban feloldja. A kénsavból 20% felesleget alkalmazzon!
3. Ha az oldat nem tiszta melegítse fel, szükség esetén (forrón) tisztasági szűrést végezzen.
4. A tiszta oldathoz ezután állandó keverés mellett 30%-os H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-oldatot adjon.
5. Az oldat 1-2 cm<sup>3</sup>-éhez adjon vörösvérلúgsót [K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>]. Ha kék színű csapadék (ún. Turnbull-kék) keletkezik, akkor még melegen kevergesse az oldatot!
6. Negatív próba esetén a tiszta oldathoz adjon számított mennyiségű 20 °C-on telített ammónium-szulfát-oldatot.
7. Párolja be az oldatot a felére, és tegye el kristályosodni!
8. A kivált kristályokat vákuumszűréssel válassza el az anyalúgtól!
9. Levegőn hagyva tömegállandóságig szárítsa a kristályokat!

**Oldhatósági adatok:** 20 °C-on: (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: 73g só/100 g víz

**Moláris tömegek:**  $A_r(\text{Fe}) = 55,8$        $M_r(\text{H}_2\text{O}_2) = 34,0$        $M_r(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,1$   
 $M_r((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = 132,1$        $M_r[(\text{NH}_4)\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}] = 481,8$

### FELADATOK

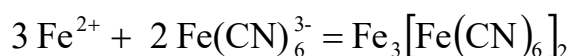
A) Rendezze az egyenleteket!



B) Soroljon fel a feladathoz szükséges eszközök közül minimum tizet!

1.	6.
2.	7.
3.	8.
4.	9.
5.	10.

C) Miért adunk, az oldat kis részletéhez vörösvérلúgsót? Mi a hiba az adott reakcióegyenletben?



**D)** A reakcióegyenlet alapján számítsa ki, hogy mennyi kénsavra van szüksége, ha az elméletileg szükségeshez képest 20% felesleget alkalmaz!

**E)** A laboratóriumban csak  $w = 96\%$ -os ( $\rho = 1,84 \text{ g/cm}^3$ ) kénsav található. Számítsa ki, hogy hány  $\text{cm}^3$  tömény kénsavat kell hígítani, és hány  $\text{cm}^3$  vízre van szükség a hígításhoz, hogy 50 tömegszázalékos kénsavoldatot kapjunk?

**F)** Hogyan kell szabályosan a kénsavat hígítani?

.....  
.....  
.....

**G)** Számítsa ki, hány  $\text{cm}^3$  30 tömegszázalékos ( $\rho = 1,11 \text{ g/cm}^3$ )  $\text{H}_2\text{O}_2$ -ot kell adni, ha az elméletileg szükséges mennyiséghez képest négyszeres felesleget alkalmazzunk?

**H)** Számítsa ki, hogy mennyi ammónium-szulfátra van szükség? Hány  $\text{cm}^3$  vízben kell oldani, hogy telített oldatot kapjunk? (A víz sűrűsége  $1,00 \text{ g/cm}^3$ )

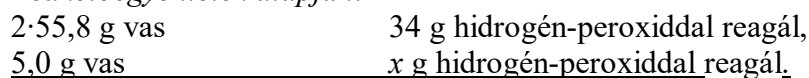


- I)** Számítsa ki az elméletileg előállítható vastimsó tömegét!
- J)** Hány százalék volt a kitermelés, ha a vastimsó tömege szárítás után 40,25 gramm?
- K)** Miért nem érdemes a vastimsót szárítószekrényben szárítani?



- G) Számítsa ki, hány  $\text{cm}^3$  30 tömegszázalékos ( $\rho = 1,11 \text{ g/cm}^3$ )  $\text{H}_2\text{O}_2$ -ot kell adni, ha az elméletileg szükséges mennyiséghez képest négyszeres felesleget alkalmazunk?

Reakcióegyenletek alapján:



$$x = \frac{5 \cdot 34}{2 \cdot 55,8} = 1,52 \text{ g hidrogén-peroxid}$$

Átszámítjuk 30%-os oldatra:

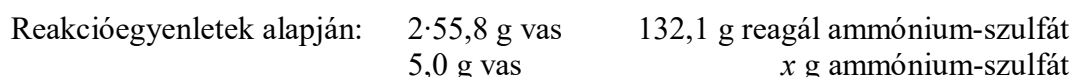
$$m(\text{oldat}) = \frac{1,52 \text{ g}}{30} \cdot 100 = 5,08 \text{ g hidrogén-peroxid oldat kell.}$$

$$V = \frac{5,08 \text{ g}}{1,11 \text{ g/cm}^3} = 4,57 \text{ cm}^3$$

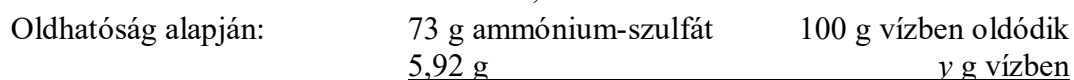
Mivel négyszeres mennyiséget kell használni

$$V = 4 \cdot 4,57 \text{ cm}^3 = 18,30 \text{ cm}^3 \text{ hidrogén-peroxid oldatot kell bemérni.}$$

- H) Számítsa ki, hogy mennyi ammónium-szulfátra van szükség? Hány  $\text{cm}^3$  vízben kell oldani, hogy telített oldatot kapjunk? (A víz sűrűsége  $1,00 \text{ g/cm}^3$ )



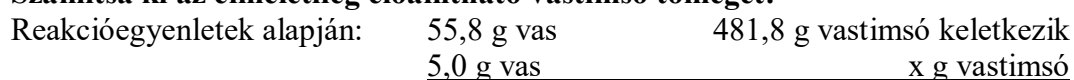
$$x = \frac{5 \cdot 132,1}{2 \cdot 55,8} = 5,92 \text{ g ammónium-szulfát}$$



$$y = \frac{5,92 \cdot 100}{73} = 8,11 \text{ g víz}$$

$$V(\text{víz}) = \frac{8,11 \text{ g}}{1,0 \text{ g/cm}^3} = 8,11 \text{ cm}^3 \approx 8 \text{ cm}^3$$

- I) Számítsa ki az elméletileg előállítható vastimsó tömegét!



$$x = \frac{5 \cdot 481,8}{55,8} = 43,17 \text{ g vastimsó elméleti}$$

kitermelés.

- J) Hány százalék volt a kitermelés, ha a vastimsó tömege szárítás után 40,25 gramm?

$$\eta = \frac{\text{tényleges termelés}}{\text{elméleti termelés}} \cdot 100 = \frac{40,25}{43,17} \cdot 100 = 93,23\%$$

- K) Miért nem érdemes a vastimsót szárítószekrényben szárítani?

Mert könnyen elvesztheti a kristályvíz tartalmát.

## Gyakorló feladatok

### Ammónium-vas(II)-szulfát-hexahidrát (Mohr-só) előállítása

1. Írja fel a Mohr-só képletét!
2. Írja fel a Mohr-só előállításának reakcióit!
3. A Mohr-só oldata levegőn megsárgul. Mi lehet ennek az oka? Hogyan lehetne ezt megszüntetni?
4. Hogyan lehetne kimutatni, hogy a Mohr-só szulfátionokat tartalmaz?
5. 10,0 g  $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ -ból Mohr-sót akarunk előállítani.
  - a. Hány gramm víz oldja fel ezt a  $\text{FeSO}_4$ -ot 50 °C-on, ha ezen a hőmérsékleten 100 g víz 48,6 g vízmentes vas(II)-szulfátot old?
  - b. Hány gramm ammónium-szulfát kell a Mohr-só előállításához?
  - c. Hány gramm víz oldja fel ezt az  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -ot 50 °C-on, ha ezen a hőmérsékleten 100 g víz 84,5 g ammónium-szulfátot old?
6. 15,5 g  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ -ot kell előállítani.
  - a. Hány gramm  $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  kell hozzá?
  - b. Hány gramm  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -ból lehet előállítani a Mohr-sót?
  - c. Hány gramm víz oldja fel az a) részben kiszámított mennyiségű  $\text{FeSO}_4$ -ot 50 °C-on, ha ezen a hőmérsékleten 100 g víz 48,6 g vízmentes vas(II)-szulfátot old?
  - d. Hány gramm víz oldja fel a b) részben kiszámított mennyiségű  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -ot 40 °C-on, ha ezen a hőmérsékleten 100 g víz 81,0 g ammónium-szulfátot old?
  - e. Hány gramm Mohr-só válik ki a keletkezett 10 °C-ra lehűtött oldatból, ha ezen a hőmérsékleten 100 g víz 17,2 g vízmentes vas(II)-ammónium-szulfátot old?
7. Hány gramm Mohr-só keletkezik 5,00 g vasból, ha a termelés 74,0%-os hatásfokkal valósítható meg?
8. Hány gramm fémvasból keletkezik elméletileg 18,5 g Mohr-só?
9. A Mohr-só oldhatósága 10 °C-on 17,2 g, 50 °C-on pedig 40,0 g vízmentes só 100 g vízben. Hány gramm 50 °C-on telített oldatból válik ki 1 mol  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ , ha az oldatot 10 °C-ra hűljük le?

### Megoldások:

1.  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
2.  $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$   
 $\text{FeSO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 6 \text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
3. Vas(II) nagyon könnyen vas(III)-má oxidálódik . frissen kell készíteni az oldatot és híg kénsavoldatot alkalmazzunk. Megszüntetni, ha elemi vasport adunk a rendszerhez.
4. A szulfátionokat bárium-nitráttal lehet kimutatni.
5. a) 3,73 g      b) 4,75 g      c) 5,62 g
6. a) 10,99 g      b) 5,22 g      c) 7,34 g      d) 6,44 g      e) 11,82 g
7. 25,97 g
8. 2,64 g
9. 1629,4 g

### Vas(II)-szulfát készítése

- Írja fel a vas kénsavval való reakciójának egyenletét!
- Miért kell ezt a reakciót fülke alatt végezni?
- Milyen szűrőn kell szűrni a vas(II)-szulfát-oldatot?
- Miért melegen szűrjük a vas(II)-szulfát-oldatot?
- Milyen színű a kristályos és a vízmentes vas(II)-szulfát?
- Mikor válnak ki nagy kristályok a vas(II)-szulfát-oldatból?
- Miért sárgulhat meg a vas(II)-szulfát-oldat?
- Miért nem érdemes a  $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ -ot szárítószekrényben szárítani?
- Hogyan szárítjuk?
- Miért fehéredik ki a kristályos vas(II)-szulfát?
- Mire használható a  $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ ?
- A vas(II)-szulfát oldhatósága  $20^\circ\text{C}$ -on 26,5 g,  $50^\circ\text{C}$ -on pedig 48,6 g vízmentes  $\text{FeSO}_4$  100 g vízben.
  - Hány gramm  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  oldódik fel  $20^\circ\text{C}$ -on 100 g vízben?
  - Hány gramm víz oldja fel az 5,00 g fémvasból keletkezett  $\text{FeSO}_4$ -ot  $50^\circ\text{C}$ -on?
  - Hány gramm  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  válik ki, ha a b) részben keletkező oldatot  $20^\circ\text{C}$ -ra hűtjük le?
  - d) Hány gramm  $\text{FeSO}_4$  marad oldatban a kiválás után?
- 10,0 g vasporból  $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ -ot állítunk elő.
  - Hány  $\text{cm}^3$  98,0 tömegszázalékos,  $1,84 \text{ g/cm}^3$  sűrűségű kénsavoldat kell a vaspor oldásához, ha a folyamathoz 2% savfölösleget alkalmazunk?
  - Hány gramm  $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  keletkezik elméletileg?
  - Hány gramm víz oldja fel az elméletileg keletkezett  $\text{FeSO}_4$ -ot  $40^\circ\text{C}$ -on, ha ezen a hőmérsékleten 100 g víz 40,2 g vízmentes vas(II)-szulfátot old?
  - Hány gramm  $\text{FeSO}_4$  marad oldatban, ha azt  $20^\circ\text{C}$ -ra hűtjük le? Ezen a hőmérsékleten 100 g víz 26,5 g vízmentes vas(II)-szulfátot old.
  - Hány  $\text{cm}^3$  standardállapotú hidrogéngáz fejlődik az oldás során?
- 11,5 g  $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ -ot állítunk elő.
  - Hány gramm vaspor kell az előállításához?
  - Hány  $\text{cm}^3$  98,0 tömegszázalékos,  $1,84 \text{ g/cm}^3$  sűrűségű kénsavoldat kell a vaspor oldásához, ha a folyamathoz 5% savfölösleget alkalmazunk?
- Hány tömegszázalékos koncentrációjú volt az a kénsavoldat, amelyben fémvasat oldva a keletkezett oldat teljes egészében kikristályosodik  $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  alakban?

### Megoldások

- |   |   |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li><math>\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2</math></li><li>hidrogénfejlődés miatt</li><li>redős</li><li>nem induljon meg a kiválás idő előtt</li><li>zöld</li><li>ha lassan hűl ki az oldat</li><li>vas(II)-szulfát nagyon könnyen vas(III)-szulfáttá oxidálódik</li><li>elveszti a kristályvizét</li><li>levegő vagy a kristályokat vákuumszűrővel szárítjuk</li><li>elveszti a kristályvizét</li></ol> | <ol style="list-style-type: none"><li>Felhasználják más vasvegyületek előállítására. A kohászatban vas elektrolitos úton történő előállítására alkalmazzák. Felhasználják a textilfestésben, fák impregnálására. A gyógyászatban a 0,5-2%-os vas(II)-szulfát-oldatot orrvérzés csillapítására használják.</li><li>a) 62,20 g      b) 28,00 g      c) 14,48 g<br/>d) 5,68 g</li><li>a) 9,93 <math>\text{cm}^3</math>      b) 49,79 g      c) 46,79 g<br/>d) (15,37 g)      e) 4,39 <math>\text{dm}^3</math></li><li>a) 2,31 g      b) 2,36 <math>\text{cm}^3</math></li><li>47,55%</li></ol> |
|---|---|

## Egyenletek rendezése

### 1. Rendezze a következő reakcióegyenleteket! Ahol kell, ott egészítse is ki!

<b>1.</b>	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O} + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$
<b>2.</b>	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O} = (\text{NH}_4)_2\text{Zn}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O} +$
<b>3.</b>	$\text{H}_3\text{BO}_3 + \text{NH}_4\text{OH} = \text{NH}_4\text{B}_5\text{O}_8 \cdot 4 \text{H}_2\text{O} +$
<b>4.</b>	$\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$ $\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} = (\text{NH}_4)\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$
<b>5.</b>	$\text{BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O} + \text{NaNO}_3 = \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{NaCl} +$
<b>6.</b>	$\text{ZnSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{ZnCO}_3 \cdot \text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 +$
<b>7.</b>	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} +$
<b>8.</b>	$\text{CuSO}_4 + \text{NaHCO}_3 = \text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2$
<b>9.</b>	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O} + \text{HCl} = \text{H}_3\text{BO}_3 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
<b>10.</b>	$\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$
<b>11.</b>	$\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 + \text{NaCl}$
<b>12.</b>	$\text{CaCO}_3 + \text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 +$
<b>13.</b>	$\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{NH}_3 = \text{CaO}_2 + \text{NH}_4\text{Cl}$
<b>14.</b>	$\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O} + \text{HCl}$
<b>15.</b>	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{KI} + \text{H}_2\text{O} = \text{K}[\text{PbI}_3] \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{KNO}_3$
<b>16.</b>	$\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 = \text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
<b>17.</b>	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{K}_2\text{CrO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4$ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{CrO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4 = \text{PbCrO}_4 + \text{KNO}_3 + \text{NH}_4\text{NO}_3$
<b>18.</b>	$\text{PbCrO}_4 + \text{KOH} = \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{PbCrO}_4 \cdot \text{PbO} + \text{H}_2\text{O}$
<b>19.</b>	$\text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{OH} + \text{Na}_2\text{HPO}_4 = \text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + \text{NaCl} +$

20.	$\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O} + \text{NaHCO}_3 = \text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2 +$
21.	$\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$ $\text{FeSO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
22.	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O} +$
23.	$\text{NiCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} + \text{HCl}$
24.	$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{CH}_3\text{COOH} = \text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
25.	$\text{CuSO}_4 + \text{NaOH} = \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{Cu}(\text{OH})_2 = \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$
26.	$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
27.	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O} + \text{CoSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O} = \text{CoO} \cdot 2 \text{ZnO} + \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
28.	$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 +$
29.	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O} + \text{CoSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O} = \text{CoO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SO}_3 +$
30.	$\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$
31.	$\text{Al} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] +$ $\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$
32.	$\text{NH}_4\text{VO}_3 + \text{HCl} = \text{V}_2\text{O}_5 + \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$
33.	$\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O} +$
34.	$\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O} + (\text{NH}_4)_2(\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{COO})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O} + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 +$

**Megoldás**

1.	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O} + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 6 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$
2.	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O} = (\text{NH}_4)_2\text{Zn}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$
3.	$5 \text{H}_3\text{BO}_3 + \text{NH}_4\text{OH} = \text{NH}_4\text{B}_5\text{O}_8 \cdot 4 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{H}_2\text{O}$
4.	$\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$ $2 \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2 \text{H}_2\text{O}$ $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 12 \text{H}_2\text{O} = 2 (\text{NH}_4)\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$
5.	$\text{BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{NaNO}_3 = \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{NaCl} + 2 \text{H}_2\text{O}$
6.	$2 \text{ZnSO}_4 + 2 \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \underline{\text{ZnCO}_3 \cdot \text{Zn}(\text{OH})_2} + 2 \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2$
7.	$2 \text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{Na}_2\text{CO}_3 = \underline{\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}} + 2 \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
8.	$2 \text{CuSO}_4 + 4 \text{NaHCO}_3 = \underline{\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}} + 2 \text{Na}_2\text{SO}_4 + 3 \text{CO}_2$
9.	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{HCl} = 4 \text{H}_3\text{BO}_3 + 2 \text{NaCl} + 5 \text{H}_2\text{O}$
10.	$\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$
11.	$\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \underline{\text{CaCO}_3} + 2 \text{NaCl}$
12.	$\text{CaCO}_3 + 2 \text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
13.	$\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{NH}_3 = \text{CaO}_2 + 2 \text{NH}_4\text{Cl}$
14.	$\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} = \underline{\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}} + 2 \text{HCl}$
15.	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 3 \text{KI} + 2 \text{H}_2\text{O} = \text{K}[\text{PbI}_3] \cdot 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{KNO}_3$
16.	$\text{K}_2\text{CO}_3 + 2 \text{H}_3\text{PO}_4 = 2 \text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
17.	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2 \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{K}_2\text{CrO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4$ $2 \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{CrO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4 = 2 \text{PbCrO}_4 + 2 \text{KNO}_3 + 2 \text{NH}_4\text{NO}_3$
18.	$2 \text{PbCrO}_4 + 2 \text{KOH} = \text{K}_2\text{CrO}_4 + \underline{\text{PbCrO}_4 \cdot \text{PbO}} + \text{H}_2\text{O}$
19.	$\text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{OH} + \text{Na}_2\text{HPO}_4 = \text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
20.	$2 \text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{NaHCO}_3 = \underline{\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3} + 2 \text{Na}_2\text{SO}_4 + 3 \text{CO}_2 + 11 \text{H}_2\text{O}$
21.	$\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$ $\text{FeSO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 6 \text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
22.	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 + 11 \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
23.	$\text{NiCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{NiSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{HCl}$
24.	$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{CH}_3\text{COOH} = \text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
25.	$\text{CuSO}_4 + 2 \text{NaOH} = \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{Cu}(\text{OH})_2 = \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$
26.	$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
27.	$2 \text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O} + \text{CoSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O} = \text{CoO} \cdot 2 \text{ZnO} + 3 \text{SO}_3 + 21 \text{H}_2\text{O}$
28.	$2 \text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 + 5 \text{H}_2\text{O}$
29.	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O} + \text{CoSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O} = \text{CoO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 + 4 \text{SO}_3 + 25 \text{H}_2\text{O}$
30.	$\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 24 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$
31.	$2 \text{Al} + 2 \text{KOH} + 6 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3 \text{H}_2$ $\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 2 \text{H}_2\text{SO}_4 + 8 \text{H}_2\text{O} = \text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$
32.	$2 \text{NH}_4\text{VO}_3 + 2 \text{HCl} = \text{V}_2\text{O}_5 + 2 \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$
33.	$\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 + 7 \text{H}_2\text{O} = \text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2$
34.	$\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O} + (\text{NH}_4)_2(\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{COO})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O} + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 6 \text{H}_2\text{O}$

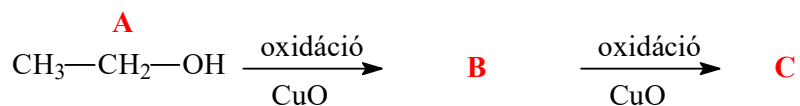


## Szerves kémiai reakciók

Nevezze el a kiindulási anyagokat és főtermékeket!

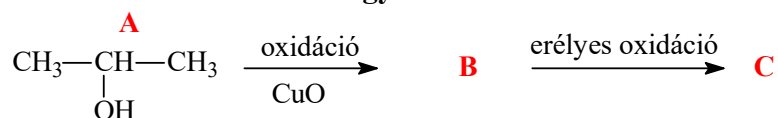
### I. Oxidáció:

- A) **Primer alkohol enyhe oxidációjával első lépésben aldehid, tovább oxidálva karbonsav keletkezik:**



Redukcióval C-ből először B-t majd A-t lehet kapni!

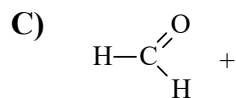
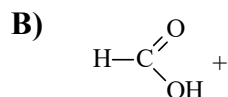
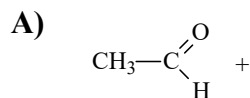
- B) **Szekunder alkohol enyhe oxidációjával keton, tovább erőlyesen oxidálva lánc szakadással karbonsav elegy keletkezik:**



Redukcióval B-ből A visszanyerhető.

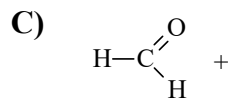
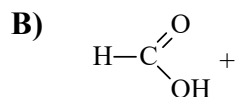
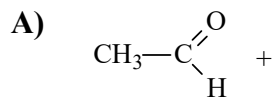
### II. Az Ag tükör-próba, a redukáló formilcsoport (–COH) kimutatása (szürkül az oldat és ezüst bevonat képződik).

Adják az aldehidek, a hangyasav és a redukáló cukrok!



### III. Fehling reakció szintén a redukáló formil-csoportot (–COH) mutatja ki: vörösbarna csapadék keletkezik:

Adják az aldehidek, a hangyasav és a redukáló cukrok!



## Gázok, elegyek, egyensúlyok

### Gázok

1. Mekkora tömegű 100 dm<sup>3</sup> 25 °C-os és 0,1 MPa nyomású N<sub>2</sub> gáz? ( $m = 114$  g)
2. Mekkora annak a vegyületnek a moláris tömege, amelynek 1,42 g-ját elpárologtatva 380 cm<sup>3</sup> térfogatú, 100 °C hőmérsékletű és 0,934 bar nyomású gőzt kapunk?

**Megoldás:**  $V = 380$  cm<sup>3</sup>      A megadott adatokat át kell váltani:  $V = 3,80 \cdot 10^{-4}$  m<sup>3</sup>  
 $t = 100$  °C       $T = 373$  K  
 $p = 0,934$  bar       $p = 9,34 \cdot 10^4$  Pa  
 $m = 1,42$  g  
 $M = ?$

Az állapotegyenlet:

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot RT, \text{ ahonnan } M = \frac{m \cdot R \cdot T}{p \cdot V} = \frac{1,42 \text{ g} \cdot 8,314 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \cdot 373 \text{ K}}{9,34 \cdot 10^4 \text{ Pa} \cdot 3,80 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3} = \mathbf{124 \text{ g/mol.}}$$

3. 5,00 g  $w = 70,0\%$  alumíniumot tartalmazó ötvözetből sósavval hány cm<sup>3</sup> 24 °C hőmérsékletű és 0,300 MPa nyomású hidrogéngáz keletkezik, feltételezve, hogy az ötvözet többi komponense nem reagál a sósavval? ( $1600$  cm<sup>3</sup>)

### Elegyek

4. A 2,0 mol/dm<sup>3</sup> anyagmennyiség-koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldat sűrűsége 1,1 g/cm<sup>3</sup>. Számítsa ki az oldott anyag összetételét tömegszázalékban, a tömegkoncentrációban, móltörtben és mólszázalékban kifejezve!  
( $w = 7,3\%$ ;  $\rho_B = 80$  g/dm<sup>3</sup>;  $x = 0,034$ ;  $x = 3,4$  mol%)
5. Egy 5,00 dm<sup>3</sup> térfogatú edény 5,00 g H<sub>2</sub>-t és 2,50 g O<sub>2</sub>-t tartalmaz -10 °C hőmérsékleten. Számítsa ki, az össznyomást, az elegy térfogatszázalékos összetételét és az elegy átlagos moláris tömegét!  
( $p_{\delta} = 1,13 \cdot 10^6$  Pa;  $\varphi(\text{H}_2) = 97,0\%$ ; és  $\varphi(\text{O}_2) = 3,0\%$ ;  $\bar{M} = 2,91$  g/mol)

### Egyensúlyok

6. Az ammóniaszintézis során 4,0 mol N<sub>2</sub>-ből és 9,0 mol H<sub>2</sub>-ből indultunk ki és az egyensúlyban 4,0 mol NH<sub>3</sub> lett a 2,0 dm<sup>3</sup> térfogatú edényben 600 °C hőmérsékleten. Számítsa ki az egyensúlyi anyagmennyiségeket, és a koncentrációkkal megadott egyensúlyi állandót ( $K_c$ )!  
Hány százalékos a konverzió a H<sub>2</sub>-re nézve?  
Milyen az egyensúlyi gázelegy térfogatszázalékos összetétele?

**Megoldás:**  $t = 600$  °C  
 $T = 873$  K  
 $V = 2,0$  dm<sup>3</sup> = 0,0020 m<sup>3</sup>

Ha az egyensúlyban 4,0 mol ammónia keletkezett, ehhez 2,0 mol N<sub>2</sub>-nek és 6,0 mol H<sub>2</sub>-nek kellett átalakulnia. Az összes anyagmennyiség ( $n_{\delta}$ ) az egyensúlyban: 9,0 mol.

Az össznyomás az egyensúlyi gázelegyenben:

$$p_{\text{ö}} = \frac{n_{\text{ö}} \cdot R \cdot T}{V} = \frac{9,0 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J/(K} \cdot \text{mol)} \cdot 873 \text{ K}}{0,0020 \text{ m}^3} = 3,3 \cdot 10^7 \text{ Pa}$$

		$\text{N}_2$	+ $3 \text{ H}_2$	$\rightleftharpoons$	$2 \text{ NH}_3$	
Kiindulási elegy	(mol)	<b>4,0</b>	<b>9,0</b>		<b>0</b>	
Átalakult	(mol)	2,0	6,0		4,0	
Egyensúlyi elegy	(mol)	2,0	3,0		<b>4,0</b>	
Egyensúlyi elegy	(mol/dm <sup>3</sup> )	1,0	1,5		2,0	
Móltört		0,22	0,33		0,45	
Mólszázalék		22	33		45	} A gázoknál a térfogatszázalék és a mólszázalék megegyzik!
Térfogatszázalék		22	33		45	

A konverzió a H<sub>2</sub>-re nézve  $\eta = \frac{n(\text{átalakult})}{n(\text{kiindulási})} = \frac{6,0 \text{ mol}}{9,0 \text{ mol}} = 0,67 = \mathbf{67\%}$

$$K_c = \frac{(2,0 \text{ mol/dm}^3)^2}{(1,0 \text{ mol/dm}^3 \cdot 1,5 \text{ mol/dm}^3)^3} = 1,19 \text{ (mol/dm}^3\text{)}^{-2}$$

7. A  $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$  endoterm gázreakció. Milyen irányba tolódik el az egyensúly (alsó vagy felső), ha
- CO<sub>2</sub> koncentrációját növelem;
  - H<sub>2</sub>O koncentrációját növelem;
  - hőmérsékletet növelem;
  - nyomást növelem;
  - katalizátort alkalmazok?

**Megoldás:**

- 
- ←
- 
- Mivel  $\Delta n = 0$ , a nyomás nem befolyásolja.**
- A katalizátor az egyensúlyt nem befolyásolja.**

8. A  $2 \text{ SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2 \text{ SO}_3$  gázreakció egy 10 dm<sup>3</sup> térfogatú edényben játszódik le állandó hőmérsékleten. A reakcióedénybe 3,0 mol SO<sub>2</sub>-t és 2,0 mol O<sub>2</sub>-t vezetünk be. Az egyensúly beálltakor 1,4 mol SO<sub>3</sub> lesz. Adja meg az egyensúlyi koncentrációkat, és számítsa ki az egyensúlyi állandó értékét!  
 ([SO<sub>2</sub>] = 0,16 mol/dm<sup>3</sup>, [O<sub>2</sub>] = 0,13 mol/dm<sup>3</sup>, [SO<sub>3</sub>] = 0,14 mol/dm<sup>3</sup>, K<sub>c</sub> = 5,9 dm<sup>3</sup>/mol)

**1. Olvassa el a receptet, és válaszoljon az alábbi kérdésekre!**

**Tribrómfenol előállítása**

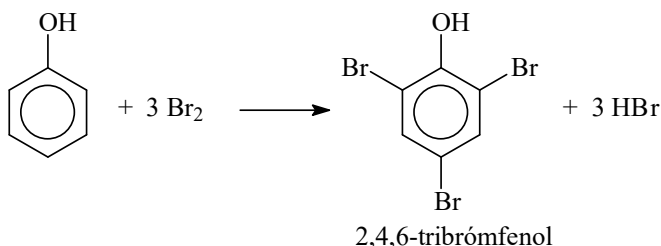
Fülke alatt Erlenmeyer-lombikban 1,88 g fenolt 100 cm<sup>3</sup> vízben oldunk. Az oldathoz kevergetés közben, lassan, 350 cm<sup>3</sup> vízben oldott 9,60 g brómot adunk. A brómos vizet addig adagoljuk a fenolhoz, amíg a bróm színe eltűnik. A kivált fehér csapadékot szűrjük, majd kb. 200 cm<sup>3</sup> vízzel mossuk. A kapott nyersterméket  $w = 40\%$ -os etanolból átkristályosítjuk. A tribróm-fenolt levegőn szárítjuk.

A tiszta tribróm-fenol olvadáspontja 96 °C.

- A) Nevezze meg a szerves alapfolyamatot!
- B) Írja fel a végbemenő reakció egyenletét! Nevezze meg a terméket pontos, szabályos néven!
- C) Sorolja fel az alkalmazott műveletek nevét a receptúra alapján!
- D) Számolja ki, hogy 20 °C-on hány cm<sup>3</sup> víz old fel 9,60 g brómot, ha tudjuk, hogy 100 cm<sup>3</sup> desztillált víz ezen a hőmérsékleten 0,02 mol brómot old!
- E) Mennyi lesz a kitermelési százalék, ha a kapott tribróm-fenol tömege 6,08 g lett.
- F) Milyen módon határozná meg a kapott termék tisztaságát?  
 $M(\text{Br}_2) = 159,8 \text{ g/mol}$

**1. Megoldás:**

- A) Halogénezés.
- B)



- C) Oldás, keverés, szűrés, mosás, szárítás, átkristályosítás
- D)  $100 \text{ cm}^3 \text{ víz} \quad 0,02 \text{ mol Br}_2 = 159,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,02 \text{ mol} = 3,196 \text{ g Br}_2$   

$$\frac{x \text{ cm}^3 \text{ víz}}{3,196} = \frac{100 \cdot 9,6}{3,196} = 300,4 \text{ cm}^3 \approx 301 \text{ cm}^3$$
- E) Elméleti termelés:  $\frac{1,88 \text{ g C}_6\text{H}_5\text{OH} \quad 330,7 \text{ g C}_6\text{H}_2\text{Br}_3\text{OH}}{94 \quad x \text{ g C}_6\text{H}_2\text{Br}_3\text{OH}}$   

$$x = \frac{1,88 \cdot 330,7}{94} = 6,61 \text{ g}$$
  
 Gyakorlati termelés =  $\frac{6,08}{6,61} \cdot 100\% = 91,9\%$
- F) Olvadáspontméréssel, törésmutató méréssel, kromatográfiásan stb.  
(Bármely módszer megnevezése esetén.)

2. *Olvassa el a receptet, és válaszoljon az alábbi kérdésekre!*

**Tercierbutil-klorid előállítása**

250 cm<sup>3</sup> térfogatú választótölcsérbe 25,0 cm<sup>3</sup> térfogatú tercierbutil-alkoholt és 62,0 cm<sup>3</sup> térfogatú 37,0 tömegszázalékos, 1,18 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű sósavat öntünk. A reakcióelegyet jól összerázzuk, majd a fázisokat hagyjuk szétválni. A felső, szerves fázist elválasztjuk és  $w = 5\%$ -os Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-oldattal mossuk, amíg a savas kémhatás meg nem szűnik. Ezután az anyagot a választótölcsérben vízzel kimossuk, majd a CaCl<sub>2</sub>-os szárítást követően légköri desztilláló készülékben desztilláljuk. A desztillálás megkezdése előtt a lombikba forrkövet teszünk. A főpárlatot 48–52 °C között fogjuk fel.

A tercierbutil-alkohol sűrűsége 0,81 g/cm<sup>3</sup>.

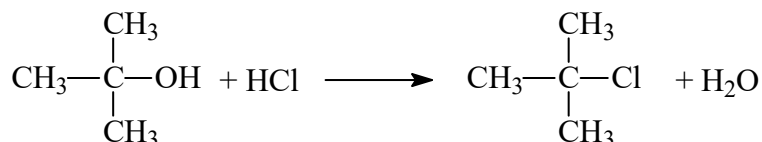
Relatív atomtömegek:  $A_r(\text{Cl}) = 35,5$   $A_r(\text{O}) = 16,0$   $A_r(\text{C}) = 12,0$   $A_r(\text{H}) = 1,00$

- A) Nevezze meg a szerves alapfolyamatot!
- B) Írja fel a termék előállításának reakcióegyenletét!
- C) Nevezze meg a termék szabályos, tudományos nevét! (2-klór-metilpropán)
- D) Írja fel a tisztítási folyamat reakcióegyenletét!
- E) Számítsa ki, hogy az előállítás során hány százalékos sósav felesleget alkalmazunk!
- F) Adja meg a termelési százalékot, ha a kapott tercierbutil-klorid tömege 20,00 g lett!

2. **Megoldás:**

A) Halogénezés

B)



C) 2-klór-metilpropán

D)  $2 \text{HCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2 \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

E) 171%

F) 79,0%

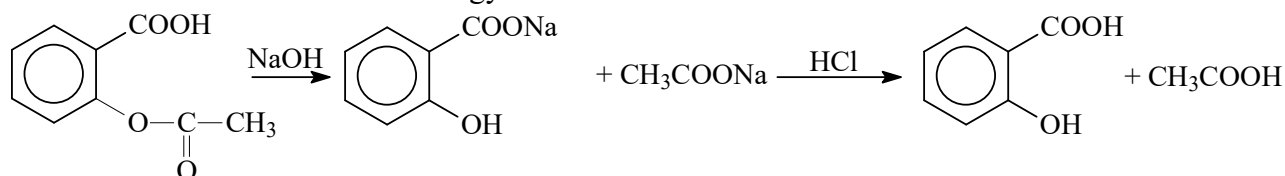
### 3. Olvassa el a receptet, és válaszoljon az alábbi kérdésekre!

#### A szalicilsav előállításának menete

Mérjen be 5 g aszpirint csiszolatos gömblombikba. Adjon hozzá 50 cm<sup>3</sup> 10%-os NaOH-oldatot és a csiszolatokat kenje meg szilikonzsírral, majd helyezzen rá visszafolyós hűtőt. Forralja és kevertesse a rendszert fél órán át fűtőkosárral, majd az anyagot öntse nagyobb főzőpohárba, és adagoljon hozzá 15%-os HCl-oldatot kis részletekben kevergetés mellett, amíg kristálykiválást nem tapasztal. Hagyja állni 15-20 percig, majd szűrje le. A kristályokat infralámpa alatt szárítsa.

Szalicilsav olvadáspontja: 159 °C

A szalicilsav előállításának reakcióegyenlete



$M(\text{Szalicilsav}) = 138 \text{ g/mol}$     $M(\text{aszpirin}) = 180 \text{ g/mol}$

- A) Számítsa ki az elméleti termelést!
- B) Nevezze meg az alapfolyamatot!
- C) Miért van szükség a csiszolatok kezelésére?
- D) Miért kell kevertetni fél óra hosszan?
- E) Milyen módon lehet kíméletesen szárítani?
- F) Miért kell a preparátum olvadáspontját megmérni?

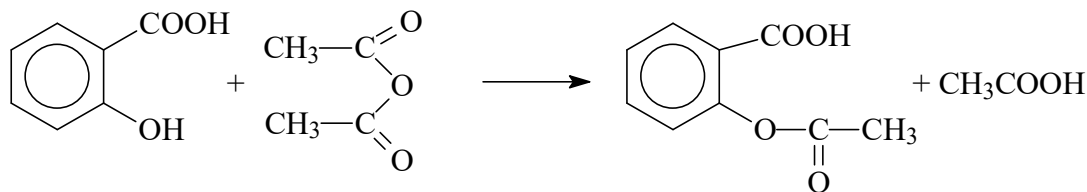
### 3. **Megoldás:**

- A) 3,83 g
- B) hidrolízis
- C) A nátrium-hidroxid hosszan tartó forralás után megtámadja az üveget, ezért a csiszolatok beragadnak.
- D) Végbemenjen a reakció. A hidrolízis lassú reakció.
- E) pl. infralámpával
- F) A termék tisztaságát lehet ezzel ellenőrizni.

4. *Olvassa el a receptet, és válaszoljon az alábbi kérdésekre!*

**Az aszpirin előállításának menete**

Az aszpirin előállításának reakcióegyenlete



Csiszolatós, álló gömblombikba 10 g szalicilsavat és 14 cm<sup>3</sup> ecetsavanhidridet teszünk. Összekeverjük, keverőbabát teszünk bele és fűtőlapon 65 °C-ra melegítve feloldjuk. Az oldathoz rázogatás közben, védőfelszerelésben (szemüveg, gumikesztyű) óvatosan 5 csepp tömény kénsavat adunk. A reakcióelegyet háromnegyed óra hosszáig 85°C-on tartjuk, óvatosan kevertetjük.

A reakció végén a lehűlt elegyet, erős keverés közben 150 cm<sup>3</sup> jeges vízhez adjuk. A kivált kristályokat Büchner-tölcséren leszívátjuk, és 20 cm<sup>3</sup> hideg vízzel mossuk, levegőn szárítjuk.

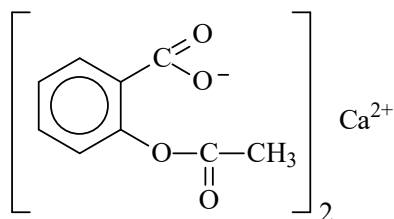
A tiszta acetil-szalicisav fehér tűs kristályos anyag, olvadáspontja 143 °C

$M(\text{Szalicilsav}) = 138 \text{ g/mol}$   $M(\text{aszpirin}) = 180 \text{ g/mol}$

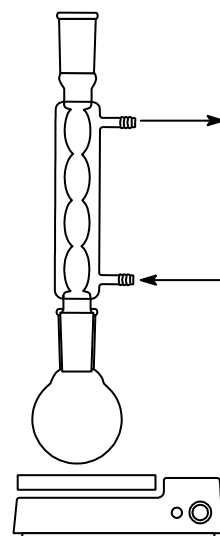
- Nevezze meg a szerves alapfolyamatot!
- Sorolja fel a szükséges eszközöket!
- Rajzolja fel azt a laboratóriumi készüléket, melyben az adott előállítási reakciót végezné!
- Milyen egyéni védőeszközök használata szükséges a munka során?
- Számítsa ki, hogy hány százalékos a kitermelés, ha a kapott tömegállandó aszpirin tömege 9,99 g!
- A kalmopirin az aszpirin Ca sója. Írja fel ennek szerkezetét!
- Számítsa ki, hogy 1,0 g aszpirin előállításához hány g szalicilsavra és hány cm<sup>3</sup> ecetsavanhidridre van szükség, ha az átalakulás 85%-os?  
Az ecetsavanhidrid sűrűsége: 1,08 g/cm<sup>3</sup>

4. **Megoldás:**

- Acilezés
- Gömblombik, visszafolyós hűtő, keverőbaba, fűtőlapon, főzőpohár, szívópalack, Büchner-tölcsér, mérőhenger, főzőpohár, üvegbot, óraüveg, diók, lombik és hűtőfogók.
- Készülék gömblombik visszafolyós hűtővel
- Gumikesztyű, laborköpeny, védőszemüveg
- 76,59%
- 



- 0,902 g szalicilsav, 0,62 cm<sup>3</sup> ecetsavanhidrid



5. *Olvassa el a receptet, és válaszoljon az alábbi kérdésekre!*

**Benzil előállítása**

A benzil előállításának menete:

Csiszolat nélküli álló gömblombikba mérünk be 9,0 g benzoint, majd hozzáadunk 18,0 g cc. salétromsavat ( $w = 62\%$ ;  $\rho = 1,377 \text{ g/cm}^3$ ). A lombikot vegyifülke alatt 1.5 órára forrásban tartjuk fűtőlapon. Az anyagot időnként megkeverjük, és ha már nem távoznak barna nitrózus gázok, akkor a fűtést befejezzük, és  $30 \text{ cm}^3$  hideg vizet adunk hozzá. A reakcióelegyet addig keverjük, amíg sárga kristálykiválást tapasztalunk.

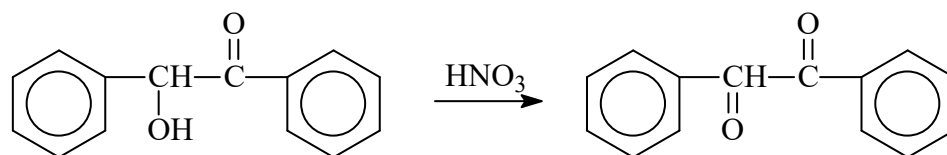
A kristályokat Büchner-tölcséren szűrjük, leszívátjuk, majd 10%-os szódaoldatba tesszük. A pH semleges kell, hogy legyen. Újra szűrjük, levegőn szárítjuk.

Olvadáspontot mérünk.

A tiszta benzil olvadáspontja  $95 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Relatív atomtömegek:  $A_r(\text{N}) = 14,0$   $A_r(\text{O}) = 16,0$   $A_r(\text{C}) = 12,0$   $A_r(\text{H}) = 1,00$

A benzil előállításának reakcióegyenlete:



$M(\text{benzoín}) = 212 \text{ g/mol}$

$M(\text{benzil}) = 210 \text{ g/mol}$

- A) Nevezze meg a szerves alapfolyamatot!
- B) Sorolja fel a szükséges eszközöket!
- C) Hogyan célszerű ellenőrizni a semlegességet?
- D) Miért kell a preparátum olvadáspontját megmérni?
- E) Számítsa ki, hogy hány százalékos a kitermelés, ha a kapott tömegállandó benzil tömege 7,80 g!
- F) Számítsa ki, hogy a receptben használt salétromsav mennyiségéből hány  $\text{cm}^3$  standard állapotú  $\text{NO}_2$  távozik az alábbi egyenlet szerinti bomlásakor?  
 $2 \text{ HNO}_3 = \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 2 \text{ NO}_2 \uparrow$

5. **Megoldás:**

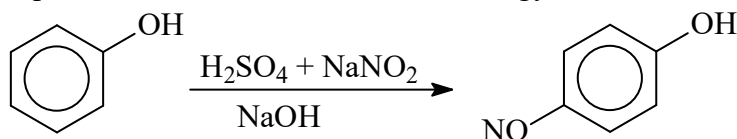
- A) Oxidálás
- B) Csiszolat nélküli gömblombik, mérőhenger, fűtőlapon, szívópalack, Büchner-tölcsér, mérőhenger, főzőpohár, üvegbot, óraüveg
- C) Benedvesített pH papírral
- D) Tisztaság ellenőrzése céljából.
- E) 87,5%
- F)  $5976 \text{ cm}^3$



6. *Olvassa el a receptet, és válaszoljon az alábbi kérdésekre!*

**p-nitrozófenol előállítása**

A p-nitrozófenol előállításának reakcióegyenlete:



$M(\text{fenol}) = 94 \text{ g/mol}$

$M(\text{p-nitrozófenol}) = 123 \text{ g/mol}$

A p-nitrozófenol előállításának menete:

Szélesszájú Erlenmeyer-lombikba mérjen be 1,5 g fenolt és oldja fel 35 cm<sup>3</sup> 2%-os NaOH oldatban, majd adjon hozzá 1,3g NaNO<sub>2</sub>-et, és az edényt állítsa jégfürdőbe, hűtse 0 °C-ra. Eközben kisméretű, hosszúkás főzőpohárba 10 cm<sup>3</sup> vízhez keverés közben fülke alatt csepegtessen 3,8 g cc.H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-at, majd hűtse azt is 0 °C-ra. Ezután a lehűtött savat öntse adagolótölcsérbe, azt szerelje a lombik fölé és a savat csepegtesse a rendszerhez kevergetés közben. Vigyázzon, a hőmérséklet nem mehet +5 °C fölé, ezt felszerelt hőmérővel ellenőrizze.

A reakció végbemenetele után, hagyja jégfürdön 1 órán keresztül, majd szűrje a kristályokat. Levegőn hagyja megszáradni.

Relatív atomtömegek:  $A_r(\text{Cl}) = 35,5$   $A_r(\text{O}) = 16,0$   $A_r(\text{C}) = 12,0$   $A_r(\text{H}) = 1,00$

- A) Nevezze meg a szerves alapfolyamatot!
- B) Készítsen a gyakorlathoz anyagjegyzéket!
- C) Mi a különbség a nitrálás és a nitrozálás között?
- D) Írja fel a H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> és NaNO<sub>2</sub> reakcióját! Hogy nevezzük a keletkezett vegyületet? Miért a reakcióelegyben állítjuk elő keletkezett vegyületet?
- E) Számítsa ki, hogy hány g p-nitrozófenol keletkezik a reakció során, ha a kitermelés 60%-os!

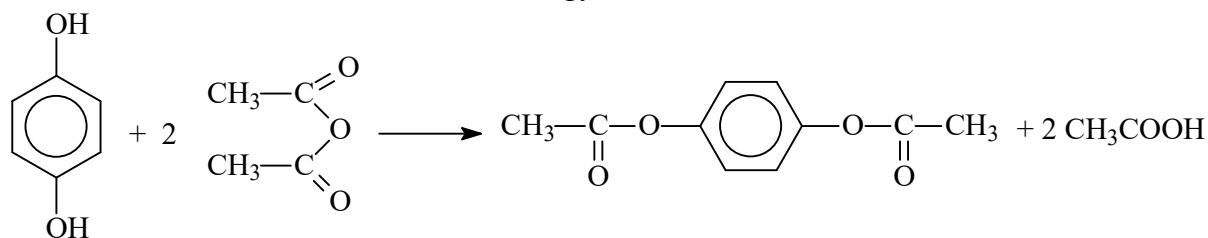
6. **Megoldás:**

- A) Nitrozálás
- B) Fenol, NaOH, NaNO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, cc. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- C) Nitrozálás. –NO csoport, nitrálás: –NO<sub>2</sub> csoport beépülése a szénláncba.
- D) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 2 NaNO<sub>2</sub> = Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + HNO<sub>2</sub>. Mert a salétromossav könnyen bomlik.
- E) 1,18 g

7. *Olvassa el a receptet, és válaszoljon az alábbi kérdésekre!*

**Hidrokinon-diacetát előállítása**

Hidrokinon-diacetát előállításának reakcióegyenlete:



$M(\text{hidrokinon}) = 110 \text{ g/mol}$

$M(\text{hidrokinon-diacetát}) = 194 \text{ g/mol}$

Hidrokinon-diacetát előállításának menete:

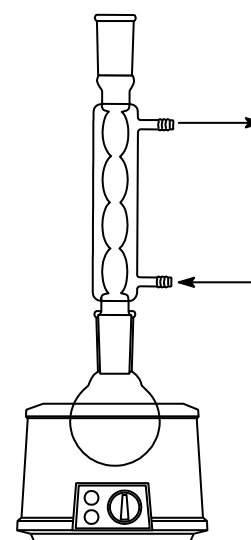
Gömbloblikba bemérünk 4,4 g hidrokinont és 8 cm<sup>3</sup> ecetsavanhidridet. Az elegyhez 2 csepp cc.kénsavat adagolunk, majd hűtőt szerelünk rá. Fűtőkosárral a hidrokinon feloldódása után 10 percig kevertetjük, és forrásban tartjuk. A fűtés megszüntetése után kb.50 g nagyon apróra tört jégre öntjük intenzív keverés mellett és egy órát állva hagyjuk. A kivált csapadékot szűrjük, és 3-szor 10 cm<sup>3</sup> hidegvízzel mossuk.

Olvadáspontot mérünk. A tiszta hidrokinon-diacetát olvadáspontja 122 °C

- A) Nevezze meg a szerves alapfolyamatot!
- B) Gömbloblik, visszafolyós hűtő, Bunsen-állvány, kettős szorítódíó, Lombik- és hűtőfogó
- C) Sorolja fel, milyen acilező szereket ismer!
- D) Számítsa ki hogy 5,0 g hidrokinon acilezéséhez hány cm<sup>3</sup> ecetsavanhidrid szükséges, ha 10% feleslegben alkalmazzuk?  $\rho(\text{ecetsavanhidrid}) = 1,082 \text{ g/cm}^3$
- E) A reakció során mennyi végtermék keletkezik, ha 82%-os a kitermelés?

7. **Megoldás:**

- A) Acilezés
- B) Gömbloblik, visszafolyós hűtő, Bunsen-állvány, kettős szorítódíó, Lobik- és hűtőfogó
- C) Acilezőszerek: Szervetlen savak és származékai (savhalogenidek), szerves savak és származékai (karbonsavak, savanhidridek).
- D) 8,3 cm<sup>3</sup>
- E) 6,36 g



8. *Olvassa el a receptet, és válaszoljon az alábbi kérdésekre!*

**Etil-acetát előállítása**

Az etil-acetát előállításának menete:

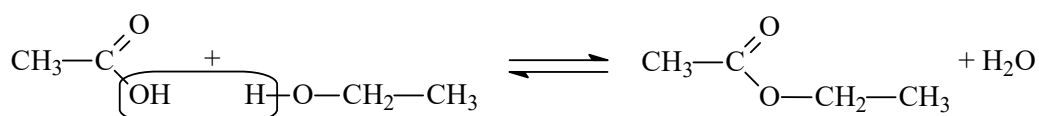
Egy vízleválasztó feltéttel és visszafolyós hűtővel szerelt gömblombikba bemérünk  $10\text{ cm}^3$  etilalkoholt, és  $3,0\text{ cm}^3$  cc. kénsavat. Forrkövet teszünk bele, majd kerámialapon forraljuk. Külön összekeverünk  $60,0\text{ cm}^3$  térfogatú absz. etil-alkoholt és  $40,0\text{ cm}^3$  96,0 tömegszázalékos ecetsavat, és a készülék adagolótölcsérébe öntjük. A forró elegyhez az alkohol-sav keverékét az adagolóból olyan ütemben csepegtetjük, ahogy a keletkező észter az elegyből kidesztillál. A reakció befejeztével a szedőben összegyűlt észtert először 10 tömegszázalékos szódaoldattal közömbösítjük, így a savnyomokat távolítjuk el. Ezután választótölcsérbe öntve elválasztjuk a vizes fázistól és további  $20\text{ cm}^3$  térfogatú kalcium-klorid-oldattal kirázzuk. Az észteres fázist  $\text{CaCl}_2$ -on szárítjuk, majd desztilláljuk.

Relatív atomtömegek:  $A_r(\text{O}) = 16,0$   $A_r(\text{C}) = 12,0$

- A) Nevezze meg a szerves alapfolyamatot!
- B) Írja fel a savnyomok közömbösítésének egyenletét!
- C) Írja fel a lejátszódó reakció egyenletét!
- D) Mi a szerepe a reakcióelegyből való észter kidesztillálásának?
- E) Számítsa ki a termelési százalékot, ha a kapott termék térfogata  $15,0\text{ cm}^3$ !  
 $\rho(\text{etanol}) = 0,789\text{ g/cm}^3$   
 $\rho(w = 96\%-os\text{ ecetsav}) = 1,05\text{ g/cm}^3$   
 $\rho(\text{etil-acetát}) = 0,900\text{ g/cm}^3$

8. **Megoldás:**

- A) Észterezés
- B)  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$
- C)



- D) Termékképződés felé tolja el a reakciót.
- E) Nekem: 89,44%

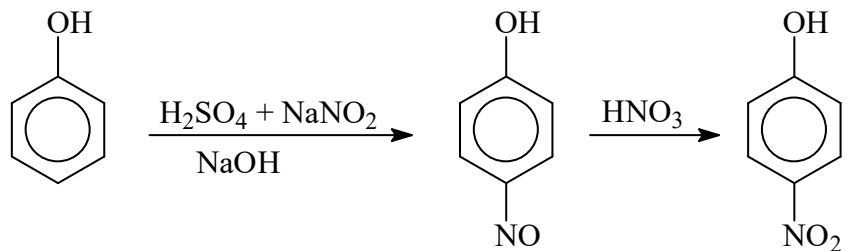
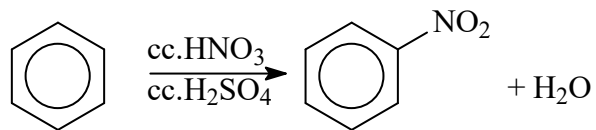
## Szerves alapfolyamatok – összefoglalás

Halogénezés							
Fogalma	Vegyület	Szerek	Paraméterek			Készülékek	
Egy vagy több halogénatom (F, Cl, Br, I) bevitele a molekulába	Telített, telítetlen, gyűrűs és aromás szénhidrogének	X <sub>2</sub> , HX, HOX, PCl <sub>5</sub> , PCl <sub>3</sub>		gyökös	ionos	gyökös:	ionos
				mechanizmus		mechanizmus	
			hőszínezet	exoterm	exoterm	üveg, bevont duplikátor	keverős duplikátor
			hőmérséklet	magas	alacsony		
			katalizátor	UV fény	Fe, FeCl <sub>3</sub>		
			mólarány	CH felesleg			
közeg	inert, vízmentes						
reakcióidő	pontos túlhalogénezés, ami veszélyes hulladék!!!						
<p>Reakciók: <span style="margin-left: 100px;">szubsztitúció:</span></p> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; gap: 20px;">  + Br<sub>2</sub> <math>\xrightarrow{S_E}</math>  + HBr         </div> <p>addíció:</p> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; gap: 20px;">  + 3 Cl<sub>2</sub> <math>\xrightarrow{Ad_R}</math> </div>							

### Nitrálás, nitrozálás, nitrálás

Fogalma	Vegyület	Szerek	Paraméterek		Készülékek
Nitrocsoport (-NO <sub>2</sub> ) bevitele a molekulába	Alkánok, aromás szénhidrogének, alkoholok	cc. HNO <sub>3</sub> (65%), füstölő HNO <sub>3</sub> nitráló elegy (kevert sav) HNO <sub>3</sub> : H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = 1:2 N <sub>x</sub> O <sub>y</sub> HNO <sub>3</sub> és sói	hőszínezet	exoterm	erős keverő külső, belső hűtés széles leeresztő csomak
			hőmérséklet	alacsony és pontosan betartandó	
			összaciditás	a reakció vége víztartalomban van megadva	
			reakcióidő	pontosan betartandó	
Nitrozo (-NO) bevitele a molekulába		HNO <sub>2</sub> és sói			
salétromsavészter (-O-NO <sub>2</sub> ) képzése	alkoholok		több lépés, egyre lassúbb a folyamat		

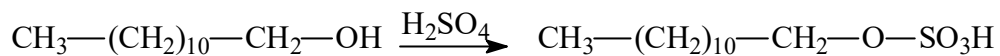
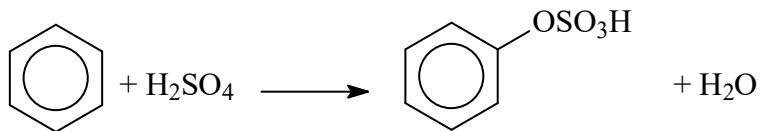
Reakciók:



### Szulfonálás, szulfatálás

Fogalma	Vegyület	Szerek	Paraméterek		Készülékek
Szulfonálás: Az $-\text{SO}_3\text{H}$ (szulfonsavcsoport) szénatomhoz kapcsolódik	telített, telítetlen aromás szénhidrogének	cc. $\text{H}_2\text{SO}_4$ (98%), monohidrát (100% $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), óleum (monohidrátban elnyeletett $\text{SO}_3$ ) $\text{H}_2\text{SO}_3$ és sói	hőszínezet	exoterm	erős keverő külső, belső hűtés
Szulfatálás: Az $-\text{SO}_3\text{H}$ (szulfonsavcsoport) oxigénatomon keresztül kapcsolódik a szénatomhoz. ( $-\text{O}-\text{SO}_3\text{H}$ )	alkoholok		hőmérséklet	alacsony, és pontosan betartandó	
			reakcióidő:	pontos, (poliszulfonátok, poliszulfátok keletkeznek)	
			szulfonálószer koncentrációja	szulfonálási $\pi$	

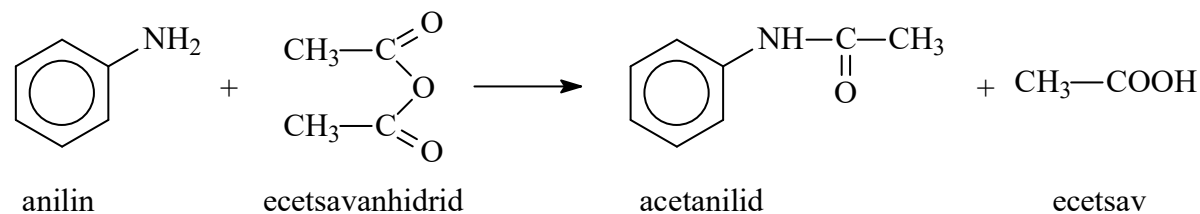
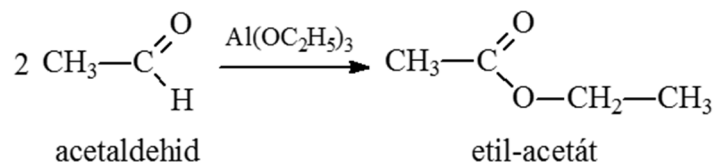
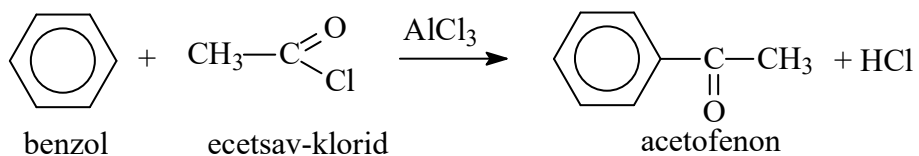
Reakciók:



### Acilezés

Fogalma	Vegyület	Szerek	Paraméterek		Készülékek
Acilcsoport (R-CO-) bevitele a molekulába  C, O, N, S acilezés, attól függően, hogy az acil csoport milyen atomhoz kapcsolódik	I. és II. rendű aminok fenolok szacharidok	szerves savak és származékaik  szerves savak és származékaik	hőszínezet	exoterm	visszafolyós hűtővel ellátott duplikátor, v. autokláv
			hőmérséklet	pontosan betartandó, a mellékreakciók miatt	
			katalizátor	ásványi savak	
			koncentráció	pontosan betartandó	

Reakciók:



Észterezés					
Fogalma	Vegyület	Szerek	Paraméterek		Készülékek
Észter csoport (-O-CO-) kialakítása	alkoholok	szervetlen savak és származékaik	egyensúlyi	kiindulási anyag koncentrációjának növelése, v. keletkezett víz v. észter kidesztillálása	desztilláló feltétellel vagy rektifikálóval szerelt duplikátor
	fenolok	szerves savak és származékaik	katalizátor	ásványi savak	
Reakciók: <i>Direkt észterezés:</i> $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{OH} \end{array} + \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array} + \text{H}_2\text{O} \\ \text{ecetsav} \qquad \qquad \text{etanol} \qquad \qquad \qquad \qquad \text{etil-acetát} \end{array}$ <i>Indirekt észterezés:</i> $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{ONa} \end{array} + \text{CH}_3-\text{Cl} \longrightarrow \text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{O}-\text{CH}_3 \end{array} + \text{NaCl} \\ \text{nátrium-acetát} \qquad \qquad \text{metil-klorid} \qquad \qquad \qquad \text{metil-acetát} \end{array}$					



## A pH potenciometrikus mérése

A kémiailag tiszta vízben a víz kis mértékben disszociál, ezért a vízben disszociációs egyensúly áll fenn:



Az egyensúlyt a disszociációs állandó jellemzi:

$$K_d = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]^2}$$

Mivel a nevező állandó, ezért azt „beolvaszthatjuk” a bal oldali disszociációs állandóba. Így a bal oldalon a  $K_d \cdot [\text{H}_2\text{O}]^2$  kifejezés kapjuk, ami szintén állandó, hiszen két állandó szorzatából kaptuk. Ezt az állandót a víz ionszorzatának nevezzük:

$$K_v = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-]$$

A víz ionszorzata 22 °C hőmérsékleten éppen  $10^{-14} \left( \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right)^2$ . A tiszta vízben az oxóniumionok

és a hidroxidionok száma, ebből adódóan a koncentrációja megegyezik:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7} \text{ mol/dm}^3.$$

Ez nagyon kis szám, ezért célszerűbb egy könnyebben kezelhető adattá alakítani. Ezért vezették be az oxóniumion koncentrációja helyett a pH-t.

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}_3\text{O}^+]$$

A pH az oxóniumionok koncentrációjának tízes alapú logaritmus, szorozva  $-1$ -gyel.

Miért pont pH? A „H” a hidrogénionra utal, hiszen az oxóniumion ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) helyett régebben mindig az egyszerűbb  $\text{H}^+$ , azaz hidrogénion jelölést használták. A teljes rövidítés a latin „pondus Hydrogenii” azaz „hidrogénsúly” kifejezésből származik.

### A potenciometrikus pH meghatározásának alapjai

A pH közelítő meghatározását minden savbázis titrálásnál elvégezzük. Hiszen minden titráláshoz olyan indikátort kell választani, ami az adott reakció egyenértékpontjának megfelelő pH-nál vált színt. Pl. ecetsavat nátrium-hidroxiddal titrálunk, lúgos közegben színt váltó fenolftaleint kell használni, mert az egyenértékpontban keletkező nátrium-acetát lúgosan hidrolizál. Hasonlóan közelítő pH-mérésre adnak lehetőséget a pH-papírok, amelyek különböző indikátorokkal vannak átítatva, és a mellékelt színskála segíti a pH megállapítását. Azonban sok esetben ennél pontosabb mérésre van szükség.

*Az elektrokémiai pH-mérés*

A pH pontos mérését elektrokémiai módszerrel tudjuk elvégezni. A mérendő oldatba két elektródot merítünk, és mérjük a köztük kialakuló feszültséget.

*Minden olyan elektroanalitikai módszert, amikor az elektródokon kialakuló potenciálkülönbséget (feszültségkülönbséget) mérjük, potenciometriának nevezünk.*

#### A referenciaelektród

A két elektród közül az egyik stabil, állandó feszültséggel (elektródpotenciállal) kell, hogy rendelkezzen. Ez lesz az a fix pont, amihez viszonyítjuk a másik elektród feszültségét.

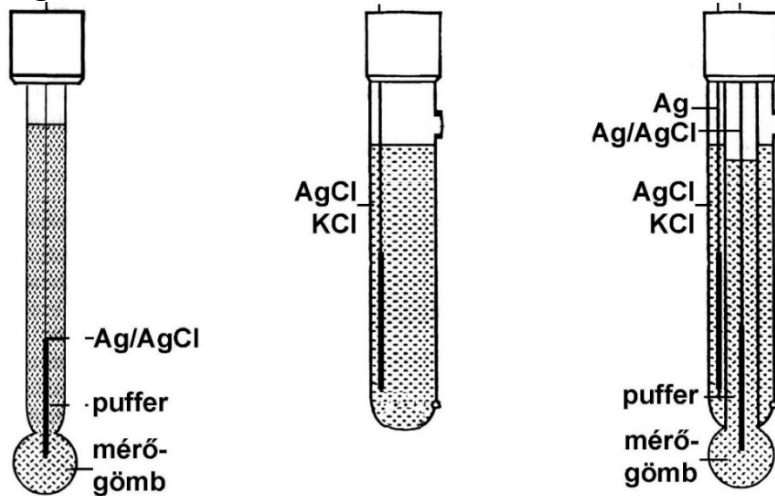
A másik egy olyan elektród, amelynek elektródpotenciálja az oldatban lévő hidrogénion-koncentrációtól függ. Ez a *mérő- vagy indikátorelektród*.

#### Az indikátorelektród

A pH-méréshez használt indikátorelektród lényegét tekintve egy speciális üvegből készült membránelektród, általában gömb alakú, melynek külső felülete a mérendő oldattal, a belső felülete pedig egy pufferoldattal érintkezik. Az elektromos feszültséget egy ezüst-kloriddal bevont ezüstsál vezeti ki. A membrán felületén kialakuló elektródpotenciál a pH-val lineárisan változik:

$$E = \text{konstans} - 0,0591 \text{ pH}$$

A két elektródot (mérő- és összehasonlító elektród) többnyire összeépítik, és így jön létre a **kombinált üvegelektrod**.



Üvegelektrod

Referencia-elektrod

Kombinált üvegelektrod

A mérést a pH-mérő készülékkel végezzük. Ez lényegében egy nagyérzékenységű feszültségmérő, amely a mérő- és összehasonlító (referencia-) elektród közötti feszültséget méri. A készülék kijelzőjén a feszültséggel összefüggésben közvetlenül a pH-t lehet leolvasni.

### Kalibráció

A pontos méréshez a készüléket és a hozzá kapcsolt elektródot hitelesíteni kell. Ez két (vagy több) ismert pH-jú pufferoldat használatával történik.

### Elektródok használata

Az üvegelektrodok helyes működéséhez a elektród membránrészének duzzadt állapotban kell lenni. Az üvegelektrod (és természetesen a kombinált üvegelektrod) érzékelő gömbjét **állandóan**, tehát használaton kívül is, **ioncserélt vízben kell tartani**. Kerülni kell az elektród kiszáradását! Ha ez mégis megtörténne, azaz az elektród hosszabb ideig levegőn, száraz állapotban marad, akkor áztassuk az elektródot 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósavoldatba egy napig, majd még egy napig állítsuk ioncserélt vízbe!

A használat előtt mindig **ellenőrizni kell az elektródon belül a folyadékszintet**. A referenciaelektrod és a kombinált üvegelektrod felső részén egy kisméretű gumidugóval lezárt nyílás van. Szükség esetén ezen keresztül ezüst-kloriddal telített KCl-oldatot kell tölteni.

Az üvegelektrod **törékeny**, védeni kell a mechanikai sérülésektől.

### A pH-mérés menete

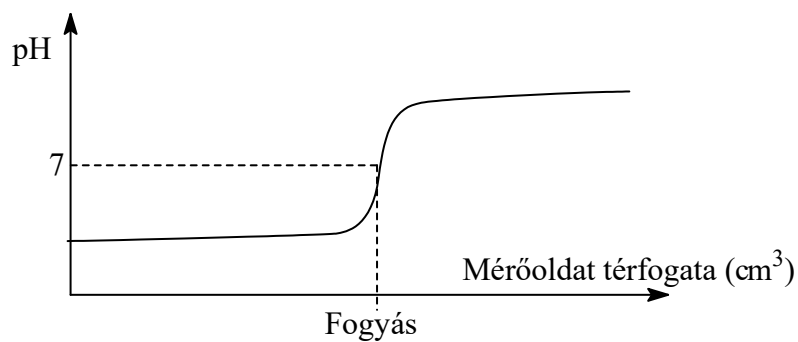
Bekapcsoljuk a pH-mérő készüléket. Ismert pH-jú pufferoldatok segítségével kalibráljuk az üvegelektrodot és a pH-mérő műszert. Ezt követően az elektródot ioncserélt vízzel öblítjük le, papírvattával itassuk le az érzékelő gömbön maradt egy csepp vizet is!

Kalibrálás után a készülék azonnal mérésre kész állapotban van. Merítsük a vizsgálandó oldatba az elektródot! Várjuk meg, amíg a kijelzőn stabilizálódik a pH, majd olvassuk le a mért értéket!

A mérés befejezése után az elektródot ioncserélt vízzel lemossuk és ioncserélt vízbe merítve (vagy az ioncserélt vízzel töltött védősapkát visszatéve) tároljuk.

A potenciometrikus pH-mérés egyik alkalmazása a **sav-bázis titrálások potenciometrikus végpontjelzése** (potenciometrikus titrálás). Ez a klasszikus titrálásoktól csak annyiban különbözik, hogy a végpont meghatározása nem színváltós indikátorral történik, hanem a pH

mérésével. A titrálás közben folyamatosan követjük a közeg pH-ját. Az egyenértékpont ott van, ahol a leggyorsabban változik a pH.

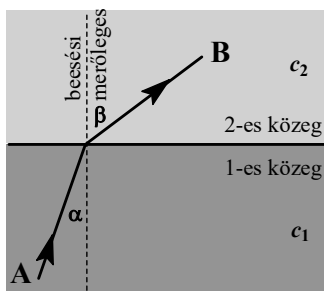


Az ábrán egy erős sav erős bázissal való titrálási görbéje látható. Így akár színes oldatok is titrálhatók.

## A törésmutató mérése

A fény, ha optikailag ritkább közegből optikailag sűrűbb közegbe lép, (vagy fordítva) irányát megváltoztatja, azaz a fény megtörik. Ennek oka, hogy a fény a különböző közegekben eltérő sebességgel halad.

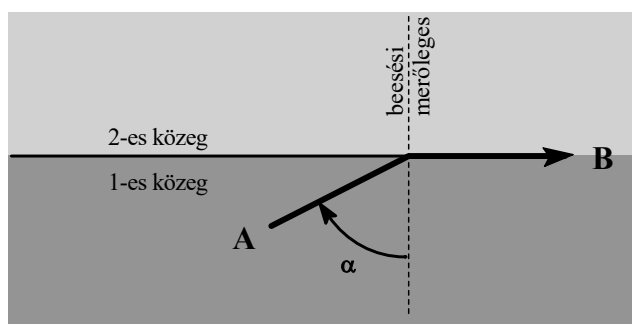
Legnagyobb a vákuumban mért fénysebesség. Vízben, levegőben, üvegben vagy bármilyen más, a fény számára átlátszó közegben ettől kisebb. A fény két pont között nem a legrövidebb úton halad, hanem olyan utat fut be, amelyhez a legrövidebb idő szükséges. (Ez a Fermat-elv.) Ez csak úgy lehetséges, ha olyan közeghez ér, amelyben lassabban halad, a beesési merőleges felé törik.



Az „optikailag sűrűbb” 1-es közegben a fény lassabban halad, mint az „optikailag ritkább” 2-es közegben ( $c_1 < c_2$ ), a B pontból kiinduló fénysugár a közeg határához érve a beesési merőleges irányába törik. **A beesési merőlegeshez viszonyított szögek szinuszaik arányát törésmutatónak nevezzük:**

$$n_{21} = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$$

**A törésmutató függ** az anyagi minőségtől, a fény hullámhosszától és a hőmérséklettől, oldatok esetén az oldat koncentrációjától.

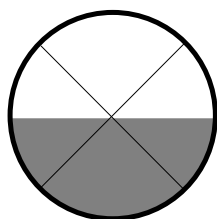


A törésmutató mérésekor azt a szöget kell beállítani, amikor az A pontból kiinduló fénysugár úgy törik meg, hogy az a két közeg határfelületén halad tovább, azaz a beesési merőlegeshez mért szög éppen  $90^\circ$ . Ekkor:

$$n_{21} = \frac{\sin 90^\circ}{\sin \alpha} = \frac{1}{\sin \alpha}$$

Ez egyben azt is jelenti, hogy a törésmutató meghatározásához elegendő egyetlen szöget mérni. A törésmutató méréséhez napfényt, vagy bármilyen szokásos lámpát használunk. Az ilyen fényforrás fénye összetett, sokszínű hullámhosszúságú fénysugárból áll.

Az ebből adódó fénytörésselteréseket egy prizmarendszer egyenlíti ki. A rosszul beállított törésmutató műszer látómezejében szivárványszínű fényt látunk. Addig kell a prizmarendszert állítani, míg fehér-szürke árnyalatot látunk.



A helyesen beállított refraktométeren egy világos és egy sötétszürke mező látható. Ezt kell a hajszálkereszthez, vagy más formájú jelhez igazítani.

A refraktométer skáláján már nem szöget kell leolvasni, hanem a hozzá tartozó kiszámított törésmutató értékét.

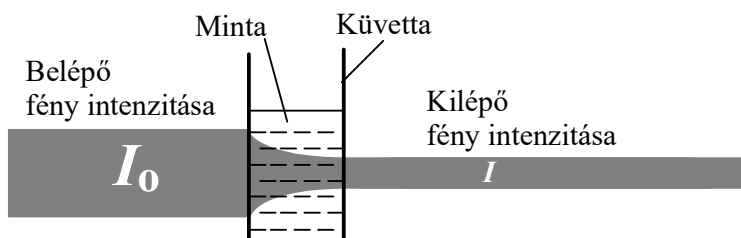
Egyes speciális refraktométerek egyedi beosztása az mérendő oldat olyan tulajdonságának leolvasását teszik lehetővé, amely összefüggésben van az oldat törésmutatójával. Pl. gépkocsik fagyálló folyadékának törésmutatója az glikol-víz aránytól függ, ez pedig meghatározza a fagyáspontot. Az ilyen refraktométer skáláján közvetlenül fagyáspontot lehet leolvasni.

**Mivel a törésmutató függ az anyagi minőségtől, ezért anyagok azonosítására, tisztaságának ellenőrzésére használható.**

## Fotometria

### A fotometria alapjai

A fotometria a fény és az anyagi rendszerek közti kölcsönhatáson alapszik. Ha a fény áthalad egy oldaton, az elnyeli a fény egy részét. A fényelnyelés mértékét az **abszorbanciával** jellemezzük. Az alábbi ábrán a mintába belépő fény intenzitása ( $I_0$ ) a mintán áthaladva csökken. A kilépő fény intenzitása kisebb lesz ( $I$ ), mert a fény egy része elnyelődik:

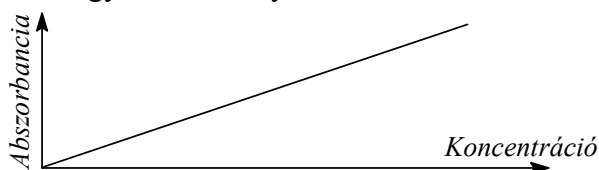


**Abszorbancia:** a küvetttába belépő és a küvetttából kilépő fényintenzitások hányadosának tízes

alapú logaritmus:  $A = \lg \frac{I_0}{I}$

Az abszorbancia mérése előtt a fotométert egy adott hullámhosszra kell beállítani, majd az oldószert tartalmazó küvetttával nullázni kell a műszert.

Az abszorbanciát a Lambert – Beer törvény írja le:  $A = \varepsilon \cdot l \cdot c$ , ahol  $l$  a fényút hossza,  $\varepsilon$  konstans,  $c$  pedig az oldat koncentrációja. Eszerint az abszorbancia a mintában lévő, a fényelnyelő anyag koncentrációjától függ, azzal egyenesen arányos:



Ha ismerjük ezt a függvényt, akkor megmérve az oldat abszorbanciáját, a grafikonról leolvashatjuk a minta koncentrációját.

Mivel a kalibrációs egyenes meredekségét, tengelymetszetét általában nem ismerjük, ezért azt egy oldatsorozat ismert koncentrációjú tagjaival meghatározzuk. Ez azt jelenti, hogy készítünk 3–10 ismert koncentrációjú oldatot, mindegyiknek megmérjük az abszorbanciáját, és a kapott adatokat grafikusán ábrázolva elkészítjük a kalibrációs diagramot. A mérési pontok közé egyenest illesztünk. Ezt pl. Excel táblázatkezelő programmal lehet elvégezni. Az egyenes egyenlete segítségével kiszámíthatjuk az ismeretlen oldat megmért abszorbanciájából annak koncentrációját.

## Az elektromos vezetés mérése

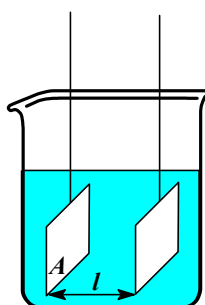
### Elektromos alapfogalmak, elektromos alammennyiségek

Elektromos áramnak nevezzük a szabad mozgásra képes, töltéssel rendelkező részecskék elektromos erőter hatására bekövetkező rendezett mozgását. Az elektromosan vezető anyagokat alapvetően két nagy csoportba foglaljuk, attól függően, hogy mi az a részecske, ami a töltést hordozza.

	Elsőfajú vezetők	Másodfajú vezetők
Potenciálkülönbség hatására elmozduló részecske:	Szabad mozgásra képes elektronok.	Szabad mozgásra képes pozitív és negatív ionok.
Az elektromos áram okoz-e kémiai változást a vezetőben, vagy annak felületén?	Az elektromos áram kémiai változást nem okoz sem a vezető belsejében, sem a felületén.	Az elektromos áram a vezető belsejében kémiai változást nem okoz. A határfelületen, ahol érintkezik az elsőfajú vezetővel, kémiai változás jön létre.
Legfontosabb jellemző neve: jele: mértékegysége:	Ellenállás $R$ ohm, $\Omega$	Vezetés $G$ siemens, S

### A vezetők elektromos jellemzése

Míg az ellenállást elsősorban az elsőfajú vezetők esetén használjuk, addig a másodfajú vezetők elektromos vezetését az ellenállás reciprokával, az elektromos vezetéssel ( $G$ ) jellemezzük:



$$G = \frac{1}{R} = \kappa \frac{A}{l}$$

ahol  $G$ : a vezető elektromos vezetése [ $S = 1/\Omega$ ]

$R$ : a vezető ellenállása [ $\Omega$ ]

$A$ : a vezető keresztmetszete (elektród felülete) [ $m^2$ ]

$l$ : a vezető hossza (az elektródok távolsága) [ $m$ ]

$\kappa$ : a fajlagos vezetés

Az elektromos vezetés (a továbbiakban vezetés) mértékegysége az ellenállás mértékegységének a reciproka, a siemens, jele: S. A fajlagos ellenállás mértékegysége a vezetés képletének átrendezéséből következik:

$$\kappa = \frac{G \cdot l}{A}, \text{ mértékegysége: } \frac{S \cdot m}{m^2} = \frac{S}{m}$$

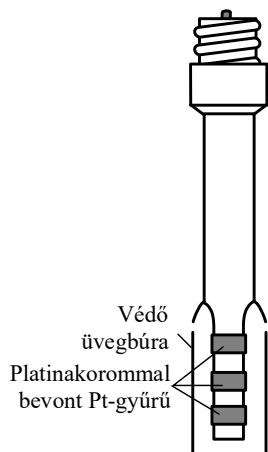
Az elektrolitok fajlagos vezetése az anyagi minőségen kívül elsősorban a hőmérséklettől és a koncentrációtól függ.

Ha a vezetés  $G = \kappa \frac{A}{l}$  képletét tanulmányozzuk, láthatjuk, hogy a vezetés az elektrolitba merülő elektródok geometriai méretétől függ. Az első ábrán az oldatba két szabályos, négyzet alakú elektród merül. Vonjuk össze az elektródtávolság és a felület hányadosát egy közös jellemzőbe!

Legyen  $C = \frac{l}{A}$ . Ekkor  $G = \frac{\kappa}{C}$ , ahol  $C$  a geometriai méretből számolható, és cellaállandónak nevezünk. A cellaállandó mértékegysége  $m^{-1}$ .

Így tehát, ha ismerjük a geometriai méreteket, akár ki is tudjuk számítani az adott elektród cellaállandóját.

A gyakorlatban használatos elektródok geometriája és elrendezése azonban nem így néz ki, az elektród nem szabályos alakú, és a cellaállandót nem tudjuk számítással meghatározni. A megoldás az, hogy a mérőelektródot ismert vezetőségű oldattal kalibrálni kell.



*A harangelektrod*

### Az elektromos vezetés mérése

A gyakorlatban használatos készülékek az oldatba merülő konduktometriás mérőcella elektródjai közti folyadék ellenállását mérik.

Egy erre a célra speciálisan kialakított elektród merül a mérendő oldatba, amit a vezetés kijelzésére alkalmas műszerhez csatlakoztatunk. A műszer neve a konduktométer, ami az elektromos vezetés latin nevéből származik. Az elektród platinakorommal bevont platina, amelyet árnyékolt kábellel kell a konduktométerhez csatlakoztatni.

### Az elektród kalibrálása

A kalibrálás annyit jelent, hogy a műszerhez csatlakoztatott elektródot ismert vezetőségű elektrolitba mártjuk. Ez jellemzően KCl ismert koncentrációjú oldata, melynek ismerjük a mérés hőmérsékletén a vezetését.

Pl. Merítsük pl. az elektródot  $0,010 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú KCl-oldatba. Az oldat hőmérséklete a mérés közben  $24 \text{ }^\circ\text{C}$ . Ekkor a referenciaoldat fajlagos vezetése:  $0,1386 \text{ S/m}$ . (Ez táblázatokból olvasható ki.)

A  $G = \frac{\kappa}{C}$  összefüggés alapján a cellaállandó számítása a  $C = \frac{\kappa}{G}$  képlettel történik. A fajlagos vezetést már ismerjük, meg kell mérni az ismert koncentrációjú referenciaoldat vezetését. Ennek ismeretében kiszámítható az elektród cellaállandója.

Egy elektród cellaállandóját érdemes feljegyezni, mert csak lassan változik, értéke hosszú ideig használható.