

C H E M I C K Á O L Y M P I Á D A  
1968/69

KATEGORIE A

Soutěžní úkoly, autorská řešení a způsob hodnocení

## ŠKOLNÍ KOLE

### STUDIJNÍ ČÁST

#### úkoly:

1. Uvažujte následující pokus: 50 ml 1 M kyseliny chlorovodíkové je postupně neutralizováno malými objemy 2 M hydroxidu sodného. Ke zjednodušení výpočtu předpokládejte, že 50 ml 1 M HCl bude dolito vodou na 1 litr, aby změny objemu při titraci byly zanedbatelné.

a/ Doplňte následující tabulkou.

Postupná neutralizace kyseliny chlorovodíkové hydroxidem sodným:

Molů HCl počáteční	Objem přidaného 2M NaOH	Molů přidaného NaOH	Přebytek reagentu v molech	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>	OH <sup>-</sup>	pH
0,050	0,0 ml					
0,050	10,0 ml					
0,050	20,0 ml					
0,050	22,5 ml					
0,050	24,5 ml					
0,050	25,0 ml					
0,050	25,5 ml					
0,050	27,5 ml					
0,050	30,0 ml					
0,050	40,0 ml					

b/ Z údajů ve 2. a 7. sloupci tabulky sestavte titrační křivku tak, že na osu x nanesete příslušné objemy titračního činidla a na osu y příslušnou hodnotu pH.

c/ Na základě titrační křivky rozhodněte:

- Které acidobazické indikátory je možné použít v tomto případě k ozřejmění ekvivalenčního bodu.
- Jmenujte konkrétně některé indikátory, jež splňují tyto podmínky.

d/ Načrtněte přibližný tvar titrační křivky pro titraci:

- silné kyseliny slabým hydroxidem,
- slabé kyseliny silným hydroxidem,
- slabé kyseliny slabým hydroxidem.

2. S využitím hodnot standardních redoxních potenciálů ( $E^{\circ}$ ) pro následující systémy kation-kov odpovězte na dole uvedené otázky:

	$E^{\circ}$ (volt)		$E^{\circ}$ (volt)
$\text{Ag}^+$ , Ag	+ 0,80	$\text{Fe}^{2+}$ , Fe	- 0,44
$\text{Cu}^{2+}$ , Cu	+ 0,34	$\text{Zn}^{2+}$ , Zn	- 0,76
$\text{Pb}^{2+}$ , Pb	- 0,14	$\text{Mg}^{2+}$ , Mg	- 2,34

a/ Seřaďte látky od nejsilnějšího k nejslabšímu oxidantu.

b/ Seřaďte látky od nejsilnějšího k nejslabšímu reduktantu.

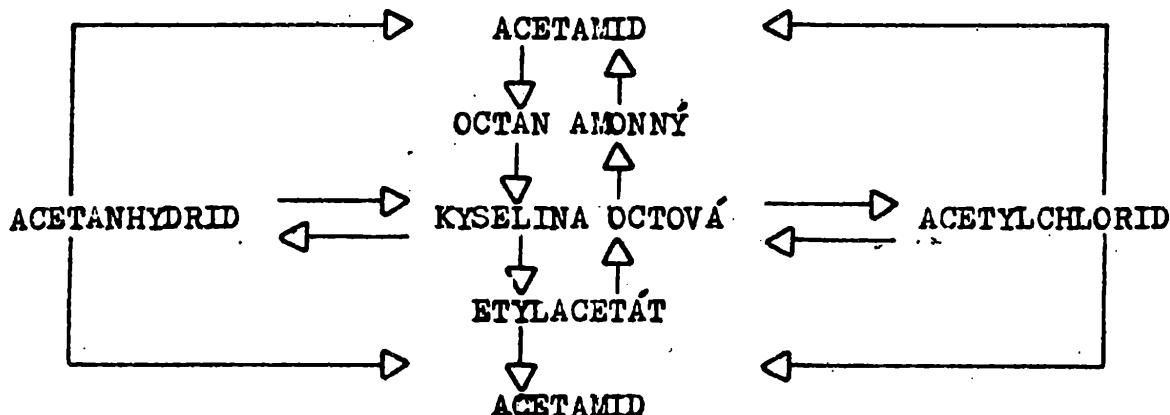
c/ Olověná tyčinka je ponořena do každého z následujících roztoků -  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{MgCl}_2$ . Ve kterých roztocích můžete očekávat vznik povlaku druhého kovu na olověné tyčince?

d/ Na kterých kovech - Ag, Zn, Mg - se vytvoří olověný povlak, jestliže se ponoří do roztoku dusičnanu olovnatého?

e/ Co budete pozorovat, jestliže roztok síranu železnatého bude umístěn v měděné nádobě a co v případě, jestliže roztok síranu mědnatého bude v železné nádobě?

3. Vznik derivátů kyseliny octové.

Do schématů, které jste si překreslili na papír, doplňte nad šipkami jednotlivé sloučeniny, které reagují s kyselinou octovou za vzniku jejich derivátů. Pod názvy derivátů napište vzorce.



4. Grignardovým činidlem (obecně  $R\text{MgX}$ ) se dá připravit řada organických sloučenin. Vysvětlete průběh reakcí s tímto činidlem a napište jejich rovnice:

- reakce metylmagnesiumbromidu s vodou,
- cyklohexylmagnesiumbromidu s formaldehydem,
- propylmagnesiumbromidu s acetaldehydem,
- metylmagnesiumjodidu s benzofenonem,
- izopropylmagnesiumbromidu s kysličníkem uhličitým,
- p-tolylmagnesiumbromidu s benzoanem metylnatým.

5. Ve slitině duraluminia jsou tyto prvky: hliník, měď, hořčík, mangan a jako příměsi olovo, železo a křemík. Napište postup, jakým byste kvalitativně tyto prvky ve slitině dokázali. Dělení provedete skupinovými činidly bez sirovodíku. Pracovní postup i důkazy doplňte iontovými rovnicemi.

6. Analyzovaný vzorek je směsí tří kyselin ( $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ) a má  $\rho = 1,122$ . 10 ml směsi kyselin bylo zředěno na 250 ml. Z toho to zředěného roztoku bylo pipetováno 25 ml, k nim bylo přidáno 50 ml 0,1 N - NaOH ( $f = 1,012$ ) a při zpětné titraci přebytku louchu bylo spotřebováno 12,7 ml 0,1 N - HCl ( $f = 0,9922$ ).

Při druhé titraci téhož množství zředěného vzorku bylo spotřebováno 5,92 ml 0,1 N -  $\text{AgNO}_3$  ( $f = 1,015$ ). Kolik procent jednotlivých kyselin je ve vzorku, jsou-li kyslíkaté látky ve směsi v poměru svých ekvivalentů? (Počítejte s těmito mol. hmotnostmi:  $\text{HCl} = 36,5$ ;  $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98$ ;  $\text{HNO}_3 = 63$ .)

## Autorské řešení

1. a/ Výpočty potřebné k doplnění tabulky (římské číslice znamenají sloupec v tabulce, arabské číslice znamenají příslušný řádek).

III/1 0,0 ml 2 M roztoku NaOH ..... 0,000 molę NaOH

$$\text{III/2 } 10,0 \text{ ml } 2 \text{ M roztoku NaOH } 2 \cdot \frac{10}{1000} = 0,020 \text{ molu NaOH}$$

$$\text{III/3 } 20,0 \text{ ml } 2 \text{ M roztoku NaOH } 2 \cdot \frac{20}{1000} = 0,040 \text{ molu NaOH}$$

III/4 22,5 ml 2 N roztoku NaOH 2 .  $\frac{22,5}{1000} = 0,045$  molu NaOH

$$\text{III/5 } 24,5 \text{ ml } 2 \text{ M roztoku NaOH } 2 \cdot \frac{24,5}{1000} = 0,049 \text{ molu NaOH}$$

$$\text{III/6 } 25,0 \text{ ml } 2 \text{ M roztoku NaOH } 2 \cdot \frac{25,0}{1000} = 0,050 \text{ molu NaOH}$$

III/7 25,5 ml 2 M roztoku NaOH 2 .  $\frac{25,5}{1000} = 0,051$  molu NaOH

$$\text{III/8 } 27,5 \text{ ml } 2 \text{ M roztoku NaOH} \cdot 2 \cdot \frac{27,5}{1000} = 0,055 \text{ molu NaOH}$$

$$\text{III/9 } 30,0 \text{ ml } 2 \text{ M roztoku NaOH } 2 \cdot \frac{30,0}{1000} = 0,060 \text{ molu NaOH}$$

$$\text{III/10 } 40,0 \text{ ml } 2 \text{ M roztoku NaOH } 2 \cdot \frac{40,0}{1000} = 0,080 \text{ molu NaOH}$$

V. 1 mol HCl je ekvivalentní 1 molu NaOH; přebytek jednoho z reagentů se tedy vypočítá odečtením příslušných hodnot ve sloupcích I a III:

$$\begin{array}{l} \text{V/1} \quad 0,050 - 0,000 = 0,050 \text{ molu HCl} \\ \text{V/2} \quad 0,050 - 0,020 = 0,030 \text{ molu HCl} \\ \text{V/3} \quad 0,050 - 0,040 = 0,010 \text{ molu HCl} \\ \text{V/4} \quad 0,050 - 0,045 = 0,005 \text{ molu HCl} \\ \text{V/5} \quad 0,050 - 0,049 = 0,001 \text{ molu HCl} \\ \text{V/6} \quad 0,050 - 0,050 = 0,000 \text{ molu HCl} \\ \text{V/7} \quad 0,051 - 0,050 = 0,001 \text{ molu NaOH} \\ \text{V/8} \quad 0,055 - 0,050 = 0,005 \text{ molu NaOH} \\ \text{V/9} \quad 0,060 - 0,050 = 0,010 \text{ molu NaOH} \\ \text{V/10} \quad 0,080 - 0,050 = 0,030 \text{ molu NaOH} \end{array}$$

Počet molů látky v 1000 ml roztoku je molární koncentrací této látky.

$$[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-14}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \cdot 10^{-14} : [\text{OH}^-] \quad [\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-14} : [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\begin{array}{l} \text{I/1} \quad 5 \cdot 10^{-2} \\ \text{I/2} \quad 3 \cdot 10^{-2} \\ \text{I/3} \quad 1 \cdot 10^{-2} \\ \text{I/4} \quad 5 \cdot 10^{-3} \\ \text{I/5} \quad 1 \cdot 10^{-3} \\ \text{I/6} \quad 1 \cdot 10^{-7} \\ \text{I/7} \quad 1 \cdot 10^{-14} : 1 \cdot 10^{-3} = 1 \cdot 10^{-11} \\ \text{I/8} \quad 1 \cdot 10^{-14} : 5 \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-12} \\ \text{I/9} \quad 1 \cdot 10^{-14} : 1 \cdot 10^{-2} = 1 \cdot 10^{-12} \\ \text{I/10} \quad 1 \cdot 10^{-14} : 3 \cdot 10^{-2} = 3,3 \cdot 10^{-13} \end{array}$$

VI/1	$1 \cdot 10^{-14}$	:	$5 \cdot 10^{-2}$	=	$2 \cdot 10^{-13}$
VI/2	$1 \cdot 10^{-14}$	:	$3 \cdot 10^{-2}$	=	$3,3 \cdot 10^{-13}$
VI/3	$1 \cdot 10^{-14}$	:	$1 \cdot 10^{-2}$	=	$1 \cdot 10^{-12}$
VI/4	$1 \cdot 10^{-14}$	:	$5 \cdot 10^{-3}$	=	$2 \cdot 10^{-12}$
VI/5	$1 \cdot 10^{-14}$	:	$1 \cdot 10^{-3}$	=	$1 \cdot 10^{-11}$
VI/6	$1 \cdot 10^{-7}$				
VI/7	$1 \cdot 10^{-3}$				
VI/8	$5 \cdot 10^{-3}$				
VI/9	$1 \cdot 10^{-2}$				
VI/10	$3 \cdot 10^{-2}$				

VII.  $pH = \log_{10} [H_3O^+]$

VII/1	$5 \cdot 10^{-2}$	=	$10^{0,7} \cdot 10^{-2}$	=	$10^{-1,3}$	pH = 1,
VII/2	$3 \cdot 10^{-2}$	=	$10^{0,5} \cdot 10^{-2}$	=	$10^{-1,5}$	pH = 1,
VII/3	$1 \cdot 10^{-2}$					pH = 2,
VII/4	$5,10^{-3}$	=	$10^{0,7} \cdot 10^{-3}$	=	$10^{-2,3}$	pH = 2,
VII/5	$1 \cdot 10^{-3}$					pH = 3,
VII/6	$1 \cdot 10^{-7}$					pH = 7,
VII/7	$1 \cdot 10^{-11}$					pH = 11,
VII/8	$2 \cdot 10^{-12}$	=	$10^{0,3} \cdot 10^{-12}$	=	$10^{-11,7}$	pH = 11,
VII/9	$1 \cdot 10^{-12}$					pH = 12,
VII/10	$3,3 \cdot 10^{-13}$	=	$10^{0,5} \cdot 10^{-13}$	=	$10^{-12,5}$	pH = 12,

Doplňená tabulka

	I molů HCl počáteční	II objem přidaného 2 M NaOH	III molů přidaného NaOH	IV přebytek reagenta v molech	V $[H_3O^+]$	VI $[OH^-]$	VII pH
1	0,050	0,0 ml	0,000	0,050 HCl	$5 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-13}$	1,3
2	0,050	10,0 ml	0,020	0,030 HCl	$3 \cdot 10^{-2}$	$3,3 \cdot 10^{-13}$	1,5
3	0,050	20,0 ml	0,040	0,010 HCl	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-12}$	2,0
4	0,050	22,5 ml	0,045	0,005 HCl	$5 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-12}$	2,3
5	0,050	24,5 ml	0,049	0,001 HCl	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-11}$	3,0
6	0,050	25,0 ml	0,050	ekviva- lentní	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$	7,0
7	0,050	25,5 ml	0,051	0,001 NaOH	$1 \cdot 10^{-11}$	$1 \cdot 10^{-3}$	11,0
8	0,050	27,5 ml	0,055	0,005 NaOH	$2 \cdot 10^{-12}$	$5 \cdot 10^{-3}$	11,7
9	0,050	30,0 ml	0,060	0,010 NaOH	$1 \cdot 10^{-12}$	$1 \cdot 10^{-2}$	12,0
10	0,050	40,0 ml	0,080	0,030 NaOH	$3,3 \cdot 10^{-13}$	$3 \cdot 10^{-2}$	12,5

b/ Titrační křivka - viz: Veselý, Šírová: Analytická chemie kvantitativní pro 3. roč. SPŠCH, SNTL 1965, str. 38, nebo jinou literaturu.

c/ I. Ty, které mají funkční oblast mezi pH = 4 až pH = 10.  
 II. Např. metyloranž, brómkrezolová zeleň, metylčerveň, bróm-tymolová modř, fenolová červeň, tymolová modř, fenolftalein (stačí vyjmenovat 3).

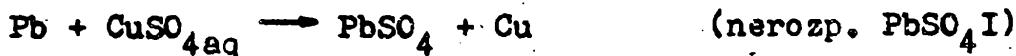
d/ Viz tamtéž jako b/.

2. a/ Síla oxidantu.

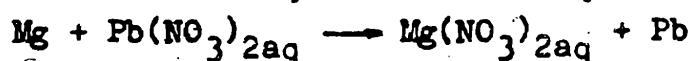
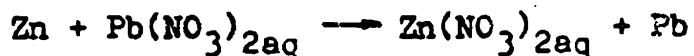


b/ Síla reduktantu.

c/ Reakce proběhnou v roztoku  $\text{CuSO}_4$  a v roztoku  $\text{AgNO}_3$ .



d/ Povlak se vytvoří na zinku a na hořčíku:

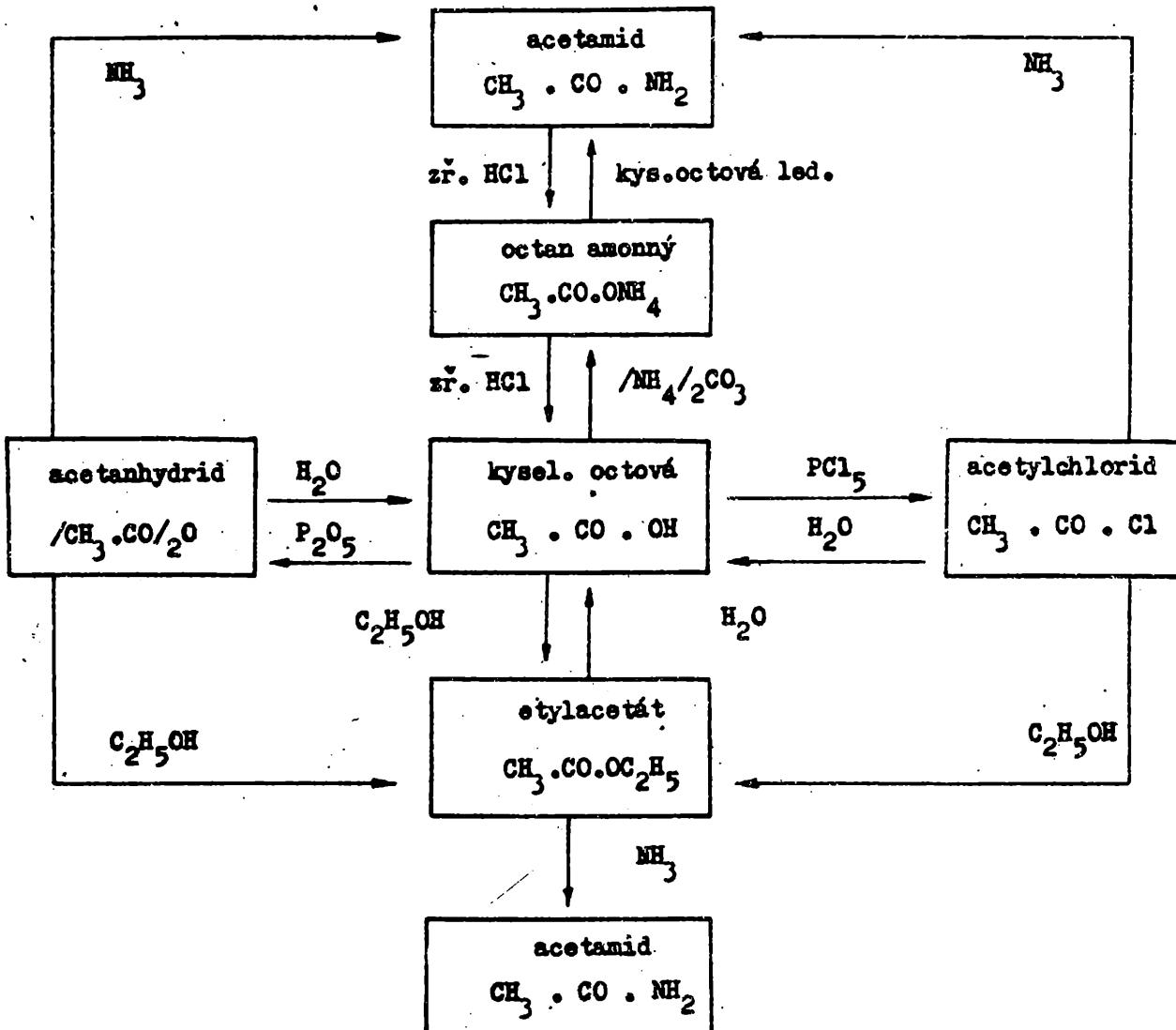


e/ V prvním případě nebude pozorovatelná žádná změna.

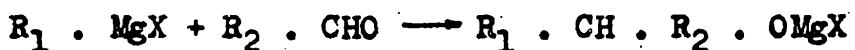
Ve druhém případě se bude železná nádoba "rozpouštět":



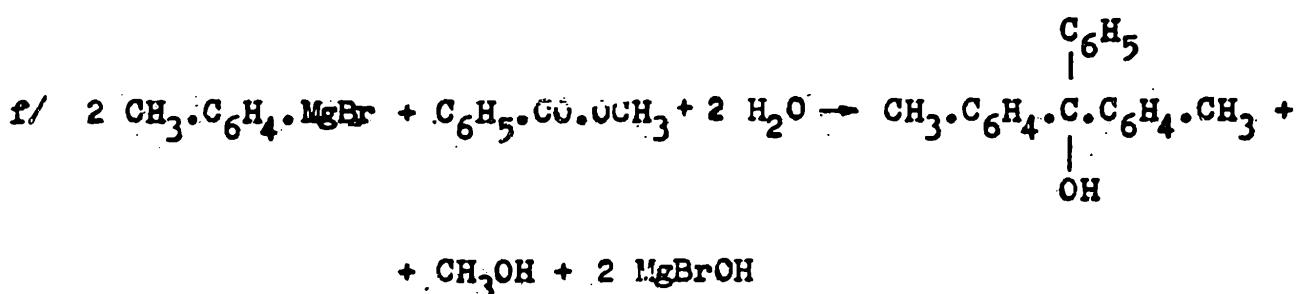
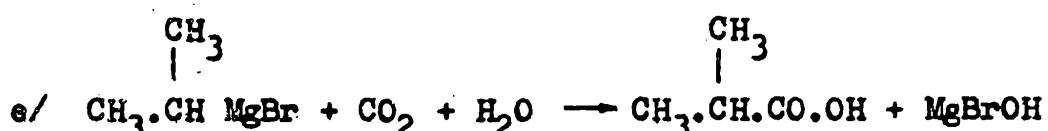
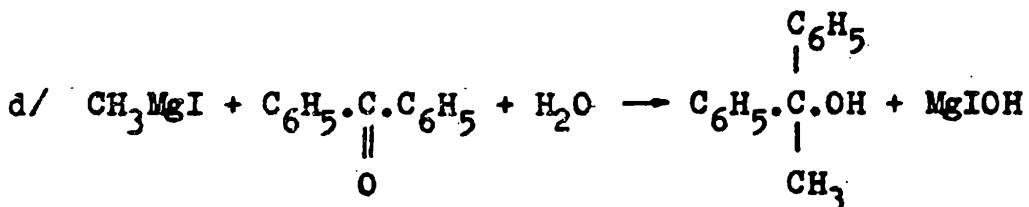
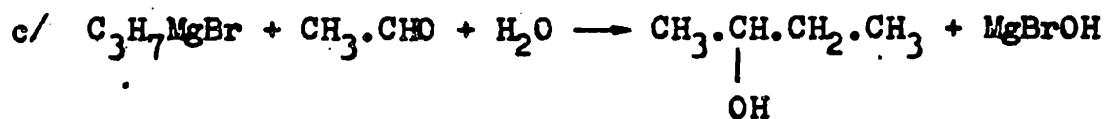
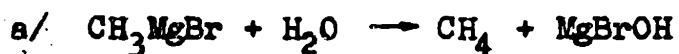
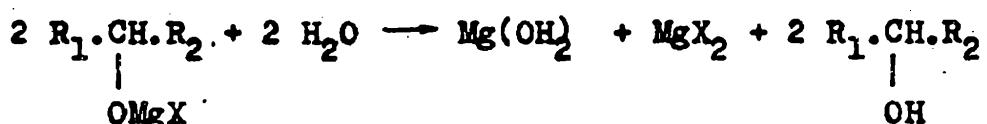
3.



4. Při reakci Grignardova činidla se sloučeninami obsahujícími karbonyl (má vysoký parciální negativní náboj na kyslíku) dochází nejprve v bezvodém prostředí ke vzniku adiční sloučeniny, v níž se hořčík váže na negativní kyslík.



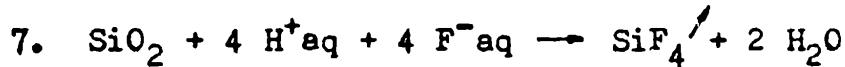
Vodou sa tato sloučenina hydrolyzuje tak, že vznikne hydroxid hořčatý a halogenid hořčatý a na místo hořčíku vstoupí do molekuly adiční sloučeniny vodík.



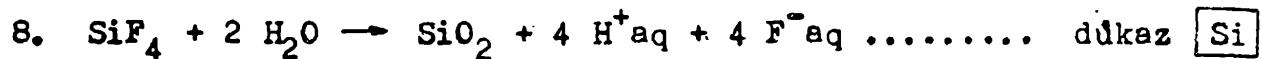
Slitina se zatepla rozpustí ve zředěné  $\text{HNO}_3$ .

1.  $\text{Al} + 4 \text{H}^+ \text{aq} + \text{NO}_3^- \text{aq} \rightarrow \text{Al}^{3+} \text{aq} + \text{NO} + 2 \text{H}_2\text{O}$
2.  $3 \text{Cu} + 8 \text{H}^+ \text{aq} + 2 \text{NO}_3^- \text{aq} \rightarrow 3 \text{Cu}^{2+} \text{aq} + 2 \text{NO} + 4 \text{H}_2\text{O}$
3.  $3 \text{Mg} + 8 \text{H}^+ \text{aq} + 2 \text{NO}_3^- \text{aq} \rightarrow 3 \text{Mg}^{2+} \text{aq} + 2 \text{NO} + 4 \text{H}_2\text{O}$
4.  $3 \text{Mn} + 8 \text{H}^+ \text{aq} + 2 \text{NO}_3^- \text{aq} \rightarrow 3 \text{Mn}^{2+} \text{aq} + 2 \text{NO} + 4 \text{H}_2\text{O}$
5.  $3 \text{Pb} + 8 \text{H}^+ \text{aq} + 2 \text{NO}_3^- \text{aq} \rightarrow 3 \text{Pb}^{2+} \text{aq} + 2 \text{NO} + 4 \text{H}_2\text{O}$
6.  $\text{Fe} + 4 \text{H}^+ \text{aq} + \text{NO}_3^- \text{aq} \rightarrow \text{Fe}^{3+} \text{aq} + \text{NO} + 2 \text{H}_2\text{O}$

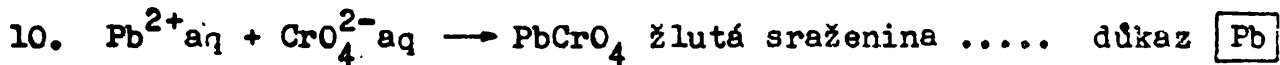
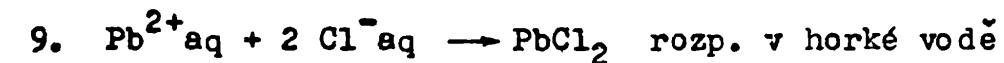
Si se vyloučí jako  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ , která se odfiltruje a dokáže:



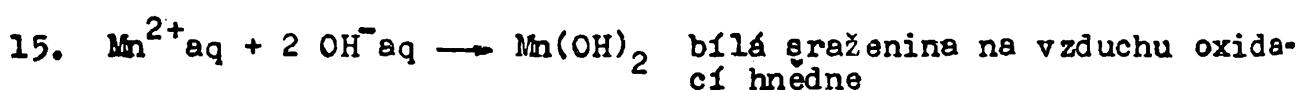
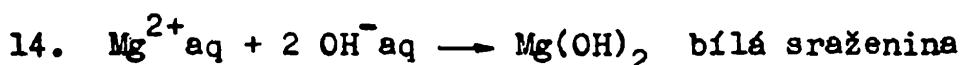
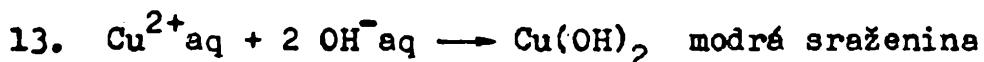
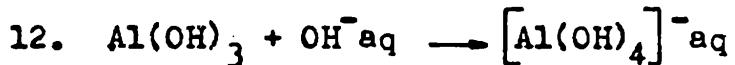
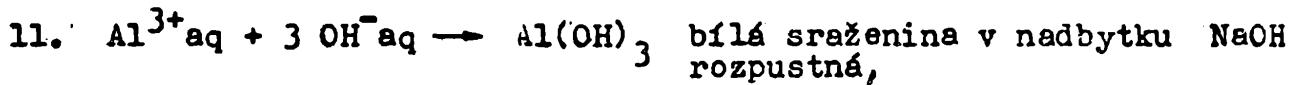
Kapka  $\text{H}_2\text{O}$  na tyčince v  $\text{SiF}_4$  zbělá od vyloučeného  $\text{SiO}_2$ .

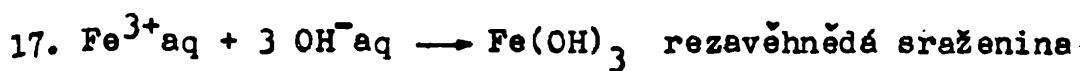


Roztok se odparví do sucha (odstranit přebytek  $\text{HNO}_3$ ), zbytek se několikrát ovlhčí zřed.  $\text{HCl}$  a odparví do sucha ( $\text{NO}_3^-$  převést na  $\text{Cl}^-$ ), rozpustí ve vodě a odfiltruje bílá sraž.  $\text{PbCl}_2$ .

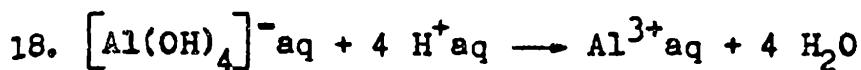


K filtrátu se přidá nadbytek roztoku  $\text{NaOH}$ :

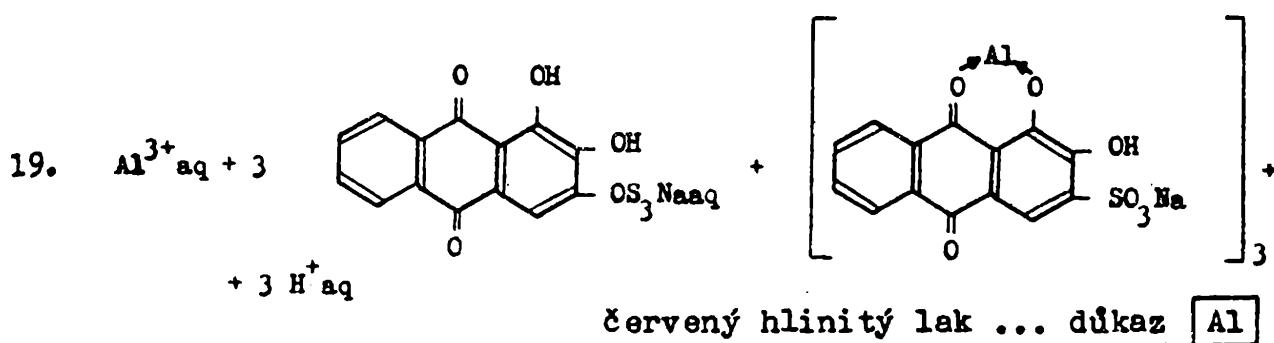




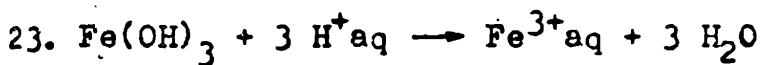
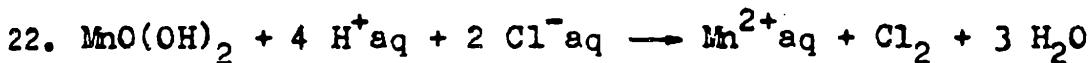
Sraženiny se odfiltrují, promyjí  $\text{H}_2\text{O}$  a filtrát se okyselí zřed.  $\text{HCl}$ .



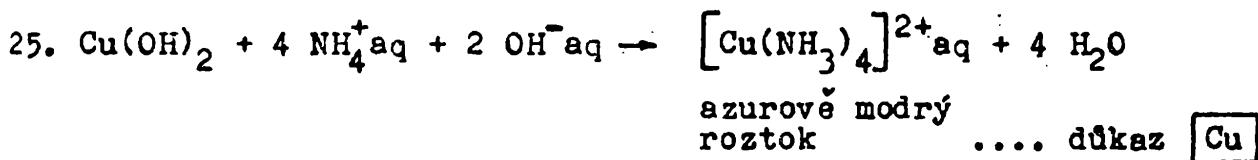
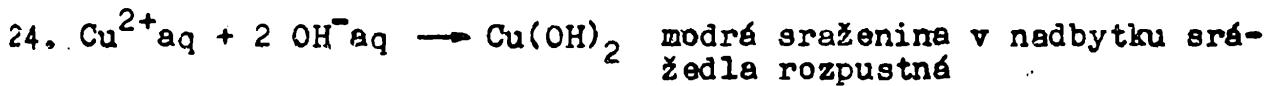
K roztoku  $\text{Al}^{3+}$  se přidá alizarinsulfonan  $\text{Na}^+$  a po kapkách  $\text{NH}_4\text{OH}$ :



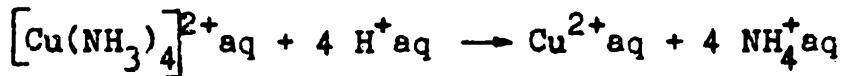
Promyté sraženiny se rozpustí ve zřed.  $\text{HCl}$ .



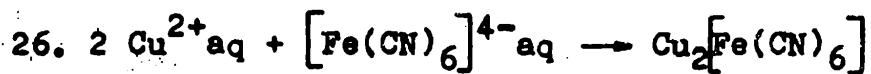
Roztok se sráží nadbytkem  $\text{NH}_4\text{OH}$ .



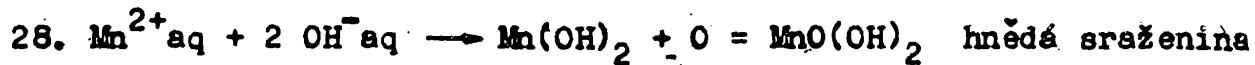
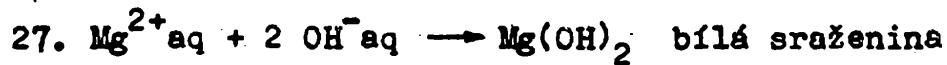
Další důkaz: reakce s  $\text{HCl}$ .



K roztoku přidáme  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ .

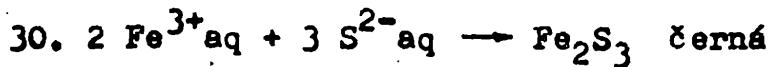


hnědá sraženina .... důkaz Cu



Sraženiny rozpustné ve zřed. HCl (viz rovnice výše).

K roztoku přidáme  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ ; vzniknou sraženiny.

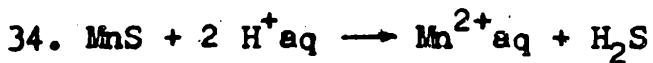
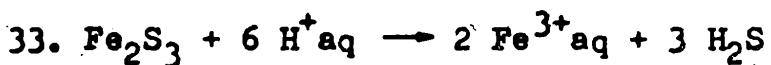


Sraženiny se odfiltrují, v roztoku zbývá  $\text{Mg}^{2+}\text{aq}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$  a  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ :

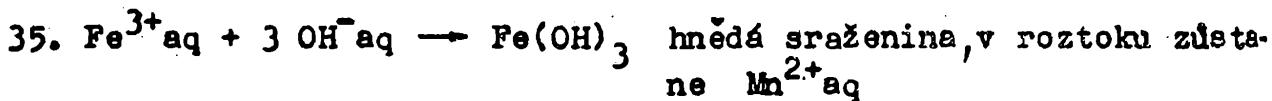


bílá sraženina .... důkaz Mg

Sraženiny se rozpustí v konc. HCl.



K roztoku se přidá  $\text{NH}_4\text{Cl}$  a  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

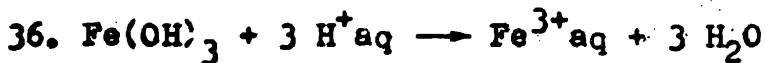


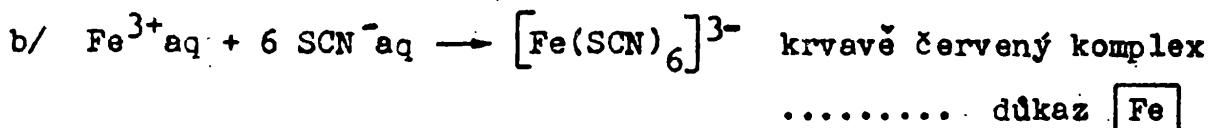
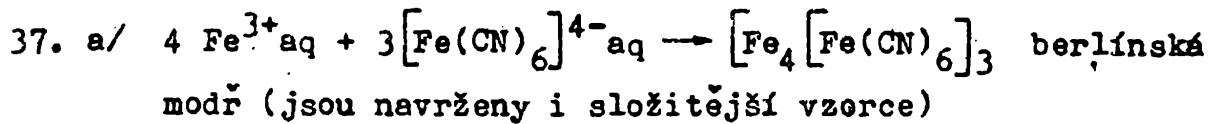
Odfiltrovaná sraženina se rozpustí v HCl.

S roztokem se provedou důkazy

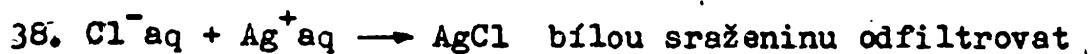
a/ žlutou krevní solí,

b/ KSCN

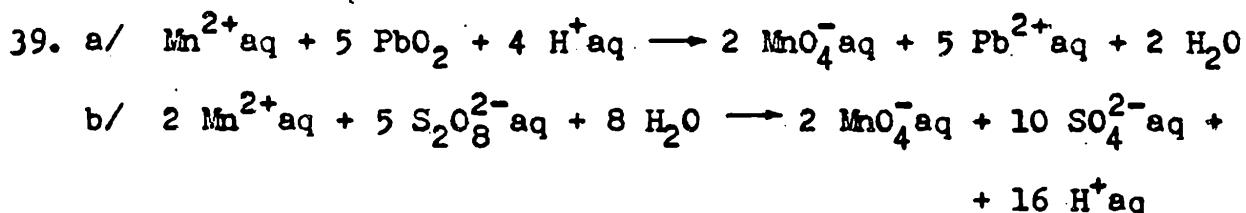




Roztok s  $\text{Mn}^{2+}\text{aq}$  reaguje s  $\text{AgNO}_3$  (aby se odstranily  $\text{Cl}^-$ ).



- a/ přidat konc.  $\text{HNO}_3$  +  $\text{PbO}_2$  a povářit  
b/ přidat  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  a povářit



v obou případech fialově zbarvený roztok  $\text{MnO}_4^-$  ..... důkaz Mn

$$6. \% \text{ HCl} = \frac{5,92 \cdot 1,015 \cdot 36,5 \cdot 100}{10 \cdot 1000 \cdot 1 \cdot 1,122} = 1,96 \% \text{ HCl}$$

$$50 \cdot 1,012 \text{ ml} = 50,6 \text{ ml } 0,1 \text{ N-NaOH}$$

$$- 12,7 \cdot 0,992 \text{ ml} = 12,6 \text{ ml } 0,1 \text{ N-HCl}$$

38,- ml = spotřeba na všechny kyseliny

- ekviv. mn. 6,- ml = na HCl (=  $5,92 \cdot 1,015$ )

32,- ml na obě kyslíkaté kyseliny

$$\text{ekv. H}_2\text{SO}_4 : \text{ekv. HNO}_3 = 49 : 63 = 7 : 9$$

$$32 \text{ ml rozděleno v poměru } 7 : 9 = 14 \text{ ml : } 18 \text{ ml}$$

$\text{H}_2\text{SO}_4 \quad \text{HNO}_3$

$$\% \text{ H}_2\text{SO}_4 = \frac{14 \cdot 49 \cdot 100}{10 \cdot 1000 \cdot 1 \cdot 1,122} = 6,11 \% \text{ H}_2\text{SO}_4$$

$$\% \text{ HNO}_3 = \frac{18 \cdot 63 \cdot 100}{10 \cdot 1000 \cdot 1 \cdot 1,122} = 10,11 \% \text{ HNO}_3$$

V analyzovaném vzorku je 1,96 % HCl, 6,11 % H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 10,11 % HNO<sub>3</sub>.

### Hodnocení

1. Zcela správná odpověď na všechny podotázký ..... 23 bodů  
(ad a/ správně vyplněná tabulka a správný postup  
výpočtu ..... 10 bodů  
ad b/ za správnou titrační křivku ..... 2 body  
ad c/ I. za správnou odpověď ..... 2 body  
II. za každý indikátor po 1 bodu ..... 3 body  
ad d/ za každou správnou titrační křivku  
po 2 bodech ..... 6 bodů)
2. Zcela správná odpověď ..... 12 bodů  
(ad a/ za správné seřazení ..... 3 body  
ad b/ za správné seřazení ..... 3 body  
ad c/ za správnou odpověď ..... 2 body  
ad d/ za správnou odpověď ..... 2 body  
ad e/ za správnou odpověď ..... 2 body)
3. Zcela správná odpověď ..... 21 bodů  
(za každý správný vzorec ze 6 vzorců po 1 bodu . 5 bodů  
za 15 sloučenin, které reagují s uvedenými lát-  
kami v naznačeném směru po 1 bodu ..... 15 bodů)
4. Zcela správné odpověď ..... 14 bodů  
(za vysvětlení mechanismu reakce Grignardova  
činidla ..... 2 body  
za správnou rovnici ad a/ ..... 1 bod

ad b/ - až e/ po 2 bodech ..... 8 bodů  
ad f/ ..... 3 body)

5. Zcela správná odpověď ..... 50 bodů  
(za správné rovnice pod čísly: 18; 26; 37b;  
39a; 39b po 2 bodech ..... 10 bodů  
za ostatní správné rovnice, kromě opakujících se  
rovnic, které jsou pod čísly: 24; 27; 28; 35;  
36 po 1 bodu ..... 30 bodů  
za správný postup dělení ..... 10 bodů)

Poznámka: Za nedbale napsané rovnice, které se opakují  
nebo za vadně napsané rovnice téhož typu se  
sráží po 0,5 bodu.

6. Zcela správná odpověď ..... 10 bodů  
(výpočet % HCl ..... 2 body  
výpočet spotřeby na všechny kyseliny ..... 1 bod  
výpočet spotřeby na kyslikaté kyseliny ..... 1 bod  
rozdělení spotřeby v poměru ekvivalentů ..... 2 body  
výpočet % HNO<sub>3</sub> ..... 2 body  
výpočet % H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ..... 2 body)

Celkem ..... 130 bodů

Pro další postup v soutěži musí soutěžící získat nejméně 91 bodů.

#### KONTROLNÍ TEST

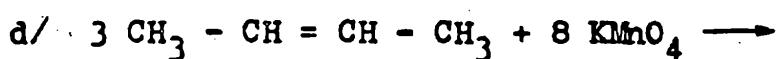
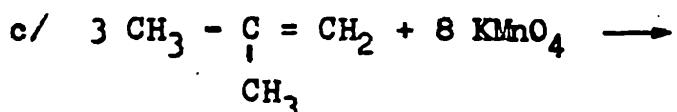
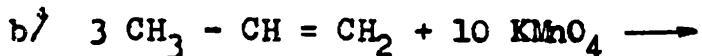
Úkoly:

1. Jakou reakci má roztok vzniklý slitím 10 ml 1 % roztoku hydroxidu draselného a 10 ml 1 % roztoku kyseliny chlorovodíkové?

$$M_{\text{KOH}} = 56, \quad M_{\text{HCl}} = 36,5.$$

Odpovězte: a/ úvahou,  
b/ výpočtem pH.

2. Doplňte tyto rovnice:



3. Stanovení dusíku v organických sloučeninách podle Kjeldahla spočívá v tom, že se vzorek mineralizuje a z reakční směsi se oddestihuje čpavek do určitého množství kyseliny známé koncentrace. Ze spotřeby kyseliny, která se zjistí zpětnou titrací roztokem hydroxidu, se vypočítá množství čpavku, které se přepočte na dusík. Vypočtěte % obsahu dusíku za předpokladu, že bylo analyzováno 0,1 g vzorku a že při zpětné titraci původních 20 ml 0,1 N roztoku kyseliny chlorovodíkové v předloze bylo spotřebováno 7,09 ml 0,1 N-NaOH.  $A_N = 14$

Poznámka: Úkoly jsou zadány všechny současně a řešení smí trvat nejvýše 60 minut.

#### Autorské řešení

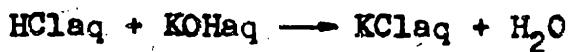
1. a/ Molekuly HCl mají menší hmotnost, proto jich bude ve stejném váhovém množství více. Protože budou převažovat, bude roztok reagovat kysele.

b/ Ve 20 ml (10 + 10) roztoku je 0,1 g KOH (1 % z 10 g)  
a 0,1 g HCl

$$0,1 \text{ g KOH} \text{ je } \frac{0,1}{56} = 0,00179 \text{ gmol (g-ekv.)}$$

$$0,1 \text{ g HCl} \text{ je } \frac{0,1}{36,5} = 0,00274 \text{ gmol (g-ekv.)}$$

HCl a KOH spolu reagují za vzniku neutrální soli:



Pouze přebytečná HCl určuje kyselost roztoku.

0,00274 g-ekv. HCl = 0,00179 g-ekv. KOH = 0,00095 g-ekv. HCl

V 20 ml roztoku je  $9,5 \cdot 10^{-4}$  g-ekv. HCl,

$$\text{v } 1000 \text{ ml je } 9,5 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{1000}{20} = 4,75 \cdot 10^{-2} \text{ g-ekv. (gmol)}$$

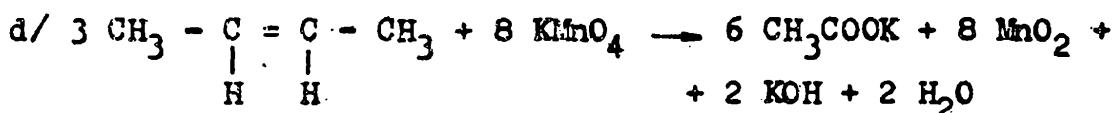
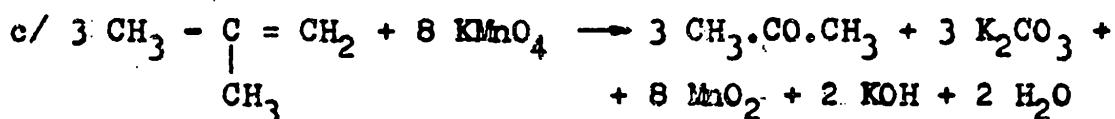
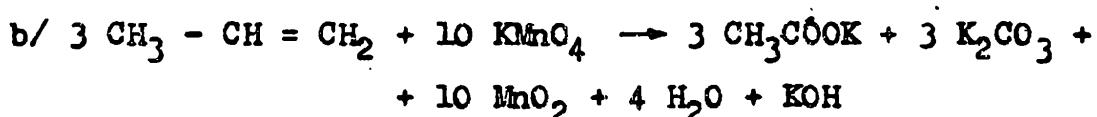
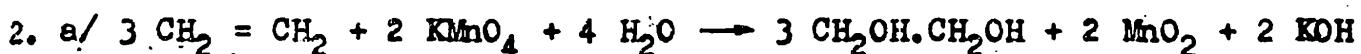
$$\text{HCl} = C_{\text{HCl}}$$



$$C_{\text{HCl}} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 4,75 \cdot 10^{-2} = 2 - \log 4,75 = 2 - 0,68 = \\ = 1,3$$

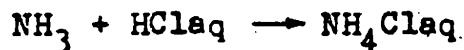
Vzniklý roztok má kyselou reakci, protože má pH ≈ 1,3.



1 litr 0,1 N-NaOH je ekvivalentní 1 litru 0,1 N-HCl

7,09 ml 0,1 N-NaOH je ekvivalentní 7,09 ml 0,1 N-HCl

spotřeba 0,1 N-HCl = 20,00 - 7,09 = 12,91 ml



1000 ml 0,1 N-HCl je ekvivalentní 1000 ml 0,1 N-NH<sub>3</sub>.

NH<sub>3</sub> je ekvivalentní N, protože v 1 mol. NH<sub>3</sub> je 1 atom N

12,91 ml 0,1 N-HCl odpovídá 12,91 ml 0,1 N-NH<sub>3</sub> a také 12,91 ml 0,1 N dusíku.

1000 ml 0,1 N dusíku ..... 1,4 g dusíku

1 ml 0,1 N dusíku ..... 1,4 mg dusíku

12,91 ml 0,1 N dusíku ..... 1,4 . 12,91 = 18 mg = 0,018 g

$$0,018 \text{ g dusíku v } 0,1 \text{ g vzorku je } 100 \cdot \frac{0,018}{0,1} = 18 \%$$

Vzorek obsahuje 18 % dusíku.

#### Hodnocení

1. Zcela správná odpověď ..... 10 bodů  
(ad a/ za správnou úvahu ..... 2 body  
ad b/ za správný výpočet ..... 8 bodů)
2. Zcela správná odpověď ..... 12 bodů  
(za správné doplnění rovnice ad a/ ..... 2 body  
ad b/ ..... 3 body  
ad c/ ..... 3 body  
ad d/ ..... 4 body)
3. Zcela správná odpověď ..... 10 bodů  
(výpočet spotřeby kyseliny ..... 2 body  
výpočet váhového množství dusíku ve vzorku bez  
výpočtu váhového množství amoniaku ..... 7 bodů  
je-li tento výpočet s přepočtem přes váhové  
množství amoniaku pouze ..... 5 bodů  
výpočet procentového obsahu dusíku ..... 1 bod)

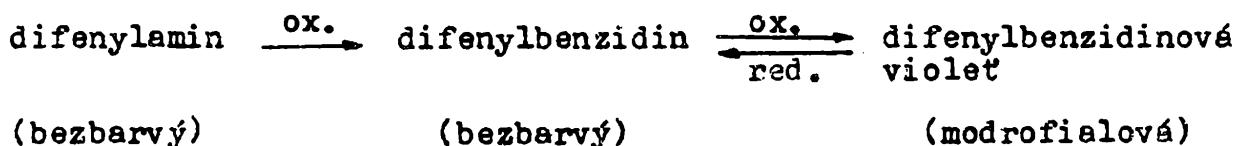
celkem ..... 32 bodů

pro další postup v soutěži musí soutežící získat nejméně 16 bodů.

### praktický úkol

## Stanovení železa v Mohrově soli

V této úloze experimentálně stanovíte % obsah železa v Mohrové poli (hexahydrát síranu železnato-amonného). Známý objem roztoku vzoru budete titrovat odměrným roztokem dvojchromanu draselného na difenylamin jako indikátor. Funkci difenylaminu lze znázornit takto:



o znamená, že nepatrný přebytek (jediná kapka) dvojchromanu způsobí modrání roztoku, které indikuje bod ekvivalence.

o s t u p:

## 1. Príprava odměrného roztoku dvojchromanu draselného

Zvažte přesně 2,4518 g vysušeného dvojchromanu draselného p.a. rystalky vpravte kvantitativně do odměrné baňky na 500 ml a po rozštěpení doplňte destilovanou vodou po rysku.

Poznámka: K soutěži dostanete roztok hotový. x/

## 2. Príprava vzorku

Odvažte co nejpřesněji kolem 10 g Mohrovy soli, kterou kvantita-ivně vpravte do odměrné baňky na 250 ml, do níž jste před tím odmě-ili 100 ml 1 M roztoku kyseliny sírové. Po rozpuštění soli doplňte baňku destilovanou vodou po rysku a dobře promíchejte.

Poznámka: K soutěži dostanete roztok hotový. x/

Žáci připravují pouze jeden z roztoků podle možností školy. Druhý roztok dostanou připravený podle uvedeného postupu.

### 3. Titrace

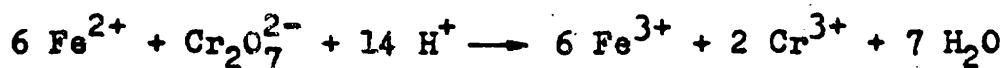
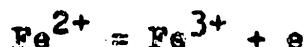
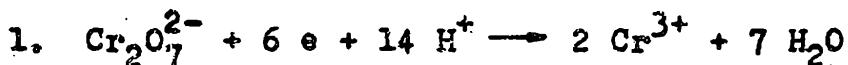
Odpipetujte 20 ml roztoku vzorku do titrační baňky (Erlenmayerový baňky a pod.) na 250 ml, přidejte 5 ml koncentrované kyseliny chlорodíkové a 5 ml 25 % kyseliny fosforečné (váže vznikající  $\text{Fe}^{3+}$  do komplexu  $\text{FeHPO}_4^+$ , který je bezbarvý a neruší barevný přechod indikátoru). Pozor! Obě kyseliny odměřte buď kalibrovaným válečkem, nebo bezpečnostní pipetou! Roztok v titrační baňce doplňte destilovanou vodou asi na 100 ml, přidejte 3 kapky roztoku difenylaminu (1% roztok v koncentrované kyselině sírové) a za intenzivního míchání titrujte odměrným roztokem dvójchromanu do modrofialového zabarvení. Titraci opakujte a vypočítejte průměrnou spotřebu odměrného roztoku.

#### Zpracování:

1. Napište částečné iontové rovnice a konečnou redoxní rovnici pro reakci dvójchromanu s železnatými ionty.
2. Vypočítejte normalitu odměrného roztoku dvójchromanu draselného připraveného podle 1. bodu návodu.
3. Z údajů měření a z předcházejících výpočtů zjistěte % obsah  $\text{Fe}^{2+}$  v Mohrově soli.
4. Vyčíslte v % chybu, které jste se dopustili při stanovení a pokuste se ji zdůvodnit.
5. Uvedte stručně:
  - a/ jak byste kvalitativně dokázali složky Mohrovy soli;
  - b/ jak byste mohli stanovit jejich množství (obsah) ve vzorku.

$$M_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = 294,22; \quad M_{(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}} = 392,16.$$

#### Autorské řešení



val = mol/6

$$M_{K_2Cr_2O_7} \dots \dots \dots 294,22; \text{ val} = 294,22 : 6 = 49,036 \text{ (g)}$$

v 500 ml připraveného roztoku je 2,4518 g  $K_2Cr_2O_7$ .

v 1000 ml připraveného roztoku je 4,9036 g  $K_2Cr_2O_7$ ,  
připravený roztok je 0,1 N.

1000 ml 0,1 N- $K_2Cr_2O_7$  je ekvivalentní 1000 ml 0,1 N- $Fe^{2+}$ , tj.  
5,585 g Fe.

1 ml 0,1 N- $K_2Cr_2O_7$  je ekvivalentní 1 ml 0,1 N- $Fe^{2+}$ , tj.  
0,005585 g Fe

20,54 ml (spotřeba) je ekvivalentní  $20,54 \cdot 0,005585 = 0,113$  g Fe

Množství vzorku vzaté k titraci:

10 g Mohrovy soli do 250 ml roztoku

x g Mohrovy soli do 20 ml roztoku

$$x = \frac{20}{250} \cdot 10 = 0,8 \text{ g}$$

Množství železa ve vzorku:

v 0,80 g soli ..... 0,113 g Fe

v 100 g soli ..... x

$$x = \frac{100}{0,80} \cdot 0,113 = 14,12 \text{ (% Fe)}$$

Teoretický obsah Fe v Mohrově soli:

Mohrova sůl ..... Fe

392,16 ..... 55,85

100,00 ..... x

$$x = \frac{100,00}{392,16} \cdot 55,85 = 14,25 \text{ (% Fe)}.$$

Rozdíl ve stanovení: 14,25 - 14,12 = 0,13

14,25 ..... 100 %

0,13 ..... x %

$$x = \frac{0,13}{14,25} \cdot 100 = 0,9\%$$

Zjištěný nižší obsah  $\text{Fe}^{2+}$  je způsoben buď nečistotou vzorku, nebo částečnou oxidací  $\text{Fe}^{2+}$  při práci s roztokem.

5. a/  $\text{Fe}^{2+}$  dokážeme např.:

sirníkem amonným → černá sraženina rozpustná v kyselinách  
alkalickým hydroxidem → nazelenalá hnědnoucí sraženina,  
kyanidem draselným → červenohnědá sraženina rozpustná  
v nadbytku.

$\text{NH}_4^+$  dokážeme např.:

výtěsním  $\text{NH}_3$  alkalickým hydroxidem

Nesslerovým činidlem → žlutohnědá sraženina (ruší Fe!)

$\text{SO}_4^{2-}$  dokážeme např.:

- solí  $\text{Ba}^{2+}$  → bílá sraženina nerozpustná ve zředěných kyselinách,

octanem olovnatým → bílá sraženina,

benzidinem → bezbarvá krystalická sraženina.

$H_2O$  zahříváním uniká, orosí stěny zkumavky,  $Co^{2+}$  papírek zružoví, bezb.  $CuSO_4$  zmodrá.

b/  $\text{Fe}^{2+}$  např. manganometricky,

$\text{NH}_4^+$  např. neutralizační titrací (po vytěsnění amoniaku a jeho pohlcení v kyselině),

$\text{SO}_4^{2-}$  např. vážkově jako  $\text{BaSO}_4$ .

Hodnocení

Maximální počet bodů za pracovní techniku ..... 15 bodů

za úplně správné vážení ..... 4 body

za úplně správný postup při přípravě odměrných  
roztoků ..... 3 body

za úplně správné pipetování ..... 3 body

tj. sledovat též, zda žáci otírají pipetu, zda  
odečítají ve výši očí a pod.

za úplně správné odměřování kalibrovaným váleč-  
kem ..... 2 body

za úplně správnou techniku titrace ..... 3 body

Poznámka: Při hodnocení jednotlivých operací strhávat body  
podle míry nedokonalosti provedení.

Maximální počet bodů za písemné zpracování ..... 15 bodů

za každou rovnici 1 bod, tj. celkem ..... 3 body

za výpočet normality ..... 3 body

za výpočet procentového obsahu Fe celkem ..... 3 body

za výpočet chyby v % celkem ..... 2 body

a/ za každý správný důkaz 1/2 bodu, celkem ..... 2 body

b/ za každé správné stanovení 1/2 bodu, celkem . 2 body

Celkem ..... 30 bodů

Maximální počet bodů nutný k postupu je 10 + 10, tj. 20 bodů.

## K R A J S K É K O L O

### T e o r e t i c k é ú k o l y:

1. Znázorněte přípravu těchto sloučenin:

a/ 1,3-diaminobenzen (*m*-diaminobenzen),

b/ 1-chlór-3-brómbenzen přes 1-bróm-3-nitrobenzen (*m*-brómnitrobenzen),

c/ 1-bróm-3-aminobenzen (*m*-brómanilin) a jeho reakci s kyselinou dusitou a dále reakci vzniklého produktu s  $\text{Cu}_2\text{Cl}_2$ .

2. Napište rovnice těchto reakcí:

a/ Přípravy benzendiazoniumchloridu (chloridu benzendiazonia).

b/ Reakce chloridu benzendiazonia s vodou,

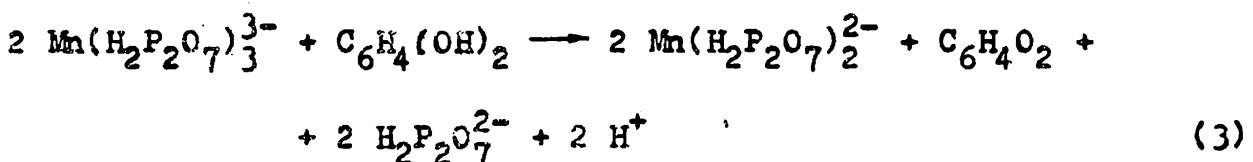
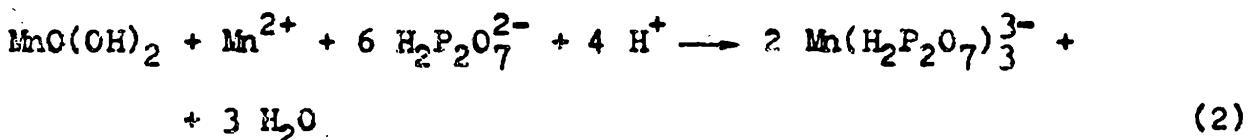
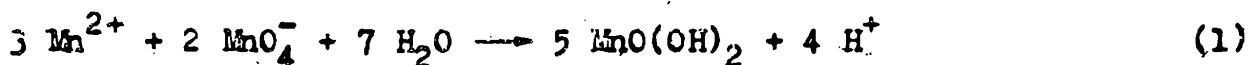


3. Bylo smícháno 100 ml 0,12 M-NaCl, 200 ml 0,14 M-NaBr a 300 ml 0,10 M-AgNO<sub>3</sub>. Jaká bude molární koncentrace každého iontu ve směsi?

$P_{\text{AgCl}} = 1,7 \cdot 10^{-10}$ ,  $P_{\text{AgBr}} = 5,0 \cdot 10^{-13}$ . Postup, mezi výsledky a výsledky usporádejte tabelárně, např. takto:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
ion molů počátečních změna molů zbyvajících M koncentrace				
$\text{Na}^+$				
$\text{Cl}^-$				
$\text{Br}^-$				
$\text{Ag}^+$				
$\text{NO}_3^-$				

4. Ke stanovení některých monosacharidů se využívá poznatku, že při oxidaci manganistanem draselným v alkalickém prostředí poskytuje štavelan. Vzniklý štavelan je pak stanoven po odstranění nadbytečného manganistanu oxidací v kyselém prostředí (jako kyselina štavelová). K stanovení použijeme nově odměřeného množství manganistanu, jehož nadbytek se určuje po převedení na dvojfosforečnanový komplex trojmocného mangantu (1), (2) titrací hydrochinonem (3).



a/ Vypočítejte molární koncentraci roztoku glukózy (při oxidaci poskytuje jeden mol glukózy 2 moly kyseliny štavelové) na základě tohoto postupu:

K 10,00 ml roztoku vzorku byl přidán 1 g uhličitanu sodného, 4 ml 1 N roztoku manganistanu draselného (val = mol/3) a po promísení byla reakční směs zahřívána na vroucí vodní lázni 30 minut. Poté bylo přidáno 5 ml 0,5 M roztoku síranu manganatého a vyloučený kysličník manganicičitý byl odfiltrován skleněným filtrem S 4. Po promytí kysličníku manganicičitého destilovanou vodou byl filtrát okyselen 50 ml 50 % kyseliny sírové a k okyselenému filtrátu přidáno 10,00 ml 0,1 N roztoku manganistanu draselného (val = mol/5) a reakční směs byla odstavena na 10 minut. Poté bylo postupně přidáno 25 ml 0,5 M roztoku síranu manganatého, 50 ml nasyceného roztoku dvojfosforečnanu sodného a vzniklý dvojfosforečnanový komplex trojmocného mangantu byl titrován 0,1 N roztokem hydrochinonu až do změny barvy z červenofialové do světle růžové. Dále byly přidány 2 kapky roztoku difenylaminu a titrováno z fialového do čistě žlutého zabarvení. Spotřeba odměřeného roztoku byla 6,00 ml.

b/ Napište rovnici oxidace kyseliny štavelové manganistanem v kyselém prostředí. Zdůvodněte výpočet valu  $\text{KMnO}_4$  pro tento případ.

c/ Pokuste se vysvětlit funkci difenylaminu jako redoxního indikátoru (neznačte jeho příslušné reakce).

Poznámka: Všechny rovnice vysvětlujte z hlediska dějů oxidačno-redukčních.

### Praktický úkol:

#### 5. Stanovení molekulové hmotnosti organické kyseliny

V této úloze určíme molekulovou hmotnost organické kyseliny přímou titrací známého množství kyseliny roztokem hydroxidu sodného dané molarity. Kyselina je dvojsytná.

#### P o s t u p:

1. Zvažte přesně kolem 0,6 g tuhého vzorku a převeďte kvantitativně do titrační baňky na 250 ml. Doplňte destilovanou vodou na objem asi 50 ml a kyselinu rozpustte třepáním (event. mírným zahřátím).

2. K roztoku přidejte několik kapek metyloranže a titrujte odměrným roztokem 0,5 M-NaOH. Před bodem ekvivalence přidejte 10 ml 20% roztoku chloridu vápenatého a dotitrujte louhem do žlutého zabarvení.

3. Zopakujte tentýž pokus nejméně dvakrát. Roztok chloridu vápenatého přidávejte až asi 0,2 ml před bodem ekvivalence, zjištěným předešlou titrací.

4. Po skončení pokusu důkladně vymyjte byretu vodou.

#### Výpočty:

1. Vypočítejte molekulovou hmotnost kyseliny pro 2. a 3. stanovení.

2. Vypočítejte střední hodnotu molekulové hmotnosti.

#### Závěry:

Uvažte, o kterou organickou kyselinu by se mohlo jednat.

Vypočítejte její molekulovou hmotnost ze vzorce a porovnejte tu-to hodnotu s hodnotou stanovenou experimentem; vypočítejte chybu v % a uvedte možné zdroje chyb.

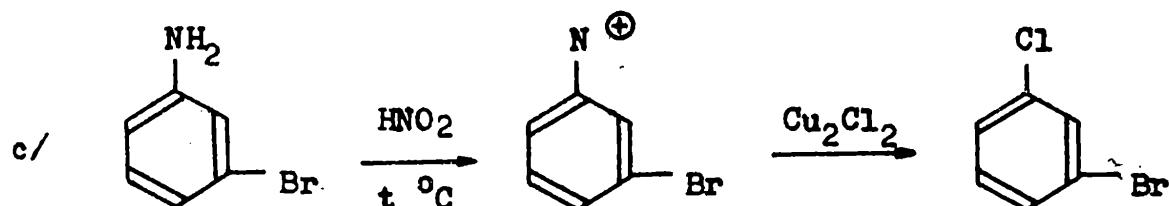
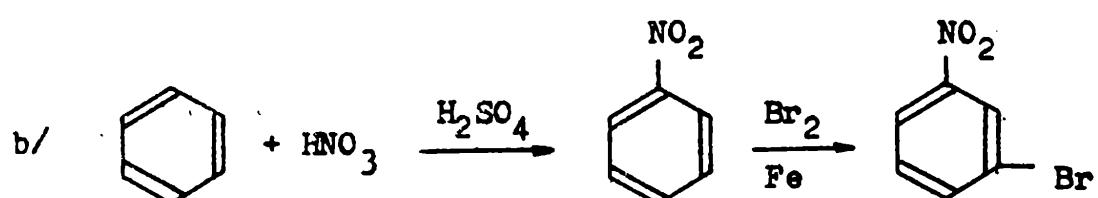
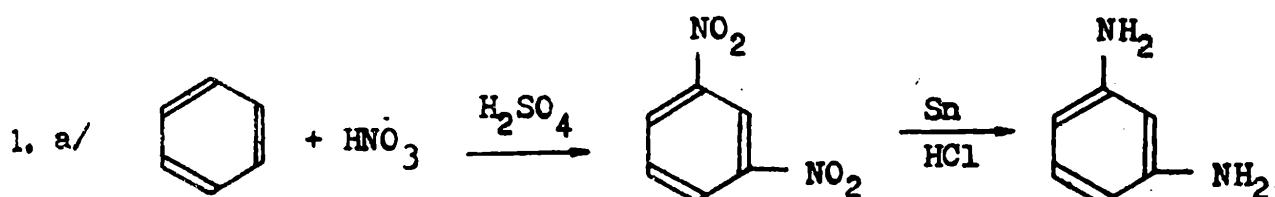
O t á z k y:

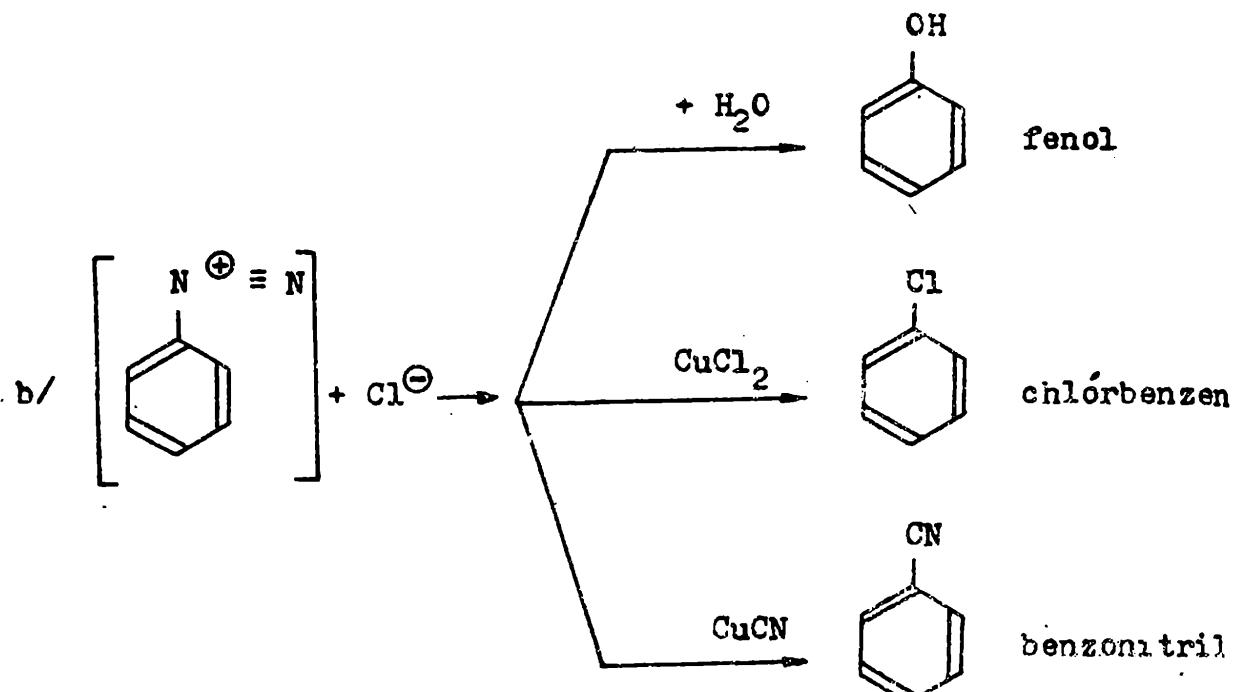
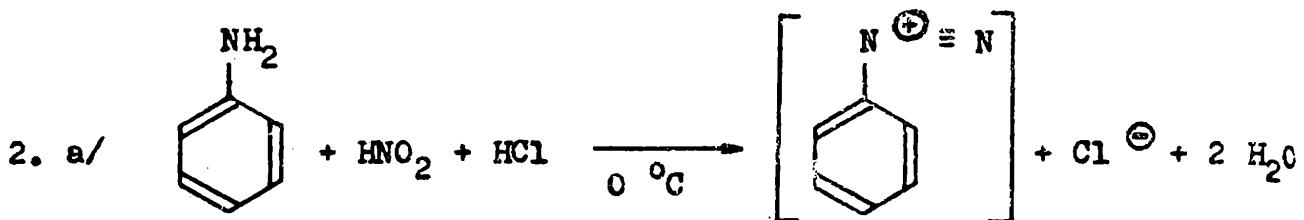
- a/ Pokuste se zdůvodnit, proč se před ekvivalencí přidává chlорid vápenatý.
- b/ Uveďte a popište jiný možný postup přímé titrace této kyseliny.
- c/ Bylo by možné zjistit molekulovou hmotnost téže kyseliny, ale metodou zpětné titrace?

Poznámky:

1. Vzorek se bude vážit na analytických vahách; odměrný roztok se přidává z byretu na 25 ml.
2. Odměrný roztok NaOH dostanou účastníci hotový s označeným faktorem.
3. Vzorkem je kyselina šťavelová - na spotřebu cca 20 ml 0,5 N-NaOH se váží přesně asi 0,6 g  $(\text{COOH})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ , tj. 0,5 g  $(\text{COOH})_2$ .
4. Indikátor je roztok metyloranže (0,1% ve vodě).

Autorské řešení





(nitril kyseliny benzoové)

3. Tabulka:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
ion molů počátečních změna molů zbyvajících M koncentrace				
Na <sup>+</sup>	0,012 + 0,028	-	0,040	0,067 M
Cl <sup>-</sup>	0,012	-0,002	0,010	0,017 M
Br <sup>-</sup>	0,028	-0,028	-	5,0 · 10 <sup>-5</sup> M
Ag <sup>+</sup>	0,030	-0,030	-	1,0 · 10 <sup>-8</sup> M
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,030	-	0,030	0,050 M

Výpočty:

Sloupec (2):

$\text{Na}^+$ : v 1000 ml 0,12 M roztoku  $\text{NaCl}$  je 0,12 M  $\text{Na}^+$   
ve 100 ml 0,12 M roztoku  $\text{NaCl}$  je 0,012 M  $\text{Na}^+$  celkem:  
v 1000 ml 0,14 M roztoku  $\text{NaBr}$  je 0,14 M  $\text{Na}^+$  + 0,012 +  
+ 0,028 = 0,040  
ve 200 ml 0,14 M roztoku  $\text{NaBr}$  je 0,028 M  $\text{Na}^+$

$\text{Cl}^-$ : v 1000 ml 0,12 M roztoku  $\text{NaCl}$  je 0,12 M  $\text{Cl}^-$   
ve 100 ml 0,12 M roztoku  $\text{NaCl}$  je 0,012 M  $\text{Cl}^-$

$\text{Br}^-$ : v 1000 ml 0,14 M roztoku  $\text{NaBr}$  je 0,14 M  $\text{Br}^-$   
ve 200 ml 0,14 M roztoku  $\text{NaBr}$  je 0,028 M  $\text{Br}^-$

$\text{Ag}^+$ : v 1000 ml 0,10 M roztoku  $\text{AgNO}_3$  je 0,10 M  $\text{Ag}^+$   
ve 300 ml 0,10 M roztoku  $\text{AgNO}_3$  je 0,030 M  $\text{Ag}^+$

$\text{NO}_3^-$ : v 1000 ml 0,10 M roztoku  $\text{AgNO}_3$  je 0,10 M  $\text{NO}_3^-$   
ve 300 ml 0,10 M roztoku  $\text{AgNO}_3$  je 0,030 M  $\text{NO}_3^-$

Sloupec (3) ~ proběhnou tyto reakce:

$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$  protože  $P_{\text{AgBr}}$  je menší než  $P_{\text{AgCl}}$ ,

$\text{Ag}^+ + \text{Br}^- \rightarrow \text{AgBr}$  sráží se nejprve  $\text{AgBr}$  a po něm  $\text{AgCl}$ .

Reaguje 0,028 M  $\text{Br}^-$  s 0,028 M  $\text{Ag}^+$ , tzn., že zbývá 0,002 M  $\text{Ag}^+$ ;  
0,002 M  $\text{Ag}^+$  reaguje s 0,002 M  $\text{Cl}^-$ , tzn., že zbývá 0,010 M  $\text{Cl}^-$ .

Sloupec (4): vyplývá ze sloupců (2) a (3)

Sloupec (5):

$\text{Na}^+$ : 0,040 M  $\text{Na}^+$  je v 600 ml roztoku; v 1000 ml roztoku je  
$$\frac{1000}{600} \cdot 0,040 = 0,0666 = \underline{\underline{0,067 \text{ M}}}$$

$\text{Cl}^-$ : 0,010 M  $\text{Cl}^-$  je v 600 ml roztoku; v 1000 ml roztoku je

$$\frac{1000}{600} \cdot 0,010 = \underline{\underline{0,017 \text{ M}}}$$

$\text{Ag}^+$ :  $P_{\text{AgCl}} = (\text{Ag}^+) \cdot (\text{Cl}^-)$

$$(\text{Ag}^+) = \frac{P_{\text{AgCl}}}{(\text{Cl}^-)}$$

$$(\text{Ag}^+) = \frac{1,7 \cdot 10^{-10}}{0,017} = \underline{\underline{1,0 \cdot 10^{-8} \text{ M}}}$$

$\text{Br}^-$ :  $P_{\text{AgBr}} = (\text{Ag}^+) \cdot (\text{Br}^-)$

$$(\text{Br}^-) = \frac{P_{\text{AgBr}}}{(\text{Ag}^+)}$$

$$(\text{Br}^-) = \frac{5,0 \cdot 10^{-13}}{1,0 \cdot 10^{-8}} = \underline{\underline{5,0 \cdot 10^{-5} \text{ M}}}$$

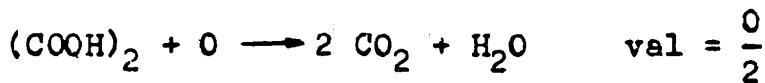
$\text{NO}_3^-$ : 0,030 M  $\text{NO}_3^-$  je v 600 ml roztoku; v 1000 ml roztoku je

$$\frac{1000}{600} \cdot 0,030 = \underline{\underline{0,050 \text{ M}}}$$

4. a/ Z rovnice (1) a (2) vyplývá, že 1 ml 0,1 N- $\text{KMnO}_4$  (val = mol/5) je ekvivalentní 1 ml 0,1 N roztoku dvojfosforečnanového komplexu  $\text{Mn}^{3+}$ ; z rovnice (3) vyplývá, že 1 ml 0,1 N roztoku dvojfosforečnanového komplexu  $\text{Mn}^{3+}$  je ekvivalentní 1 ml 0,1 N roztoku hydrochinonu; z rovnic (1), (2), (3) pak plyne, že 1 ml 0,1 N roztoku hydrochinonu je ekvivalentní 1 ml 0,1 N roztoku  $\text{KMnO}_4$  (val = mol/5).

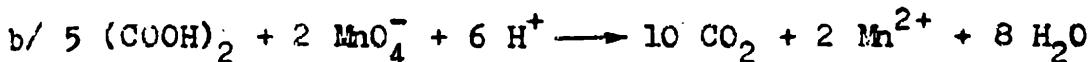
K oxidaci vzniklé kyseliny šťavelové bylo použito 10,00 ml 0,1 N roztoku  $\text{KMnO}_4$  (val = mol/5); při titraci nadbytečného

$\text{KMnO}_4$  bylo spotřebováno 6,00 ml 0,1 N hydrochinonu. Z toho vyplývá, že se na oxidaci kyseliny šťavelové spotřebovalo 10,00 - 6,00 = 4,00 ml 0,1 N  $\text{KMnO}_4$  (val = mol/5).

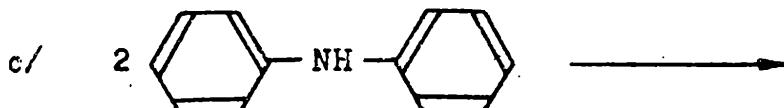


$$\text{Z rovnice plyne, že val} = \frac{(\text{COOH})_2}{2}$$

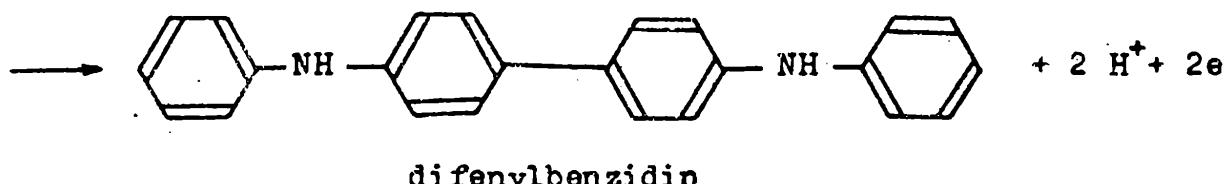
4 ml 0,1 N roztoku manganistanu odpovídá 4 ml 0,1 N roztoku kyseliny šťavelové a to odpovídá 4 ml 0,05 M roztoku této kyseliny, tj. 0,0002 molu. Toto množství kyseliny vzniklo oxidací glukózy, obsažené v 10 ml vzorku. Protože při oxidaci v alkalickém prostředí poskytuje 1 mol glukózy 2 moly kyseliny šťavelové, obsahovalo 10 ml vzorku 0,0001 molu glukózy. Litr vzorku obsahoval 0,01 molu glukózy a roztok byl tedy 0,01 M.

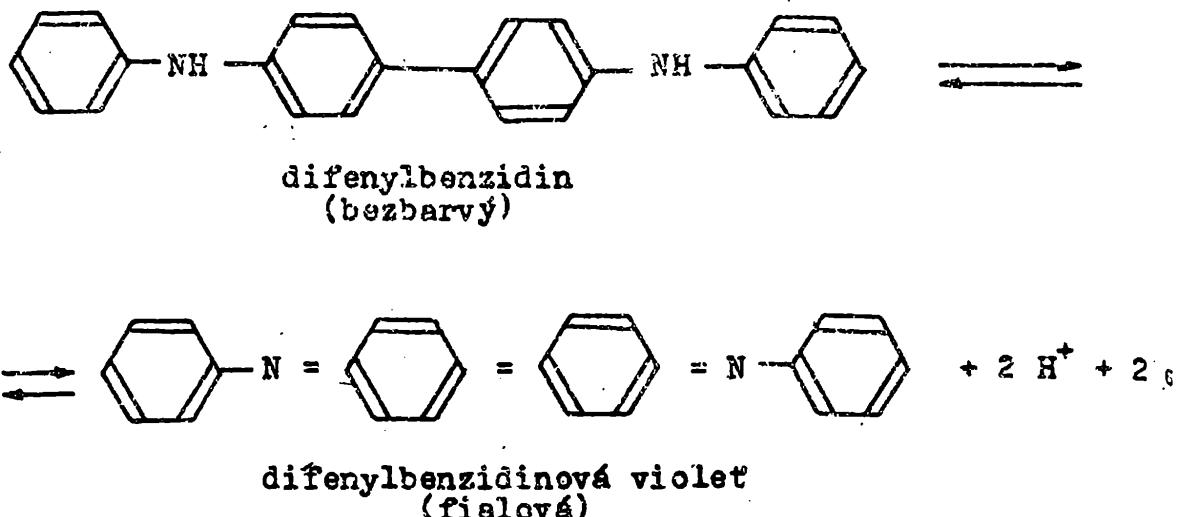


Při redukci manganistanu na sůl manganatou se převádí 5 elektronů, a proto val = mol/5.



difenylamin





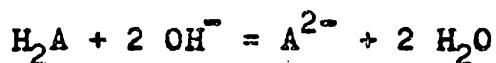
### 5. Autorské řešení praktického úkolu.

Možný postup výpočtu molekulové hmotnosti: (navážka 0,630 g)

1. Výpočet počtu molů titrované kyseliny .....  $\frac{0,630}{M}$

(M je molekulová hmotnost kyseliny)

2. a/ Výpočet ekvivalentního množství NaOH výše uvedenému množství kyseliny



1 M H<sub>2</sub>A je ekvivalentní 2 M-NaOH

$$\frac{0,630}{M} \text{ H}_2\text{A je ekvivalentní } x \text{ NaOH}$$

$$x = \frac{0,630}{M} \cdot 2 = \frac{1,260}{M}$$

b/ Výpočet množství NaOH, které skutečně reagovalo (spotřeba 20,00 ml)

v 1 litru 0,5 M-NaOH je 0,5 molu NaOH

v 1 ml 0,5 M-NaOH je 0,0005 molu NaOH

ve 20 ml 0,5 M-NaOH je 0,01 molu NaOH

c/ Výpočet hodnoty M [z údajů a/ a b/]

$$\frac{1,260}{M} = 0,01$$

$$M = \frac{1,260}{0,01} = 126$$

### Závěr:

Molekulová hmotnost kyseliny je 126 - jedná se o kyselinu šťavelovou-dihydrát.

### Otázky:

- a/ Po přidání chloridu vápenatého se sraží šťavelan vápenatý a titruje se silná kyselina chlorovodíková, proto lze použít indikátor metyloranž.
- b/ Titrace roztokem hydroxidu na fenolftalein nebo titrace roztokem manganistanu draselného v kyselém prostředí.
- c/ Téměř každá titrace lze provést jako zpětná tím, že se přidá přebytek titračního činidla, který se stanoví jiným činidlem.

### Hodnocení

1. Celá správná odpověď ..... 15 bodů  
(ad a/ za správné schéma ..... 5 bodů  
ad b/ za správné schéma ..... 5 bodů  
ad c/ za správné schéma ..... 5 bodů)
2. Celá správná odpověď ..... 10 bodů  
(ad a/ za správně napsanou rovnici ..... 4 body  
ad b/ za každou správně napsanou rovnici např.  
schéma po 2 bodech ..... 6 bodů)

3. Zcela správná odpověď .....	25 bodů
(za 2. sloupec tabulky .....)	5 bodů
za 3. sloupec tabulky .....	8 bodů
za 4. sloupec tabulky .....	5 bodů
za 5. sloupec tabulky - z toho řádek 3. a 4. po 2 bodech, jinak po 1 bodu .....	7 bodů)
4. Zcela správná odpověď .....	20 bodů
(za úplně správnou úvahu a výpočet .....	10 bodů
ad b/ za rovnici oxidace .....	3 body
za zdůvodnění výpočtu valu .....	2 body
ad c/ za vysvětlení se vzorcí a rovnicemi .....	5 bodů
za vysvětlení bez vzorců a rovnic pouze ..	2 body)
5. Maximální počet bodů .....	35 bodů
(pracovní technika: vážení .....	7 bodů
titrace .....	5 bodů
pipetování .....	3 body
<u>Poznámka:</u> strhávat body podle míry nedokonalosti provedení.	
Výpočty: celkem .....	10 bodů
závěry: 13 + 2 body, celkem .....	5 bodů
otázky: ad 1. .....	3 body
ad 2. .....	1 bod
ad 3. .....	1 bod)
Celkem .....	105 bodů

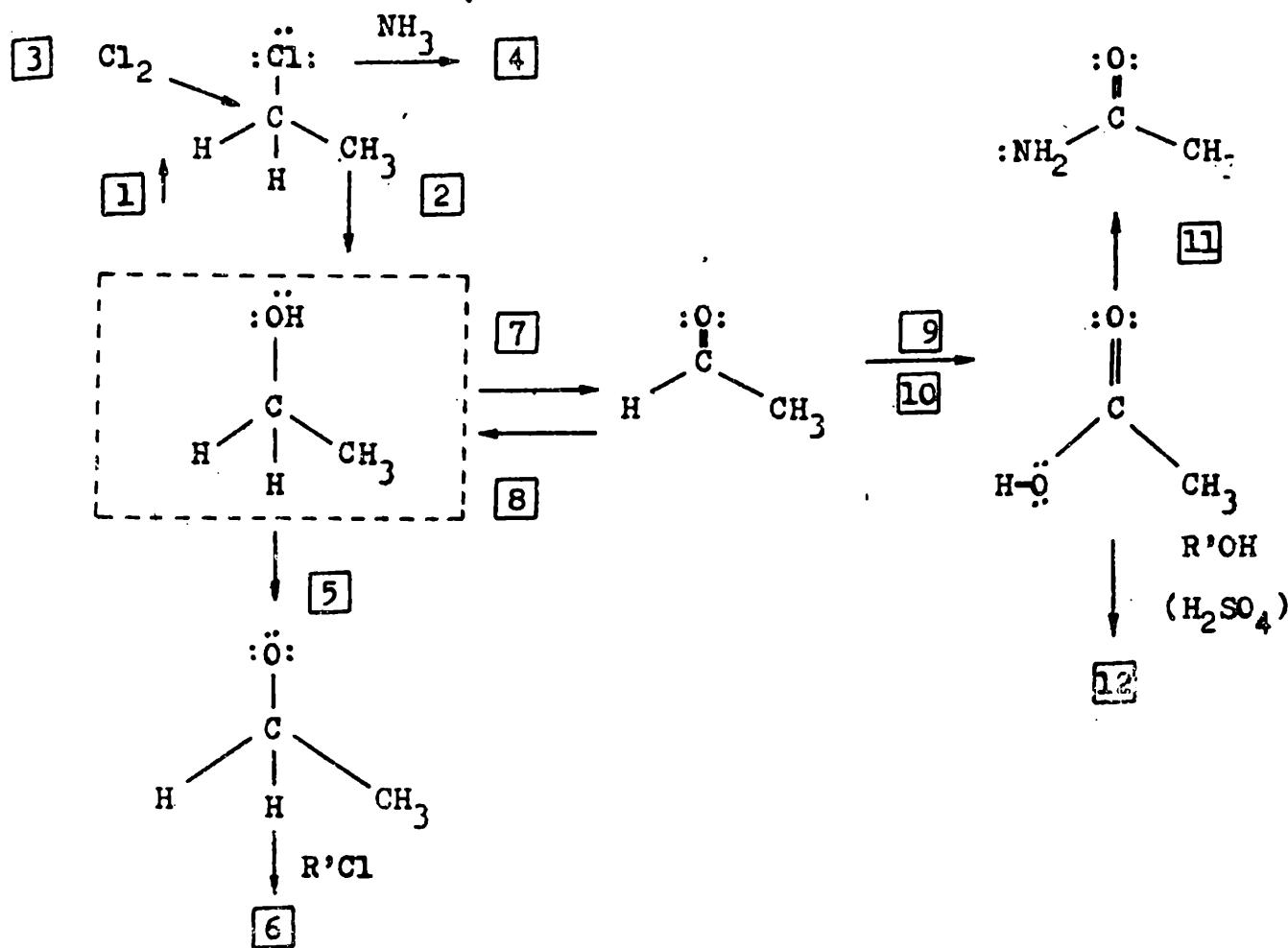
Pro další postup v soutěži musí soutěžící získat nejméně 75 bodů.

Ú S T Ě D N Ī K O L O

T e o r e t i c k ē ú k o l y:

1. 10,00 ml plynného uhlovodíku ( $C_xH_y$ ) bylo smícháno s 80,00 ml kyslíku a elektrickou jiskrou přivedeno k explozi. Objem směsi po reakci a po kondenzaci vodní páry byl 60,00 ml. Po protřepání této směsi s roztokem hydroxidu draselného zbylo pouze 30,00 ml plynu. Vypočítejte vzorec uhlovodíku za předpokladu, že uvedené objemy plynu platí pro normální podmínky a že všechny plynné složky reakce se chovají jako ideální plyny.

2. Doplňte následující schéma:



a/ Odpovědi uspořádejte podle čísel a ke každému číslu napište symbol a název příslušné látky.

b/ Uveďte stručně, v čem by se lišilo tote schéma za předpokladu, že by výchozí látkou (v rámečku) byl izoprópylalkohol.

3. Vypočítejte:

a/ Přibližně pH roztoku, který vznikl zředěním 0,5 ml 90% kyseliny mravenčí ( hustota = 1,2 g/ml) na 500 ml.

Vypočtenou koncentraci zaokrouhlete na 2 desetinná místa.

b/ Přibližně pH roztoku obsahujícího v 1 litru 0,02 gmol kyseliny mravenčí a 0,02 gmol mravenčanu sodného.

$$K_{HAc} = 2 \cdot 10^{-4}$$

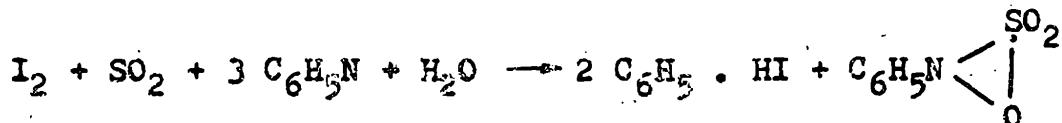
4. Při studiu esterifikace n-butanolu kyselinou octovou byl sledován průběh reakce stanovováním množství vody, která vznikala za různých reakčních podmínek.

Vypočítejte stupeň esterifikace v % pro následující případ:

12,50 ml bezvodého butanolu bylo doplněno v odměrné baňce na 25,00 ml bezvodou kyselinou octovou s katalyzátorem. Směs byla zahřívána na 70 °C a po 30 minutách odebrán 1,00 ml vzorku, který byl titrován Fischerovým činidlem, jehož spotřeba činila 14,77 ml.

Poznámky:

a/ Fischerovo činidlo, které se použilo ke stanovení vody, obsahuje jód a kysličník sířičitý rozpuštěné v bezvodém metanolu a pyridinu. Reakci tohoto činidla s vodou vystihuje nejspíše rovnice:



b/ Při standardizaci činidla byla odvážena 1 kapka vody (36,9 mg), rozpuštěna ve 20 ml bezvodého metanolu a titrovaného činidlem, kterého bylo spotřebováno 12,30 ml.

c/ Hmotnost n-butanolu = 0,8097, hmotnost kyseliny octové = 1,0498, mol. hmotnost n-butanolu = 74,12, mol. hmotnost kyseliny octové = 60,05.

praktický úkol:

5. Oxidace etylenglykolu octanem olovičitým

Zjistěte molární koncentraci analyzovaného roztoku etylenglykolu. (1 mol octanu olovičitého je ekvivalentní 1 molu etylenglykolu).

Po stup:

K 5,00 ml vodného roztoku etylenglykolu přidejte 10 ml 10% octanu draselného v ledové kyselině octové a 10,00 ml roztoku octanu olovičitého v ledové kyselině octové. Po promíchání odstavte reakční směs na 30 minut.

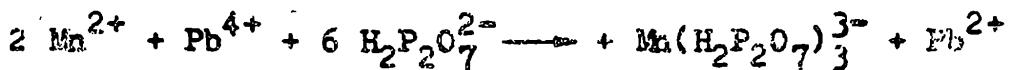
Po této době přidejte asi 0,3 g dvojfosforečnanu sodného, 5 ml 1 M síranu manganatého a 30 ml 4 N kyseliny sírové. Po promíšení vzniklý dvojfosforečnanový komplex trojmocného mangantu ihned titrujte 0,1 N odměrným roztokem hydrochinonu do světle růžového zabarvení, poté přidejte 2 kapky difenylamisu a dotitrujte z fialového do žlutého zabarvení roztoku.

Současně proveděte slepý pokus, tj. místo vzorku - etylenglykolu - použijte stejné množství destilované vody.

Rozdíl spotřeb hydrochinonu v obou pokusech odpovídá octanu olovičitému, spotřebovanému k oxidaci etylenglykolu. Slepý pokus připravte během 30 minutové přestávky při práci a dokončete po provedení vlastního stanovení.

Poznámky:

1. Vznik dvojfosforečnanového komplexu trojmocného mangantu lze vyjádřit rovnicí:



2. Při titraci hydrochinonem se dvojfosforečnanový komplex trojmocného mangantu redukuje na dvojfosforečnanový komplex dvojmocného

K technice práce:

Pipetujte velmi pozorně (nebezpečí poleptání !!!).

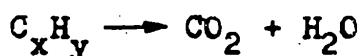
Titrujte s přesností na 0,03 ml (tj. jedné mezinárodní kapky).

O t á z k y:

1. Napište rovnici oxidace etylenglykolu octanem olovičitým.
2. Napište rovnici reakce dvojfosforečnanového komplexu s hydrochinonem. Vzniká  $Mn(H_2P_2O_7)_2^{2-}$ .
3. Vypočítejte N a M koncentraci použitého roztoku octanu olovičitého, pro N roztok vypočítejte faktor.
4. Kolika mg etylenglykolu odpovídá 1,00 ml 0,1 N roztoku hydrochinonu.

Autorské řešení

1. Z 1 molu  $C_xH_y$  vznikne x molů  $CO_2$  (je k tomu zapotřebí x molů  $O_2$ ).  
Z 1 molu  $C_xH_y$  vznikne  $y/2$  molů  $H_2O$  (je k tomu zapotřebí  $y/4$  molů  $O_2$ ).



60,00 ml směsi po explozi obsahuje  $CO_2$  a nezreagovaný kyslík.

Hydroxidem bylo absorbováno 30,00 ml  $CO_2$  (60,00 - 30,00).  
Nezreagovalo tedy 30,00 ml kyslíku.

Z původního objemu kyslíku (80,00 ml) tudíž zreagovalo 50,00 ml (80,00 - 30,00).

Rovnici reakce lze psát:



z pokusu	10,00	50,00	30,00	0,00
----------	-------	-------	-------	------

také	$10,00 \cdot (x+y/4) \cdot 10,00$	$x \cdot 10,00$	0,00
------	-----------------------------------	-----------------	------

z toho vyplývá:	$(x+y/4) \cdot 10,00 = 50,00$	$x \cdot 10,00 = 30,00$
-----------------	-------------------------------	-------------------------

$$y = 8$$

$$x = 3$$

Vzorec uhlovodíku je  $C_3H_8$

2. a/ 1: HCl (suchý)    2:  $OH^-$  (aq)    3:  $CH_3 \cdot CH_3$     4:  $CH_3 \cdot CH_2 \cdot NH_2$     5: Na  
6:  $CH_3CH_2 \cdot O \cdot R'$     7: Cu    8: LiAlH<sub>4</sub>    9:  $Cr_2O_7^{2-}$     10:  $H^+$  (aq)    11:  $NH_3$   
(teplo)    12:  $CH_3 \cdot COO \cdot R'$

b/ Reakcí izopropylalkoholu s 9 vznikne keton, jehož reakcí s 10 opět izopropylalkohol.

3. a/ 0,5 ml kyseliny má hmotnost  $0,5 \cdot 1,2 = 0,6$  g

$$v 0,6 \text{ g } 90\% \text{ kyselině je } 0,6 \cdot \frac{90}{100} = 0,54 \text{ g } 100\% \text{ kyseliny.}$$

0,54 g kys. bylo obsaženo v 500 ml roztoku

$2 \cdot 0,54 = 1,08$  g bylo obsaženo v 1000 ml roztoku

$$\overset{M}{HCOOH} = 46, \text{ tj. } 1,08:46 = 0,0235 \doteq 0,02$$

Koncentrace je asi  $2 \cdot 10^{-2}$      $H \cdot COOH \longrightarrow H^+ + HC O^-$

$$K = \frac{(H^+) \cdot (HC O^-)}{(H \cdot COOH)} = 2 \cdot 10^{-4} = x^2 : 2 \cdot 10^{-2}$$

$$x^2 = 4 \cdot 10^{-6} \quad x = 2 \cdot 10^{-3}$$

$$pH = -\log 2 \cdot 10^{-3} = 3 - \log 2 = 2,7$$

b/  $K = \frac{(H^+) \cdot (HC O^-)}{(H \cdot COOH)}$      $HC OONa \longrightarrow HC O^- + Na^+$   
 $(HC OONa) = (HC O^-)$

$$2 \cdot 10^{-4} = \frac{x \cdot 2 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10^{-2}} \quad x = 2 \cdot 10^{-4}$$

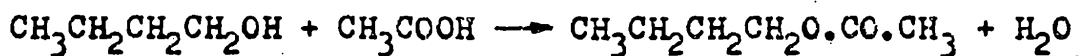
$$pH = -\log 2 \cdot 10^{-4} = 4 - \log 2 = 3,7$$

4. 36,9 mg H<sub>2</sub>O ..... 12,30 ml

x ..... 14,77 ml

$$\underline{x = 44,3 \text{ mg H}_2\text{O} = 0,0443 \text{ g H}_2\text{O}}$$

$$0,0443 \text{ g vody odpovídá } \frac{0,0443}{18} = 0,002465 \text{ gmol H}_2\text{O.}$$



Poměr vody k esterifikovanému butanolu je 1:1

0,002465 gmol vody odpovídá esterifikaci stejného množství butanolu.

$$M_{\text{butanolu}} = 74,12$$

$$0,002465 \text{ gmol} \cdot 74,12 \text{ g} = 0,1827 \text{ g butanolu v 1 ml vzorku.}$$

$$V \rightarrow \text{ml } 0,1827 \cdot 25 = 4,5675 \text{ g butanolu bylo esterifikováno.}$$

$$\text{Původní množství butanolu } 12,5 \text{ ml} \cdot 0,8047 \text{ g/ml} = 10,12 \text{ g.}$$

$$\text{Esterifikováno } \frac{4,5675 \cdot 100}{10,12125} = \text{asi } 45 \%$$

##### 5. Data měření:

$$0,1 \text{ N C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2 \text{ je } 1,100$$

$$\text{průměrná spotřeba } 0,1 \text{ N hydrochinonu při slepém pokusu } 9,09 \text{ ml}$$

$$\text{průměrná spotřeba } 0,1 \text{ N hydrochinonu při ostrém pokusu } 4,54 \text{ ml}$$

$$9,09 \cdot 1,100 = 10,00$$

$$4,54 \cdot 1,100 = 5,00 \quad \text{rozdíl spotřeb } 10,00 - 5,00 = 5,00 \text{ ml}$$

##### Výpočty:

1 ml 0,1 N hydrochinonu je ekvivalentní 1 ml 0,1 N Mn(H<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>)<sub>3</sub><sup>3-</sup>  
je ekvivalentní 1 ml 0,1 N PbAc<sub>4</sub> (1)

0,1 N roztok PbAc<sub>4</sub> je 0,05 molární (PbAc<sub>4</sub> se redukuje  
PbAc<sub>2</sub>). (2)

Z (1) a (2) vyplývá, že

1 ml 0,1 N hydrochinonu je ekvivalentní 1 ml 0,05 M PbAc<sub>4</sub>. (3)

Rozdíl spotřeb (5,00 ml) udává množství 0,05 M PbAc<sub>4</sub> spotřebovaného k oxidaci etylenglykolu.

1 M-PbAc<sub>4</sub> je ekvivalentní 1 M etylenglykolu (uvezeno v zadání) (4)

1000 ml 0,05 M-PbAc<sub>4</sub> ..... 1000 ml 0,05 M etylenglykolu, tj.

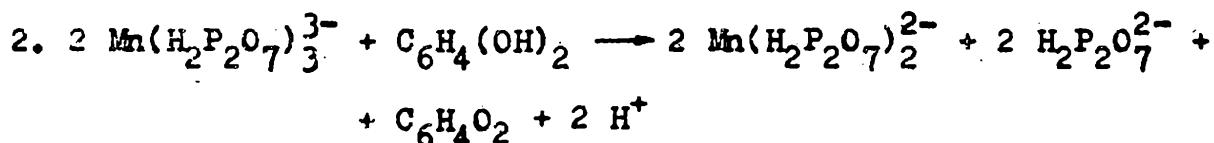
$$\frac{62,5}{1000} = 3,1 \text{ g} \quad (5)$$

$$5 \text{ ml } 0,05 \text{ M PbAc}_4 \dots \dots 3,1 \cdot \frac{5}{1000} = 0,0155 \text{ g}$$

V 5 ml roztoku vzorku je 0,0155 g etylenglykolu.

V 1000 ml ..... 3,1 g etylenglykolu, koncentrace roztoku vzorku je 0,05 M

O t á z k y:



3. Na 10,00 ml roztoku PbAc<sub>4</sub> je spotřeba 10,00 ml 0,1 N hydrochinonu = roztok PbAc<sub>4</sub>

$$f = \frac{10,00}{10,00} = 1,000$$

0,1N - PbAc<sub>4</sub> je 0,05 M (viz 2)

4. 1 ml 0,1 N hydrochinonu je ekvivalentní 1 ml 0,005 M-PbAc<sub>4</sub> je ekvivalentní 3,1 mg etylenglykolu (viz 5).

Hodnocení

1. Zcela správná odpověď ..... 12 bodů  
(z toho 5 bodů za rovnici)
  2. Zcela správná odpověď ..... 27 bodů  
(ad a/ za každé splněné číslo po ..... 2 bodech  
ad b/ za správnou odpověď ..... 3 body)
  3. Zcela správná odpověď ..... 13 bodů
  4. Zcela správná odpověď ..... 18 bodů
  5. Celkem ..... 30 bodů  
(z toho za laboratorní techniku ..... 10 bodů  
za správný výsledek ..... 15 bodů  
za zodpovězení otázek ..... 5 bodů)
- Celkem ..... 100 bodů

KATEGÓRIA B

Súťažné úlohy, autorské riešenie a spôsob hodnotenia

## ŠKOLSKÉ KOLO

### ŠTUDIJNÁ ČASŤ

#### Úlohy:

1. Napíšte chemické rovnice (aj iónové) týchto reakcií:

- a/ Oxidácia sírnika meďnatého kyselinou dusičnou.
- b/ Oxidácia sírnika arzenitého na kyselinu arzeničnú kyselinou dusičnou.
- c/ Reakcia síranu železnatého s kyselinou dusičnou za prítomnosti kyseliny sírovej.
- d/ Oxidácia sírovodíka dvojchrománom draselným v prostredí kyseliny sírovej (vzniká síra).
- e/ Reakcia sírnika cinnatého s manganistanom draselným v prostredí kyseliny sírovej.

2. Vyjádrite chemickými rovnicami vzájomné reakcie látok a pomenujte produkty reakcií.

- a/ Hydratácia methylacetylénu.
- b/ Propén s kyselinou brómovou.
- c/ Monobrómmetán s kyanidom draselným.
- d/ Dichlóretán s amoniakom.
- e/ Acetón s bromidom fosforečným.
- f/ Monobrómbután s etanolátom sodným.
- g/ Vznik etylmagnéziumbromídu a jeho reakcia s vodou (2 rovnice).
- h/ Etanol s tionylchloridom.
- i/ 1-butén s kyselinou sírovinou a hydrolyza vznikutej kyseliny.

### 3. Výpočty

a/ V 20 ml 1 N kyseliny chlorovodíkovej ( $f = 1,102$ ) sme zachytili plynný amoniak, ktorý sme uvoľnili hydroxidom sodným z amónnych solí. Prebytok HCl sme stitrovali 1 N hydroxidom sodným ( $f = 1,052$ ) a spotrebovalo sa 1,45 ml. Treba vypočítať množstvo uvoľneného  $\text{NH}_3$  v mg.

b/ Cez 250 ml roztoku bromidu draselného bolo preháňané určité množstvo plynného chlóru. Potom bol roztok odparený do sucha a zvyšok ľahko vyžíhaný. Váha suchého zvyšku bola 40 gramov. Analýza zvyšku ukázala, že sa v ňom nachádza 25 % viazaného brómu.

Vypočíte:

I. Koľko litrov chlóru prešlo cez východiskový roztok? (Predpokladáme normálne podmienky a aj to, že všetok chlór vstúpi do reakcie.)

II. Aká bola normalita východiskového roztoku KBr.

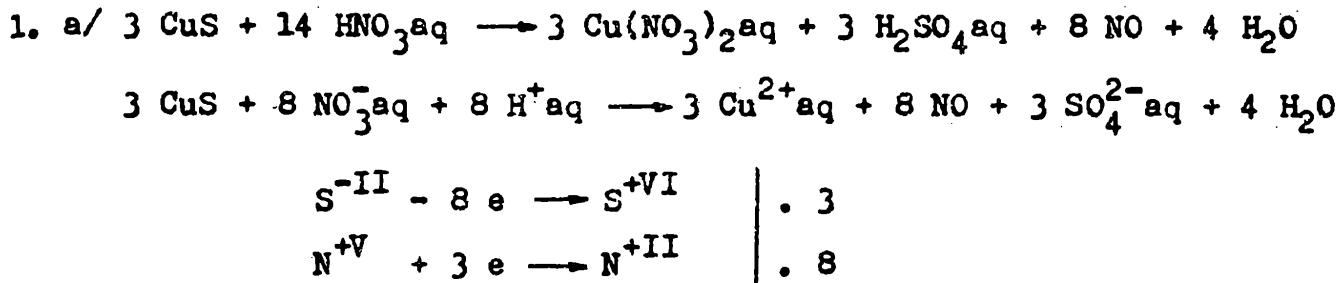
c/ 6,15 g halogénderivátu nasýteného uhliovodíka bolo zohrievaných s 150 ml 1 N KOH. Po skončení reakcie na neutralizáciu nezreagovaného KOH sa spotrebovalo 21,74 ml 25,2% roztoku kyseliny dusičnej (merná hm. = 1,15 g/cm<sup>3</sup>); potom bol pridaný nadbytok 0,1 N roztoku dusičnanu strieborného, pričom vzniklo 9,39 g halogenídu. Aké zloženie má východiskový halogénderivát a koľko izomérov tvorí?

4. V jednom zo spôsobov výroby butadiénu je základnou surovinou pomerne lacný etín. Pri jeho výrobe sa vychádza z vápenca a koksu (3 reakcie). Etín sa katalyticky hydratuje na acetaldéhyd (IV. reakcia), aldolizáciou ktorého vzniká 3-hydroxybutanol (V. reakcia), ktorý sa hydrogenuje na 1,3-butandiol (VI. reakcia), 1,3-butandiol prechádza dehydratáciou na 1,3-butadién (VII. reakcia).

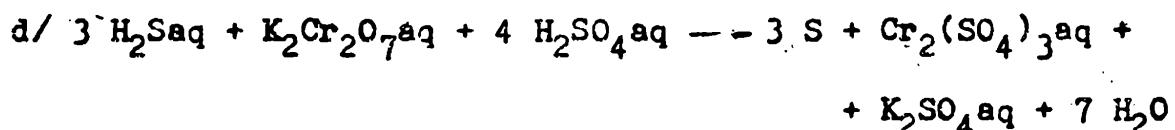
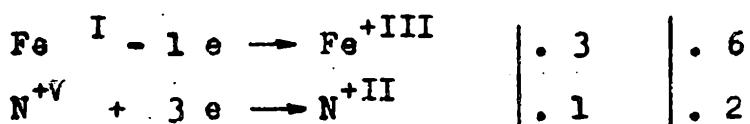
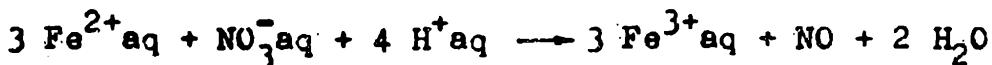
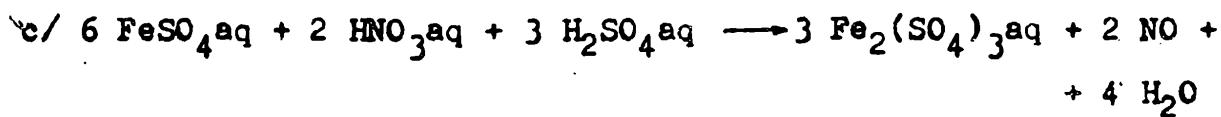
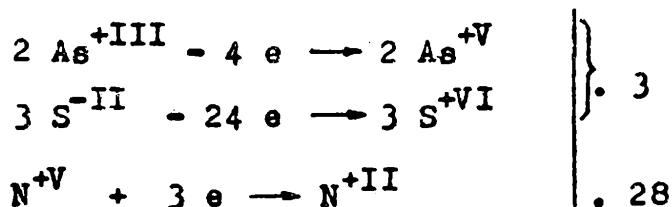
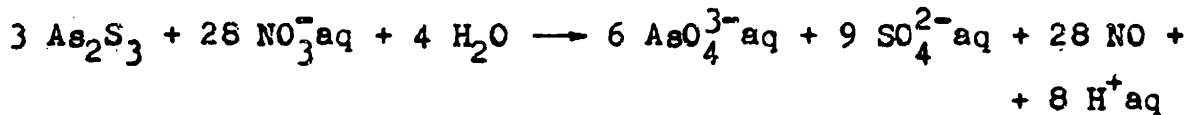
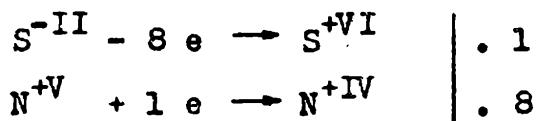
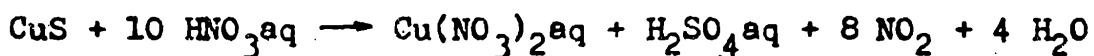
a/ Napíšte rovnice jednotlivých reakcií.

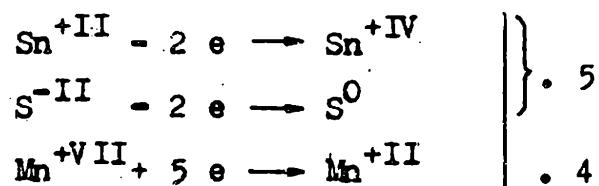
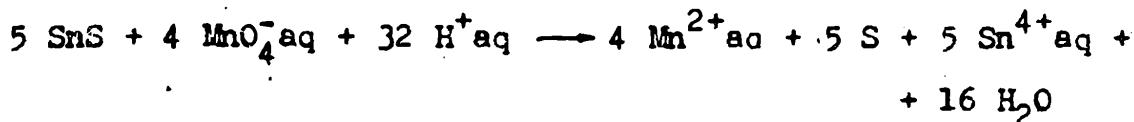
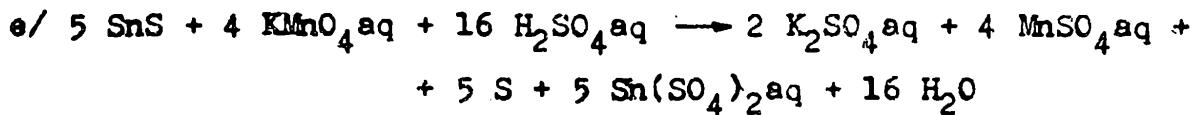
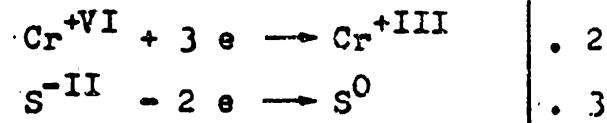
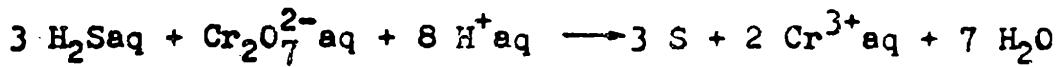
b/ Vypočítajte, aké váhové množstvo vápenca, ktorý obsahuje 15 % nečistôt a koľko 95 % koksu treba na výrobu takého množstva etínu, z ktorého možno vyrobiť 400 kg. butadiénu uvedeným spôsobom.

Autorské riešenie

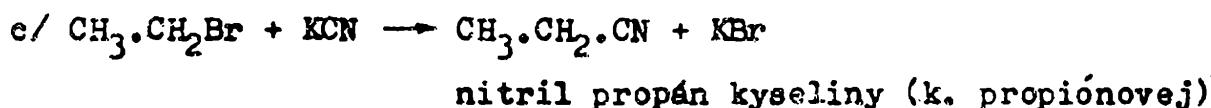
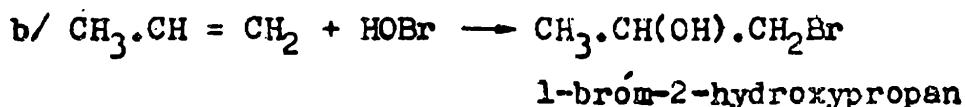
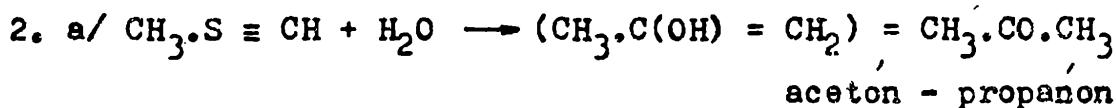
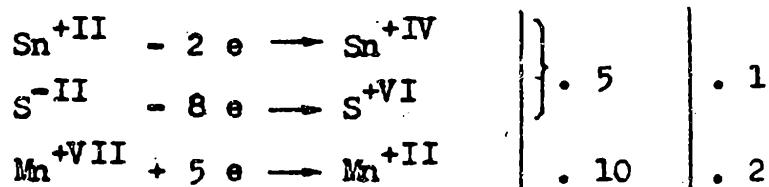
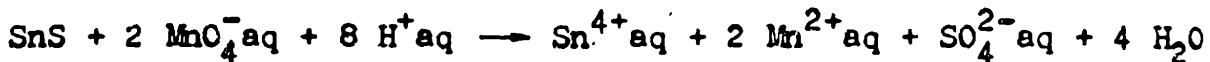
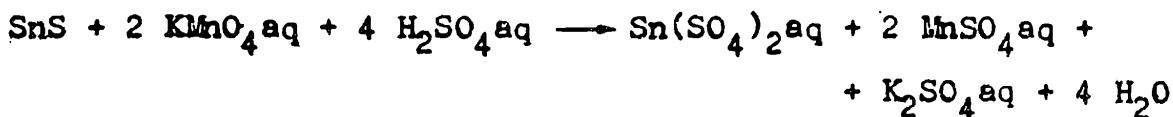


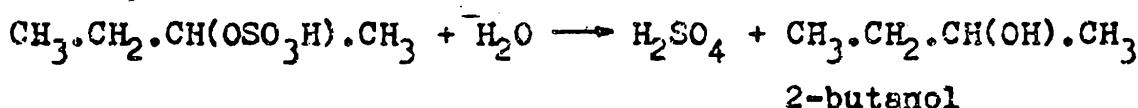
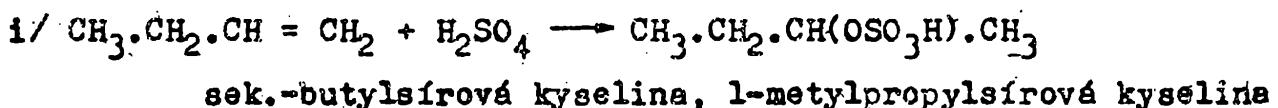
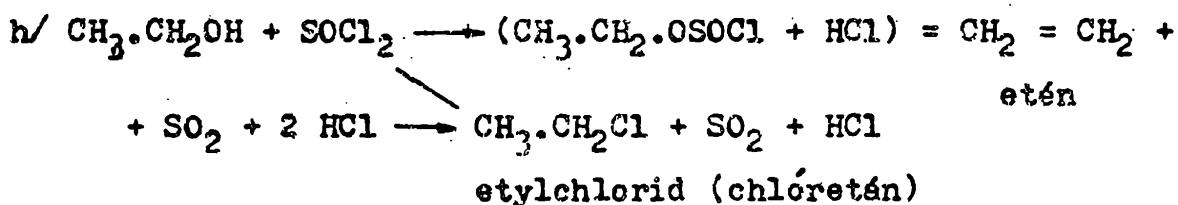
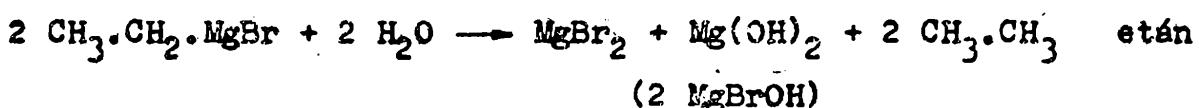
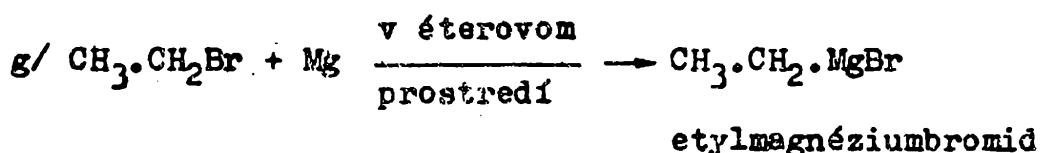
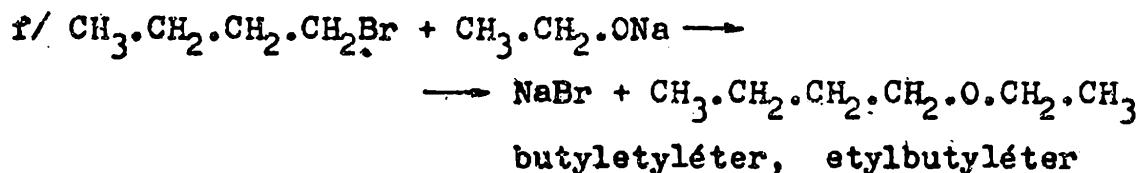
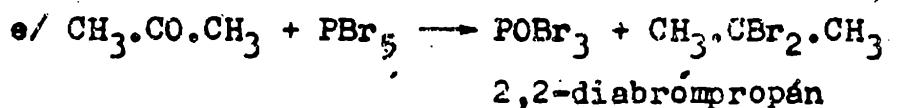
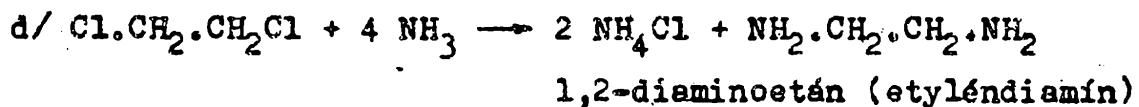
Za určitých podmienok môže prebiehať aj táto reakcia:





Za určitých podmienok môže prebiehať aj táto reakcia:





3. a/ 1 liter N-HCl ( $f = 1,102$ ) obsahuje 1,102 g-ekvivalentu  
 1 mililiter tejto kyseliny obsahuje 1,102 milig-ekvivalentu  
 20 mililitrov tejto kyseliny obsahuje  $20 \cdot 1,102 = 22,04$  milivalu  
 1 liter N-NaOH ( $f = 1,052$ ) obsahuje 1,052 g-ekvivalentu  
 1 ml tohto hydroxidu obsahuje 1,052 milig-ekvivalentu  
 1,45 ml tohto hydroxidu obsahuje  $1,052 \cdot 1,45 = 1,53$  milivalu.

Množstvo milivalov kyseliny, spotrebovanej na viazanie amoniaku, bolo  $22,04 - 1,53 = 20,51$  milivalu.

Z reakcie  $\text{HCl}_{\text{aq}} + \text{NH}_3 = \text{NH}_4\text{Cl}_{\text{aq}}$  vyplýva, že 1 milival (1 g-molekule) kyseliny reaguje s 1 milivalom (1 g-molekulou) amoniaku.

1 milival amoniaku má hmotnosť 17,03 mg

20,51 milivalu amoniaku má hmotnosť  $17,03 \cdot 20,51 = 349,3$  mg

Množstvo uvoľneného  $\text{NH}_3$  je 349,3 mg.

b/ I.  $A_{\text{Br}} = 79,9; A_{\text{Cl}} = 35,5; M_{\text{KBr}} = 119,0; M_{\text{KCl}} = 74,6$

25 % zo 40 g je 10 g brómu viazaného v KBr

$$10 \text{ g Br} \dots \dots \dots 79,9 \quad 25,1 \text{ g KCl} \dots \dots \dots 74,6$$

$$\underline{x \text{ g} \dots \dots \dots 119,0} \quad \underline{y \text{ g Cl} \dots \dots \dots 35,5}$$

$$x = \frac{10 \cdot 119}{79,9} = \frac{25,1 \cdot 35,5}{74,6} = 11,94 \approx 11,9 \text{ g Cl}$$

$$= 14,9 \text{ KBr} (14,89 \text{ g})$$

$$40 \text{ g solí} - 14,9 \text{ g KBr} = 25,1 \text{ KCl}$$

Iné riešenie:

$$149,2 \text{ g KCl} \dots \dots \dots 22,4 \text{ l Cl}_2$$

$$25,1 \text{ g KCl} \dots \dots \dots z \text{ l Cl}_2$$

$$z = \frac{22,4 \cdot 25,1}{149,2} = 3,77 \text{ l Cl}_2$$

$$2 \cdot 35,5 = 71 \text{ g Cl}_2 \dots \dots \dots 22,4 \text{ l Cl}_2$$

$$11,9 \text{ g Cl}_2 \dots \dots \dots z \text{ l Cl}_2$$

$$z = \frac{22,4 \cdot 11,9}{71} = 3,75 \text{ l Cl}_2$$

Cez roztok prešlo 3,75 (3,77) litrov chlóru za normálnych podmienok.

II. 14,89 g KBr	25,11 g KCl	4,89 g K
<u>-10,00 g Br</u>	<u>-11,94 g Cl</u>	<u>+13,16 g K</u>
4,89 g K	13,16 g K	18,05 g K v 250 ml roztoku

V litri roztoku bolo  $4 \cdot 18,05 = 72,2$  g draslika viazaného v KBr.

39,1 g/l ..... 1 N roztok

72,2 g/l ..... u N roztok

$$u = \frac{72,2}{39,1} \doteq 1,85 \text{ N roztok K (i KBr)}$$

Iné riešenie:

74,6 g KCl ..... 119 g KBr 40,05

25,11 g KCl ..... v g KBr + 14,89

$$v = \frac{25,11 \cdot 119}{74,6} \doteq 40,05 \text{ g} \quad 4 \cdot 54,94 = 219,76 \text{ kg KBr/l}$$

$$\frac{219,76}{119} \doteq 1,85 \text{ gmol KBr/liter}$$

Normalita východiskového roztoku KBr bola 1,85.

c/ 21,74 ml . 1,15 g/ml = 25,00 g HNO<sub>3</sub> (25,2 %)

25 g ..... 100 %

x g ..... 25,2 %

$$x = \frac{25 \cdot 25,2}{100} = 6,3 \text{ g HNO}_3 \quad (M_{\text{HNO}_3} = 63; \quad X = \text{halogén})$$

6,3 g HNO<sub>3</sub> je 0,1 valu (gekv.)

150 ml 1 N-KOH je 0,15 gekv.

0,15 - 0,10 = 0,05 gekv. KOH sa spotrebovalo na 0,05 gekv. X

(RX + KOH = KX + R . OH)

9,39 g AgX obsahuje 0,05 gekv. Ag a 0,05 gekv. X

9,39 g · 20 = 187,8 g AgX obsahuje 1 gramekvivalent Ag i X

1 gramekvivalent Ag =  $A_{Ag} = 107,9$  g

187,8 g

- 107,9 g

79,9 g t.j. gekv. Br, X = Br

6,15 g halogénderivátu obsahuje 0,05 gekv. Br

20 · 6,15 = 123 g halogénderivátu obsahuje 1 gekv. Br

123 = M

Zloženie halogénderivátu je  $C_nH_{2n} + 1Br$

123 -  $A_{Br} = 123 - 80 = 43$

$A_C = 12; A_H = 1$

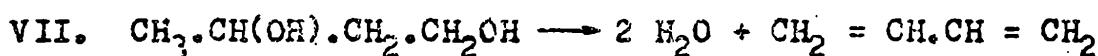
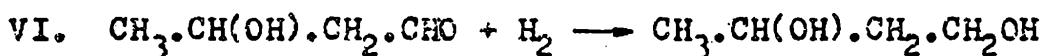
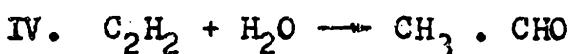
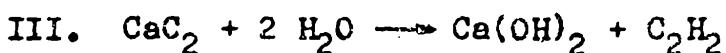
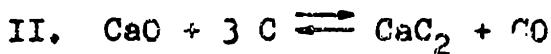
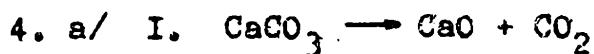
$12n + 1 \cdot (2n + 1) = 43$

$14n + 1 = 43$

$14n = 42; n = 3$

Halogénderivát má zloženie  $C_3H_7Br$  a má 2 izoméry:

$CH_3 \cdot CH_2 \cdot CH_2Br$  a  $CH_3 \cdot CHBr \cdot CH_3$



b/  $A_C = 12; A_H = 1; A_{Ca} = 40; A_O = 16$



54 kg ..... 72 kg ... 200 kg  
400 kg ..... x kg ... y kg

$$x = \frac{72 \cdot 400}{54} = 533,3 \text{ kg C (100 %)}$$

$$y = \frac{200 + 400}{54} = 1481,5 \text{ kg CaCO}_3 (100\%)$$

533.3 kg C ..... 100 %

**z      kg C ..... 95 %**

$$z = \frac{533,3 \cdot 100}{95} = 561,4 \text{ kg C (95 \%)} \quad$$

1481,5 kg CaCO<sub>3</sub> ..... 100 %

u kg CaCO<sub>3</sub> ..... 85 % (15 % nečistot)

$$u = \frac{1481,5 \cdot 100}{85} = 1742,9 \text{ kg CaCO}_3 (85\%)$$

400 kg butadiénu môžeme vyrobiť teoreticky z cca 561 kg koksu (95 %) a z cca 1743 kg vápenca (15 % nečistôt).

## Hodnotenie

1. Celkom správna odpoveď ..... 20 bodov

(za každú správnu rovnici s vyznačenými iónmi po ..... 2 bodech u a/ a e/ sú obidve rovnice správne, treba uviesť len jednu)

?, Celkom správna odpoveď ..... 22 bodov

(za každú rovnicu s presným pomenovaním produk-  
tu po ..... 2 bodoch  
u h/ sú obidve riešenia správne)

3. Celkom správna odpoveď .....	30 bodov
(a/ .....)	6 bodov
b/ za každú podotážku po 6 bodov .....	12 bodov
c/ .....)	12 bodov)
4. Celkom správna odpoveď .....	12 bodov
(a/ za každú správnu rovnici 1 bod .....	7 bodov
b/ .....)	5 bodov
Spolu .....	84 bodov

Pre ďalší postup v súťaži musí súťažiaci získať najmenej 59 bodov.

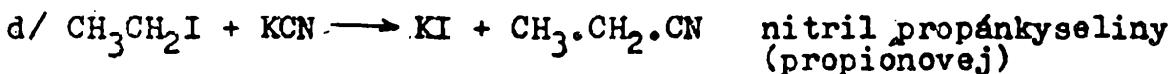
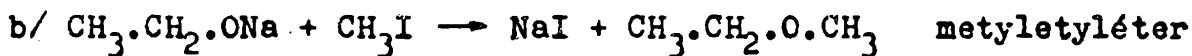
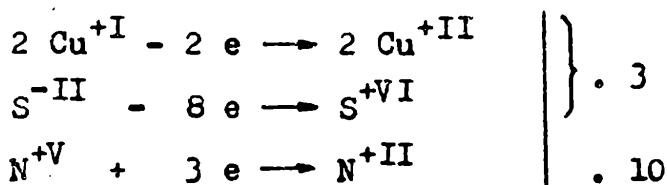
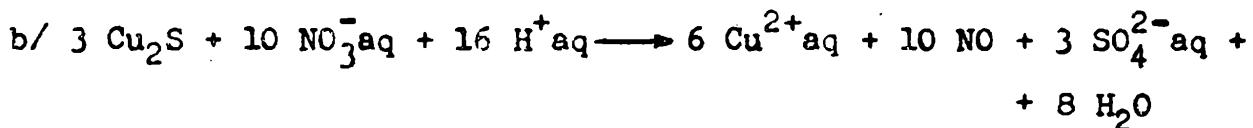
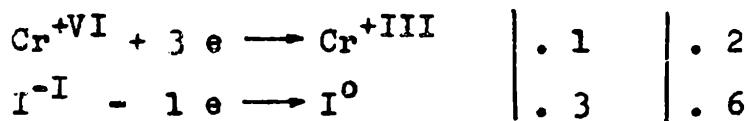
#### KONTROLNÉ TESTY

##### Úlohy:

1. Napíšte chemické iónové rovnice týchto reakcií:
  - a/ Dvojchromán s jodidom v kyslom vodnom prostredí.
  - b/ Sírnik meďný s dusičnanom v kyslom vodnom prostredí.
2. Vyjadrite chemickými rovnicami vzájomné reakcie látok a pojmenujte produkty reakcií.
  - a/ Propén s jodovodíkom,
  - b/ Etanolát sodný s mono-jódmetánom,
  - c/ 2-butén s chlórom,
  - d/ (Mono)jódetán s kyanidom draselným.
3. Aké bude percentné zloženie zmesi, keď zmiešame 120 g 10% liehového (etanol) roztoku KOH s 200 g 25% vodného roztoku kyseliny octovej.  $M_{KOH} = 56$ ;  $M_{kyseliny\ octovej} = 60$ ;  $M_{octanu\ draselného} = 98$ .

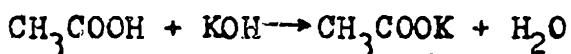
Poznámka: Úlohy sa zadávajú naraz a riešenie smie trvať najviac 60 minút.

Autorské riešenie



3.  $10\% z 120 \text{ g} = 12 \text{ g KOH}$

$25\% z 200 \text{ g} = 50 \text{ g CH}_3\text{COOH}$



$56 \text{ g KOH} = 1 \text{ gmol} = 1 \text{ g-ekv.}$

$$12 \text{ g KOH} = \frac{12}{56} = \frac{3}{14} \text{ g-ekv.}$$

$60 \text{ g CH}_3\text{COOH} = 1 \text{ gmol} = 1 \text{ g-ekv.}$

$$50 \text{ g CH}_3\text{COOH} = \frac{50}{60} = \frac{5}{6} \text{ g-ekv.}$$

$$\frac{5}{6} - \frac{3}{14} = \frac{70 - 18}{84} = \frac{52}{84} = \frac{13}{21} \text{ g-ekv. nadbytočnej kyseliny}$$

Zmes obsahuje:

$$\frac{13}{21} \text{ g-ekv. (gmol) } \text{CH}_3\text{COOH}, \text{ t.j.: } \frac{13}{21} \cdot 60 = 37 \text{ g } \text{CH}_3\text{COOH}$$

$$\frac{3}{14} \text{ g-ekv. (gmol) } \text{CH}_3\text{COOK}, \text{ t.j.: } \frac{3}{14} \cdot 98 = 21 \text{ g } \text{CH}_3\text{COOK}$$

108 g (90 % zo 120 g) étanolu

320 g - 37 - 21 g - 108 g = 154 g vody

$$(75 \% z 200 g = 150 g, voda z neutralizácie) \frac{3}{14} \cdot 18 = \frac{27}{7} = 4 \text{ g)$$

$$\frac{37 \cdot 100}{320} = 11,6 \% \text{ CH}_3\text{COOH} \quad \frac{108 \cdot 100}{320} = 33,7 \% \text{ CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$$

$$\frac{21 \cdot 100}{320} = 6,6 \% \text{ CH}_3\text{COOK} \quad \frac{154 \cdot 100}{320} = 48,1 \% \text{ H}_2\text{O}$$

### Hodnotenie

1. Celkom správna odpoveď ..... 6 bodov

(za každú správnu rovnici po ..... 3 bodoch)

2. Celkom správna odpoveď ..... 8 bodov

(za každú správnu rovnici s názvom po ..... 2 body)

3. Celkom správna odpoveď ..... 12 bodov

(za výpočet bez neutralizácie KOH ..... 0 bodov)

za výpočet s uvažovanou neutralizáciou KOH,  
ale bez neutralizačnej vody ..... 8 bodov)

Spolu ..... 26 bodov

Pre ďalší postup v súťaži musí súťažiaci získať najmenej 13 bodov.

### Praktické úlohy:

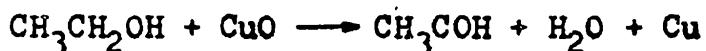
Urobiť oxidáciu týchto organických látok: toluén, etanol, pyrokatechín, formaldehyd, benzaldehyd, acetón, anilín (resp. iba šiesti z nich, podľa volby učiteľa). K dispozícii sú tieto oxidačné činidlá: zoxidovaný medený plech (drôtik), roztok  $\text{KMnO}_4$ , okyslený kys. sírovou, práškový  $\text{KMnO}_4$ , amoniakový  $\text{Ag}_2\text{O}$ , nasýtený roztok  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . Na oxidáciu každej z uvedených látok vybrať vhodné oxidačné činidlo, urobiť reakciu, opísat vlastnosti vznikajúcich produktov, každú reakciu vyjadriť rovnicou.

Každé oxidačné činidlo možno použiť len raz, niektoré oxidácie nechat prebiehať vplyvom vzdušného kyslíka.

#### Autorské riešenie

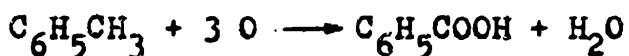
##### a/ etanol:

Do etanolu v skúmavke ponoríme niekol'kokrát za sebou rozpálený medený drôt. Vznikajúci acetaldehyd poznáme podľa zápachu.



##### b/ toluén:

Malé množstvo toluénu v skúmavke zmiešame s 2 - 3 ml roztoku  $\text{KMnO}_4$  okysleného kyselinou sírovou. Zmes zahrievame za stáleho pretrepávania skúmavky. Roztok  $\text{KMnO}_4$  sa odfarbi. Zmes ochladíme pod vodovodom, pričom sa vylúčia kryštáliky kyseliny benzoovej.



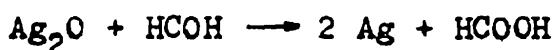
##### c/ pyrokatechín:

K roztoku pyrokatechínu pridáme zriedený KOH, premiešame. Pôsobením vzdušného kyslíka vzniká hnedé alebo zelené sfarbenie od o-chinónu.



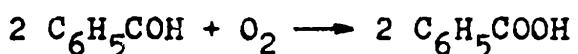
d/ formaldehyd:

Do roztoku formaldehydu pridáme amoniakový roztok  $\text{Ag}_2\text{O}$  a skúmajeme ho ponoríme do teplej vody. Na stenách skúmavky sa vylučuje strieborné zrkadlo, kyselinu mravčiu poznáme podľa zápachu.



e/ benzaldehyd:

Na hodinové sklíčko dáme niekoľko kvapiek benzaldehydu a necháme stáť. Po niekoľkých minútach sa vylúči kyselina benzoová v podobe kryštálikov.



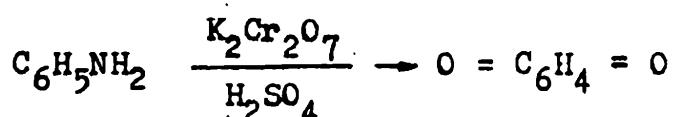
f/ acetón:

Asi 1 ml acetónu zriedime vodou, pridáme kyselinu sírovú a potom pridávame po malých dávkach práškový  $\text{KMnO}_4$ . Vznikajúcu kyselinu octovú poznáme podľa zápachu.



g/ anilín:

Niekoľko kvapiek anilínu zriedime vodou, pridáme kyselinu sírovú, potom po malých dávkach nasýtený roztok  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . Anilín sa oxiduje za vzniku chinónu a tmavosfarbených produktov. Chinón oddelíme od tmavosfarbených produktov pomocou éteru, pričom prejde do éterevej vrstvy.



Hodnotenie

Celkom správna odpoveď ..... 30 bodov

(za každú látka maximum 5 bodov – hodnotí sa 6 látok,  
hodnotiť osobitne každú uskutočnenú reakciu, správny  
výber oxidačných činidiel, vyjadrenie rovnícami a opis  
oxidačných produktov)

Pre ďalší postup v súťaži musí súťažiaci získať najmenej 21 bodov.

A R A J S K É K O L O

T e o r e t i c k é ú l o h y:

1. Napište chemickými rovnicami:

- a/ prípravu polyétenu (polyetylénu) z vápenca a uhlia,
- b/ prípravu anilínu z etínu cez benzén a jeho nitráciu,
- c/ oxidáciu etanolu (etylalkoholu) v prvom a druhom stupni.

2. Spalovaním síry sa vyrabilo 100 l kyseliny sírovej 96% s hustotou 1,84. Napište chemickými rovnicami výrobu kyseliny sírovej zo síry a vypočítajte kolko kg síry bolo potrebné na jej výrobu, za predpokladu, že priebeh reakcie je 100% (M.h.: S = 32,06; H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 98,09).

3. Kolko kg karbidu vápnika a kolko kg chlorovodíka je potrebné na výrobu 100 kg monomeru vinylchloridu (chlóreténu), za predpokladu 100% priebehu reakcií a použitých čistých surovín?

Napište chemické rovnice výroby, urobte uvedený výpočet a vypočítajte objem použitého chlorovodíka v m<sup>3</sup> a litroch za normálnych podmienok.

4. Riešte oxidačno-redukčné reakcie a vyjadrite chemickými rovnicami:

- a/ rozklad mangánu draselného vodou,
- b/ rozpúšťanie olova v kyseline dusičnej.

5. Kolko molekúl kryštálovej vody obsahuje hydrát bromídu bárnatého, keď na 1,508 0 g jeho vzorky sa spotrebujе na vyzrážanie bromídu strieborného 45,25 ml 0,2 molárneho roztoku dusičnému strieborného. M<sub>BaBr<sub>2</sub></sub> = 297,2; M<sub>H<sub>2</sub>O</sub> = 18.

## Praktické úlohy:

### 6. Určenie chemického ekvivalentu neznámeho kovu na základe uvolneného objemu vodíka z odváženého množstva kovu.

Pomôcky: Laboratórne váhy (presnosť  $\pm 1$  cg), barometer, vanička, odmerný valec 250 ml, frakčná banka 100 ml (väčšia nie je vhodná), oddelovací lievik.

Postup: Odvážime najviac 0,2 g neznámeho kovu. Na jeho rozklad je vopred pripravená aparátura. Odvážený kov nasypeme do frakčnej banky, uzavremo gumovou zátkou s oddelovacím lievikom. Potom vypustíme na kov potrebné množstvo HCl, zriedenej 1 : 5. Uvolnený vodík sa zachytí vo valci nad vodou. Keď sa prestane vyvíjať vodík, zmeriame presne jeho objem. Z frakčnej banky pri vylievaní reakčných splodín (chloridy), zmeriame ich objem a odčítame od nameraného objemu vodíka. Tento postup sa opakuje 3 x a zistí sa aritmetický priemer objemu vodíka. Potom zistíme barometrický tlak a teplotu v miestnosti. Pretože sa vodík zachytával nad vodou, odčíta sa od nameraného tlaku hodnota intenzity vodných pár pri teplote miestnosti. Túto hodnotu si nájdeme v laboratórnych tabuľkach. Potom si prepočítame nameraný objem vodíka na normálne podmienky.

Nakoniec sa urobí výpočet ekvivalentu kovu na základe vzťahu:

$$0,2 : V_0 = x : 11.205$$

11.205 ml = objem 1 gramatomu vodíka pri normálnych podmienkach,

0,2 = odvážené množstvo kovu,

x = chem. ekvivalent.

### Poznámky na prípravu úlohy:

Súťažiacim sa neoznámi vopred, aký majú kov. Toto sa im povie až po skončení práce.

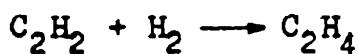
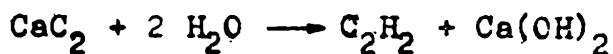
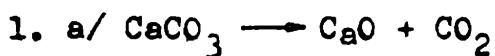
Kovy musia byť chemicky čisté. (Horčík a hliník.)

Každý súťažiaci musí mať prístroj na vývoj vodíka pripravený do predu.

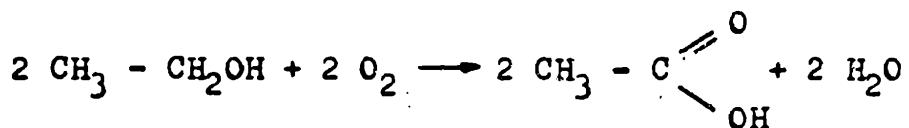
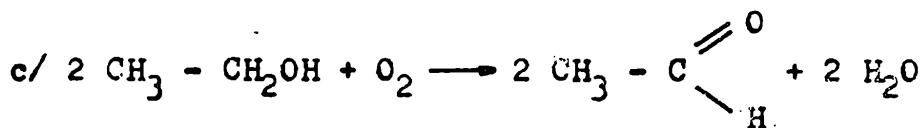
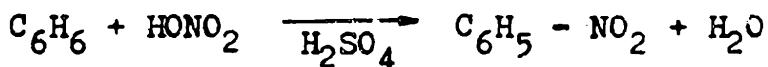
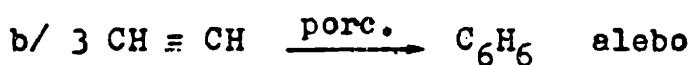
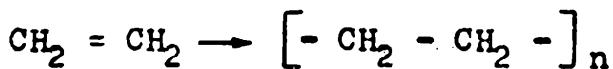
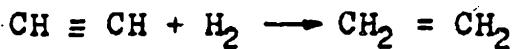
Prepočet nameraného objemu vodíka na normálne podmienky podľa zorca:

$$v_o = \frac{p V 273}{p_o T}$$

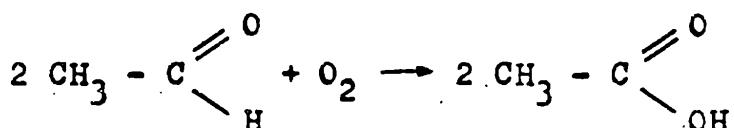
Autorské riešenie



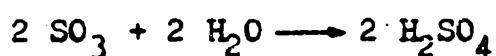
alebo



Môže byť



2. Rovnice:



Výpočet:

100 l 96%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  o h = 1,84 váží 184 kg - v tomto množstve sa nachádza 100%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ :

$$\frac{184 \cdot 96}{100} = \underline{\underline{176,64 \text{ kg}}} \quad 100\% \text{ } \underline{\underline{\text{H}_2\text{SO}_4}}$$

Výpočet množstva síry:

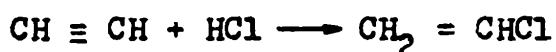
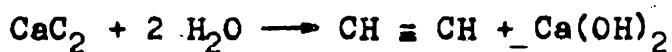
$$\text{S} : \text{H}_2\text{SO}_4 = x : 176,64$$

$$32,06 : 98,09 = x : 176,64$$

$$\underline{\underline{x = 57,73 \text{ kg síry}}}$$

Na výrobu 100 l 96%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  bolo potrebné spáliť 57,73 kg síry.

3. Rovnice:



Výpočet:

$$\text{CaC}_2 : \text{C}_2\text{H}_3\text{Cl} = x : 100$$

$$64,09 : 62,50 = x : 100$$

$$x = \frac{64,09 \cdot 100}{62,5} \doteq \underline{\underline{102,5 \text{ kg CaC}_2}}$$

$$x = \frac{36,47 \cdot 100}{62,5} \div \underline{\underline{58,35 \text{ kg HCl}}}$$

36,47 g HCl zaberá ..... 22,4 l

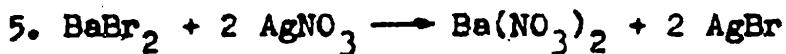
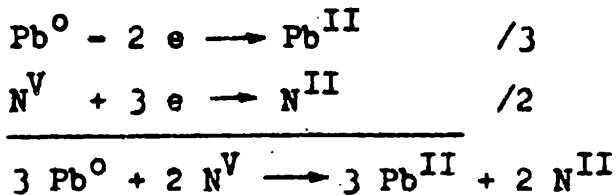
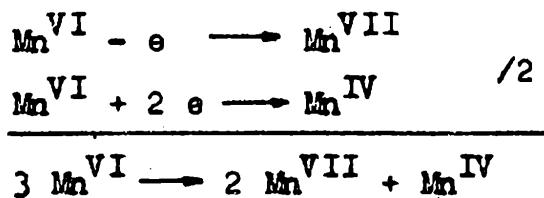
36,47 g HCl zaberá ..... 22,4 m<sup>3</sup>

58,35 HCl zaberá ..... x

---

$$\underline{\underline{x \doteq 35,8 \text{ m}^3 \text{ HCl} \doteq 35,800 \text{ l HCl}}}$$

Na výrobu 100 kg monoméru vinylchloridu je potrebné použiť 102,5 kg CaC<sub>2</sub> a 58,35 kg HCl, ktorý zaberá za normálnych podmienok 35,8 m<sup>3</sup>, t.j. 35.800 l.



1000 ml roztoku AgNO<sub>3</sub> obsahuje 0,2 grammolekuly AgNO<sub>3</sub>

45,25 ml roztoku AgNO<sub>3</sub> obsahuje x grammolekuly AgNO<sub>3</sub>

---

$$x = 9,05 \cdot 10^{-3} \text{ grammolekuly AgNO}_3$$

1 grammolekula AgNO<sub>3</sub> ..... 1/2 grammolekuly BaBr<sub>2</sub>

$$9,05 \cdot 10^{-3} \text{ grammolekuly AgNO}_3 ..... 4,525 \cdot 10^{-3} \text{ grammolekuly BaBr}_2$$

---

1. riešenie:

$$\begin{array}{lcl} 1 \text{ grammolekula } \text{BaBr}_2 & \dots & 297,2 \text{ g} \\ 4,525 \cdot 10^{-3} \text{ grammolekuly } \text{BaBr}_2 & \dots & y \text{ g} \end{array}$$

$$y = 1,3448 \text{ g } \text{BaBr}_2$$

$$1,5080 \text{ g } \text{BaBr}_2 \cdot x \text{ H}_2\text{O} - 1,3448 \text{ g } \text{BaBr}_2 = 0,1632 \text{ g } \text{H}_2\text{O}$$

$$\begin{array}{lcl} 0,1632 \text{ g } \text{H}_2\text{O} & \dots & 4,525 \cdot 10^{-3} \text{ grammolekuly } \text{BaBr}_2 \\ z \text{ g } \text{H}_2\text{O} & \dots & 1 \text{ grammolekuly } \text{BaBr}_2 \end{array}$$

$$z = 36,0 \text{ g } \text{H}_2\text{O} = \underline{\underline{2 \text{ grammolekuly}}}$$

2. riešenie:

$$\begin{array}{lcl} 4,525 \cdot 10^{-3} \text{ grammolekuly } \text{BaBr}_2 \cdot x \text{ H}_2\text{O} & \dots & 1,5080 \text{ g} \\ 1 \text{ grammolekuly } \text{BaBr}_2 \cdot x \text{ H}_2\text{O} & \dots & y \text{ g} \end{array}$$

$$y = 333,2 \text{ g}$$

$$333,2 \text{ g } \text{BaBr}_2 \cdot x \text{ H}_2\text{O} - 297,2 \text{ g } \text{BaBr}_2 = 36 \text{ g } \text{H}_2\text{O}$$

$$36 \text{ g } \text{H}_2\text{O} = \underline{\underline{2 \text{ grammolekuly}}}$$

$$\underline{\underline{\text{BaBr}_2 \cdot x \text{ H}_2\text{O}}}$$

6. Pozri zadanie a hodnotenie praktickej úlohy.

Hodnotenie

1. Celkom správna odpoveď ..... 10 bodov  
(za každú správnu rovnicu po ..... 1 bode)
2. Celkom správna odpoveď ..... 8 bodov  
(za každú rovnicu po 1 bode ..... 3 body  
za správny výpočet váhy 96%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ..... 1 bod  
za správny výpočet kg 100%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ..... 2 body)

za správny výpočet kg síry ..... 2 body)

Poznámka:

Za správne možno uznať i výpočty, ktoré majú správny postup a zaokruhlené desatinné miesta. Pri správnom postupe výpočtov a numerických chybách strhávať z bodov za výpočet 2-3 body.

3. Celkom správna odpoveď ..... 8 bodov

(za každú správnu rovnicu po 1 bode ..... 2 body

za správny výpočet kg  $\text{CaC}_2$  ..... 2 body

za správny výpočet kg  $\text{HCl}$  ..... 2 body

za správny výpočet v  $\text{f}$   $\text{HCl}$  ..... 2 body)

Poznámka:

Z predošej úlohy platí aj v tomto prípade.

4. Celkom správna odpoveď ..... 4 body

(za každú podotázku po 2 body - za správnu rovnicu ..... 1 bod

za zmenu formálneho mocenstva ..... 1 bod)

5. Celkom správna odpoveď ..... 10 bodov

(za správnu rovnicu ..... 1 bod

za správny výpočet množstva grammolekúl  $\text{AgNO}_3$  . 2 body)

za správny výpočet množstva grammolekúl  $\text{BaBr}_2$  . 2 body

za jednu z uvedených dvoch riešení ..... 5 bodov.

6. Celkom ..... 10 bodov

(za prevedenie pokusu a zmeranie objemu

vodíka ..... 1 bod

za odčítanie intenzity vodných pár od nameraného tlaku ..... 1 bod

za výpočet ekvivalentu:  $E_{\text{Mg}} = 12,16$ ;

$E_{\text{Al}} = 8,99$  ..... 2 body

za chybu pri určení  $\pm 0,2$  ..... 6 bodov

$\pm 0,4$  ..... 4 body

$\pm 0,6$  ..... 2 body

za vyššie ako  $\pm 0,6$  ..... 0 bodov

Celkom ..... 50 bodov.

KATEGORIE C

soutěžní úkoly, autorská řešení a způsob hodnocení

## ŠKOLNÍ KOLO

### STUDIJNÍ ČÁST

#### Úkoly:

1. Vysvětlete rozdílné chemické vlastnosti alkalických kovů a kovů podskupiny mědi.

Popište jejich chování

a/ na suchém vzduchu,

b/ na vlhkém vzduchu,

c/ ke kyselině chlorovodíkové,

d/ ke zředěné kyselině dusičné a sírové,

e/ ke koncentrované kyselině dusičné a sírové

[c/ d/ e/ dokažte rozdílnými reakcemi sodíku a mědi, napište příslušné rovnice - ev. iontové rovnice, kde je to možné].

f/ Porovnejte vlastnosti hydroxidů kovů I, hlavní a vedlejší podskupiny s redukční schopností kovů v elementárním stavu.

2. Koncentrace směsi kapalin nebo plynu se v praxi často udává v objemových procentech. Při chemických výpočtech však běžněji používáme váhových procent, ještě častěji pak molarity (počet molů rozpuštěné látky v 1 litru roztoku) a molality (počet molů rozpuštěné látky v jednom kg rozpouštědla). Vypočtěte váhová procenta, molaritu a molalitu vodného roztoku etanolu, který obsahuje 50 % váhových etanolu. Pro zjednodušení neuvažujeme objemovou kontrakci (změny objemu při mísení).

$$\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \quad \rho_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 0,789$$

3. D.I. Mendělejev určil podle vlastností známých prvků, především křemíku a cínu, vlastnosti tehdy neznámého germania, které nazval ekasilicium - prvek za křemíkem. Předpověděl, že tenté prvek bude mít atomovou hmotnost 72 a měrnou hmotnost  $5,5 \text{ g/cm}^3$ .

Hodnoty uvedené v tabulce vyneste do grafu na milimetrový papír, na vodorovnou osu nанесите atomová čísla prvků, na svislou osu veličiny uvedené v tabulce. Hodnoty pro germanium určete interpolací. Výsledek porovnejte s údajem nalezeným v literatuře (např. Remy) a zhodnotte rozdíl vašeho výsledku a tabelovaných hodnot. Aby výsledky byly pokud možno přesné, zvolte správné rozměry a měřítka na osách. Na vodorovné ose zvolte  $1\text{ cm} = 5$  jednotek at. čísla, na svislé ose např. pro určení at. hmotnosti  $1\text{ cm} = 10$  jednotek at. hmotnosti.

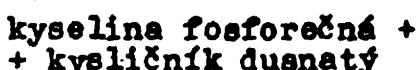
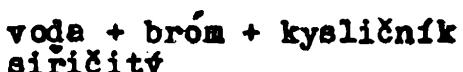
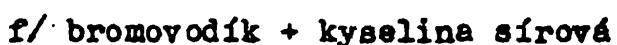
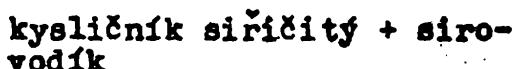
Prvek	Atomové číslo	Atomová hmotnost	Bod tání $^{\circ}\text{C}$	Měrná hmotnost $\text{g}/\text{cm}^3$
			3500 (diamant)	3,51
C	6	12,01	3600 (grafit)	2,22
Si	14	28,09	1413	2,33
Ge	23			
Sn	50	118,7	231,8	7,28
Pb	82	207,2	327,4	11,34

Doplňte 3 chybějící hodnoty pro Ge a porovnejte hodnoty nalezené z grafu.

4. Navrhnete postup, kterým by bylo možno získat z uvedené výchozí látky reakční produkt.

- a/ síran měďnatý ..... chlorid měďnatý
- b/ měď hydroxid měďnatý
- c/ uhličitan stříbrný dusičnan stříbrný.
- d/ dusičnan stříbrný uhličitan stříbrný
- e/ kysličník stříbrný uhličitan stříbrný
- f/ kysličník zinečnatý uhličitan zinečnatý
- g/ dusičnan zinečnatý síran zinečnatý

5. Určete směr chemických reakcí, zapište rovnice chemickými vzorci a doplňte koeficienty:



6. Zjistěte výpočtem, jak bude reagovat roztok vzniklý smísením 25 g 5% roztoku HCl a 50 ml 2 N roztoku NaOH (1 litr = 1000 g). Určete, kolik gramů hydroxidu nebo kyseliny zůstane v přebytku.

7. 0,6 g daného kovu vytěsní při reakci s kyselinou 625,7 ml vodíku při 740 torrech a 24 °C.

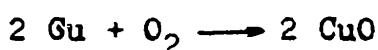
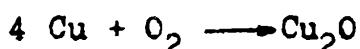
a/ Určete ekvivalent daného kovu.

b/ Nejvíce zastoupený izotop prvku, jehož ekvivalent jste vypočítali, má v jádře 12 protonů a 12 neutronů. Jaké je jeho atomové číslo a přibližná atomová hmotnost?

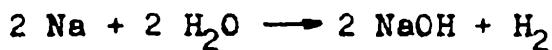
### Autorské řešení

1. Alkalické kovy jsou velmi reaktivní, protože jejich atomy mají ve valenční sféře pouze 1 elektron, který snadno uvolníjí. Kovy skupiny mědi patří mezi prvky přechodné. V jejich valenční sféře je 11 elektronů ve 2 různých vrstvách. To způsobuje nesnadné uvolňání elektronů z atomu a význačné kovové vlastnosti, pro něž řadíme tyto prvky k tzv. ušlechtilým kovům.

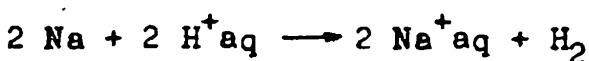
a/ Alkalické kovy reagují se vzdušným kyslíkem a pokrývají se vrstvíčkou kysličníku. Při zahřátí vznikají i peroxidu a hyperoxidu (např.  $\text{Na}_2\text{O}_2$  a  $\text{KO}_2$ ). Stříbro ani zlato nereagují s kyslíkem. Měď se za normální teploty vzdušným kyslíkem také téměř neoxiduje, je-li vzduch skutečně suchý. Při zahřívání v kyslíkové atmosféře se měď pokrývá vrstvičkou kysličníku měďnatého, event. měďnatého podle koncentrace kyslíku.



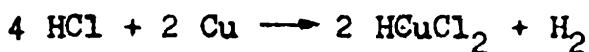
b/ Alkalické kovy reagují s vodními parami vlhkého vzduchu na hydroxidy. Se vzrůstající atomovou hmotností se rychlosť reakce zvětšuje (nejpomalajeji reaguje litium, nejrychleji cesium). Měď se na vlhkém vzduchu, který obsahuje také kysličník uhličitý, pokrývá vrstvičkou hydroxidouhličitanu měďnatého ( $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ ). Stříbro ani zlato s vodou nereagují, proto se chovají na vlhkém vzduchu stejně jako na suchém.



c/ Alkalické kovy reagují prudce s  $\text{HCl}$  za vzniku příslušných chloridů a vodíku. Kovy podskupiny mědi leží v elektrochemické řadě napětí kovů na druhé straně od vodíku než alkalické kovy, proto s  $\text{HCl}$  nereagují a vodík neuvolňují.



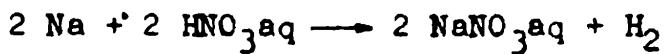
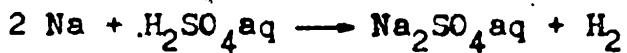
(Výjimečně je možná reakce plynného  $\text{HCl}$  s mědí a se stříbrem.



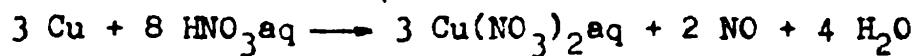
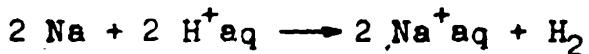
Znalost této reakce však nelze na soutěžících požadovat.)

d/ Alkalické kovy reagují se zředěnými kyselinami sírovou a dusičnou velmi prudce za vzniku vodíku a příslušných síranů a dusič-

nanů. Kovy skupiny mědi, kromě zlata, redukují jen dostatečně koncentrovanou kyselinu dusičnou. Zlato nereaguje vůbec.



Iontová reakce je shodná pro obě kyseliny (i HCl).



e/ Alkalické kovy reagují s koncentrovanými kyselinami sírovou a dusičnou velmi prudce, opět za vzniku příslušné soli a vodíku (stejně jako v předešlém případě). Kovy podskupiny mědi opět koncentrované kyseliny redukují, avšak produkty redukce bývají jiné.



f/ Alkalické kovy mají vzhledem ke své schopnosti snadno uvolňovat elektrony silné redukční účinky. Redukují i vodík z vody za tvorby hydroxidu. Reakce probíhá velmi prudce.

Hydroxidy alkalických kovů jsou ve vodě nejsilnějšími zásadami. Jejich zásaditost vzniká s atomovou hmotností alkalického kovu v souladu se vzrůstající tendencí uvolňovat elektron. Jsou ve vodě velmi dobře rozpustné.

Kovy skupiny mědi uvolňují elektrony nesnadno, proto nejsou redukčními činidly (nebo jsou pouze slabými). Redukční schopnosti vznikají se zmenšující se atomovou hmotností. V souladu s tím vznikají alkalický charakter hydroxidů těchto kovů. Hydroxidy jsou ve vodě velmi špatně rozpustné ("nerozpustné") a jejich vodné roztoky vykazují velmi malou zásaditost. Hydroxidy ne-

vznikají přímou reakcí kovů s vodou, nýbrž srážením jejich solí rozpustným hydroxidem.

2. 1 kg roztoku etanolu má objem:

$$\frac{500 \text{ g}}{1,000 \text{ g/ml}} + \frac{500 \text{ g}}{0,789 \text{ g/ml}} = 1134,2 \text{ ml} \quad (\text{objemová kontrakce se ne-} \\ \text{uvažuje})$$

v 1134,2 ml ..... 500 g etanolu

v 1000 ml ..... x g etanolu

$$x = \frac{500 \cdot 1000}{1134,2} = 441 \text{ g etanolu} \quad M \text{ etanolu} = 46,07$$

$$\frac{441 \text{ g}}{46,07 \text{ g}} = 9,57 \text{ mol} \quad \text{Roztok etanolu má molaritu } 9,57 \text{ M.}$$

Na 500 g H<sub>2</sub>O ..... 500 g etanolu

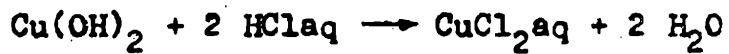
na 1000 g H<sub>2</sub>O ..... 1000 g etanolu

$$\frac{1000 \text{ g}}{46,07 \text{ g}} = 21,75 \text{ mol} \quad \text{Roztok etanolu má molalitu } 21,75 \text{ m.}$$

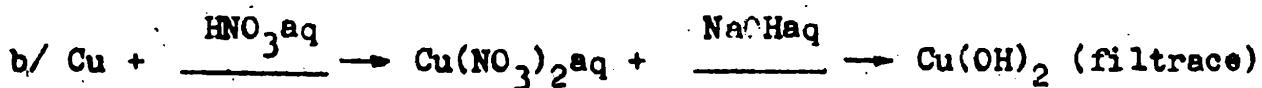
Výpočet váhových (hmotnostních) procent je zbytečný, protože jsou uvedena v zadání úlohy (50 % etanolu).

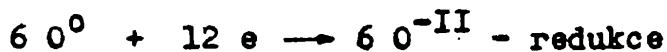
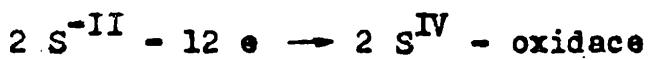
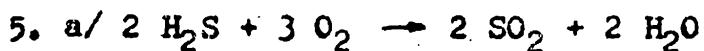
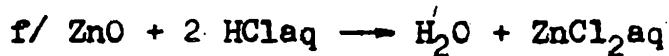
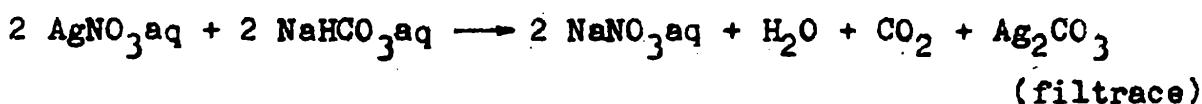
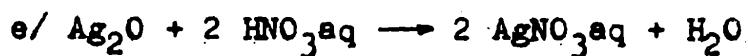
3. Vypracování 3 grafů ve vhodném měřítku a zjištění (odečtení) požadovaných hodnot a jejich srovnání s hodnotami z tabulek

$$(A = 72,59; \quad t_{\text{tání}} = 937,4; \quad Q = 5,32 \text{ g/ml}).$$

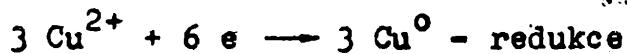
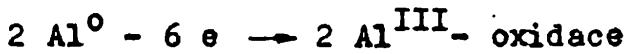
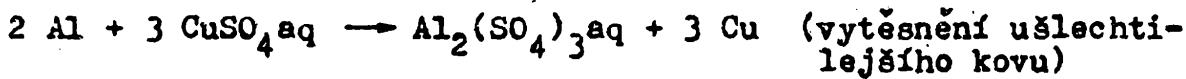


Dále krystalizaci.

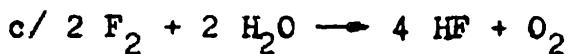


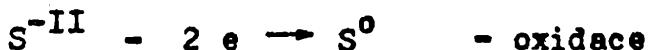
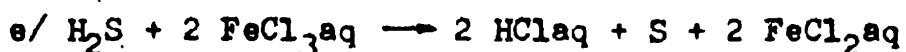
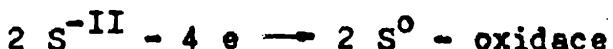
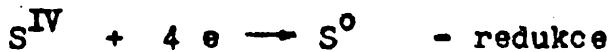
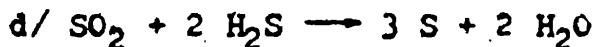


b/ Teoreticky by reakce měla probíhat ve vodním prostředí takto:

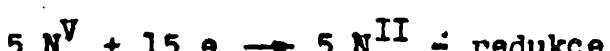
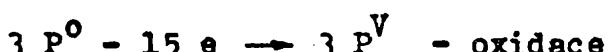
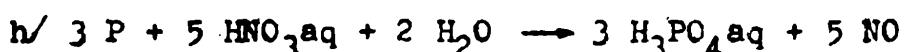
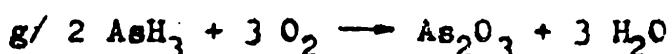
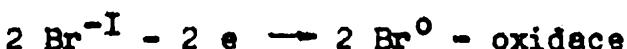


Za normálních podmínek se ovšem Al pasivuje, vytvoří se vrstva  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , která brání dalšímu průběhu reakce.





Přebytkem sirovodíku by se srážel selenit železnatý.



25 g roztoku HCl obsahuje  $0,25 \cdot 5 = 1,25$  g HCl.

$$M_{\text{HCl}} = 36,46$$

$$\frac{1,25 \text{ g}}{36,46 \text{ g}} = 0,0343 \text{ molu HCl}$$

50 ml 2 N-NaOH obsahuje  $50 \cdot 0,002 = 0,1$  molu NaOH.

Výsledný roztok obsahuje v přebytku NaOH, bude tedy reagovat alkalicky.

0,1000 molu	1 mol NaOH ..... 40 g
- 0,0343 molu	0,0657 molu ..... x g
0,0657 molu NaOH	x = 40 . 0,0657 : 2,63 g

Přebytek NaOH v roztoku činí 2,63 g.

$$7. a/ \frac{p V T_0}{V_0} = \frac{740 \cdot 625,7 \cdot 273}{297 \cdot 760} = 560 \text{ ml H}_2$$

1 g-ekvivalent vodíku (11,2 l H<sub>2</sub>) odpovídá 1 g-ekv. kovu

$$0,56 \text{ l H}_2 ..... 0,6 \text{ g kovu}$$

$$11,2 \text{ l H}_2 ..... x \text{ g kovu}$$

$$x = \frac{11,2 \cdot 0,6}{0,56} = 12 \text{ g}$$

Gramekvivalent daného kovu je 12 g.

b/ 12 protonů v jádře má atom horčíku. Jeho atomové číslo je 12 a približná atomová hmotnost je 24.

Poznámka: Viz na str. 35.

#### Hodnocení

1. Zcela správná odpověď ..... 20 bodů  
(za podotázku a/ až e/ po třech bodech ..... 15 bodů  
za podotázku f/ a úvod ..... 5 bodů)
2. Zcela správná odpověď ..... 8 bodů  
(za správný výpočet molarity ..... 5 bodů  
za správný výpočet molality ..... 3 body)
3. Za pečlivě provedené úlohy ..... 8 bodů  
(hodnotit podle úvahy komise)

4. Celá správná odpověď ..... 14 bodů  
(za každý správný postup po ..... 2 bodech  
u podotázky ad d/ a ad e/ možno uznat i takové řešení,  
v němž je použito ke srážení  $\text{Ag}_2\text{CO}_3$  jiného rozpustného  
uhličitanu nebo hydrouhličitanu)
5. Celá správná odpověď ..... 24 bodů  
(za každou správnou rovnici po ..... 3 bodech)
6. Za správné řešení a odpověď na obě otázky ..... 10 bodů  
(postup při řešení může být i jiný)
7. Celá správná odpověď ..... 16 bodů  
(a/ za správný výpočet g-ekvivalentu kovu .... 12 bodů  
za zbytečný přepočet objemu vodíku na  
hmotnost se sráží 5 bodů  
b/ za správnou odpověď ..... 4 body)

Celkem ..... 100 bodů

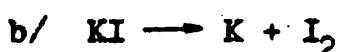
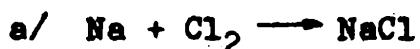
K dalšímu postupu v soutěži musí soutěžící získat nejméně 70 bodů.

#### KONTROLNÍ TEST

#### Úkoly:

1. Mezi uvedenými rovnicemi reakcí urči:

- které z nich jsou oxidačně-redukční (zaškrtni písmeno před rovnicí),
- směr, kterým bude reakce probíhat za normálních podmínek (označ šipkou),
- redukční činidla (dej do kroužku),
- doplně koeficienty (ve všech rovnicích).



- c/  $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$
- d/  $Pb + Zn^{2+} \rightarrow Pb^{2+} + Zn$
- e/  $Pb^{2+} + I^- \rightarrow PbI_2$
- f/  $Fe^{3+} + Cl^- \rightarrow Fe^{2+} + Cl_2$
- g/  $Al_2O_3 + Fe \rightarrow Fe_2O_3 + Al$
- h/  $KClO + KCl + H_2O \rightarrow Cl_2 + KOH$
- i/  $Mg + Ag^+ \rightarrow Mg^{2+} + Ag$
- j/  $CO_2 + Mg \rightarrow C + MgO$

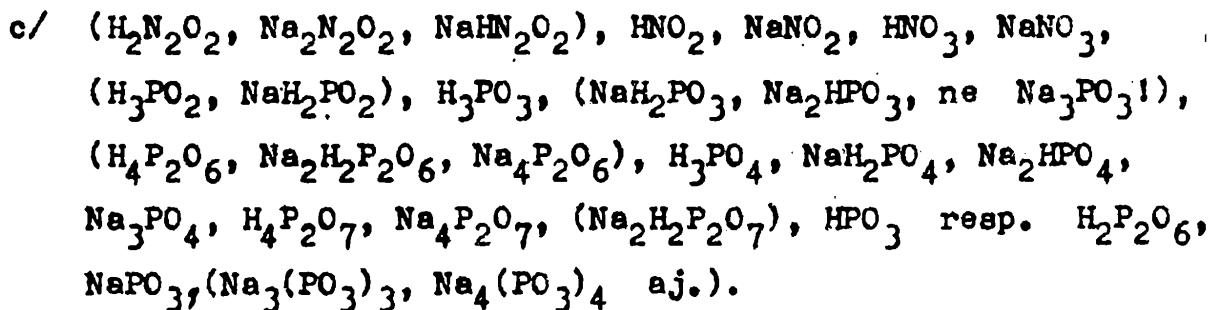
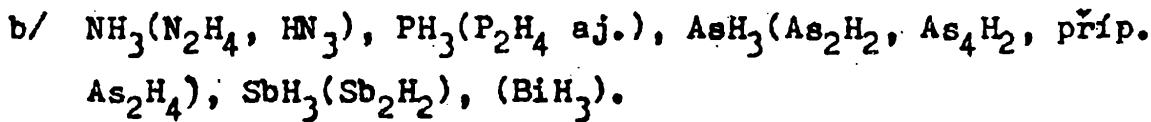
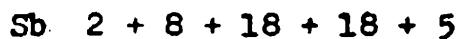
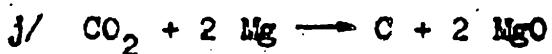
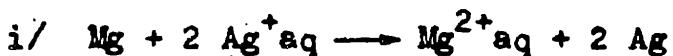
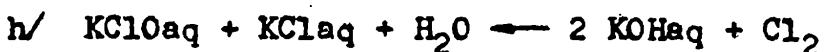
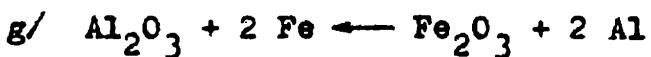
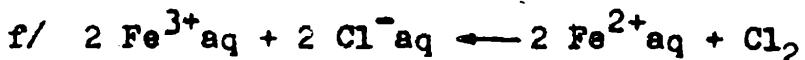
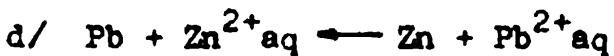
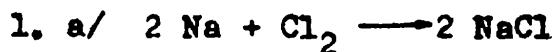
2. Charakterizujte V. hlavní podskupinu periodického systému prvků a v přehledu uveďte:

- a/ Značky a stavbu elektronových obalů prvků, jejichž atomová čísla jsou 7, 15, 33, 51, 83.
- b/ Vzorce sloučenin prvků této skupiny s vodíkem.
- c/ Vzorce všech kyslíkatých kyselin a všech jejich sodných solí prvků s atom. čísly 7 a 15.
- d/ Stručně uveďte, jak se mění fyzikální vlastnosti volných prvků v této skupině se vzrůstajícím atomovým číslem.

3. 25 ml roztoku kyseliny chlorovodíkové bylo zneutralizováno 12,5 ml roztoku hydroxidu sodného. Vypočítejte normalitu kyseliny, víte-li, že spotřebované množství hydroxidu obsehovalo 0,015 gram-atomu sodíku.

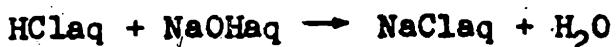
Poznámka: Úkoly se zadávají na jednou a řešení smí trvat nejvyšše 60 minut.

Autorské řešení



3. 12,5 ml NaOH obsahuje 0,015 gramatomu sodíku.

Z rovnice  $\text{NaOH}_{\text{aq}} \rightarrow \text{Na}^+_{\text{aq}} + \text{OH}^-_{\text{aq}}$  je zřejmé, že  $[\text{Na}^+] = [\text{OH}^-]$ , tedy že 12,5 ml NaOH obsahuje 0,015 grammolekuly NaOH a při ekvivalenci také 25 ml HCl obsahuje 0,015 molu HCl, neboť podle rovnice neutralizace je 1 mol HCl ekvivalentní 1 molu NaOH.



$$\begin{array}{rcl} 25 \text{ ml} & \dots & 0,015 \text{ grammolekuly HCl} \\ 1000 \text{ ml} & \dots & x \text{ grammolekuly HCl} \\ \hline x = \frac{0,015 \cdot 1000}{25} & = & 0,6 \end{array}$$

V 1000 ml roztoku kyseliny je obsaženo 0,6 grammolekuly HCl, roztok má tedy koncentraci 0,6 M a také 0,6 N, protože HCl je kyselina jednosytná.

Poznámka: Značky aq, uvedené v rovnicích, jimiž je označena hydratace iontů, se od soutěžících nepožadují.

#### Hodnocení

1. Zcela správná odpověď ..... 20 bodů

(za každou úplně upravenou rovnici po ..... 2 bodech

za nesprávné řešení dílčích problémů:

rozhodnutí o oxidace-redukci,

určení směru reakce,

označení redukčního činidla,

doplnění koeficientů se sraží po 0,5 bodu)

2. Zcela správná odpověď ..... 40 bodů

(ad a/ 5 krát po 2,bodech ..... 10 bodů

ad b/ 5 krát po 1 bodu ..... 5 bodů

čtyři sloučeniny, které nejsou v závorce,  
jsou povinné, pátá může být kterákoli ze  
sloučenin uvedených v závorce

ad c/ 15 krát po 1 bodu ..... 15 bodů

povinné jsou opět vzorce neuvedené v zá-  
vorce, dva mohou být z ostatních

ad d/ 5 krát po 2 bodech ..... 10 bodů)

3. Zcela správná odpověď ..... 10 bodů  
(za správnou úvahu a postup ..... 7 bodů  
za správný výpočet ..... 3 body)

Poznámka: Výpočet se zavedením molekulových hmotností NaOH nebo HCl není správný, i když se dosáhne správného výsledku. Také při hodnocení správnosti úvahy se přihlíží k délce a složitosti logických postupů. Nejkratší logické spojení je hodnoceno nejvíce.

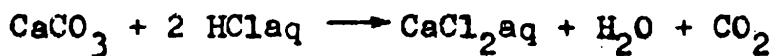
Celkem ..... 70 bodů

Pro další postup v soutěži musí soutěžící získat nejméně 35 bodů.

#### Praktický úkol:

V předloženém vzorku stanovte obsah nerozpustného uhličitanu vápenatého a vyjádřete jej v procentech.

Při výrobě cementu je důležité mimo jiné znát obsah uhličitanu vápenatého v přírodní surovině, z níž se cement vyrábí. Častým úkolem v provozních laboratořích cementáren je stanovení obsahu uhličitanu vápenatého v používaném materiálu, který neobsahuje jiné uhličitany. Obsah uhličitanu vápenatého se vyjadřuje v procentech. Prakticky se toto stanovení provádí tak, že se odvážené množství vzorku nechá zreakgovat s odměřeným nadbytečným množstvím kyseliny chlorovodíkové známé koncentrace.



Nezreagovaná kyselina chlorevodíková se potom ztitruje hydroxidem sodným stejně koncentrace jako byla kyselina chlorovodíková. Odečtením spotřeby roztoku hydroxidu sodného od přidaného objemu kyseliny chlorovodíkové se zjistí, kolik kyseliny bylo zapotřebí k reakci. Tomuto stanovení říkáme zpětná titrace.

P o s t u p:

Odvažte na vážence (lodičce) nebo na hodinovém sklíčku 0,1 g vzorku a malým množstvím destilované vody jej spláchněte do titrační baňky nebo do kádinky. Přidejte 2 - 3 kapky roztoku metyloranže a z byretu nebo pipetou přidejte ke vzorku 20 ml 0,1 N-HCl, jejíž titrační faktor znáte. Roztok v titrační baňce přikryté hodinovým sklíčkem zahřejte krátce k varu a rádně promíchejte, abyste z něho vypudili kysličník uhličitý. Část kyseliny chlorovodíkové zreaguje s uhličitanem vápenatým, nespotřbovaný 0,1 N roztok HCl po ochladnutí a po opláchnutí sklíčka destilovanou vodou ztitruje 0,1 N roztokem hydroxidu sodného o známém faktoru do žlutého zbarvení metyloranže. Ze zjištěných hodnot vypočítejte, kolik procent uhličitanu vápenatého vzorek obsahoval.

$$\text{M}_{\text{CaCO}_3} = 100$$

Poznámka:

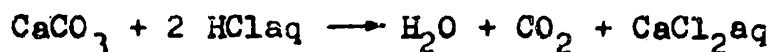
1. Při laboratorní práci doporučujeme připravit vzorky smícháním práškového uhličitanu vápenatého s jemně práškovaným chloridem sodným v poměru 30 - 70 %  $\text{CaCO}_3$  a 70 - 30 %  $\text{NaCl}$ .

2. Roztoky 0,1 N-HCl a 0,1 N-NaOH doporučujeme připravit z Normanalu.

3. Při nedostatku přesnějších technických (nebo analytických) vah je možné využít času nevážicích soutěžicích k přípravě výpočtu a zápisu (protokolu); jen případně ztracený čas nahradit.

Autorské řešení

Ekvivalent  $\text{CaCO}_3$  je  $\frac{\text{CaCO}_3}{2}$  jak vyplývá z rovnice:



1000 ml normálního roztoku kyseliny rozloží tedy (100:2) = 50 g  $\text{CaCO}_3$ .

1000 ml 0,1 N roztoku kyseliny rozloží 5 g  $\text{CaCO}_3$ .

1 ml 0,1 N roztoku kyseliny rozloží 0,005 g  $\text{CaCO}_3$ .

Spotřeba 0,1 N-HCl je 20 ml - x ml spotřeby 0,1 N-NaOH.

Množství rozloženého  $\text{CaCO}_3$  je  $(20 - x) \cdot 0,005$  g.

Procentový obsah  $\text{CaCO}_3$  ve vzorku je  $\frac{(20 - x) \cdot 0,005 \cdot 100}{\text{navážka}}$ .

(Za předpokladu, že titrační faktory obou roztoků jsou jedna.)

Hodnocení

Celkem ..... 25 bodů

(při odchylce výsledné spotřeby 0,1 N-HCl od správného výsledku nejvýše  $\pm 0,5$  ml tj.  $\pm 2,5\%$  ..... 20 bodů

$\pm 1,0$  ml tj.  $\pm 5,0\%$  ..... 15 bodů

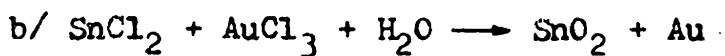
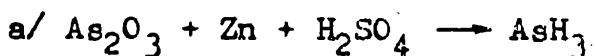
za správný postup a zápis ..... 5 bodů)

Pro další postup v soutěži musí soutěžící získat nejméně 18 bodů.

## K R A J S K É K O L O

### Ú k o l y:

1. Doplňte rovnice a určete koeficienty. Vyznačte elektronové změnu oxidačního stupně.



c/ Vyjádřete chemickou rovnici oxidaci síranu železnatého peroxidem vodíku v prostředí zředěné kyseliny sírové.

d/ Zaváděním plynného chlóru do horkého roztoku  $80^{\circ}\text{C}$  hydroxidu draselného vzniká směs chlorečnanu a chloridu draselného. Vyjádřete uvedený chemický děj chemickou rovnicí.

2. Vypočtěte normalitu 30,2% roztoku hydroxidu sodného, který má hustotu  $\rho = 1,330 \text{ g/cm}^3$ .

3. Při rozboru umělých hnojiv byla analyzována směs síranů  $\text{K}_2\text{SO}_4$  a  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Vzorku bylo naváženo 0,4955 g.

Sírany byly rozpuštěny ve vodě a převedeny na síran barnatý reakcí s chloridem barnatým, přičemž se získalo 0,7525 g síranu barnatého.

Jaké bylo kvantitativní složení výchozí směsi síranů?

4. V Hoffmannově přístroji byl elektrolyticky rozkládán zředěný roztok síranu sodného. Vodík o molekulové hmotnosti  $H_2 = 2,00$  zaujal v trubici přístroje objem 26 ml, kyslík o molekulové hmotnosti  $O_2 = 32,0$  zaujal objem 13 ml. Grammolekula plynu za normálních podmínek ( $0^{\circ}\text{C}$ , 760 torru) zaujímá objem 22,4 litru. Za těchto podmínek je hustota kyslíku  $\rho_1 = 1,429 \text{ kg.m}^{-3}$  a hustota vodíku  $\rho_2 = 0,08987 \text{ kg.m}^{-3}$ . Tlak při pokusu byl 735 torru a teplota  $24^{\circ}\text{C}$ . Koeficient tepelné roztažnosti plynu  $\alpha = 1/273$ .

Vypočítejte hmotnosti hmoty obou plynů v gramech.

Praktický úkol:

5. V předložených 6 zkumavkách jsou roztoky látek:

uhličitan sodný, chlorid amonný, síran sodný, dusičnan sodný,  
síran amonné a octan sodný.

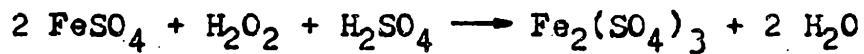
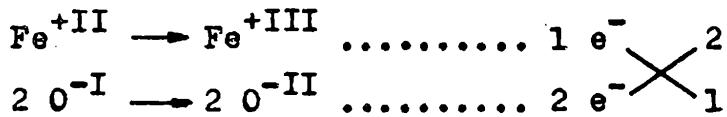
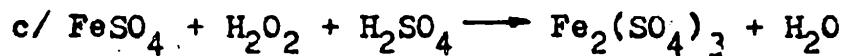
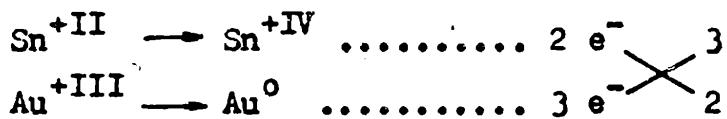
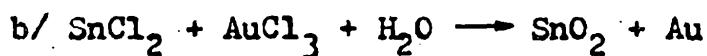
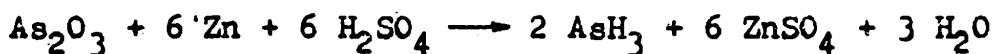
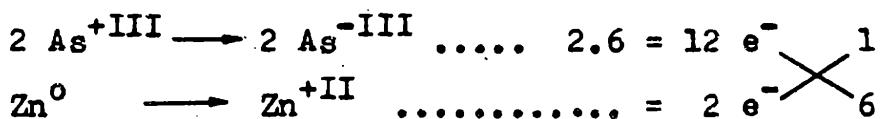
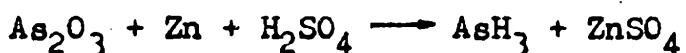
Proveďte identifikaci látek, máte-li k dispozici univerzální indikátorový papírek a nasycený roztok  $\text{CaSO}_4$  (= sádrová voda). Zdůvodňete!

Poznámka: Pro přípravu úkolu připrave roztoky o koncentraci 0,5 N.

Není-li k dispozici univerzální indikátorový papírek, stačí lakovcové papírky.

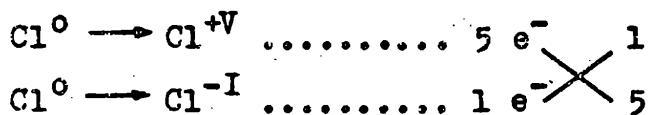
Autorské řešení

1. a/ Arzén se redukuje na oxidační stupeň - III v arzinu, zinek se oxiduje a vzniká síran zinečnatý:





Chlór mění svůj oxidační stupeň



Ze šesti atomů chlóru přechází jeden atom do chlorečnanového aniontu a 5 atomů se mění na chloridové ionty.



2. Objem 100 g roztoku:  $V = \frac{m}{Q} = \frac{100}{1,330} \doteq 75,2 \text{ cm}^3 = 0,0752 \text{ litru}$

Výpočet množství NaOH v 1 litru uvedeného roztoku:

$$0,0752 \text{ litru} \dots\dots \text{obsahuje } 30,2 \text{ g NaOH}$$

$$1,0000 \text{ litr} \dots\dots \text{obsahuje } x \text{ g NaOH}$$

$$x \doteq 401,6 \text{ g NaOH}$$

Výpočet normality:

$$40 \text{ g NaOH} \dots\dots \text{v 1 litru} \dots\dots 1 \text{ N roztok}$$

$$401,6 \text{ g NaOH} \dots\dots \text{v 1 litru} \dots\dots x \text{ N roztok}$$

$$x \doteq 10,04 \text{ N}$$

Roztok má normalitu 10,04 N

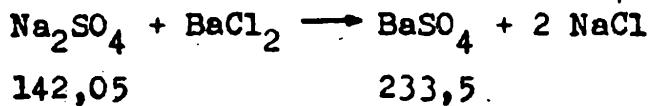
3. Hmotnost  $\text{K}_2\text{SO}_4 \dots\dots\dots\dots\dots a \text{ g}$

Hmotnost  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \dots\dots\dots\dots\dots b \text{ g}$

$$a + b = 0,4955 \text{ g}$$

- Rovnice reakcí:





- Úvaha:

Vypočítáme, kolik gramů  $\text{BaSO}_4$  vznikne z  $a$  g  $\text{K}_2\text{SO}_4$

$$a \cdot \frac{233,5}{174,27} = 1,340 \cdot a \text{ g BaSO}_4$$

Obdobně pro  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

$$b \cdot \frac{233,5}{142,05} = 1,644 \cdot b \text{ g BaSO}_4$$

Celkové množství vzniklého síranu barnatého lze vyjádřit rovnicí:

$$1,340 \cdot a + 1,644 \cdot b = 0,7525$$

Řešení rovnic:

$$a + b = 0,4955 \text{ g}$$

$$a = 0,4955 - b$$

$$\underline{1,340 \cdot a + 1,644 \cdot b = 0,7525}$$

$$1,340 \cdot (0,4955 - b) + 1,644 \cdot b = 0,7525$$

$$\underline{\underline{b = 0,2911 \text{ g Na}_2\text{SO}_4}}$$

$$a = 0,4955 - 0,2911 = 0,2044 \text{ g K}_2\text{SO}_4$$

$$\underline{\underline{b = 0,2044 \text{ g K}_2\text{SO}_4}}$$

Složení směsi je  $0,2911 \text{ g Na}_2\text{SO}_4$  a  $0,2044 \text{ g K}_2\text{SO}_4$

4.  $V_0 = \frac{pV}{P_0(1 + \alpha \cdot t)}$

$v_0$  je objem za normálních podmínek ( $0^\circ\text{C}$ , 760 torru),

$v$  je objem při teplotě A,

$p_0$  je tlak 760 torru,

$\alpha$  je koeficient tepelné roztažnosti.

Váha plynu se pak vypočte ze vztahu:

$$v_0 \cdot \rho = g$$

$$O_2 - v_0 = \frac{735 \cdot 13}{760 \left(1 + \frac{24}{273}\right)} = 11,58 \text{ ml}$$

$$g_1 = 0,01158 \cdot 1,429 = 0,0169 \text{ g}$$

$$H_2 - v_0 = \frac{735 \cdot 26}{760 \left(1 + \frac{24}{273}\right)} = 23,16 \text{ ml}$$

$$g_2 = 0,02316 \cdot 0,08987 = 0,00208 \text{ g}$$

$v_0$  lze počítat též ze vzorce

$$v_0 = \frac{p v T_0}{p_0 T}$$

kde  $T$  a  $T_0$  jsou absolutní teploty plynu:

$$T_0 = 273 \text{ } ^\circ\text{K} \text{ a } T = (273 + t) \text{ } ^\circ\text{K}.$$

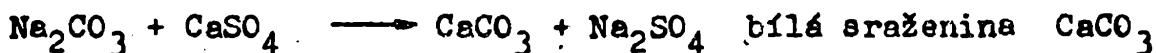
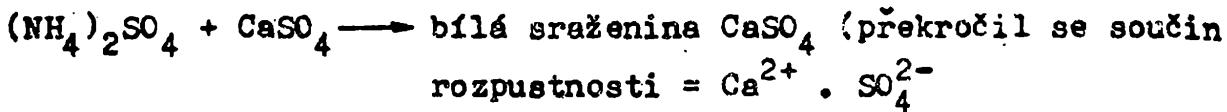
5. a/ Změříme (zjistíme) pH:

$\text{Na}_2\text{CO}_3$  a  $\text{CH}_3\text{COONa}$  reagují alkalicky (hydrolyza)

$\text{NH}_4\text{Cl}$  a  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  reagují kysele (hydrolyza)

$\text{NaNO}_3$  a  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  reagují neutrálne

b/ Užití sádrové vody:



Hodnocení

1. Zcela správná odpověď ..... 12 bodů  
(za každou správně napsanou rovnici s vyznačením oxidačního stupně po ..... 3 bodech  
při nesprávném uvedení koeficientů nebo při neuvedení změny oxidačního stupně se strhává vždy po ..... 1 bodu)
2. Zcela správná odpověď ..... 9 bodů  
(za správný výpočet množství NaOH v 1 litru normálního roztoku ..... 3 body  
za správný výpočet objemu 100 g roztoku ..... 3 body  
za správný výpočet normality ..... 3 body)
3. Zcela správná odpověď ..... 12 bodů  
(za správnou úvahu ..... 6 bodů  
za správné rovnice reakcí ..... 2 body  
za správné řešení rovnice ..... 4 body)
4. Zcela správná odpověď ..... 7 bodů  
(za správný přepočet objemu ..... 4 body  
za správný výpočet hmotnosti ..... 3 body)

5. Celkem ..... 12 bodů

(za každou správně dokázanou látku po ..... 2 bodech)

Celkem ..... 52 bodů

## KATEGORIA D

Súťažné úlohy, autorské riešenie a spôsob hodnotenia

## ŠKOLSKÉ KOLO

### ŠTUDIJNÁ ČASŤ

#### Úlohy:

1. Podľa zoznamu znalostí z chémie majú účastníci chemickej olympiády CHO v kategórii D poznať značky všetkých prvkov okrem lantanoi-dov a transuránov. Sú to všetky prvky uvedené v hlavnej tabuľke periodickej sústavy prvkov (lantancidy a transurány bývajú vo väčšine tabuľiek uvedené vo dvoch vedľajších tabuľkách). Na ZDŠ sa učíte asi polovicu prvkov hlavnej tabuľky; značky ostatných prvkov sa máte naučiť sami.

Nové značky sa spravidla učíme po niekoľko naraz; pritom si bez námaha zapamätáme i poradie, v akom sa značky učíme. Odporúčame vám preto, aby ste sa učili značky prvkov hlavnej tabuľky v poradí prvkov vo zvislých stĺpcoch periodickej sústavy a sice podľa podskupín každého stĺpca (vrátane značiek prvkov vám už známych). Naučíte sa tak postupne spomínať celú hlavnú tabuľku a pri ďalšom štúdiu chémie náležite oceníte, ako vám táto znalosť ulahčí tvorenie a zapamätávanie vzorcov zlúčenín i chemických vlastností prvkov a ich zlúčenín, jednoľudo uľahčí prehľad o celej chémii.

a/ Dobre si preštudujte stat o periodickej sústave prvkov D.I. Mendelejeva v niektornej stredoškolskej učebnici anorganickej chémie.

b/ Cvičte sa v zapisovaní a čítaní značiek prvkov v jednotlivých podskupinách periodickej sústavy, až ju budete vedieť písat naspäť.

c/ Urobte hlavnú tabuľku periodickej sústavy (píšte len značky prvkov) a v nej urobíte tieto úpravy:

- I. Prvky, o ktorých sa učíte na ZDŠ, zarámuje čierou,
- II. Prvky v tabuľke sú zaradené podľa stupňujúcej atómovej hmotnosti. Výnimky z tejto zákonitosti zarámuje červenou čiarou.
- III. Okienko plynných prvkov vyčiarkujte modro, kvapalné prvky zeleno.

Poznámka: Dobre sa naučte písat tabuľku spomäti. Verte, že sa vám táto práca oplatí, ak sa chcete viac zaoberať chémiou. Nezabudnite, že človek zabúda a že treba i dobre naučené si občas zopakovať.

2. Zopakujte si a zo stredoškolských učebníc doplnťte pojmy:

atóm, molekula, ión, gramatóm, grammolekula (mól), gramión, grammolekulárny (molárny) objem plynov. Na základe uvedených vedomostí riešte nasledujúce úlohy (atómové hmotnosti zaokrúhlite na celé číslo výpočty obmedzte na 3 des. miesta):

Železo sa zlučuje s kyslíkom na viac kysličníkov (podľa reakčných podmienok). Jeden z nich obsahuje 30 váhových percent kyslíka.

Vypočítajte:

a/ Kolko litrov kyslíka (za normálnych podmienok) sa zlúči s 20 g železa na uvedený kysličník a kolko gramov váži utvorený kysličník?

b/ Kolko gramatómov železa a kolko gramatómov kyslíka sa nachádzajú v 100 g uvedeného kysličníka?

c/ Kolko gramatómov kyslíka pripadne v tomto kysličníku na jeden gramatóm železa?

d/ V molekule zlúčeniny môžu byť navzájom zlúčené len celé atómy; preto aj v grammolekule zlúčeniny musia byť len celé gramatómy prvkov.

Preto upravte vypočítaný (v úlohe c/) pomer gramatómov prvkov danom kysličníku na celé gramatómy!

e/ Z vypočítaného pomeru gramatómov prvkov tohto kysličníka zhodujúceho sa s počtom atómov prvkov v molekule kysličníka napište chemický vzorec a jeho názov!

f/ Napište, ako sa volá nerast tohto istého chemického zloženia!

g/ Postupom uvedeným v úlohách b/ až e/ môžeme z percentného stanovenia obsahu prvkov v zlúčenine (chemickou analýzou) zistiť chemický vzorec skúmanej látky.

Stanovte vzorec zlúčeniny obsahujúcej 46,6 % železa a zvyšok síry ( $\text{Fe} = 56$ ,  $\text{S} = 32$  počítajte na 2 des. miesta); aký má chemický aky mineralogický názov?

h/ Iste viete už vypočítať z daného vzorca zlúčeniny a opačne aj percentné zloženie prvkov. Určte percentné množstvo prvkov zlúčeniny  $\text{Pb}_3\text{O}_4$ ! ( $\text{Pb} = 207$ ,  $\text{O} = 16$ , výsledok % na 1 des. miesto).

3. Dobre si zopakujte pojmy: roztok, rozpustnosť, koncentrácia percentová, hustota roztoku a naučte sa o koncentrácii molárnej a o vzájomných prepočtoch molárnej a percentnej koncentrácie s pomocou hustoty roztoku.

Vypočítajte tieto úlohy:

a/ Máme pripraviť 750 g šestpercentného roztoku síranu mednatého; kolko gramov modrej skalice a kolko mililitrov vody na to použijeme? (Mol. hmotnosti zaokruhlite na celé čísla.)

b/ Ak je hustota tohto roztoku 1,0616, aký objem v mililitroch má tento roztok?

c/ Kolko gramov  $\text{CuSO}_4$  by bolo rozpustených v jednom litri roztoku tej istej koncentrácie?

d/ Akú molárnu koncentráciu bude mať roztok z úlohy a/?

e/ Aká by bola 1. percentná koncentrácia, 2. molárna koncentrácia, 3. hustota roztoku z úlohy a/, ak by sme ho zriedili destilovanou vodou doplnením na jeden liter?

### Autorské riešenie

#### 1. Pozri tabuľku.

Zarámované čiernou čiarou sú:  $^{+/-}$  H, C, N, O, Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Fe, Cu, Zn, Ag, Hg, Pb

Zarámované červenou čiarou sú: Ar, K; Co, Ni; Te, I; Th, Pa.

Modro vyčiarkované sú: H, He, N, O, F, Ne, Cl, Ar, Kr, Xe, Rn

zeleno vyčiarkované sú:  $^{++/-}$  Ga, Br, Cs, Hg, Fr

---

$^{+/-}$  Niektorí učitelia hovoria o viacerých prvkoch.

$^{++/-}$  Ga, Cs, Fr môžu chýbať bez straty bodu.

2. a/  $\begin{array}{rcl} 20 \text{ g} & \dots & 70 \% \\ x \text{ g} & \dots & 30 \% \end{array}$

---

$$x = 20 \cdot \frac{30}{70} = 8,571 \text{ g}$$

32 g kyslíka ..... 22,4 litra

8,571 g kyslíka ..... y litrov

$$y = \frac{22,4 \cdot 8,571}{32} = 6,000 \text{ litrov}$$

S 20 g železa sa zlúči za normálnych podmienok 6 litrov kyslíka.

b/  $\frac{70 \text{ g}}{56 \text{ g}} = 1,25 \text{ gramátomu železa sa nachádza v } 100 \text{ g kysličníka}$

$$\frac{30 \text{ g}}{16 \text{ g}} = 1,875 \text{ gramátomu kyslíka sa nachádza v } 100 \text{ g kysličníka}$$

c/ Na 1,25 g-atómu Fe ..... 1,875 g-atómu O

Na 1,00 g-atómu Fe ..... x g-atómu O

$$x = \frac{1,875}{1,25} = 1,5 \text{ g-atómu kyslíka na 1 g-atóm železa}$$

d/ Pomer gramátomov železa a kyslíka v kysličníku je 2:3.

e/ Vzorec kysličníka je  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , kysličník železitý.

f/ Nerast sa volá hematit (krveť).

g/  $\frac{46,6 \text{ g}}{56 \text{ g}} = 0,83 \text{ gramátomu železa}$

$$\frac{53,4 \text{ g}}{32 \text{ g}} = 1,66 \text{ gramátomu sízy}$$

Na 0,83 g-atómu Fe ..... 1,66 g-atómu S

Na 1,00 g-atómu Fe ..... 2,00 g-atómu S

Vzorec zlúčeniny  $\text{FeS}_2$ , dvojsírnik (disulfid) železnatý.

Nerast pyrit (kýz železný).

$$\begin{array}{rcl} \text{h/ } 3 \cdot 207 = 621 & & 685 \text{ g ..... 100 \%} \\ - & & \underline{64 \text{ g ..... x \%}} \\ 4 \cdot 16 = 64 & & \\ \hline 685 & & \\ & & x = \frac{64 \cdot 100}{685} = 9,3 \% \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} 685 \text{ g ..... 100 \%} & & \\ \hline 621 \text{ g ..... y \%} & & \\ & & y = \frac{621 \cdot 100}{685} = 90,6 \% \end{array}$$

Zlúčenina  $\text{Pb}_3\text{O}_4$  má toto percentné zloženie: 90,6 % olova a 9,3 % kyslíka.

$$\begin{array}{rcl} 3. \text{ a/ } 750 \text{ g ..... 100 \%} & & \text{CuSO}_4 = 64 + 32 + 4 \cdot 16 = 160 \\ \hline x \text{ g ..... 6 \%} & & 5 \text{ H}_2\text{O} = \qquad \qquad \qquad 5 \cdot 18 = \frac{90}{250} \\ & & \\ x = \frac{6 \cdot 750}{100} = 45 \text{ g CuSO}_4 & & \end{array}$$

250 g modrej skalice ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}$ ) obsahuje 160 g síranu mednatého

$$\begin{array}{rcl} y \text{ g modrej skalice} & & \text{obsahuje 45 g síranu mednatého} \\ \hline & & \\ & & \\ y = \frac{45 \cdot 250}{160} = 70 \text{ g} & & 750 - 70 = 680 \end{array}$$

Na prípravu 750 g šestpercentného roztoku síranu mednatého použijeme 70 g modrej skalice a 680 ml vody.

b/  $\frac{750 \text{ g}}{1,0616 \text{ g/ml}} = 706,5 \text{ ml}$  Roztok má objem 706,5 ml.

c/ v 706,5 ml ..... 45 g CuSO<sub>4</sub>

v 1000 ml ..... x g CuSO<sub>4</sub>

$$x = \frac{45 \cdot 1000}{706,5} = 63,7 \text{ g}$$

V jednom litri roztoku by bolo 63,7 g CuSO<sub>4</sub>.

d/ 160 g v litri ..... 1,0 M

63,7 g v litri ..... x M

$$x = \frac{63,7}{160} = 0,4 \text{ M}$$

Roztok bude mať koncentráciu 0,4 M.

e/ 706,5 ml roztoku + 293,5 ml vody = 1000 ml

750 g roztoku + 293,5 g vody = 1043,5 g

1043,5 g ..... 100 %

45 g ..... x %

$$x = \frac{45 \cdot 100}{1043,5} = 4,3 \% \text{ - percentná koncentrácia je } 4,3 \%$$

160 g CuSO<sub>4</sub> v litri ..... 1,0 M

45 g CuSO<sub>4</sub> v litri ..... y M

$$y = \frac{45}{160} = 0,28 \text{ M} \text{ - molárna koncentrácia bude } 0,28 \text{ M}$$

1043,5 g na 1000 ml, t.j. 1,0435 g/ml

Hustota by bola 1,0435 g/ml.

Hodnotenie

1. Celkom správna odpoveď ..... 20 bodov  
(za každú chybu sa strháva ..... 1 bod)
2. Celkom správna odpoveď ..... 20 bodov  
(a/ ..... 4 body  
b/ ..... 2 body  
c/ ..... 1 bod  
d/ ..... 1 bod  
e/ ..... 2 body  
f/ ..... 1 bod  
g/ ..... 7 bodov  
h/ ..... 2 body)
3. Celkom správna odpoveď ..... 10 bodov  
(a/ ..... 3 body  
b/ ..... 1 bod  
c/ ..... 1 bod  
d/ ..... 4 body,  
z toho za I. ..... 2 body  
za II. ..... 1 bod  
za III. ..... 1 bod)

Celkom ..... 50 bodov

Pre ďalší postup v súťaži musí súťažiaci získať najmenej 35 bodov.

### KONTROLNÝ TEST

1. Dusík sa zlučuje s kyslíkom na viacero kysličníkov.

a/ Ktorý z kysličníkov obsahuje najviac kyslíka (názov, vzorec).

b/ Určite percentný obsah kyslíka a dusíka v kysličníku.  $A_O = 16$ .  
 $A_N = 14$ .

c/ Kolko litrov kyslíka a dusíka za normálnych podmienok sa zlučuje v 100 g kysličníka.

2. Máte pripraviť 0,5 litra 2 M HCl. K dispozícii je 35-percentný vodný roztok HCl s hustotou 1,18 g/ml. Kolko ml tohto roztoku použijete na prípravu požadovaného roztoku?  $M_{HCl} = 36,5$ .

3. Máte pripraviť 20 g  $BaSO_4$  zrážaním 5% vodného roztoku  $BaCl_2$  a 5% kyseliny sírovej. K dispozícii je 96% kyselina sírová s hustotou 1,84 g/ml a kryštalický  $BaCl_2 \cdot 2 H_2O$ .

a/ Kolko gramov 5%  $BaCl_2$  a 5%  $H_2SO_4$  použijete na prípravu požadovaného množstva  $BaSO_4$ ?

b/ Kolko mililitrov 96%  $H_2SO_4$  a vody použijete na prípravu vypočítaného množstva 5% roztoku?

c/ Kolko gramov kryštalického  $BaCl_2 \cdot 2 H_2O$  a vody použijete na prípravu vypočítaného množstva 5% roztoku?

$$M_{BaSO_4} = 233; \quad M_{BaCl_2} = 208; \quad M_{H_2O} = 18; \quad M_{H_2SO_4} = 98.$$

Poznámka: Úlohy sa zadávajú súčasne a ich riešenie smie trvať max. 60 minút.

Autorské riešenie

1. a/ Kysličník dusičný  $N_2O_5$

b/ $2 \cdot 14 + 5 \cdot 16 = 108 \dots\dots\dots 100\%$	$108 \dots\dots\dots 100\%$
$28 \dots\dots\dots x\% (N)$	$80 \dots\dots\dots y\% (O)$
<hr/>	
$x = \frac{28 \cdot 100}{108} \doteq 25,9\%$	$y = \frac{80 \cdot 100}{108} \doteq 74,1\%$

Kysličník obsahuje 25,9 % dusíka a 74,1 % kyslíka.

c/ 100 g kysličníka obsahuje 25,9 g dusíka a 74,1 g kyslíka.

28 g $N_2 \dots\dots\dots 22,4$ litra	32 g $O_2 \dots\dots\dots 22,4$ litra
$25,9 \text{ g } N_2 \dots\dots\dots x \text{ litrov}$	$74,1 \text{ g } O_2 \dots\dots\dots y \text{ litrov}$
<hr/>	
$x = \frac{22,4 \cdot 25,9}{28} = 20,72$ litra	$y = \frac{22,4 \cdot 74,1}{32} = 51,87$ litra

V 100 g kysličníka sa zlučuje 20,72 litra dusíka a 51,87 litra kyslíka.

2. a/ 1 liter 2 M HCl  $\dots\dots\dots 2 \cdot 36,5 = 73$  g HCl

0,5 litra 2 M HCl  $\dots\dots\dots 36,5$  g HCl

b/ 1 g 35 % HCl  $\dots\dots\dots 0,35$  g 100% HCl

$x$  g 35 % HCl  $\dots\dots\dots 36,5$  g 100% HCl

---

$$x = \frac{36,5}{0,35} \doteq 104,3 \text{ g } 35\% \text{ HCl}$$

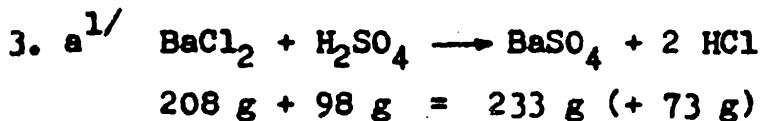
c/ 1 ml 35 % HCl  $\dots\dots\dots 1,18$  g 35 % HCl

$y$  ml 35 % HCl  $\dots\dots\dots 104,3$  g 35 % HCl

---

$$y = \frac{104,3}{1,18} \doteq 88,4 \text{ ml } 35\% \text{ HCl}$$

Na prípravu 0,5 litra 2 M HCl použijeme 88,4 ml 35 percentného roztoku HCl.



a<sup>2/</sup> Na 233 g BaSO<sub>4</sub> ..... 98 g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ..... 208 g BaCl<sub>2</sub>  
Na 20 g BaSO<sub>4</sub> ..... x g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ..... y g BaCl<sub>2</sub>

$$x = \frac{20 \cdot 98}{233} \doteq 8,41 \text{ g H}_2\text{SO}_4 \quad y = \frac{20 \cdot 208}{233} \doteq 17,85 \text{ g BaCl}_2$$

a<sup>3/</sup> 8,41 g ..... 5 % 17,85 g ..... 5 %  
z g ..... 100 % u g ..... 100 %  
 $z = \frac{8,41 \cdot 100}{5} = 168,2 \text{ g}$   $u = \frac{17,85 \cdot 100}{5} = 357 \text{ g}$

Na prípravu 20 g BaSO<sub>4</sub> použijeme 168,2 g 5% roztoku H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 357 g 5% roztoku BaCl<sub>2</sub>.

b<sup>1/</sup> 168,2 g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> | 100%  
x g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> | 96%

$$x = \frac{8,41 \cdot 100}{96} = 8,76 \text{ g}$$

b<sup>2/</sup> 1 ml ..... 1,84 g  
y ml ..... 8,76 g

$$y = \frac{8,76}{1,84} = 4,76 \text{ ml}$$

b<sup>3/</sup> 168,2 g - 8,76 g = 159,74 g vody = 159,7 ml

Na prípravu 168,2 g 5-percentného roztoku kyseliny sírovej použijeme 4,76 ml 96-percentnej kyseliny sírovej a 159,7 ml vody.

c<sup>1/</sup>  $M_{BaCl_2} \cdot 2 H_2O = 208 + 2 \cdot 18 = 244$

208 g BaCl<sub>2</sub> ..... 244 g BaCl<sub>2</sub> · 2 H<sub>2</sub>O

17,85 g BaCl<sub>2</sub> ..... x g BaCl<sub>2</sub> · 2 H<sub>2</sub>O

$$x = \frac{17,85 \cdot 244}{208} \doteq 20,94 \text{ g BaCl}_2 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}$$

c<sup>2/</sup> 357 - 20,94 = 336,06 g H<sub>2</sub>O ( $\doteq 336,1$ )

Na prípravu 357 g 5% roztoku BaCl<sub>2</sub> použijeme  
20,94 g BaCl<sub>2</sub> · 2 H<sub>2</sub>O a 336,1 ml vody.

### Hodnotenie

1. Celkom správna odpoveď ..... 8 bodov

(a/ ..... 2 body

b/ ..... 2 body

c/ ..... 4 body)

2. Celkom správna odpoveď ..... 4 body

(a/ ..... 2 body

b/ ..... 2 body

c/ ..... 4 body)

3. Celkom správna odpoveď ..... 16 bodov

a/ (a<sup>1</sup> ..... 1 bod

a<sup>2</sup> ..... 2 body

a<sup>3</sup> ..... 2 body

b/ b<sup>1</sup> ..... 3 bod

b<sup>2</sup> ..... 1 bod

b<sup>3</sup> ..... 3 body

c/  $c^1$  ..... 2 body  
c<sup>2</sup> ..... 2 body)

Poznámka: Pri b<sup>3</sup> a c<sup>2</sup> treba počítať s tým, že 96% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a kryštalický BaCl<sub>2</sub> obsahujú vodu. O túto vodu sa pri príprave 5% BaCl<sub>2</sub> pridá menej.

Spolu ..... 28 bodov  
Keďže ďalší postup v súťaži musí súťažiaci získať najmenej 14 bodov.

#### r a k t i c k á ú l o h a:

Pripravte 20 g BaSO<sub>4</sub> zrážaním 5% vodných roztokov BaCl<sub>2</sub> a H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Dispozícia máme 96% kyselinu sírovú hustoty 1,84 g/ml a kryštalický BaCl<sub>2</sub> · 2 H<sub>2</sub>O. Po vyzrážaní BaSO<sub>4</sub> odfiltrujte a premyte destilovanou vodou, ktorý dusičnan strieborný nezráža vo filtráte chloridové óny. Premytú zrazeninu vysušíme a odvážime.

Poznámka: Súťažiaci, ktorí nedokončili 3. teoretickú úlohu pri súťaži, dopočítajú ju doma, aby mali pripravený výpočet pre prácu v laboratóriu. Ostatným učiteľ požičia ich správne riešenie.

Sušenie preparátov potrvá dlhší čas. Súťažiaci môžu nechat prepráť vyschnúť na filtračnom papieri a na budúci týždeň vážiť.

#### Autorské riešenie

Pozri úlohu a hodnotenie.

#### Hodnotenie

Spolu ..... 10 bodov  
(za správny výtažok najmenej 18 g a najviac  
20 g ..... 5 bodov  
spôsob a prednosť prípravy 5% roztoku H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
a BaCl<sub>2</sub> ..... 2 body)

spôsob premývania a čistota preparátu  
(bez chloridu) ..... 2 body  
zápis do protokolu ..... 1 bod)

Pre ďalší postup v súťaži musí súťažiaci získať najmenej 7 bodov.

## OKRESNÉ KOLO

### Theoretické úlohy:

1. Kysličníky ako zlúčeniny prvkov s kyslíkom, majú rôzne fyzikálne a chemické vlastnosti.

a/ Napíšte rovnice vzniku kysličníkov nasledujúcich prvkov: Ca, Cu, Mg, H, C, S, Fe. Uvedte názov a ich skupenstvo.

b/ U tých kysličníkov, ktoré reagujú s vodou, napíšte, ako táto reakcia prebieha a ktoré ďalšie zlúčeniny vznikajú (uveďte názvy).

2. Akú molárnu koncentráciu bude mať roztok, ktorý vznikne reakciou 1 gramu sodíka a 200 gramov vody, za predpokladu, že výsledný objem roztoku bude 200 ml.  $A_{\text{Na}} = 23$ ,  $A_{\text{O}} = 16$ ,  $A_{\text{H}} = 1$ .

3. V chemickej výrobe alebo v laboratórnej praxi možno vyrobiť alebo pripraviť aj z malého počtu jednoduchých surovín istými procesmi väčšie množstvo reakčných produktov. Aké produkty by ste vedeli pomenovať pri ich získavaní vzájomnými reakciami z týchto surovín a ich zlúčení: síra, vzduch, vodík. Uvedte chemické reakcie, prípadne výrobné podmienky.

### Praktické úlohy:

4. V predložených piatich skúšavkách máte neznáme vzorky, ktoré možno zistiť a dokázať pomocou niektorých z nasledujúcich činidiel: NaOH, lakovacové papieriky,  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{BaCl}_2$ , Cu, drôtik, NaCl. V štyroch vzorkach sú roztoky chloridu sodného, síranu draselného, dusičnanu strieborného a chloridu amónneho. V jednej vzorke je roztok neznámej kyseliny.

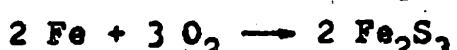
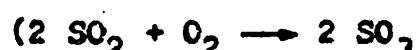
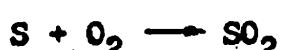
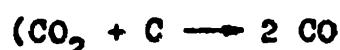
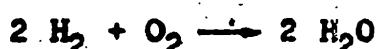
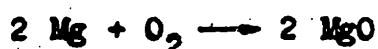
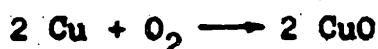
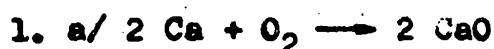
a/ Uveď v každej skúšavke príslušný roztok soli.

b/ Napíš, o akú neznámu kyselinu ide.

c/ Napíš rovnice reakcií dôkazov.

Poznámka pre učiteľov: Pripravte 5% roztoky solí a činidiel a 20% kyseliny dusičné (asi 1:2). Každý súťažiaci bude mať vzorky v inom poradí.

Autorské riešenie



kysličník vápenatý, tuhé

kysličník miednatý, tuhé

kysličník horečnatý, tuhé

voda, kvapalné

kysličník uhličitý, plynné

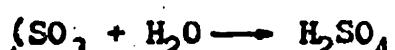
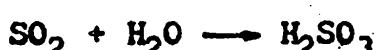
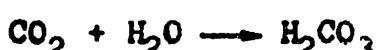
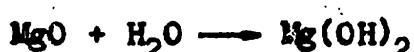
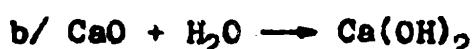
kysličník uholnatý, plynné)

kysličník siričitý, plynné

kysličník sírový, tuhé)

kysličník železitý, tuhé

kysličník železnatý, tuhé)



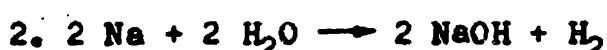
hydroxid vápenatý

hydroxid horečnatý

kyselina uhličitá

kyselina siričitá

kyselina sírová)



$$x = \frac{1 \cdot 80}{46} \doteq 1,74 \text{ g NaOH}$$

1,74 g NaOH ..... v 200 ml  
 5,74 = 8,7 g NaOH ..... v 1000 ml  
 40 g NaOH/1000 ml ..... 1 M NaOH  
 8,7 g NaOH/1000 ml ..... y

---

$$y = \frac{8,7 \cdot 1}{40} \doteq \underline{\underline{0,217 \text{ M NaOH}}}$$

Iné riešenie:



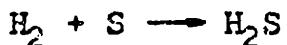
$\text{Na}_2$  (je ekvivalentný) NaOH

1 g Na ..... v 200 ml  
 5,1 = 5 g Na ..... v 1000 ml  
 23 g Na/1000 ml ..... 1 M NaOH  
 5 g Na/1000 ml ..... x

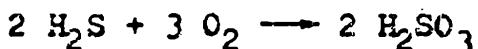
---

$$x = \frac{5 \cdot 1}{23} \doteq \underline{\underline{0,217 \text{ M NaOH}}}$$

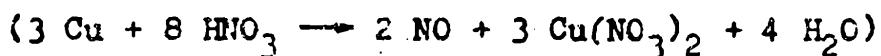
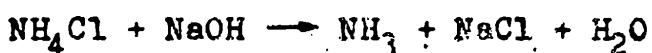
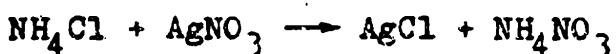
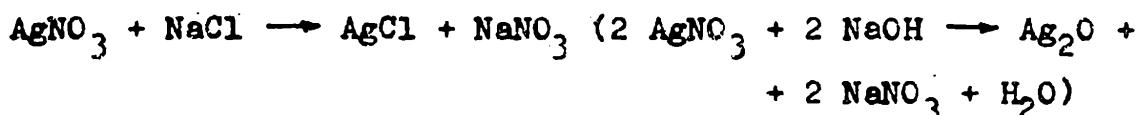
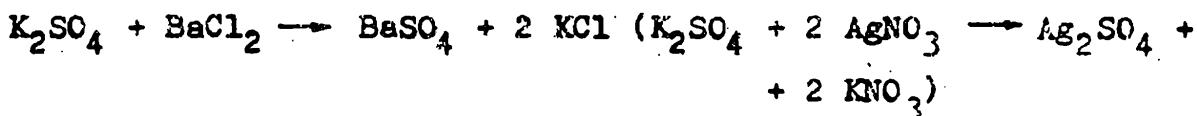
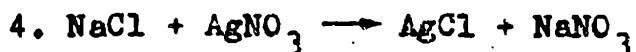
3. $\text{S} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{SO}_2$	horenie
$2 \text{ SO}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{ SO}_3$	katalytická oxidácia
$2 \text{ H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{ H}_2\text{O}$	horenie (explózia)
$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$	syntéza (reakcia kysličníka s vodou)
$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$	syntéza (reakcia kysličníka s vodou)
$\text{N}_2 + 3 \text{ H}_2 \longrightarrow 2 \text{ NH}_3$	katalytická syntéza
$\text{N}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{ NO}$	biokatalytická syntéza, syntéza v elektrickom výboji a ī.
$2 \text{ NO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{ NO}_2$	vzdušná oxidácia
$2 \text{ NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HNO}_3$	reakcia kysličníka s vodou
$(4 \text{ NH}_3 + 5 \text{ O}_2 \longrightarrow 4 \text{ NO} + 6 \text{ H}_2\text{O}$	katalytická oxidácia)



spalovanie síry vo vodíkovej atmosfére



spalovanie sírovodíka na vzduchu



### Hodnotenie

1. Celkom správna odpoveď ..... 33 bodov

(a/ spolu ..... 21 bodov

za každú správnu rovnici ..... 1 bod

za každý správny názov ..... 1 bod

za uvedené skupenstvo ..... 1 bod

b/ spolu ..... 12 bodov

za každú správnu rovnici ..... 2 body

za každý správny názov ..... 1 bod)

2. Za správny výsledok bez ohľadu na spôsob riešenia ..... 12 bodov

(nie je podmienkou riešenie:

za samotnú rovnicu ..... 3 body

za výpočet koncentrácie v gramoch NaOH na liter, počítajúc do toho prípadne rovnici ..... 6 bodov)

3. Celkom správna odpoveď ..... 30 bodov  
(za každú reakciu ..... 2 body  
za uvedenie výrobných podmienok ..... 1 bod)
4. Spolu ..... 25 bodov  
(a/ za určenie každej soli po ... 2 bodoch ... 8 bodov  
b/ za určenie kyseliny ..... 4 body  
c/ za každú rovnicu po ... 2 bodoch ..... 10 bodov  
d/ za prehľadný protokol ..... 3 body)
- Spolu ..... 100 bodov

Podmienky pre postup do ďalšieho kola určí krajská komisia.

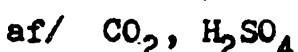
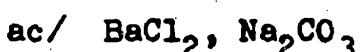
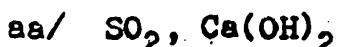
## KRAJSKÉ KOLO

### Teoretické úkoly:

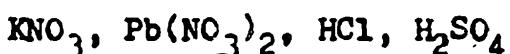
1. a/ Po reakci směsi 1 objemu neznámého plynu s 1 objemem vodíku byl získán 1 objem vodní páry a 1 objem dusíku. Uveďte vzorec a název neznámého plynu, když byly objemy všech plynů měřeny za stejných podmínek.

b/ Při spálení 1 objemu neznámého plynného uhlovodíku na vzduchu vznikly 3 objemy kysličníku uhličitého a 4 objemy vodní páry. Zjistěte nejjednodušší vzorec uhlovodíku a pojmenujte jej. Všechny objemy plynů byly měřeny za stejných podmínek.

2. a/ Ve kterých z uvedených dvojic látek bude probíhat vzájemná reakce? Napište rovnice těchto reakcí.



b/ Napište všechny vzájemné reakce uvedených látek ve vodných roztocích, jimiž lze získat roztok kyseliny dusičné tak, aby jej bylo možno jednoduše oddělit od dalších produktů reakce.



3. a/ Kolik gramů hydroxidu sodného bude třeba k přeměně 100 g modré skalice (hydrátu síranu měďnatého) na hydroxid měďnatý.

b/ Jakou molaritu (molární koncentraci) by měly vodné roztoky obsahující:

ba/ 100 g modré skalice v 500 ml,

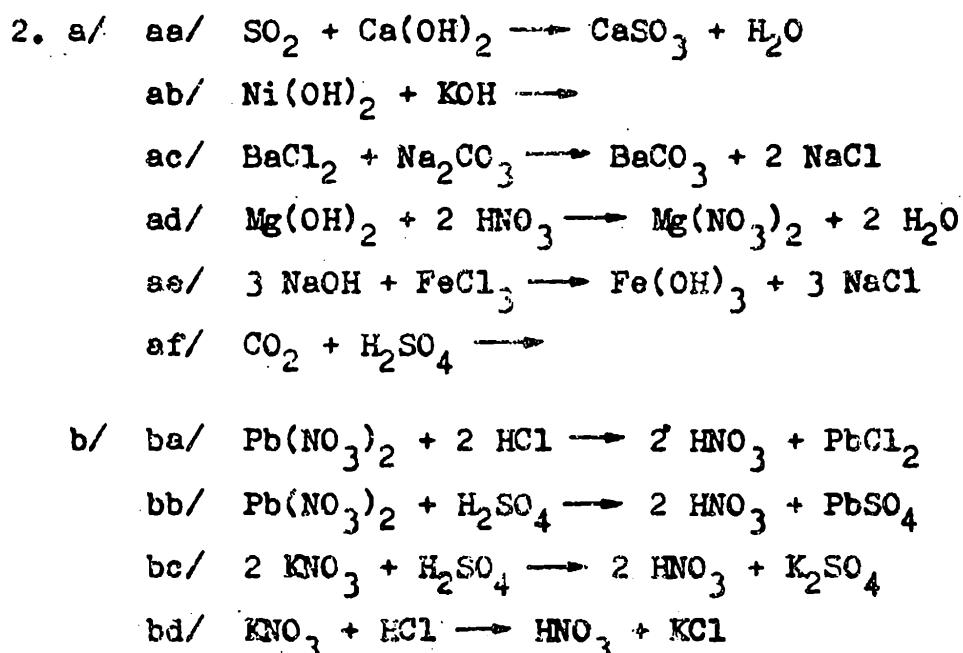
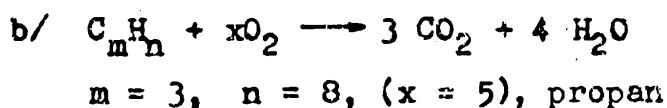
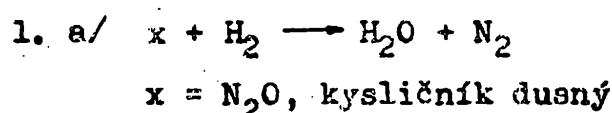
bb/ takové množství hydroxidu sodného, které bylo vypočítáno v úloze 3.a/, ve 250 ml.

Praktický úkol:

4. V šesti vzorkovnicích označených čísly máte 5% vodné roztoky síranu amonného, chloridu amonného, chloridu barnatého, síranu sodného, chloridu sodného a hydroxidu sodného. Na základě vzájemných reakcí látok v roztocích rozhodněte, který roztok máte v určité vzorkovnici a napište rovnice reakcí, jichž jste pro určení dané látky využili. Roztoky látek má každý v jiném pořadí.

Poznámka: Každý soutěžící má k dispozici nejméně 6 zkumavek (ve stojánku) a 6 vzorkovnic (láhvíček) se vzorky.

Autorské řešení



V případě ba/ a bb/ lze sraženinu  $PbCl_2$  nebo  $PbSO_4$  vhodným filtrem (porézním sklem, porcelánem a pod.) odfiltrovat.  
V případě bc/ lze kyselinu dusičnou z reakční směsi jednoduše oddestilovat. V případě bd/ by destilace byla složitější.

3. a/  $M_{CuSO_4 \cdot 5 H_2O} = 249,7; M_{NaOH} = 40$



$$249,7 \text{ g} \dots\dots\dots 80 \text{ g NaOH}$$

$$\underline{100 \text{ g} \dots\dots\dots x \text{ g NaOH}}$$

$$x = \frac{100 \cdot 80}{249,7} \doteq 32,04 \text{ g NaOH}$$

b/ ba/ 249,7 g  $CuSO_4 \cdot 5 H_2O \dots\dots\dots 1 \text{ grammolekula}$

$$\underline{100 \text{ g } CuSO_4 \cdot 5 H_2O \dots\dots\dots x \text{ grammolekula}}$$

$$x = \frac{1 \cdot 100}{249,7} \doteq 0,4005 \text{ grammolekuly v 500 ml.}$$

$$\text{v 1000 ml roztoku je } 2 \cdot 0,4005 = 0,801$$

Koncentrace roztoku je asi 0,8 M.

bb/ 40 g NaOH  $\dots\dots\dots 1 \text{ grammolekula}$

$$\underline{32,04 \text{ g NaOH} \dots\dots\dots x \text{ grammolekula}}$$

$$x = \frac{1 \cdot 32,04}{40} \doteq 0,801 \text{ grammolekula ve 250 ml.}$$

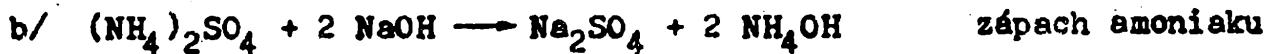
$$\text{v 1000 ml roztoku je } 4 \cdot 0,801 = 3,204$$

Koncentrace roztoku je asi 3,2 M.

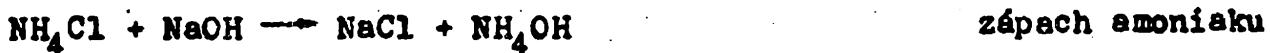
4.

	1	2	3	4	5	6
1			bílá sraž.			zápach amoniaku
2						zápach amoniaku
3	bílá sraž.			bílá sraž.		
4			bílá sraž.			
5						
6	zápach amon.	zápach amon.				

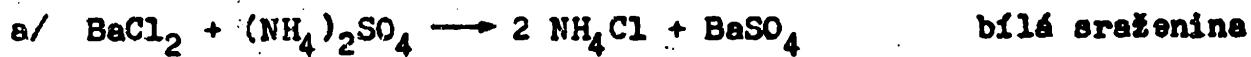
### 1. Síran amonný



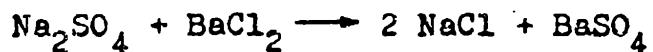
### 2. Chlorid amonný



### 3. Chlorid barnatý



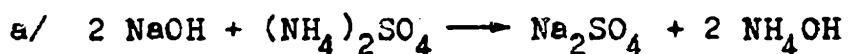
4. Síran sodný



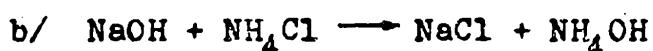
bílá sraženina

5. Chlorid sodný

6. Hydroxid sodný



zápach amoniaku



zápach amoniaku

Hodnocení

1. Zcela správná odpověď .....:..... 6 bodů

(ad a/ za správný vzorec:  $\text{N}_2\text{O}$  ..... 2 body

za správný název: kysličník dusný ..... 1 bod

ad b/ za správný vzorec:  $\text{C}_3\text{H}_8$  ..... 2 body

za správný název: propan ..... 1 bod)

2. Zcela správná odpověď .....:..... 14 bodů

(ad a/ za správné rovnice v podbodech aa, ac,

ad, ae, vždy po .. 2 bodech ..... 8 bodů

ad b/ za správné rovnice uvedené v řešení

v podbodech ba, bb, bc, vždy

po ... 2 bodech ..... 6 bodů)

3. Zcela správná odpověď .....:..... 10 bodů

(ad a/ za správnou rovnici ..... 2 body

za správný výpočet ..... 2 body

ad b/ za správnou odpověď na podbod ba/ .... 3 body

bb/ .... 3 body)

4. Celkem ..... 20 bodů  
(za určení každé látky po ... 2 bodech ..... 12 bodů  
za každou ze čtyř rovnic po ... 2 bodech ..... 8 bodů)

Poznámka: Rovnice nemusí být opakovány u každého stanovení,  
každou stačí uvést jen jednou.

Celkem ..... 50 bodů

Výsledky ústredného kola chemickej olympiády

Banská Bystrica 5. - 8. 5. 1969

Poradie	Meno	Škola	Teória	Prax	Celkom bodov
1.	Emanuel Makrlík	Sušice	63	25	88
2.	Bohumil Hofman	Vysoké Mýto	61	26	87
3.	Vladimír Pouzar	Praha 2	69	17	86
4.	Jaromíra Valchová	Plzeň	60	25,5	85,5
5.	Jaroslav Racek	Plzeň	59	22,5	81,5
6.	Jaroslav Sokol	Plzeň	66	14	80
7.	Petr Exner	Hr. Králové	58	18	76
8.	Vladimír Mlynárik	Bratislava	67	17,5	74,5
9.	Jaroslav Spáčil	Šumperk	54	19,5	73,5
10.	Antonín Rieger	Ústí n/L.	49	23	72
11.	Pavel Štolba	Praha 2	53	17	70
12.	Karel Šestauer	Č.Budějovice	50	17,5	67,5
13.	Petr Stöckbauer	Praha 10	52	15	67
14.	Miloslav Černý	Duchcov	52	13	65
15.-16.	Jaromír Kukal	ZDŠ Pyšely	47	17	64
15.-16.	Hana Klápalová	V. Meziříčí	49	15	64
17.	Ondrej Dányi	Rožňava	54	9	63
18.-19.	Pavel Kočovský	Praha 10a	45	17	62
18.-19.	Václav Ryba	Myjava	50	12	62
20.-21.	Ivan Kubíček	Brno	43	17,5	60,5
20.-21.	Ladislav Kavan	Semily	46	14,5	60,5
22.	Ján Vošta	Brno	44	16	60

Poradie	Meno	Škola	Teória	Prax	Celkom bodov
23.	Marek Liška	Bratislava	42	16	58
24.	Miloslav Fialka	V. Mezíříčí	41	16,5	57,5
25.	Štefan Ďuriš	Pov. Bystrica	39	17	56
26.	Gustav Thomas	Bratislava	38	17	55
27.	Lumír Panák	Karviná	43	11,5	54,5
28.-29.	Petr Magrot	Č.Budějovice	37	16	53
28.-29.	Jozef Kákoš	B. Bystrica	33	20	53
30.	František Lukáš	Hr. Králové	30	21	51
31.	Peter Temkovitz	Levoča	29	14,5	43,5
32.	Emil Šafár	Šurany	30	13	43
33.	Petr Cetkovský	Rýmařov	25	17	42
34.	Marian Štofka	Košice	30	8	38
35.	Rastislav Divičoš	Trnava	20	16,5	36,5
36.	Ján Urban	Lučenec	19	14,5	33,5
37.	Jana Šulcová	Bratislava	3	7	10

Autori súťažných príkladov:

Dr. Karel Holada

Ing. Ján Zachar

Dr. Svatava Škrámovská

Dr. František Tonář

Dr. Martin Klein

Ing. Lúboš Novotný