

ROČNÍK 1973/74

Kategorie D

Autor: RNDr. Martin Klein, CSc.,
Pedagogická fakulta Banská Bystrica

ŠKOLNÍ KOLO

V priebehu doterajšej výuky chémie ste mali možnosť nielen teoreticky, ale aj prakticky sa oboznámiť s tou skutočnosťou, že každý kov, kyselina, oxid, hydroxid alebo iná zlúčenina má celkom určité chemické vlastnosti, ktorými sa odlišuje jedna chemická látka od druhej.

Systematické skúmanie vlastností jednotlivých látok patrí tiež do oblasti chémie analytickej. V zadaní ďalších úloh bude potrebné, aby ste sa oboznámili s niektorými vlastnosťami vybraných skupín chemických látok, ako aj s možnosťami prípadnej ich identifikácie na základe zistených vlastností.

Štúdiom vlastností chemických látok obohatíte svoje vedomosti z chémie a zároveň sa pripravíte aj na riešenie úloh v rámci súťažných príkladov v chemickej olympiáde. K štúdiu použite literatúru, ktorú Vám doporučí vyučujúci a tiež vlastné skúsenosti, ktoré získate pri praktických pokusoch a chemických cvičeniach.

Chemik – analytik si pri práci pomáha tak, že neznáme látky, ktoré má identifikovať, najprv rôzne upravuje. Väčšinou z nich pripravuje roztoky alebo taveniny, ktoré opäť rozpúšťa a pomocou roztokov známych látok pripravuje z nich nové zlúčeniny. Tieto sú buď vo vode rozpustné alebo nerozpustné, sú rozpustné v rôznych kyselinách, alkalických hydroxidoch apod. Porovnávaním a vylučovaním dochádza postupne k jednoznačnej identifikácii určitej chemickej látky.

A. Teoretické úlohy

Úloha 1

Uvedené príklady sa pokúste riešiť teoretičky, prípadne zdôvodnite praktickým pokusom:

a) Roztok má kyslú reakciu. Môže však obsahovať iba tieto kyseliny: H_2SO_4 , H_2CO_3 , HCl , H_2S a HNO_3 . Po prevarení roztok kyslú reakciu stratil. Uveďte a zdôvodnite prítomnosť ktorých kyselín v roztoku možno úplne vylúčiť.

b) Roztok je bezfarebný a má zásaditú reakciu. Uveďte, či môže obsahovať zlúčeniny medi. Odpoveď zdôvodnite.

c) Bezfarebný roztok (neznáma vzorka) okyslený kyseli-

nou chlorovodíkovou dal s roztokom chloridu bárnatého bielu zrazeninu BaSO_4 .

Mohla neznáma vzorka obsahovať olovo? Zdôvodnite!

d) Iná neznáma vzorka (bezfarebný roztok) po okyslení kyselinou chlorovodíkovou sa biele zakalila. Biely zákal po zahriatí zmizol. Pokus teda ukázal, že vzniká látka, ktorej rozpustnosť sa po zohriatí zvyšuje. Vyhľadajte túto zlúčeninu a napíšte jej chemický vzorec.

Úloha 2

Chloridy a sírany patria k tým skupinám anorganických látok, z ktorých prvá časť je vo vode dobre rozpustná, druhá časť vo vode prakticky nerozpustná. Tretiu časť tvoria tie látky, ktoré po zahriatí výrazne zvyšujú svoju rozpustnosť, teda za studena sú málo rozpustné, za tepla dobre rozpustné. Štvrtú časť tvoria tie látky, ktoré sa vodou prakticky úplne rozkladajú.

a) Vyhľadajte bežné chloridy a sírany, zaraďte do jednej zo štyroch častí a napíšte ich chemické vzorce.

b) Niektoré, vo vode prakticky nerozpustné látky najčastejšie „rozpúšťame“ v zahriatej kyseline chlorovodíkovej. Pri takom „rozpúšťaní“ ide o chemický dej, pri ktorom sa uvolňujú plynné látky, napr. 1. oxid uhličitý (CO_2)

2. oxid siričitý (SO_2)
3. sírovodík (H_2S)

Vyhľadajte a napíšte najmenej po 5 príkladov takých chemických reakcií, pri ktorých sa uvoľňuje CO_2 , SO_2 , resp. H_2S .

c) V mnohých farebných i bezfarebných roztokoch po za-

vádzaní sírovodíka vznikajú zrazeniny sulfidov. Napíšte chemické rovnice 10 takýchto reakcií.

d) Vzorka obsahovala 1,5 g sulfidu železnatého. Reakciou s kyselinou chlorovodíkovou vzniká plynný sírovodík. Vypočítajte objem vzniknutého sírovodíka pri normálnych podmienkach ($M_r(\text{FeS}) = 87,9$).

RIEŠENIE

Úloha 1

a) V roztoku možno úplne vylúčiť prítomnosť kyseliny sírovej H_2SO_4 , chlorovodíkovej HCl , dusičnej HNO_3 . Tieto kyseliny nemôžno povarením z roztoku odstrániť, pretože vznikajú konštantne vrúce (azeotropné) sústavy. Pretože po povarení roztok kyslú reakciu stratil, z možných uvedených kyselín mohol obsahovať iba kyselinu uhličitú H_2CO_3 , prípadne sírovodíkovú H_2S , ktoré vznikajú pri rozpúštaní plynov (CO_2 , H_2S) vo vode. Po povarení sa tieto kyseliny rozkladajú a plynné zložky z roztoku vyprchajú.

b) Bezfarebný roztok, ktorý má zásaditú reakciu, nemôže obsahovať meďnaté zlúčeniny! Neutrálne i slabo okyslené roztoky meďnatých solí sú farebné. V zásaditom prostredí vznikajú buď zrazeniny, alebo opäť farebné roztoky komplexných zlúčenin.

c) Neznáma vzorka nemohla obsahovať olovo! Pri reakcii vzorky s roztokom bárnamej soli sa vytvoril nerozpustný síran bárnatý BaSO_4 , čo nasvedčuje, že v roztoku bol rozpustený síran alebo kyselina sírová. Za prítomnosti olova by sa však bola vytvorila zrazenina PbSO_4 , prípadne zriedenou kyselinou chlorovodíkovou kryštalická zrazenina PbCl_2 .

d) Zlúčenina je v horúcej vode rozpustný chlorid olovnatý PbCl_2 . Podobne sa správa aj chlorid tálny — TlCl .

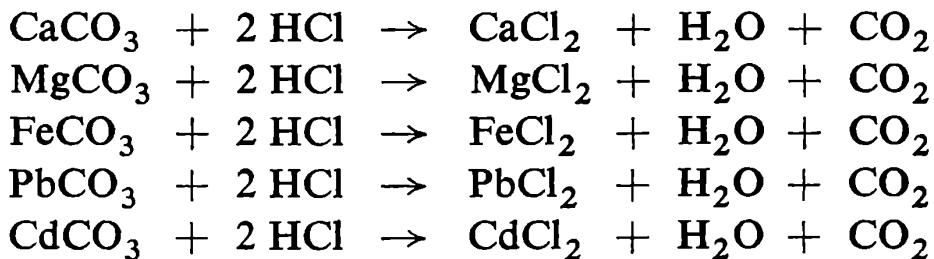
Úloha 2

a) Bežné chloridy a sírany sa radia do skupín:

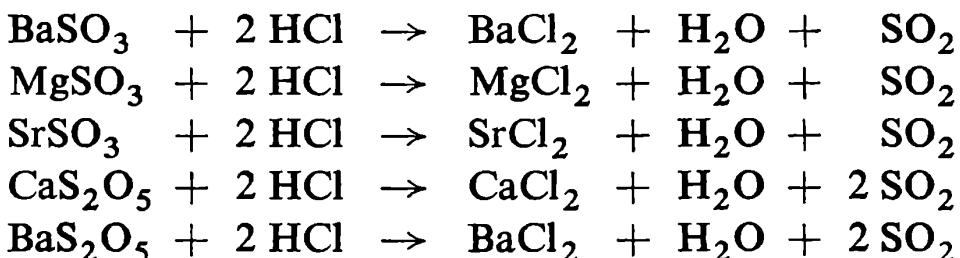
1. Rozpustné, napr. NaCl , Na_2SO_4 , K_2SO_4 , $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$.
2. Nerozpustné, napr. AgCl , HgCl , BaSO_4 , PbSO_4 , CaSO_4 , CuCl .
3. Rozpustné po zahriatí, napr. PbCl_2 , Ag_2SO_4 , TlCl .
4. Vodou sa rozkladajú, napr. HgSO_4 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, BiCl_3 , PCl_3 , PCl_5 .

b) Pôsobením kyseliny chlorovodíkovej vznikajú plyny:

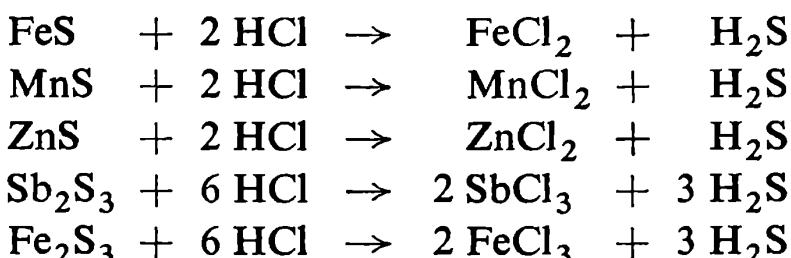
1. CO_2 z nerozpustných uhličitanov (okrem alkalických), napr.:



2. SO_2 z nerozpustných siričitanov, napr.:



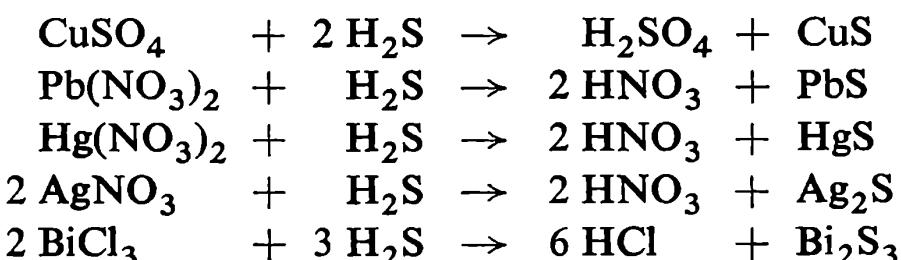
3. H_2S z nerozpustných sulfidov, napr.:

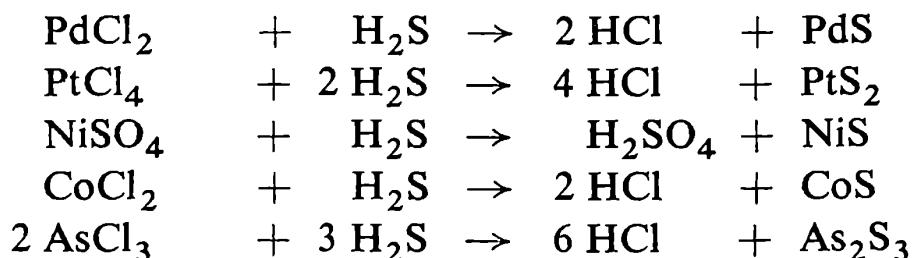


(Len nepatrne alebo prakticky nereagujú s kyselinou chlorovodíkovou tieto sulfidy:

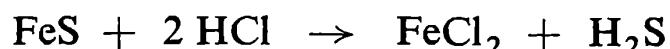
Ag_2S ; HgS ; Hg_2S ; Bi_2S_3 ; PtS_2 ; PdS ; As_2S_3 ; CuS ; CoS ; NiS ; As_2S_5).

- c) Z roztokov solí ľažkých kovov možno sírovodíkom vyzrážať nerozpustné sulfidy, napr.:





d) Reakciu sulfidu železnatého s kyselinou chlorovodíkovou vyjadríme rovnicou:



Teoreticky z 87,9 g FeS získame 22,4 l H₂S
z 1,5 g FeS získame x 1 H₂S

$$x = \frac{22,4 \cdot 1,5}{87,9} = 0,382 \text{ l H}_2\text{S}$$

B. Praktická úloha

Príprava nerozpustného síranu bárnatého a uhličitanu bárnatého a ich premena na rozpustnú bárnatú soľ.

Postup

Pripravte síran bárnatý zrazením, napr. zmiešaním roztoku síranu sodného Na₂SO₄ s roztokom chloridu bárnatého BaCl₂. Zrazeninu premyte (dekantujte).

Suzpenziu síranu bárnatého potom povarte v kadičke s nasýteným roztokom uhličitanu sodného Na₂CO₃. Aj nepatrňa rozpustnosť síranu bárnatého, pri vysokej koncentráции uhličitanu sodného, umožní postupnú tvorbu BaCO₃. Z uhličitanu bárnatého už nie je problém získať dobre rozpustný chlorid alebo dusičnan bárnatý.

Pri práci sa pridržujte pokynov vyučujúceho. Nezabúdajte, že rozpustné bárnaté soli sú jedovaté!

V protokole uvedte rovnice reakcií, hmotnosť reakcií, postup práce a dosiahnuté výsledky.

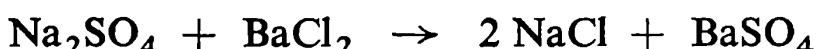
Poznámka:

Východisková hmotnosť dekahydáru síranu sodného $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ je asi 10 g. Zo rozriedeného roztoku síranu sodného Na_2SO_4 zrážame síran bárnatý BaSO_4 so rozriedeným roztokom chloridu bárnatého BaCl_2 v ekvivalentnom pomere.

RIEŠENIE

Príprava nerozpustného síranu bárnatého a uhličitanu bárnatého a ich premena na rozpustnú bárnatú sol.

Príprava síranu bárnatého:



Z východiskovej hmotnosti dekahydáru síranu sodného (asi 10 g $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$) vypočítajte hmotnosť chloridu bárnatého ($\text{BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$).

Napríklad: 322 g $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ obsahuje 142 g Na_2SO_4
10 g $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ obsahuje x g Na_2SO_4

$$x = \frac{1420}{322} = 4,4 \text{ g } \text{Na}_2\text{SO}_4$$

142 g Na_2SO_4 je ekvivalentné 208 g BaCl_2
4,4 g Na_2SO_4 je ekvivalentné y g BaCl_2

$$y = \frac{208 \cdot 4,4}{142} = 6,5 \text{ g } \text{BaCl}_2$$

208 g BaCl_2 zodpovedá 244 g $\text{BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$
6,5 g BaCl_2 zodpovedá z g $\text{BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

$$z = \frac{244 \cdot 6,5}{208} = 7,6 \text{ g } \text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$$

Výpočet možno skrátiť:

Z 322 g $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ možno pripraviť 244 g $\text{BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$
10 g $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ možno pripraviť x g $\text{BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

$$x = \frac{2440}{322} = 7,6 \text{ g } \text{BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$$

Teoretické výpočty budú individuálne, podla návažku (asi 10 g) dekahydáru síranu sodného.

Kontrolný test

Úloha 1

a) Napíšte rovnicu reakcie a vypočítajte, koľko litrov oxidu uhličitého sa za normálnych podmienok zlúči s 50 g hydroxidu sodného. Koľko gramov uhličitanu sodného pritom vznikne.

b) Napíšte a vyčíslite príslušné chemické rovnice:

1. Reakciou olova s kyselinou dusičnou vzniká dusičnan olovnatý, oxid dusičitý a voda.

2. Reakciou síranu manganatého, oxidu olovičitého a kyseliny dusičnej vzniká kyselina mangánistá, síran olovnatý, dusičnan olovnatý a voda.

Úloha 2

a) V roztoku sú dusičnany týchto prvkov: Bi, Fe, Hg, Cu, Ni. Z činidiel: HCl , NaOH , H_2SO_4 , možme vybrať jedno, najvhodnejšie, ktorým z roztoku vyzrážame ne-

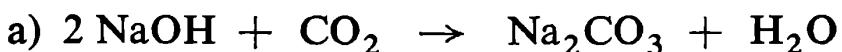
rozpustné zlúčeniny. Vyberte činidlo a napíšte rovnice príslušných reakcií.

b) Napíšte vzorce dvoch vo vode dobre rozpustných solí: chloridy, sulfidy, hydroxidy, uhličitany, sírany.

c) Napíšte vzorce dvoch vo vode málo rozpustných alebo nerozpustných solí: chloridy, sulfidy, hydroxidy, uhličitany, sírany.

RIEŠENIE

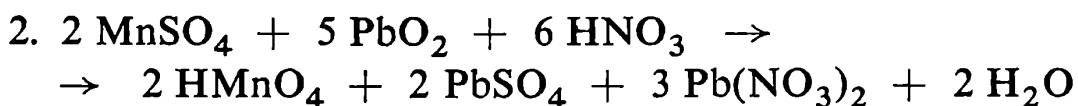
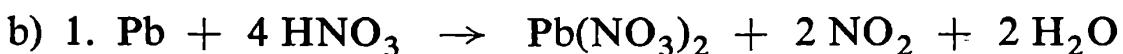
Úloha 1



$$80 \text{ g NaOH} \dots \dots \dots \quad 22400 \text{ cm}^3 \text{ CO}_2$$

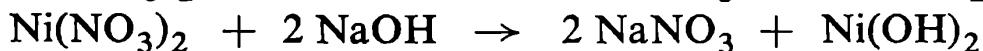
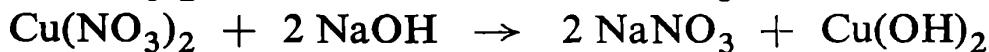
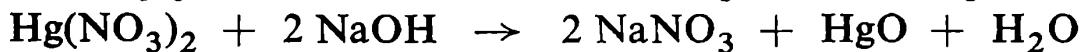
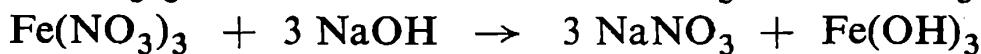
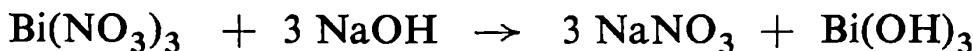
$$50 \text{ g NaOH} \dots \dots \dots \quad x \text{ cm}^3 \text{ CO}_2$$

$$x = \frac{50 \cdot 22400}{80} = 1400 \text{ cm}^3 \text{ CO}_2$$



Úloha 2

a) Najvhodnejším činidlom je NaOH:



b) Chloridy

Vo vode sú väčšinou rozpustné. Nerozpustné sú AgCl , HgCl , CuCl ; v studenej vode málo rozpustné sú PbCl_2 , TlCl .

Sulfidy

Rozpustné sú iba sulfidy alkalických kovov.

Hydroxidy

Dobre sa rozpúšťajú alkalické hydroxidy a hydroxid bárnatý; čiastočne rozpustné sú aj hydroxid strontnatý a vápenatý.

Uhličitany

Rozpustné sú len uhličitany alkalických kovov.

Sírany

Sírany sú vo vode väčšinou rozpustné. Nerozpustné sú SrSO_4 , BaSO_4 , PbSO_4 , málo rozpustné CaSO_4 , Ag_2SO_4 .

B. Praktická úloha

V štyroch skúmavkách, označených 1, 2, 3, 4, sú roztoky obsahujúce neznáme zlúčeniny. Zo vzájomných reakcií týchto roztokov určite, aké látky sú v skúmavkách. Napíšte ich názvy a uveďte rovnice dôkazových reakcií.

RIEŠENIE

Každý riešiteľ má prichystané 4 skúmavky:

1. 4% roztok NaOH alebo 5% KOH
2. 5% roztok CuSO_4
3. 1% roztok AgNO_3
4. 1% roztok BaCl_2

Skúmavky:

Vznikajúce látky:

- a) 1. + 2. \rightarrow modrá zrazenina $\text{Cu}(\text{OH})_2$
- b) 1. + 3. \rightarrow hnedá zrazenina Ag_2O (alebo AgOH)
- c) 1. + 4. \rightarrow zrazenina sa netvorí
- d) 2. + 3. \rightarrow biela zrazenina Ag_2SO_4
- e) 2. + 4. \rightarrow biela zrazenina BaSO_4
- f) 3. + 4. \rightarrow biela zrazenina AgCl

Z výsledku reakcií a) a b):

Vzorka 1 — alkalický hydroxid (NaOH, KOH).

Vzorka 2 — síran měďnatý. Podľa farby zrazeniny a farby roztoku.

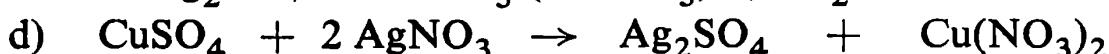
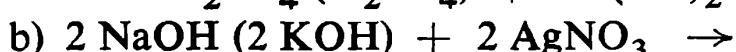
Z výsledku reakcií e) a f):

Vzorka 3 — dusičnan strieborný (jediná do úvahy prichádzajúca strieborná soľ).

S chloridom dává bielu zrazeninu AgCl.

Vzorka 4 — chlorid bárnatý.

Rovnice reakcií:



OKRESNÉ KOLO

A. Teoretické úlohy

Úloha 1

Zostavte chemické rovnice a správne ich vyčíslite (uveďte príslušné koeficienty):

a) Reakciou síranu zinočnatého s hydrogenfosforečnatom sodným vzniká fosforečnan zinočnatý, síran sodný a dihydrogenfosforečnan sodný.

b) Pri zavádzaní chlóru do teplého roztoku hydroxidu draselného vzniká chlorečnan draselný, chlorid draselný a voda.

c) Oxidáciou jódu chlórom vo vodnom prostredí možno pripraviť kyselinu jodičnú a kyselinu chlorovodíkovú.

Úloha 2

Sulfid železnatý sa v kyseline chlorovodíkovej rozkladá, pričom vzniká plyn charakteristického zápachu:

- napište rovnicu tejto reakcie,
- vypočítajte objem tohto jedovatého plynu pri normálnych podmienkach, keby sa pri laboratórnom pokuse použilo 12 gramov čistého sulfidu železnatého,
- vypočítajte objem 35% kyseliny chlorovodíkovej ($\rho = 1,1789 \text{ g cm}^{-3}$), potrebný k reakcii. Relatívna molekulová hmotnosť sulfidu železnatého je 87,91 a chlorovodíka 36,46.

Úloha 3

Máte určiť 6 neznámych látok. Neznámymi látkami sú soli anorganických kyselín (prípadne ich roztoky). Podľa jednotlivých nižšie uvedených popisov reakcií uveďte:

- názov soli podľa príslušnej kyseliny,
- na zvolenom príklade priebeh uvedenej reakcie vyjadrite chemickou rovnicou:

1. Neznáma soľ sa rozpúšťa v kyseline chlorovodíkovej (alebo v kyseline octovej), šumí a uvoľňuje plyn bez farby a bez zápachu.

2. Roztok neznámej soli s roztokom dusičnanu olovnatého vytvára čiernu zrazeninu.

3. Biela kryštalická soľ zmiešaná s práškovou medou (medenými pilinami) po pokvapkaní kyselinou sírovou uvoľňuje plyn červenohnedej farby.

4. Neznáma soľ s roztokom hydroxidu draselného po zahriatí uvoľňuje plynný amoniak (čpavok).

5. Biela prášková látka pokvapkaná koncentrovanou kyselinou sírovou uvoľňuje plyn, ktorý leptá sklo.

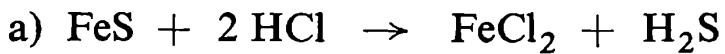
6. Biela kryštalická látka zmiešaná s práškovým burelom po pokvapkaní koncentrovanou kyselinou sírovou uvoľňuje dráždivý, žltozelený plyn, ľažší ako vzduch.

RIEŠENIE

Úloha 1



Úloha 2



b) 12 g FeS odpovedá 0,1365 molu FeS $\left(n = \frac{12}{87,91} \right)$

1 mol FeS poskytne 1 mol H₂S (22 400 cm³)

0,1365 molu FeS poskytne $0,136 \cdot 22\,400 = 3\,046,4 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{S}$

c) 87,91 g FeS zreaguje s $2 \cdot 36,46 = 72,92 \text{ g HCl}$

12 g FeS x

$$x = \frac{12 \cdot 72,92}{87,91} = 9,95 \text{ g HCl (100 \%)}$$

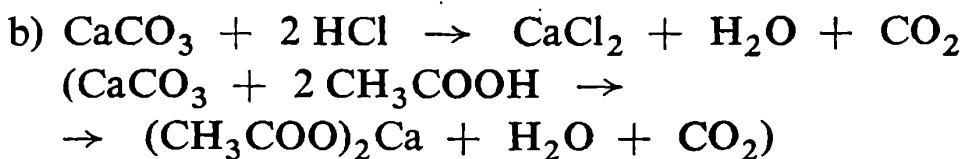
9,95 g HCl 100 %

y 35 %

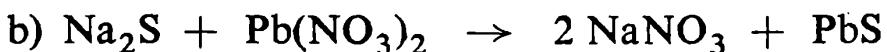
$$y = \frac{995}{35} = 28,43 \text{ g} \quad V = \frac{m}{\rho} = \frac{28,43}{1,1789} = 24,11 \text{ cm}^3$$

Úloha 3

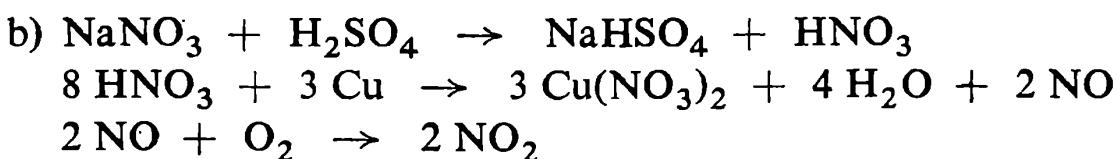
1. a) uhličitan



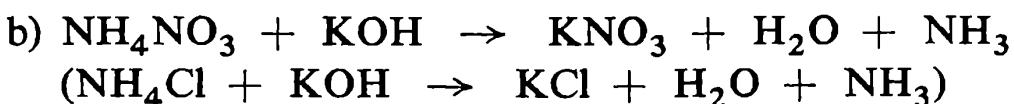
2. a) sulfid (alkalického kovu)



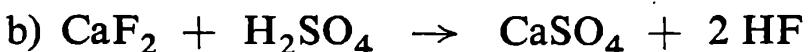
3. a) dusičnan



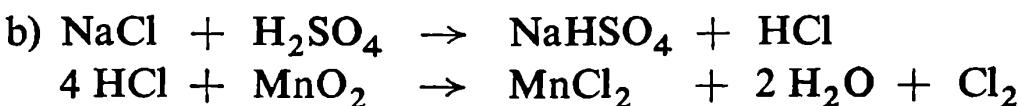
4. a) soľ amónna



5. a) fluorid



6. a) chlorid



B. Praktická úloha

Zistenie zloženia neznámych solí

V 5 predložených vzorkách pevných látok sú dve soli bezkyslíkatých a tri soli kyslíkatých anorganických kyselín. Pomocou rozpúšťania malého množstva vzorky v destilovanej vode a v kyselinách za studena i za tepla zistite podľa ich reakcií vlastnosti pripravených zrazenín, pomocou

Tabuľka 1

Vzorok	H ₂ O	HCl	H ₂ SO ₄	NaOH	Poznámka
BaCO ₃	—	CO ₂	BaSO ₄	—	nerozpustnosť BaSO ₄
PbCl ₂	roztok za horúca	—	PbSO ₄	Pb(OH) ₂	rozpusťnosť Pb(OH) ₂ v nadbytku NaOH
AgNO ₃	roztok	AgCl	Ag ₂ SO ₄	H ₂ O, Ag ₂ O	dusičnan — rozpustná strieborná soľ!
Fe ₂ (SO ₄) ₃	roztok	—	—	Fe(OH) ₃	nerozpustnosť Fe(OH) ₃ v nadbytku NaOH
Na ₂ S	roztok	H ₂ S	H ₂ S	—	plameňová skúška na Na

vzájomných reakcií získaných roztokov a filtrátov (po oddeľení získaných zrazenín), uvolňovaných plynov (prípadne ich využitia na ďalšie dôkazy) zloženie neznámych solí.

- a) Napíšte chemické vzorce zistených solí (1. až 5.),
- b) v stručnom zázname uvedte reakcie dôkazov (aniónov a katiónov).

RIEŠENIE

Riešitelia majú pripravené vzorky v prášku:

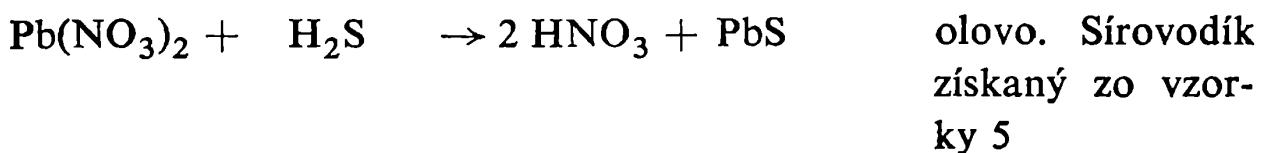
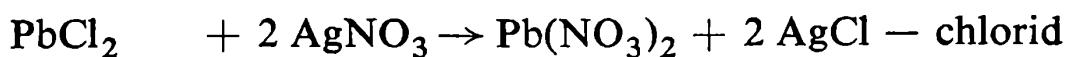
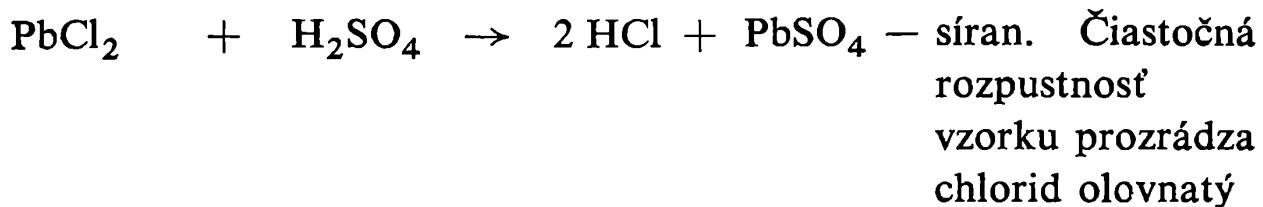
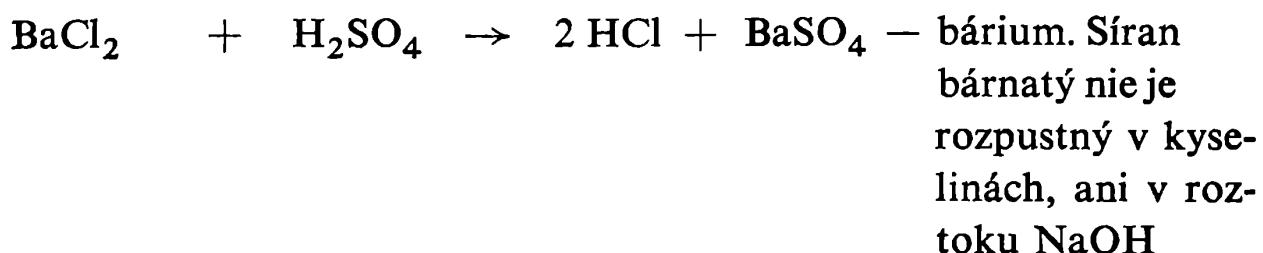
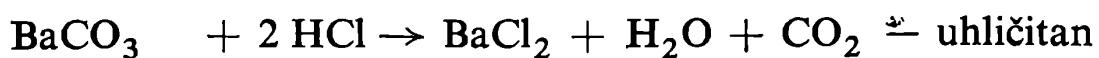
Vzorka: 1. BaCO_3 ; 2. PbCl_2 ; 3. AgNO_3 ; 4. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$; 5. Na_2S .

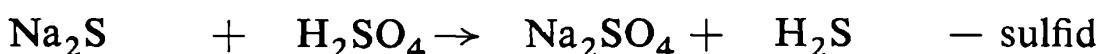
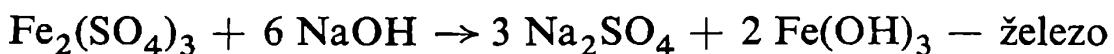
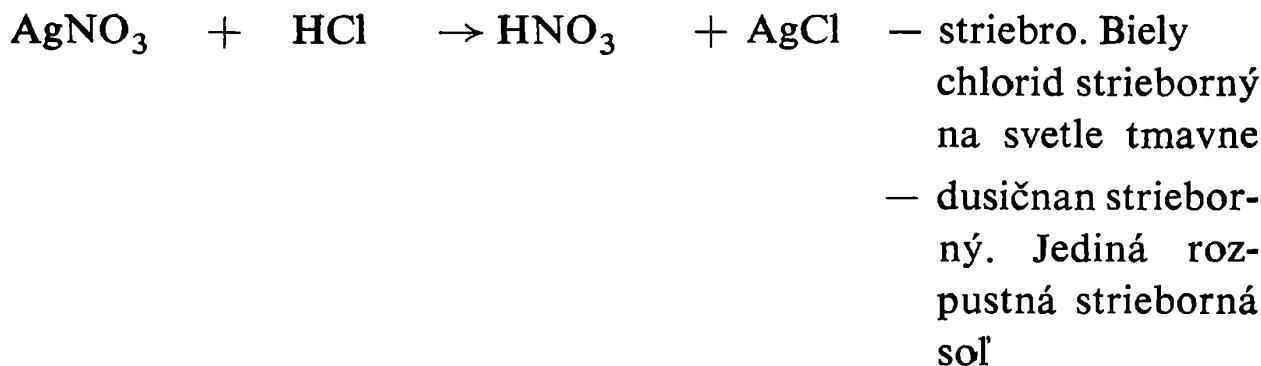
Pomôcky a reagencie:

10 skúmaviek, destilovaná voda, lievik, filtračný papier, kahan, niklový drôtik, pipetka, zriedená HCl , H_2SO_4 , NaOH

Dôkazy:

Reakcie:





KRAJSKÉ KOLO

A. Teoretické úlohy

Úloha 1

a) Vypočítajte, koľko kilomólov a koľko m^3 oxidu siričitého (meraných za normálnych podmienok) unikne do ovzdušia spálením 10 ton čierneho uhlia, ktoré obsahuje 1,5% síry.

b) Zostavte rovnicu a uveďte príslušné koeficienty: Oxidáciou etanolu chrómanom draselným v prostredí kyseliny sírovej vzniká síran chromity, síran draselný, etanal (acetaldehyd) a voda.

c) Určite stehiometrický a molekulový vzorec zlúčeniny, ktorá obsahuje 82,8 % uhlíka a 17,2 % vodíka ($M_r \approx 58$).

Úloha 2

Oxid železitý sa pripraví vyžíhaním hydroxidu železitého, ktorý sa získa zrážaním roztoku chloridu železitého alkalic-kým hydroxidom.

- Napíšte rovnice uvedených reakcií,
- vypočítajte, koľko gramov hexahydrátu chloridu železitého sa použije k zrážaniu, ak treba pripraviť 10 gramov oxidu železitého.

Úloha 3

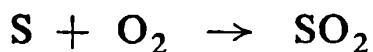
Vyjadrite naznačené reakcie chemickými rovnicami:

- dusičnan strieborný s roztokom jodidu draselného vytvára nerozpustnú svetložltú zrazeninu,
- reakcia hydrogenuhličitanu sodného s kyselinou octovou sa prejavuje šumením;
- roztok síranu mednatého s roztokom hydroxidu sodného vytvorí modrú sliznatú zrazeninu, ktorá povarením sčernie,
- koncentrovaná kyselina sírová rozkladá chlorid sodný za vývoja plynu, ktorý na tyčinke ovlhčenej kvapkou dusičnanu strieborného vytvorí biely zákal,
- roztok chloridu horečnatého s roztokom hydroxidu draselného vytvára bielu zrazeninu, nerozpustnú v nadbytku hydroxidu. Zrazenina sa rozpúšťa v roztoku dusičnanu amónneho.

RIEŠENIE

Úloha 1

- 1,5% z 10 ton je 150 kg

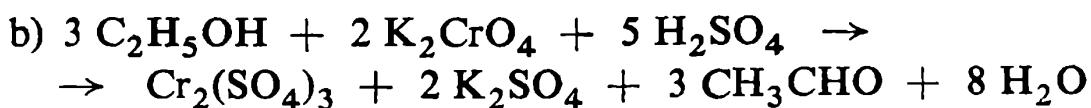


32 kg S	64 kg SO ₂
150 kg S	x kg SO ₂

$$x = \frac{150 \cdot 64}{32} = 300 \text{ kg SO}_2$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{300}{64} = 4,69 \text{ kmol SO}_2$$

1 kmol SO ₂	22,4 m ³
4,69 kmol SO ₂	105,1 m ³



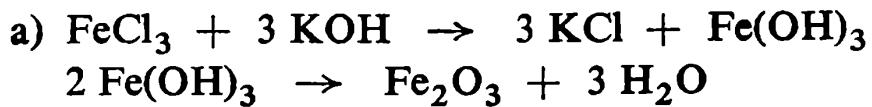
c) $C : H = \frac{82,8}{12} : \frac{17,2}{1}$

$$C : H = 1 : 2,5$$

Stechiometrický vzorec je C₂H₅.

Molekulový vzorec je C₄H₁₀.

Úloha 2

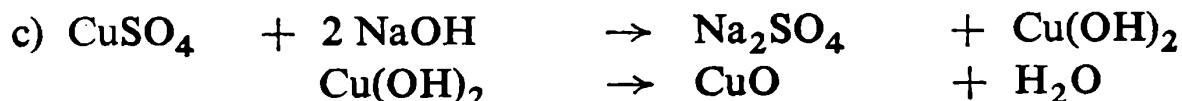
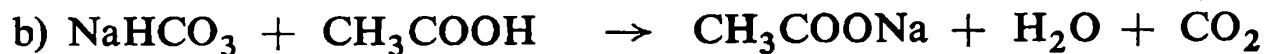


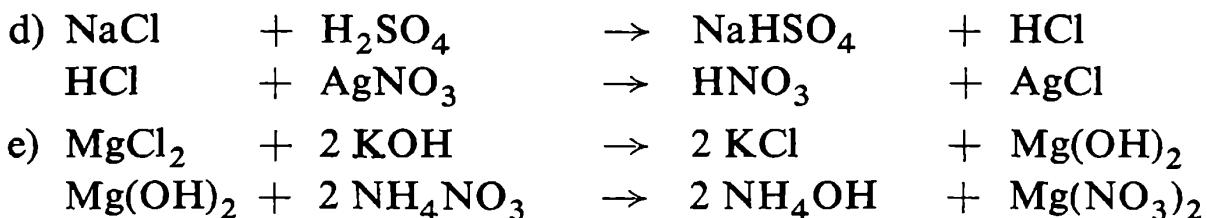
$$160 \text{ g} 2 \cdot 270 \text{ g}$$

$$10 \text{ g} x \text{ g}$$

$$x = \frac{20 \cdot 270}{160} = 33,8 \text{ g}$$

Úloha 3





B. Praktická úloha

Príprava jodoformu

Halogénové deriváty uhľovodíkov vznikajú nahradzovaním jedného alebo viacerých vodíkových atómov halogénom. Niekedy sa tieto zlúčeniny pripravujú priamym pôsobením halogénu na uhľovodík, inokedy je ich príprava zložitejšia, alebo sa používajú výhodnejšie východiskové zlúčeniny, ako i metódy prípravy a výroby.

Jodoform CHI_3 vytvára žlté kryštáliky šafránového zápachu a môžeme ho pripraviť podľa reakcie, vyjadrenej touto chemickou rovnicou:



V praktickom pokuse pripravíme jodoform podľa tohto návodu:

Odvážte 3 g uhličitanu draselného (potaše), 4 g kryštalického jódu a 6 g etanolu (85%). Potaš rozpustite v 20 cm^3 destilovanej vody a pridajte etanol. Kryštalický jód roztrrite na jemný prášok.

Pripravte vodný kúpel a změs obidvoch roztokov zahrievajte vo vodnom kúpeli pri teplotě 70°C a po malých dávkach pridávajte jód.

Po ukončení reakcie (odfarbenie kvapaliny) roztok nechajte ochladíť. Vylúčené kryštáliky odsajte na Büchnerovom lieviku.

- a) O vykonanej práci napíšte stručný protokol.
- b) Výťažok jodoformu zvážte a porovnajte s teoretickým výpočtom (východiskový údaj 4 g I_2). Výťažok vyjadrite v percentách.

RIEŠENIE

Pri praktickej úlohe hodnotíme hlavne laboratórnu techniku a čistotu práce.

- a) Vázenie — zistenie nulovej polohy váh, vázenie (cez ruku) používanie aretácie, použitie odvažovačky (papiera), použitie pinzety, čistota na váhach a okolí.
- b) Odmeriavanie kvapaliny, príprava roztoku, zahrievanie, miešanie, filtrácia a podobne.
- c) Výťažok porovnáme k teoretickej hodnote 3,1 g jodoformu.
- d) Správnosť a úhľadnosť protokolu.

Kategorie C

Autor: doc. RNDr. Viktor Hofman, CSc.
Pedagogická fakulta UJEP Brno

ŠKOLNÍ KOLO

A. Teoretické úlohy

Úloha 1

Studium literatury

Ve vhodné učebnici anorganické chemie¹⁾ prostudujte kapitolu o prvcích V. hlavní podskupiny periodického systému. Pořidte si výpisky o důležitějších sloučeninách těchto prvků a jejich reakcích, uspořádejte je podle hledisek, která sami zvolíte (např. skupina sloučeniny s vodíkem, kovy, kyslíkem, skupiny sloučenin prvků V. skupiny podle rostoucího oxidačního čísla).

Dále si zopakujte postup při výpočtech z chemických vzorců a rovnic²⁾.

Výpisky předložte ke kontrole spolu s dalšími vypracovanými úkoly.

Literatura

1. REMY, H.: Anorganická chemie I, II. SNTL, Praha 1972.
2. TRTÍLEK, J. - WAGNER, A.: Jak porozumíme chemickým vzorcům a rovnicím, SNTL - Práce, Praha 1973.

Úloha 2

Umíte najít chyby?

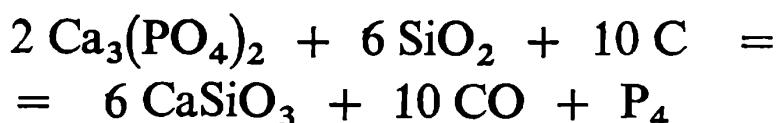
Předložený text byl vybrán z učebnice a při jeho přepisování byly záměrně udělány chyby ve značkách, vzorcích, rovnicích, slovech i v celých výrocích. Vaším úkolem je tyto chyby odhalit a opravit. Řešení úkolu upravte např. do tabulky s třemi kolonami:

Tabulka 2

Řádek textu	Chybně	Správně

Fosfor. Fosfor se vyskytuje v přírodě např. ve fosforitu, jehož hlavní složkou je $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Volný fosfor se vyskytuje např. v sopečných plynech.

Bílý fosfor vzniká reakcí fosforečnanů s oxidem křemičitým a koksem v žáru:



V párách bílého fosforu existují molekuly P_4 , P_6 a P_8 . Bílý fosfor je stálejší než fosfor oranžový. Obě modifikace se rozpouštějí ve vodě, sirouhlíku a ethylalkoholu.

Reakcí fosforu s kovy první a druhé skupiny vznikají fosfiny. Jejich hydrolyzou se uvolňuje fosfen:



Podobně hydrolyzou nitridů těchto kovů vzniká salmiak. Fosfor reaguje také s řadou nekovů za vzniku iontových molekulárních sloučenin, jejichž vlastnosti velmi těsně souvisí s jejich strukturou. Strukturu oxidů P_4O_6 a P_4O_{10} lze znázornit modely, v nichž atomy fosforu jsou představovány koulemi umístěnými v rozích oktaedru. Reakcí oxidu fosforečného s vodou vzniká kyselina H_3PO_4 , která dalším přidáváním vody přechází na kyselinu metafosforečnou $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ a nakonec na pyrofosforečnou $(\text{HPO}_3)_n$.

Úloha 3

Periodicitu vlastností prvků

Měření fyzikálních vlastností prvků přispělo k objasnění vztahů mezi elektronovou konfigurací atomu prvku a jeho umístěním v periodické soustavě. Význačnou vlastností je ionizační potenciál, který určuje potřebnou energii k odtržení prvního (I_1), druhého (I_2), popř. dalších elektronů z obalu atomu. Uvádí se v hodnotách J/mol nebo eV/atom. V připojené tabulce jsou uvedeny hodnoty I_1 až I_{10} pro prvních 15 prvků.

Vaším úkolem je:

- a) sestrojit graf závislosti prvního ionizačního potenciálu na atomovém čísle prvku;
- b) sestrojit graf závislosti ionizačního potenciálu na náboji vzniklé částice pro fluoi a sodík;

Tabulka ionizačních potenciálů

Tabulka 3

Prvek	Ionizační potenciál eV/atom						
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆	I ₇
H	13,6						
He	24,6	54,4	75,6	122,4			
Li	5,4	9,3	18,2	153,9	217,7		
Be	8,3	25,2	37,9	259,3	340,1		
B	11,3	24,4	47,9	64,5	392,9	489,9	
C	14,5	29,6	47,4	77,5	97,9	551,9	
N	13,6	35,2	54,9	77,4	113,9	138,1	666,8
O	17,4	34,9	62,7	87,2	114,2	157,1	871,1
F	21,6	41,1	63,5	97,2	126,4	157,9	185,1
Ne	5,1	47,3	71,8	98,9	138,6	172,4	207,1
Na	7,6	15,0	78,2	109,3	141,2	186,8	208,4
Mg	6,0	18,8	28,4	120,0	153,8	190,4	225,3
Al	8,1	16,3	33,5	45,1	166,7	205,1	241,8
Si	10,6	19,7	30,2	51,4	65,0	220,4	263,3
P							309,3
							372,8

c) vysvětlit stručně závislosti plynoucí z tabulky a z obou grafů (ionizační potenciál – postavení prvku ve skupině, soubor ionizačních potenciálů I_1 , $I_2 \dots I_n$ – rozmístění elektronů ve slupkách, hladinách).

Úloha 4

Složení pájky

Pájka obsahuje 30% cínu, olovo a antimon. Žíháním 2 g pájky vznikne 2,277 g směsi oxidů. Směs obsahuje oxid olova s obsahem 92,83% olova, oxid cínu, v němž je hmotnost-

Tabulka 4

Řádek	Chybně	Správně
2	$\text{Cr}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
2, 3	... se vyskytuje např. ...	se v přírodě nevyskytuje
7	P_4 , P_6 , P_8	P_4
8	stálejší ... oranžový	méně stálý než fosfor červený
8, 9	Obě ... ethylalkoholu	Bílý fosfor se rozpouští v sirouhlíku
11	... fosfiny	fosfidy
11	... fosfen	fosfin
13	... salmiak	amoniak
14	... iontových	kovalentních
18	... oktaedru	tetraedru
20	H_3PO_4	$(\text{HPO}_3)_n$
21	metafosforečnou	tetrahydrogendifosforečnou
21	pyrofosforečnou $(\text{HPO}_3)_n$	trihydrogenfosforečnou H_3PO_4

ní zlomek kyslíku 0,2123, a směs ekvivalentních množství oxidu antimonitého a antimoničného. Určete hmotnostní zlomek všech složek pájky.

ŘEŠENÍ

Úloha 1

Studium literatury

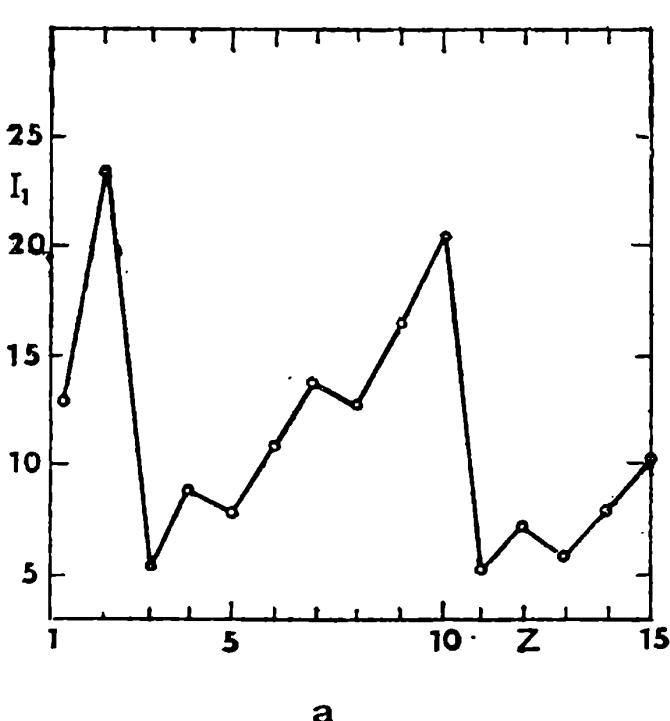
Úkol se neboduje. Učitel zkонтroluje konspekty a poradí žákům vhodný způsob samostatné práce.

Úloha 2

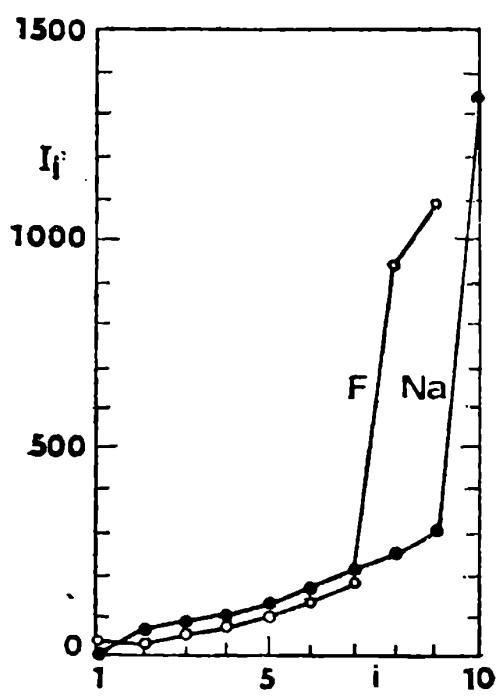
Umíte najít chyby? Řešení je v tabulce 4 na str. 34.

Úloha 3

a) b) Možná úprava obou grafů je na obr. 1a a 1b.



a



b

Obr. 1a a 1b Periodicitá vlastností prvků.

c) Ionizační potenciál roste od první do osmé skupiny. Nejsnáze vznikají kationty alkalických kovů (M^+). Při postupné ionizaci je k odtržení každého dalšího elektronu potřebná vyšší ionizační energie. U jednotlivých prvků neroste ionizační potenciál plynule, ale mění se skokem tak, jak to odpovídá uspořádání elektronů v jednotlivých hladinách, např. u fluoru $7 + 2$, u sodíku $1 + 8 + 2$.

Úloha 4

Složení pájky

2 g pájky obsahují 30 % cínu:

$$m(\text{Sn}) = 2 \text{ g} \cdot 0,30 = 0,60 \text{ g}$$

$$m(\text{Pb}) + m(\text{Sb}) = 1,40 \text{ g}$$

složení oxidu olova Pb_aO_b

$$a : b = \frac{92,83}{207,2} : \frac{7,17}{16} = 0,447 : 0,447 = 1 : 1$$

složení oxidu cínu Sn_mO_n

$$m : n = \frac{0,787 \ 7}{118,7} : \frac{0,212 \ 3}{16} = 0,006 \ 65 : 0,013 \ 3 = 1 : 2$$

složení směsi oxidů

$$m(\text{SnO}_2) + m(\text{PbO}) + m(\text{SbO}_2) = 2,277 \text{ g}$$

$$m(\text{SnO}_2) = m(\text{Sn}) \frac{M(\text{SnO}_2)}{A_r(\text{Sn})} = 0,60 \text{ g} \cdot 1,2696 = 0,762 \text{ g}$$

$$m(\text{PbO}) = m(\text{Pb}) \frac{M(\text{PbO})}{A_r(\text{Pb})} = m(\text{Pb}) \cdot 1,077$$

$$m(\text{SbO}_2) = m(\text{Sb}) \frac{M(\text{SbO}_2)}{A_r(\text{Sb})} = m(\text{Sb}) \cdot 1,262 \ 8$$

$$0,762 \text{ g} + m(\text{Pb}) \cdot 1,077 + m(\text{Sb}) \cdot 1,2628 = 2,277 \text{ g}$$

$$m(\text{Pb}) + m(\text{Sb}) = 1,40 \text{ g} \cdot 1,2628$$

$$0,1858 m(\text{Pb}) = 0,253 \text{ g}$$

$$m(\text{Pb}) = 1,362 \text{ g}$$

$$m(\text{Sb}) = 0,038 \text{ g}$$

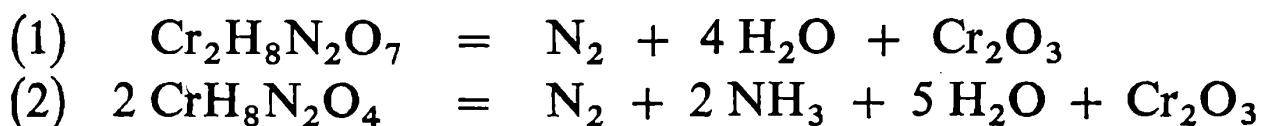
$$\%(\text{Pb}) = 136,2 : 2 = 68,1; \%(\text{Sb}) = 3,8 : 2 = 1,9.$$

B. Praktická úloha

Ověření složení soli

Jsou předloženy dva vzorky soli, z nichž jedna je amonná sůl aniontu obsahujícího chrom s oxidačním číslem VI. Tato sůl se zahříváním prudce rozkládá.

Vaším úkolem je dokázat amonnou sůl a potom rozložit její odvážené množství a jímat vzniklé plynné produkty. Na základě výsledku pokusu máte dokázat správnost jedné z uvedených rovnic rozkladu:



Postup

a) Dokažte, který z obou vzorků je amonná sůl. Užijte některá z připravených činidel: 2 M NaOH, 2M H₂SO₄, 12M HCl, pH papírky.

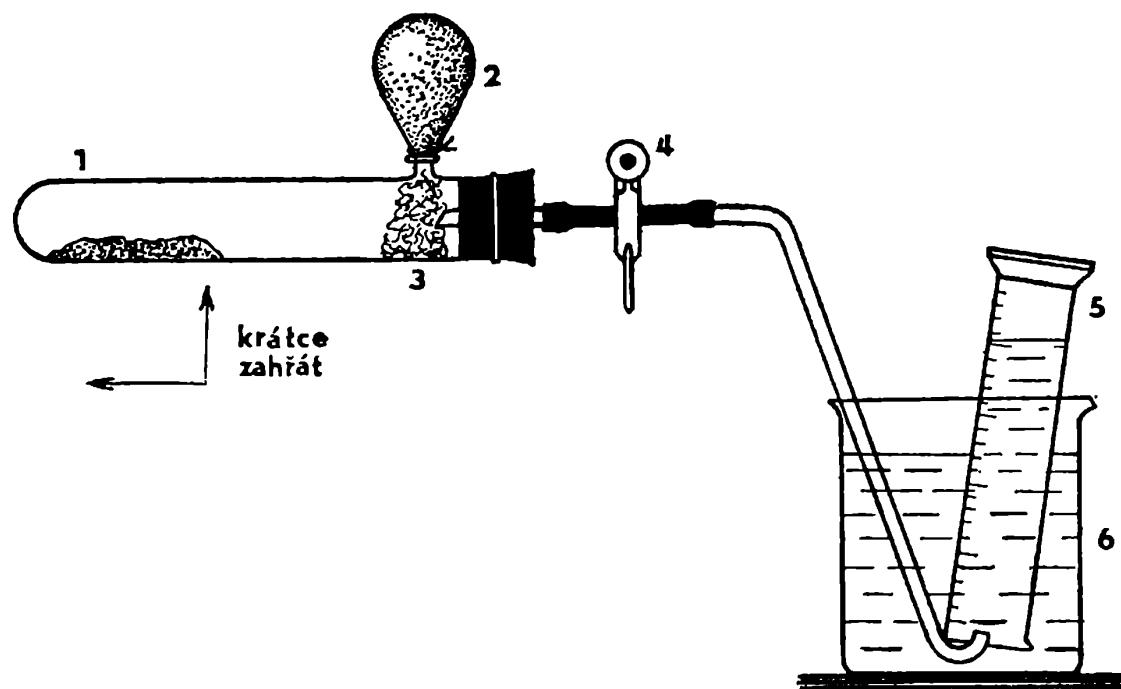
Dokažte příslušný anion po zalkalizování roztoku soli hydroxidem sodným. Který kation obsahuje druhá sůl?

Jakou snadnou zkouškou to dokážete?

Zapište stručně svá pozorování, závěry a rovnice využitých reakcí.

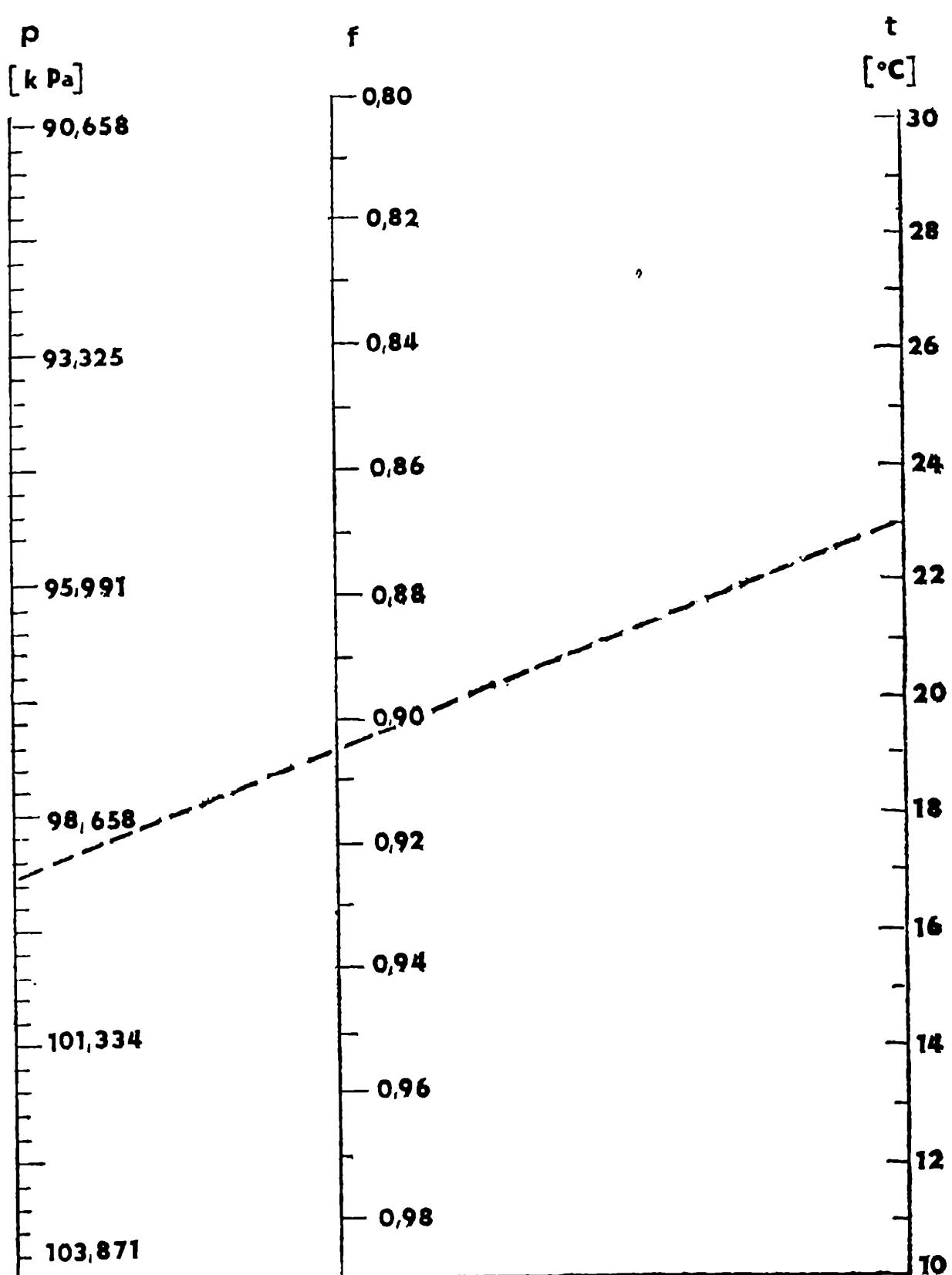
b) Odvažte 1 g amonné soli, vsypte do čisté suché zkumavky a sestavte přístroj podle obr. 2. Látku ve zkumavce krátce zahřejte, až se začne rozkládat. Po skončení reakce ještě přežíhněte stěny zkumavky, aby se rozložily případné zbytky výchozí látky.

Vyčkejte 5 až 10 minut do vychladnutí přístroje a vzniklý plyn přetlačte z balónku do druhé části přístroje. Změřte objem vzniklého plynu, teplotu a barometrický tlak. V tabulkách vyhledejte tenzi vodních par při naměřené teplotě.



Obr. 2. Aparatura k ověření složení soli

- 1 — vzorek je rozsypán v delší vrstvě a zahříván zprvu při ústí zkumavky; jestliže se reakce zastaví, je možno znovu zahřát další část vrstvy
- 2 — kaučukový balónek nasunutý na bočním tubusu zkumavky a upevněný např. ovázáním nití
- 3 — načechraný smotek azbestové (skelné, čedičové) vaty
- 4 — pérová tlačka na spojovací hadici
- 5 — odměrný válec objemu 100 až 250 cm³
- 6 — široká kádinka objemu 400 až 1 000 cm³



Obr. 3. Nomogram pro suchý vzduch

c) Dokažte kov v získaném oxidu:

1. boraxovou perličkou,
2. tavením se směsí dusičnanu draselného a sody.

Po změření objemu plynu zvedněte válec dnem vzhůru nad hladinu vody, uzavřete hned hodinovým sklíčkem, převraťte a dokažte zachycený plyn.

Důkazy popište a doplňte příslušnými rovnicemi.

d) Naměřený objem plynu převeďte na normální podmínky podle vztahu:

$$v_o = f \cdot v$$

f = korekční faktor, který určíte pomocí nomogramu (viz obr. 3).

e) Z výsledků měření určete složení soli a rovnici rozkladu. Napište správný konstituční vzorec užité soli a její název.

f) Vysvětlete, proč bylo nutno užít vyobrazenou aparaturu s balónkem a proč nebylo možno jímat plyn přímo při rozkladu nad vodou.

Poznámka

Žákům předložíme dva vzorky NH_4^+ a K^+ sůl příslušného aniontu.

Návod k použití nomogramu

Čárkováně je na nomogramu vyznačen postup při určení korekčního faktoru $f = 0,905$ za těchto podmínek pokusu:

$$p = 99,3 \text{ kPa}, \quad t = 23^\circ\text{C}$$

Objem plynu za normálních podmínek v_o určete podle vzorce:

$$v_o = f \cdot v$$

Např. $v = 1\ 000\ \text{cm}^3$, $p = 99,3\ \text{kPa}$, $t = 23\ ^\circ\text{C}$

$$v_o = f \cdot v = 0,905 \cdot 1\ 000\ \text{cm}^3 = 905\ \text{cm}^3$$

ŘEŠENÍ

Ověření složení soli

Rozklad probíhá podle rovnice (1).

Rozkladem $\text{M}[(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7]$ vznikne 22,41 l dusíku.

Rozkladem 1,0 g soli vznikne $v_o(\text{N}_2) = 22\ 410/252,07 = 88,9\ \text{cm}^3$

Použitá aparatura, čistota soli, převod objemu plynu na normální podmínky bez korekce na tenzi vodní páry, přesnost měření objemu — to vše dovoluje stanovení s přesností $\pm 3\%$.

Použití balónku zabraňuje okamžitému přílišnému zvýšení tlaku uvnitř přístroje, které by mohlo vést k výbuchu.

Kontrolní test

V následujících dvaceti úkolech jsou vám předkládány vždy čtyři různé možnosti řešení, z nichž jen jediná je správná. Určete ji a zapište např. 1.A (nebo 1.B, 1.C, 1.D), atd. Pomocné výpočty a jiné zápisy potřebné k řešení proveděte na zvláštní papír. Pracujte bez tabulek a dalších pomůcek. Zaokrouhlené hodnoty relativních atomových hmotností:

$$\text{H} = 1; \text{C} = 12; \text{N} = 14; \text{O} = 16; \text{P} = 31; \text{S} = 32.$$

Není-li uvedeno jinak, platí pro plyny normální podmínky.

Úloha 1

Vypařením $1\ \text{cm}^3$ kapalného dusíku ($\rho = 0,81\ \text{g cm}^{-3}$) vznikne určitý objem plynu ($v\ \text{cm}^3$):

- A. 224; B. 650; C. 893; D. 1 120.

Úloha 2

Amoniak je možno sušit

- A. oxidem vápenatým
- B. oxidem fosforečným
- C. bezvodým síranem měďnatým
- D. koncentrovanou kyselinou sírovou

Úloha 3

Kolik m^3 plynného amoniaku by bylo možno získat při 100% výtěžku syntézou dusíku s 1 kg vodíku?

- A. 2,24; B. 4,48; C. 7,47; D. 11,2.

Úloha 4

V kolika m^3 plynného amoniaku je vázán 1 kg dusíku?
A. 0,224, B. 1,12; C. 1,38; D. 1,6.

Úloha 5

Vodný roztok amoniaku obsahuje tyto hydratované částice:

- A. NH_3 , $[\text{NH}_4]^+$, OH^-
- B. NH_4OH , $[\text{NH}_4]^+$, OH^-
- C. NH_3 , NH_4OH
- D. NH_4OH , $[\text{NH}_4]^+$, H^+

Úloha 6

V jednom objemu vody se pochltilo 336 objemů plynného amoniaku. Určete přibližnou hodnotu molarity vzniklého roztoku.

- A. 11,5M; B. 15M; C. 23M; D. 31,5M.

Úloha 7

Reakcí roztoku hydrazinu se zředěnou kyselinou chlorovodíkovou vzniká:

- A. NH_3OHCl ; B. $\text{NH}_2\text{NH}_3\text{Cl}$; C. $\text{NH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$;
- D. $\text{NH}_2\text{NH}_2\text{Cl}$.

Úloha 8

Průběh reakce plynného amoniaku s chlorem vystihuje nejlépe rovnice:

- A. $3 \text{Cl}_2 + 8 \text{NH}_3 = \text{N}_2 + 6 \text{NH}_4\text{Cl}$
- B. $\text{Cl}_2 + 2 \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2 \text{NH}_4\text{Cl} + \frac{1}{2}\text{O}_2$
- C. $\text{Cl}_2 + 3 \text{NH}_3 = \text{NH}_4\text{Cl} + \text{N}_2\text{H}_5\text{Cl}$
- D. $\text{Cl}_2 + 2 \text{NH}_3 = \text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_2\text{Cl}$

Úloha 9

Rozkladem dusičnanu amonného při zahřívání vzniká:

- A. amoniak a kyselina dusičná
- B. amoniak, vodní pára, oxid dusičitý a kyslík
- C. oxid dusný a vodní pára
- D. dusík a vodní pára

Úloha 10

Reakce nitridu hořečnatého s vodou patří mezi reakce:

- A. hydrolytické B. redoxní
- C. slučovací D. substituční

Úloha 11

Směs chloridu amonného a síranu draselného lze nejsnadněji a nejrychleji rozdělit:

- A. krystalizací B. sublimací
- C. srážením D. extrakcí

Úloha 12

Které dusíkaté hnojivo má největší procentový obsah dusíku?

- A. dusičnan amonný
- B. dusičnan vápenatý
- C. síran amonný
- D. amoniak

Úloha 13

Reakcí oxidu dusičitého s roztokem hydroxidu sodného vzniká směs:

- A. $\text{Na}_2\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- B. $\text{NaNO}_2 + \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- C. $\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
- D. $\text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Úloha 14

Oxid dusičitý ani oxid dusnatý nevzniká při reakci koncentrované kyseliny dusičné s:

- A. Cu; B. S; C. Zn; D. Au.

Úloha 15

Jaký je objem plynů (při 546 °C) vzniklých reakcí 22,86 kg

dusičnanu amonného s ekvivalentním množstvím uhlíku, jestliže výbuch této směsi vystihuje následující rovnice?



- A. 50 m^3 ; B. $67,3 \text{ m}^3$; C. $89,5 \text{ m}^3$; D. 224 m^3 .

Úloha 16

Jeden z napsaných vzorců kyselin fosforečných je ne-správný.

- A. HPO_3 ; B. H_3PO_4 ; C. $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$; D. $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_9$.

Úloha 17

Superfosfát obsahuje vedle fosforečného hnojiva jako podstatnou složku:

- A. síran vápenatý
- B. uhličitan vápenatý
- C. křemičitan vápenatý
- D. fluorid vápenatý

Úloha 18

Fosfin lze připravit reakcí:

- A. fosforu s amoniakem
- B. fosforu s roztokem hydroxidu sodného
- C. fosforu s roztokem kyseliny sírové
- D. chloridu fosforitého s vodou

Úloha 19

- Hustoty amoniaku a fosfinu jsou v poměru:
A. 1 : 2; B. 1 : 2,5; C. 1 : 3,2; D. 1 : 4.

Úloha 20

- Hydridy prvků V. skupiny při zahřívání odštěpují vodík.
Při nejnižší teplotě se takto rozkládá:
A. NH_3 ; B. PH_3 ; C. AsH_3 ; D. SbH_3 .

ŘEŠENÍ

Úloha 1.B; 2.A; 3.C; 4.D; 5.A; 6.B; 7.B; 8.A; 9.C; 10.A; 11.B;
12.D; 13.B; 14.D; 15.B; 16.D; 17.A; 18.B; 19.A; 20.D.

KRAJSKÉ KOLO

A. Teoretické úlohy

Úloha 1

Složení reakčního produktu

Reakcí práškového železa s přebytkem bromu vzniká sloučenina A obsahující 20,8 % železa a zbytek bromu. Látka A reaguje s potaší za vzniku oxidu uhličitého, bromidu draselného a oxidu železa B. K redukci 0,696 g oxidu B na železo se spotřebuje $268,6 \text{ cm}^3$ vodíku (měřeno za normálních podmínek).

Určete vzorce látek A, B a napište rovnice probíhajících

reakcí. Počítejte se zaokrouhlenými hodnotami relativních atomových hmotností:

$$A_r(\text{Fe}) = 56$$

$$A_r(\text{Br}) = 80$$

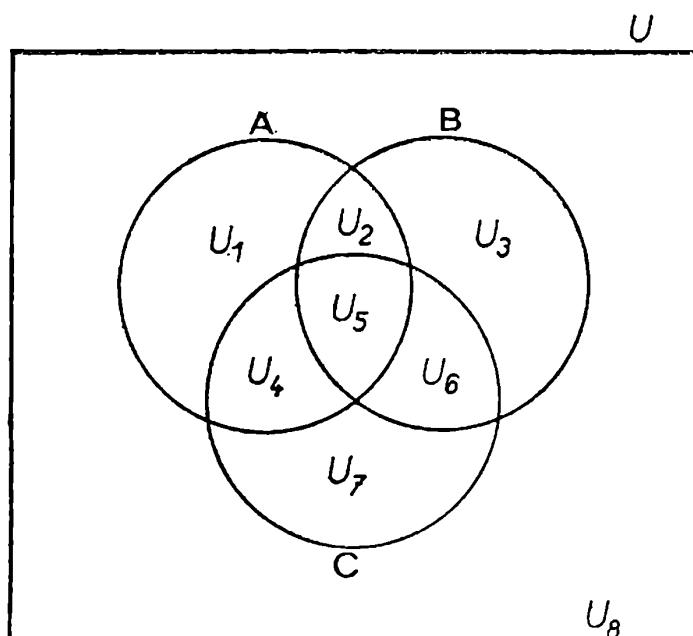
$$A_r(\text{O}) = 16$$

Úloha 2

Klasifikace chemických reakcí

Při klasifikaci látek a dějů v chemii můžeme s výhodou využívat prostředky množinové matematiky, jak ilustruje následující příklad.

Máme rozhodnout u několika vybraných reakcí, zda jsou (nebo nejsou) reakcemi substitučními nebo oxidačně redukčními a zda při nich vzniká (nebo nevzniká) plyn. Klasifikace podle jediného hlediska by byla jistě jednoduchá, aniž by bylo nutno užívat zvláštní prostředky. Současné třídění podle tří nebo více hledisek usnadní využití Vennova množinového diagramu (obr. 4).



Obr. 4.
Množinový diagram.

Uzavřená plocha U je pro náš příklad definována jako množina vybraných reakcí:

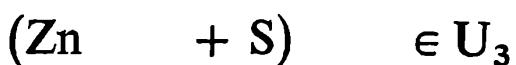
$$U = \{Zn + CuCl_2, \\ Zn + S, \\ Zn + HCl, \\ Cu + HNO_3, \\ HCl + NaOH, \\ CaCO_3 + HCl\}$$

Uzavřená křivka A = {reakce substituční}

B = {reakce oxidačně redukční}

C = {reakce vzniku plynu}

Jednotlivé křivky se protínají tak, že množina U je rozdělena na osm podmnožin, které určují všechny možnosti zařazení uvedených reakcí. Např. do podmnožiny U₁ patří reakce substituční, které nejsou oxidačně redukční ani při nich nevzniká plyn (není to žádný ze zvolených příkladů). Do podmnožiny U₅ zařadíme reakci zinku s kyselinou chlorovodíkovou, neboť je to substituce, současně i oxidačně redukční reakce a současně i reakce vzniku plynu. Podobně lze klasifikovat i ostatní uvedené příklady reakcí:



Symbol ∈ čteme: ... patří do

Po prostudování množinového diagramu (obr. 4) zařaďte podle hledisek uvedených v příkladu tyto reakce:

- a) $\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 = 2 \text{NH}_3$
- b) $\text{Na} + \text{NH}_3 = \text{NaNH}_2 + \frac{1}{2} \text{H}_2$
- c) $2 \text{NH}_3 + \text{NaOCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{N}_2\text{H}_5\text{HSO}_4 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
- d) $4 \text{NH}_3 + 3 \text{O}_2 = 6 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{N}_2$
- e) $\text{NH}_4\text{NO}_3 = \text{N}_2\text{O} + 2 \text{H}_2\text{O}$
- f) $2 \text{NaNH}_2 + \text{N}_2\text{O} = \text{NaN}_3 + \text{NaOH} + \text{NH}_3$
- g) $\text{NH}_4\text{OH} + \text{HNO}_3 = \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- h) $2 \text{KNO}_2 + 2 \text{KI} + 2 \text{H}_2\text{SO}_4 = 2 \text{K}_2\text{SO}_4 + 2 \text{NO} + \text{I}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
- i) $2 \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$
- j) $\text{AlP} + 3 \text{H}_2\text{O} = \text{PH}_3 + \text{Al}(\text{OH})_3$
- k) $3 \text{PBr}_5 + \text{P}_2\text{O}_5 = 5 \text{POBr}_3$
- l) $\text{P}_4\text{O}_{10} + 6 \text{H}_2\text{O} = 4 \text{H}_3\text{PO}_4$
- m) $\text{Cd} + 2 \text{AgNO}_3 = \text{Cd}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{Ag}$
- n) $\text{NaOH} + \text{NH}_4\text{Cl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3$
- o) $5 \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{POCl}_3 = 3 \text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7 + 3 \text{HCl}$

Zápis řešení: $a \in U_i$

$b \in U_i$ atd. ($i = 1, 2, \dots$)

Úloha 3

Chemické vlastnosti dusíku a jeho sloučenin

Je dáno 16 dvojic látek, pro něž máte posoudit možnosti jejich vzájemných reakcí. Jedna výchozí látka je sloučenina dusíku, popř. volný dusík, druhá výchozí látka je kyslík, měď, oxid měďnatý nebo hydroxid měďnatý. V následující tabulce jsou uvedeny všechny kombinace dvojic reaktantů:

Tabulka 5

	NH ₃	N ₂	NO	HNO ₃
O ₂	1	2	3	4
Cu	5	6	7	8
CuO	9	10	11	12
Cu(OH) ₂	13	14	15	16

Vaším úkolem je napsat rovnice všech reakcí, které mohou probíhat. Ke všem vzorcům reaktantů a produktů připište do závorky označení pro jejich vlastnosti: (g) – plyn, (l) – kapalina, (s) – pevná látka, (aq) – vodný roztok. Nad šipkou v rovnici vyznačte zkratkami další podmínky reakce, např. *t* – zvýšená teplota, *p* – zvýšený tlak, *k* – užití katalyzátoru. U dvojic látek, které vzájemně ne-reagují, uveděte stručně zdůvodnění, proč jejich vzájemná reakce neprobíhá.

V řešení očíslujte jednotlivé rovnice reakcí stejně jako v uvedené tabulce.

ŘEŠENÍ

Úloha 1

Složení reakčního produktu.

Složení bromidu železa A (Fe_aBr_b)

$$\begin{aligned}
 a:b &= \frac{20,8}{56} : \frac{79,2}{80} = 0,371 : 0,99 = 1 : 2,67 = \\
 &= 2 : 5,34 = \\
 &= 3 : 8,01 = \\
 &= 4 : 10,68 = \\
 &= 5 : 13,35 = \dots
 \end{aligned}$$

Z uvedených poměrů se nejvíce blíží požadavku celých malých čísel poměr $3 : 8,01$, z něhož plyne vzorec Fe_3Br_8 nebo $\text{FeBr}_2 \cdot 2 \text{FeBr}_3$

Složení oxidu B (Fe_fO_g)

$268,6 \text{ cm}^3$ vodíku odpovídá $134,3 \text{ cm}^3$ vázaného kyslíku
hmotnostní množství kyslíku $m(\text{O}_2) = 134,3 \text{ cm}^3$

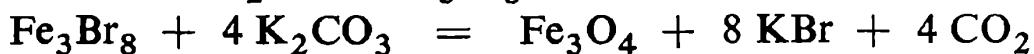
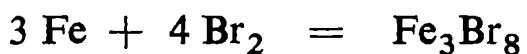
$$134,3 \cdot \frac{32 \text{ g}}{22\,400 \text{ cm}^3} = 0,192 \text{ g}$$

hmotnostní množství železa $m(\text{Fe}) = 0,696 \text{ g} - 0,192 \text{ g} = 0,504 \text{ g}$

$$f:g = \frac{504}{56} : \frac{192}{16} = 9:12 = 3:4$$

B je Fe_3O_4

Rovnice reakcí



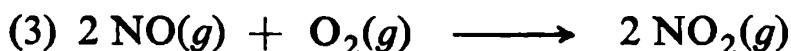
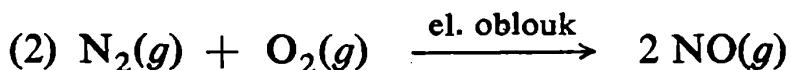
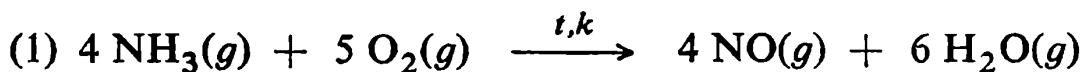
Úloha 2

Klasifikace chemických reakcí

- | | | |
|--------------|--------------|--------------|
| a) $\in U_6$ | f) $\in U_6$ | k) $\in U_8$ |
| b) $\in U_5$ | g) $\in U_8$ | l) $\in U_8$ |
| c) $\in U_3$ | h) $\in U_6$ | m) $\in U_2$ |
| d) $\in U_6$ | i) $\in U_3$ | n) $\in U_7$ |
| e) $\in U_6$ | j) $\in U_7$ | o) $\in U_7$ |

Úloha 3

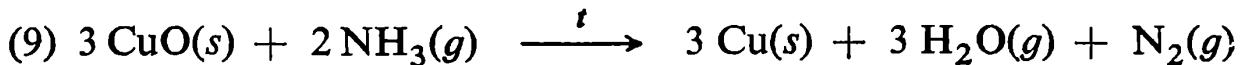
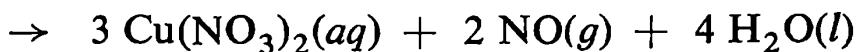
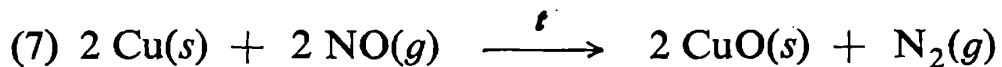
Chemické vlastnosti dusíku a jeho sloučenin



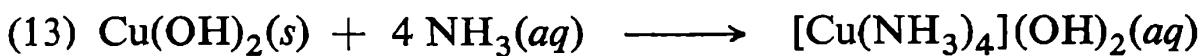
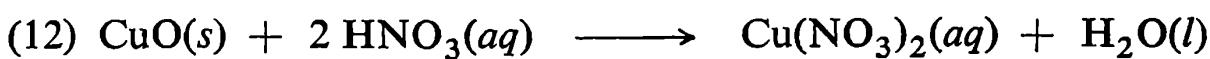
(4) obě látky jsou oxidační činidla bez redukčních účinků

(5) obě látky mají vlastnosti redukční

(6) dusík s mědí nereaguje



(10) oxid měďnatý nestačí oxidovat dusík

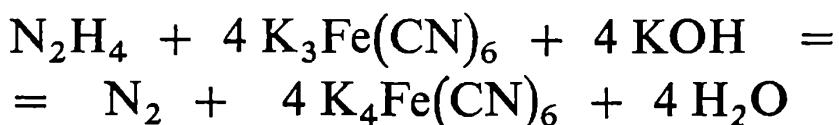


(14) dusík nereaguje s hydroxidy

B. Fraktická úloha

Analýza hydrazoniové soli

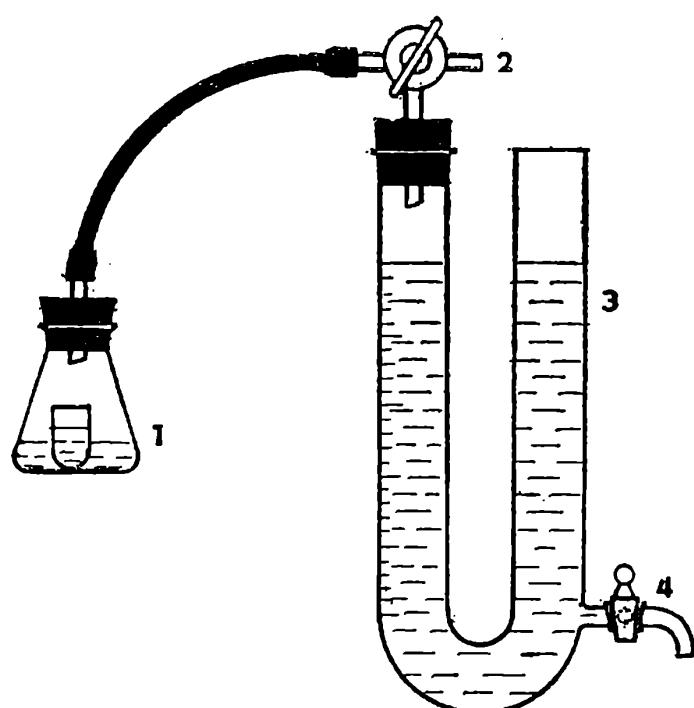
Stanovení hydrazoniové soli vychází z reakce:



K měření sestavte přístroj podle obr. 5 a přezkoušejte předem jeho funkci a těsnost.

V kuželovité baňce rozpusťte 10 g hexakyanoželezitanu draselného v 50 cm³ vody. K roztoku přidejte roztok 0,5 g hydrazoniové soli ve 24 cm³ vody. Vzorek hydrazoniové soli odvažte co nejpřesněji, nejlépe na analytických váhách. Po vylití tohoto roztoku do baňky vypláchněte nádobku, v níž byl připravován, několika cm³ vody.

Do baňky objemu 150 až 250 cm³ spusťte pinzetou tubu s 10 cm³ 20% hydroxidu draselného. Potom baňku uzavřete a připojte k byretě, nastavte hladinu uzavírací vody v byretě na stejnou výši (nejlépe na nulu) a odečtěte objem v byretě. Potom pohybem baňky tubu překlopte, aby roztok hydroxidu vytekł do reakční směsi. Ihned se počne bouřlivě vyvíjet plyn. Pěnění reakční směsi snižte protřepáváním baňky s obsahem. Během vývoje plynu uvolněte tlačku nebo kohout na spodu byrety tak, aby hladiny v obou ramenech klesaly přibližně stejně rychle. Až se vývoj plynu zcela zastaví, vyčkejte asi 5 minut a vypuštěním nebo dolitím kapaliny v otevřeném rameni byrety nastavte hladiny opět



Obr. 5. — Přístroj k analýze hydrazoniové soli: 1 — kuželovitá baňka, 2 — trojcestný kohout (lze nahradit trubicí T a hadicemi s tlačkou), 3 — Bunsenova byreta k měření plynů objemu 100 cm³ (lze nahradit dvěma byretami na louhy objemu 100 cm³, které jsou dole hadicí spojeny trubicí T, na níž je nastrčena hadice s tlačkou k vypouštění uzavírací kapaliny, která se vypouští kohoutem 4).

do stejné výše. Odečtěte objem vzniklého plynu. Změřte teplotu a barometrický tlak. Naměřený tlak korigujte odečtením tlaku vodní páry, který je závislý na teplotě.

Pomocí nomogramu (str. 39) převeďte objem plynu na normální podmínky.

Užitá hydrazoniová sůl je chlorid, bromid nebo hydrogen-síran. Vaším úkolem je podle výsledku analýzy určit anion soli a její čistotu v procentech.

Tabulka 6

t (°C)	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
p (kPa)	1,933	2,066	2,199	2,333	2,533	2,666	2,799	2,933	3,199	3,333

ŘEŠENÍ

Analýza hydrazoniové soli

$$m(N_2H_5X) = 0,50 \text{ g}$$

$$v(N_2) = 97 \text{ cm}^3; \quad t = 23^\circ\text{C}; \quad p = 99,991 \text{ kPa}$$

$$p_{H_2O} = 2,799 \text{ kPa} \text{ (z tabulky)}; \quad p_{korig} = 97,193 \text{ kPa}$$

$$f = 0,885 \text{ (z nomogramu)}$$

$$v_o(N_2) = 0,885 \cdot 97 \text{ cm}^3 = 86 \text{ cm}^3$$

$v_o(N_2)$ vznikne reakcí $m(N_2H_5X)$

22,4 l N_2 vznikne reakcí $M(N_2H_5X)$

$$M(N_2H_5X) = \frac{22,410}{86} \cdot 0,50 = 130,3$$

Hledaná látka je hydrogensíran hydrazonia $N_2H_5HSO_4$.

$$M_{teor}(N_2H_5HSO_4) = 130,123$$

$$\Delta M = 130,123 - 130,3 = -0,177$$

Čistota vzorku

$$\% \text{ příměsí } 0,177 \cdot 100 / 130,123 = 0,13\%$$

Prodejný síran hydrazonia (Lachema p.a.) obsahuje přes 99 % soli, chyby metody jsou poměrně malé, takže žáci mohou pracovat s chybou $\pm 1,5\%$ (3 body), kterou v řešení uvádějí jako čistotu vzorku; při chybě větší než $\pm 5\%$ hodnotíme přesnost 0 body.

Kategorie B

Autorka: Svatoslava Škramovská, CSc.,
Pedagogický ústav J. Á. Komenského ČSAV Praha

ŠKOLNÍ KOLO

A. Teoretické úlohy

Prostudujte tyto tematické okruhy:

1. Struktura anorganických sloučenin, názvosloví
2. Struktura organických sloučenin, názvosloví
3. Prvky IV. skupiny periodické soustavy
4. Hydrolýza
5. Izomerie organických sloučenin
6. Plasty
7. Radioaktivita

Literatura

REMY, H.: Anorganická chemie I a II. SNTL, Praha 1972.

RAIS, J. a kol.: Chemie pro nechemické vysoké školy technického směru. SNTL, Praha 1968.

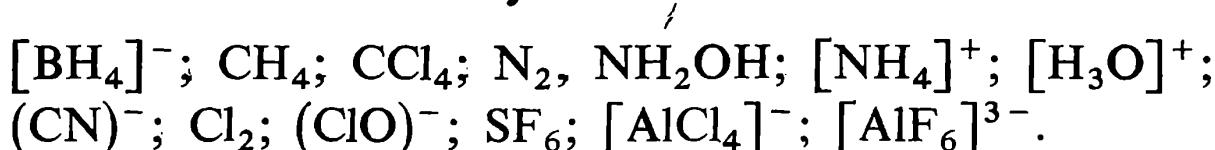
WICHTERLE, O.: Organická chemie. Nakl. ČSAV, Praha 1955.

NĚKRASOV, B. V.: Všeobecná a anorganická chémia. SAV, Bratislava 1956.

ZIKMUND, M.: Názvoslovie anorganických látok. SPN, Bratislava 1970.

Úloha 1

Určete, které z dále uvedených sloučenin (molekul a iontů) jsou izoelektronické, tzn. že mají stejnou konfiguraci vazebných a nevazebných elektronů. Uveďte elektronové vzorce a chemické názvy.



Úloha 2

Doplňte tyto rovnice:

- a) $\text{NaOH} + \text{CO} \rightarrow$
- b) $\text{SiH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
- c) $\text{SiCl}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
- d) $\text{PbO}_2 + \text{HCl} \rightarrow$
- e) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightarrow$ (zahříváním)
- f) $\text{C}_4\text{H}_{10} + \text{O}_2 \rightarrow$ (spalovací rovnice)

Úloha 3

Uhlík má dva běžné radioaktivní izotopy $^{14}_6\text{C}$ a $^{12}_6\text{C}$. Izotop $^{14}_6\text{C}$ se rozpadá za emise elektronu $-_1^0\text{e}$, izotop $^{12}_6\text{C}$ emituje kladně nabité elektron – pozitron $+_1^0\text{e}$.

Doplňte v rovnicích značky prvků, jež jsou produktem rozpadu, a jejich nukleové a protonové číslo:



Úloha 4

Nakreslete strukturní vzorce všech izomerů oktanu a uveďte jejich názvy podle systematického názvosloví.

Úloha 5

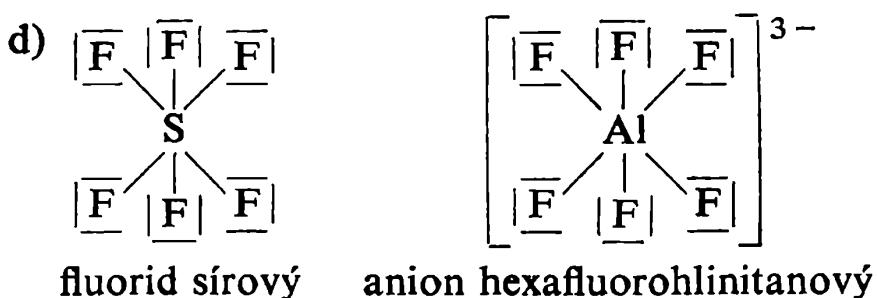
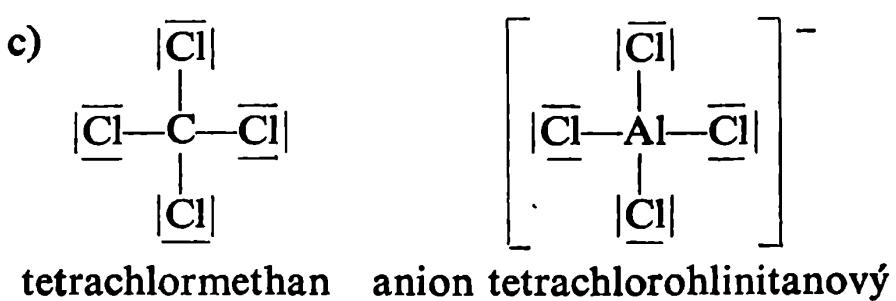
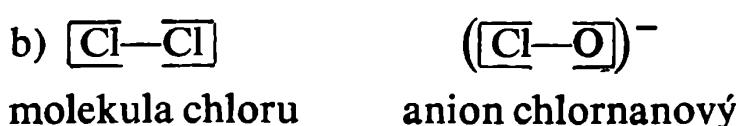
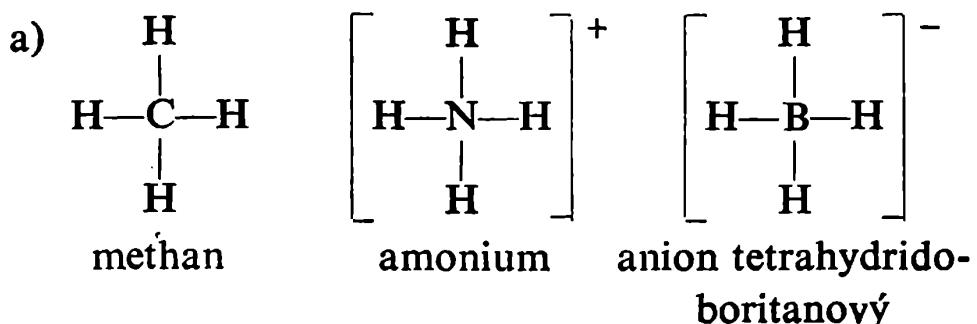
Nakreslete ve strukturních vzorcích schémata polykon-denzace těchto sloučenin:

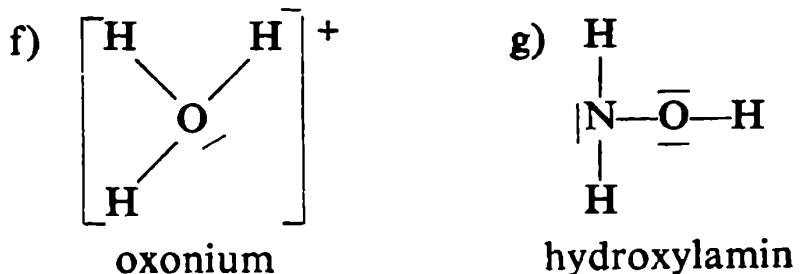
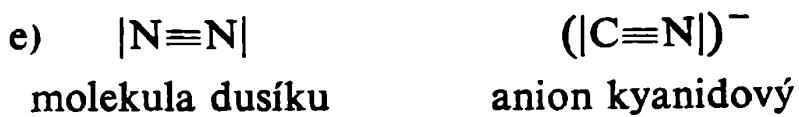
- a) fenol + formaldehyd
- b) fenol + fural
- c) močovina + formaldehyd

ŘEŠENÍ

Úloha 1

Izoelektronické sloučeniny jsou:





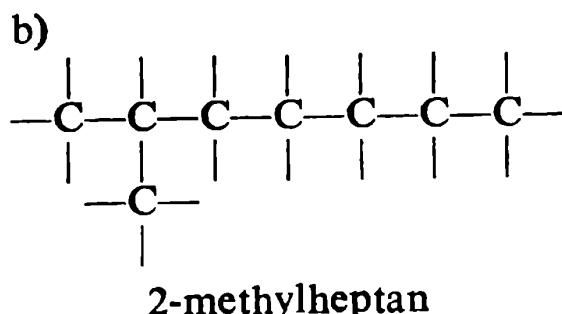
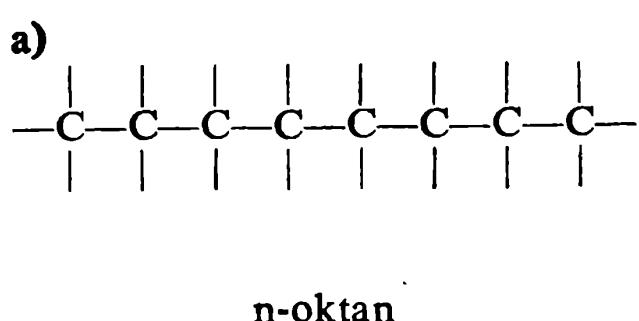
Úloha 2

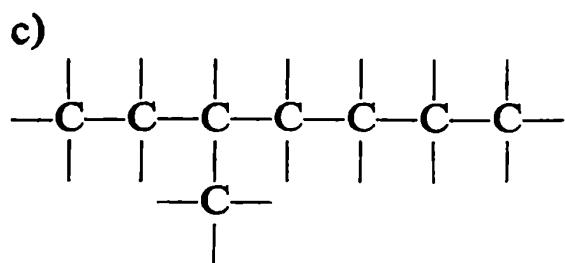
- a) $\text{NaOH} + \text{CO} \rightarrow \text{HCOONa}$
- b) $\text{SiH}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SiO}_2 + 4 \text{H}_2$
- c) $\text{SiCl}_4 + 4 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{HCl} + \text{SiO}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$
(hydratovaný oxid křemičitý)
- d) $\text{PbO}_2 + 4 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{PbCl}_2 + \text{Cl}_2$
- e) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{CO}(\text{NH}_2)_2$
- f) $2 \text{C}_4\text{H}_{10} + 13 \text{O}_2 \rightarrow 8 \text{CO}_2 + 10 \text{H}_2\text{O}$

Úloha 3

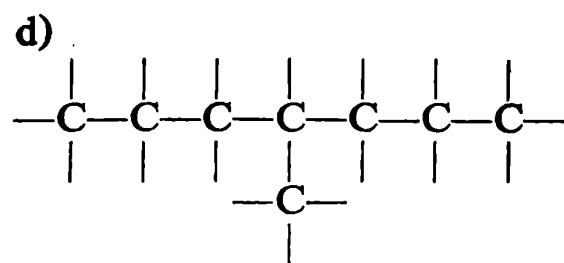
- a) $^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^0_1\text{e} + {}^{14}_7\text{N}$ nebo ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow (\text{e}^-) + {}^{14}_7\text{N}$
- b) $^{11}_6\text{C} \rightarrow {}^0_1\text{e} + {}^{11}_5\text{B}$ nebo ${}^{11}_6\text{C} \rightarrow (\text{e}^+) + {}^{11}_5\text{B}$

Úloha 4

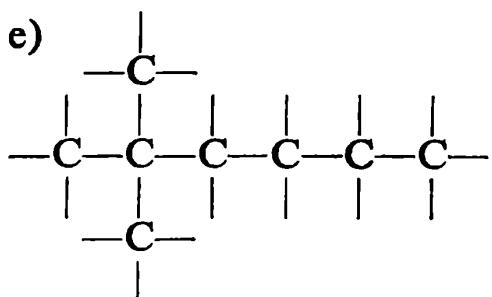




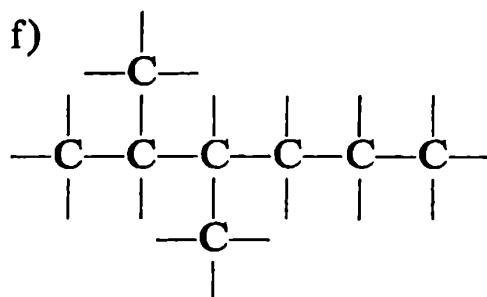
3-methylheptan



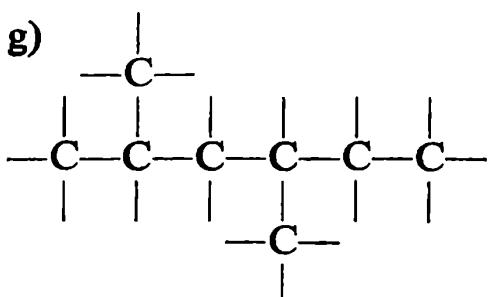
4-methylheptan



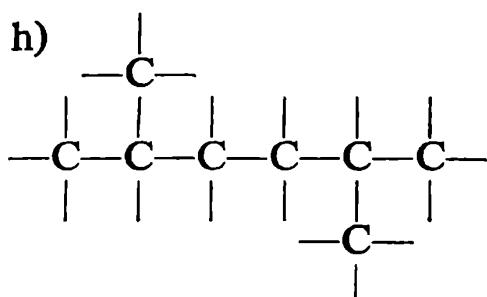
2,2-dimethylhexan



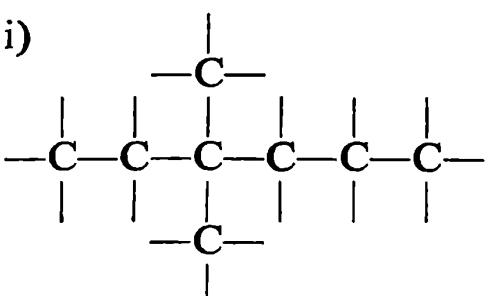
2,3-dimethylhexan



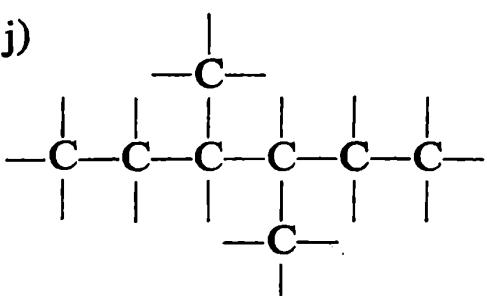
2,4-dimethylhexan



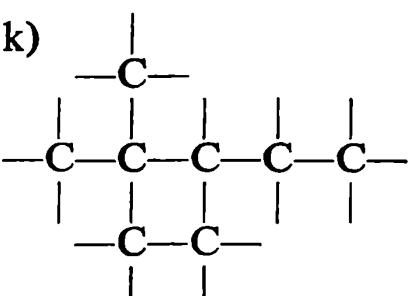
2,5-dimethylhexan



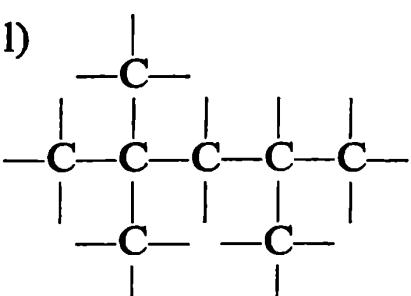
3,3-dimethylhexan



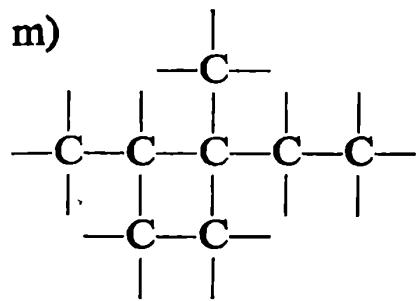
3,4-dimethylhexan



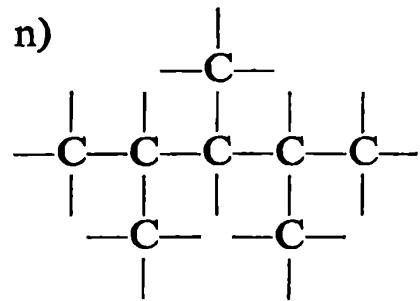
2,2,3-trimethylpentan



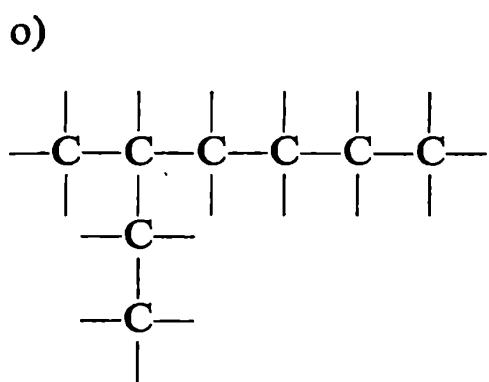
2,2,4-trimethylpentan



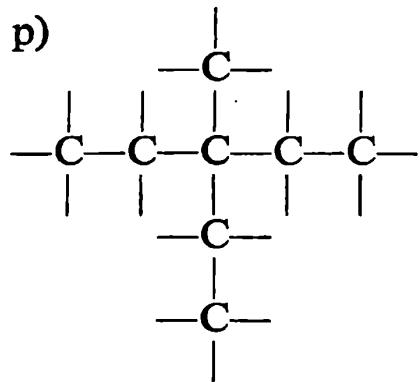
2,3,3-trimethylpentan



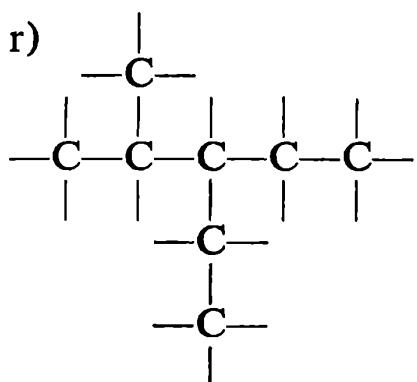
2,3,4-trimethylpentan



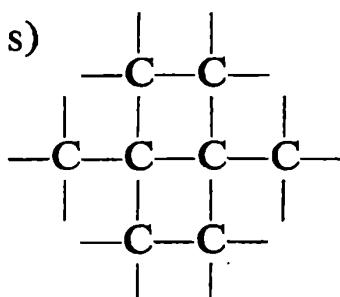
3-ethylhexan



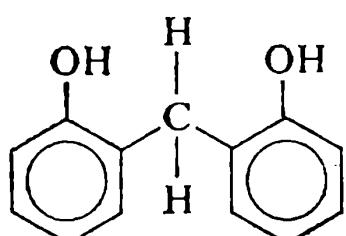
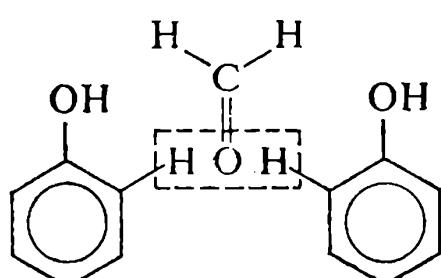
3-methyl-3-ethylpentan nebo
3-ethyl-3-methylpentan



2-methyl-3-ethylpentan nebo
3-ethyl-2-methylpentan

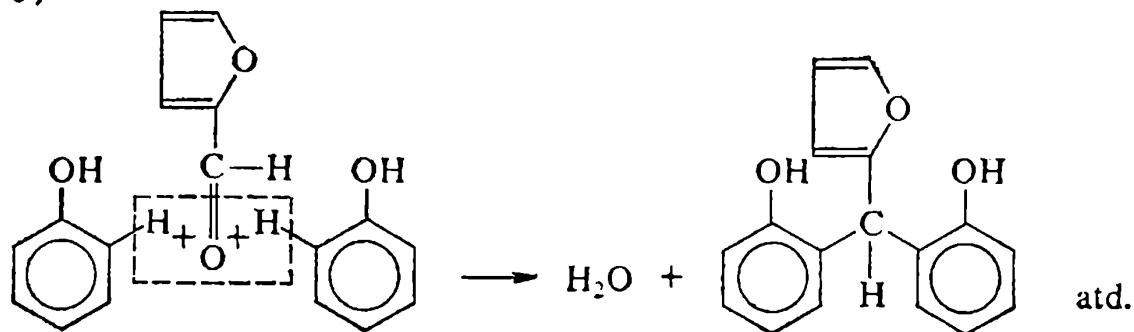


2,2,3,3-tetramethylbutan

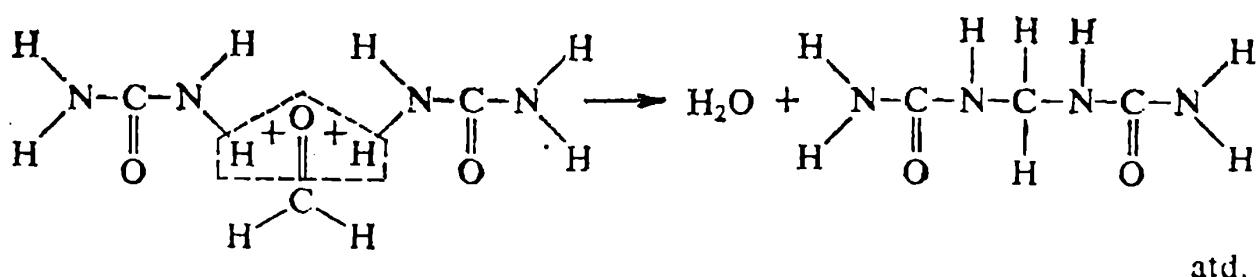


atd.

b)



c)



B. Praktická úloha

Stanovení obsahu hydrazinu v roztoku jodometricky

Hydrazin $H_2N.NH_2$ a jeho soli lze stanovit přímou titrační roztokem jodu za přítomnosti hydrogenuhličitanu sodného. Hydrazin se přitom oxiduje na dusík.

Postup

Do vyšší kádinky objemu 150 až 250 cm³ odpipetujte 25 cm³ roztoku vzorku, přidejte tolik hydrogenuhličitanu sodného, aby vznikl nasycený roztok, a titrujte za stálého míchání po kapkách roztokem jodu do trvalého, slabě žlutého zbarvení. Těsně před bodem ekvivalence probíhá reakce pomalu, takže je třeba vždy chvíli čekat, zda se titrovaný roztok ještě odbarví. Reakce se urychlí, jestliže se titrovaný roztok před koncem titrace znovu nasytí hydrogenuhličitánem sodným. Výraznější barevné změny v bodě ekvivalence

se dosáhne tím, že těsně před bodem ekvivalence se do titrovaného roztoku přidá asi 1 cm^3 škrobového mazu (0,2 %). Pak se titruje do trvajícího (nejméně 30 s) modrého zbarvení roztoku. Stálé míchání titrovaného roztoku tyčinkou a sycení roztoku hydrogenuhličitanem sodným má při této titraci velký význam!

Příprava roztoku jodu

250 cm³ asi 0,1N roztoku jodu připravíte nejlépe tak, že na technických váhách na vážence – lodičce (lépe v uzavřené vážence) navážíte asi 3,5 g jodu, vysypete do třecí misky, přidáte asi 4 g jodidu draselného, několik cm³ vody a rozetřete tloučkem. Vzniklý roztok slijte po tyčince nálevkou do baňky a ke zbytku nerozpuštěného jodu opět přidejte asi 4 g jodidu draselného a několik cm³ vody a znovu dobře rozetřete. Roztok slijte po tyčince do baňky a třecí misku tam pak spláchněte destilovanou vodou. Baňku za občasného promíchání doplňte po rysku destilovanou vodou. U takto připravovaného roztoku jodu je nutno stanovovat titr (popř. titrační faktor).

Těsně před použitím lze však připravit přesný roztok jodu také reakcí jodidu s jodičnanem v okyseleném vodném roztoku. Na analytických váhách se na lodičce naváží takové množství jodičnanu draselného, aby při jeho reakci s jodidem ve vodném roztoku kyseliny vzniklo právě tolik jodu, kolik je ho třeba pro přípravu 250 cm³ přesně 0,1N roztoku jodu. Do odměrné baňky objemu 250 cm³ se vpraví (např. násypkou apod.) asi 12 g jodidu draselného, destilovanou vodou se navážený jodičnan draselný spláchne za použití nálevky do baňky a přidá se asi 20 cm³ zředěné kyseliny

chlorovodíkové, připravené smícháním 1 dílu koncentrované kyseliny se 4 díly destilované vody. Ihned po proběhnutí reakce mezi jodičnanem, jodidem a kyselinou se do baňky začne přidávat hydrogenuhličitan sodný tak dlouho, až po zamíchání (kroužením baňky) z roztoku již neuniká plyn (bublinky). Pak se baňka doplní po rysku destilovanou vodou a obsah se zamíchá (převrácením). Získaným roztokem jodu lze ihned titrovat roztok hydrazinu. Faktor tohoto roztoku jodu není třeba určovat, při přesné práci by se jeho hodnota neměla příliš lišit od 1,000.

Stanovení titru roztoku jodu thiosíranem

Do vyšší kádinky objemu asi 250 cm^3 odpipetujte 25 cm^3 roztoku jodu (lépe je však odměřit roztok jodu byretou) a titrujte roztokem thiosíranu o známé koncentraci (titru) až do slabě žlutého zbarvení. Pak přidejte asi 5 cm^3 roztoku škrobu (0,2 %) a modré zbarvený roztok titrujte thiosíranem do odbarvení. Ze známé koncentrace roztoku thiosíranu, z množství titrovaného roztoku jodu a ze spotřeby roztoku thiosíranu, který při reakci s jodem přechází v tetrathionan, vypočítejte titr nebo titrační faktor roztoku jodu. Titr roztoku jodu je třeba stanovovat každý den znova, proto je lépe roztok jodu využít ihned po stanovení titru k další práci. V některých případech se roztok jodu před stanovením titru okyselenuje roztokem thiosíranu. Na stanovení hydrazinu není však okyselení roztoku jodu vhodné.

Příprava roztoku thiosíranu a stanovení jeho titru

Asi 6,25 g thiosíranu sodného po rozpuštění převeďte do odměrné baňky nebo válce se zátkou, doplňte destilova-

nou vodou na objem 250 cm^3 a promíchejte. Takto připravený roztok nechte stát asi 14 dní a teprve pak stanovte jeho titr. Postupujte přitom tak, že do kuželovité baňky objemu asi 500 cm^3 odvažte na analytických váhách přesně diferenčně (z rozdílu) asi 0,15 až 0,20 g dichromanu draselného nebo asi 0,09 až 0,11 g jodičnanu draselného nebo asi 0,07 g až 0,08 g bromičnanu draselného a rozpuštěte v asi 50 cm^3 destilované vody. Pak přidejte asi 2 g jodidu draselného a po jeho úplném rozpuštění ještě asi 15 cm^3 kyseliny chlorovodíkové zředěné vodou v poměru 1 : 1 (1 objemový díl konc. kyseliny a 1 objemový díl destilované vody). Vzniklý hnědý roztok ihned titrujte roztokem thiosíranu až do žlutého zabarvení, pak k němu v případě, že jako základní látka byl použit dichroman draselný, přidejte asi 200 cm^3 destilované vody a asi 20 cm^3 škrobového mazu (0,2 %), v ostatních případech jen asi 5 cm^3 škrobového mazu, a dotitrujte do vymízení tmavě modrého zabarvení roztoku.

Vzhledem k poměrně malé navážce jodičnanu draselného a zejména bromičnanu draselného je výhodné navázit desetinásobné množství těchto solí, rozpustit je v kádince a nálevkou po tyčince převést do odměrné baňky o objemu 250 cm^3 . Po doplnění po rysku a zamíchání odpipetujte 25 cm^3 tohoto zásobního roztoku (tj. desetinu naváženého množství) do kuželovité baňky ke stanovení titru roztoku thiosíranu. Při opakovaném stanovení titru není třeba znova navažovat základní látku a je možné odpipetovat další podíl zásobního roztoku (při pipetování je však třeba dbát všech zásad přesné práce s odměrnými roztoky).

Úkoly

1. Napište iontové rovnice souhrnných reakcí:
 - a) hydrazinu s jodem (I_2) za přítomnosti hydrogenuhličitanu ve vodném roztoku;
 - b) jodidu s jodičnanem v okyseleném vodném roztoku;
 - c) jodu (I_2) s thiosíranem ve vodném roztoku;
 - d) jodidu s bromičnanem v okyseleném vodném roztoku;
 - e) jodidu s dichromanem v okyseleném vodném roztoku.
- Výpočet koeficientů zdůvodněte elektronovou a acidobazickou (počet nábojů iontů) bilancí.
2. Určete chemický ekvivalent:
 - a) hydrazinu pro reakci s jodem za přítomnosti hydrogenuhličitanu ve vodném roztoku;
 - b) jodu pro reakci s hydrazinem za přítomnosti hydrogenuhličitanu ve vodném roztoku a pro reakci s thiosíranem v neutrálním nebo okyseleném vodném roztoku;
 - c) thiosíranu sodného pro reakci s jodem v neutrálním nebo okyseleném vodném roztoku;
 - d) dichromanu draselného pro reakci s jodidem v okysele-ném vodném roztoku;
 - e) bromičnanu draselného pro reakci s jodidem v okysele-ném vodném roztoku;
 - f) jodičnanu draselného pro reakci s jodidem v okysele-ném vodném roztoku s ohledem na to, že analyticky účinnou látkou je při reakci vznikající jod, který dále reaguje např. podle reakce vyjádřené rovnicí 1.a) nebo 1.b).
3. Vysvětlete, proč se při reakci jodu s hydrazinem ve vodném roztoku nasycuje roztok hydrogenuhličitanem sodným.

4. Vysvětlete funkci škrobového mazu při jodometrických titracích a uveďte podmínky, za nichž je škrobový maz účinným indikátorem.

5. Vysvětlete, proč se při přípravě vodného roztoku jodu přidává jodid draselný.

6. Proč je nutno stanovovat titr roztoku jodu každý den a proč nesmí roztok jodu zůstat delší dobu okyselený?

7. Proč se rozlišuje stanovení titru jodového roztoku pro prostředí kyselé a neutrální?

8. Proč je při stanovení titru roztoku thiosíranu na dichroman draselný vhodné před dotitrováním zřeďovat titrovaný roztok a při stanovení titru thiosíranu na bromičnan draselný nebo na jodičnan draselný to je zbytečné?

9. Připravte 250 cm^3 přesně 0,1N roztoku jodu z jodidu draselného a z jodičnanu draselného. Je-li dostatek času a chemikálií a vhodné vybavení laboratoře, připravte 250 cm^3 přibližně 0,1N roztoku thiosíranu a stanovte jeho titr na některou základní látku, která je v laboratoři k dispozici. Dále připravte 500 cm^3 přibližně 0,1N roztoku jodu a stanovte jeho titr roztokem thiosíranu.

10. Stanovte obsah hydrazinu v 1 litru kapalného vzorku v gramech a určete jeho molaritu a normalitu (pro reakci s jodem ve vodném roztoku za přítomnosti hydrogenuhličitanu).

11. Uveďte chemické principy jiných titračních stanovení hydrazinu s vizuální indikací.

Literatura

JÍLEK, A.: Odměrná analýza, II. díl. Technickovědecké vydavatelství, Praha 1951.

KOLTHOFF, I. M. - STENGER, V. A.: Volumetrie Analysis, II.
díl. Interscience Publishers, Inc., New York 1947.

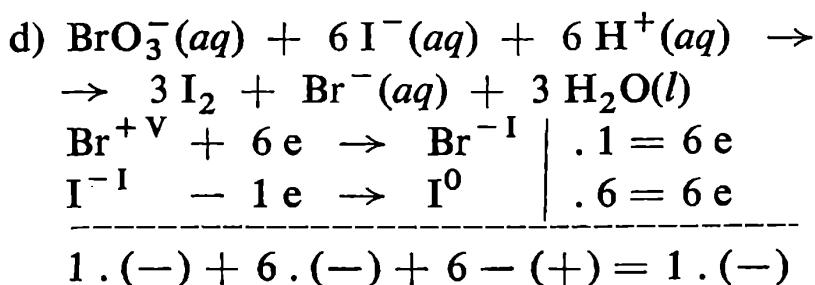
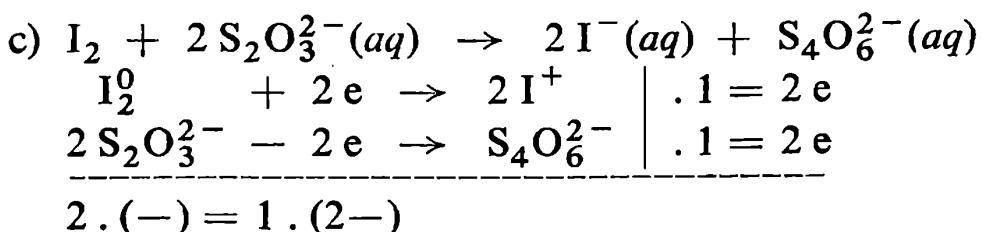
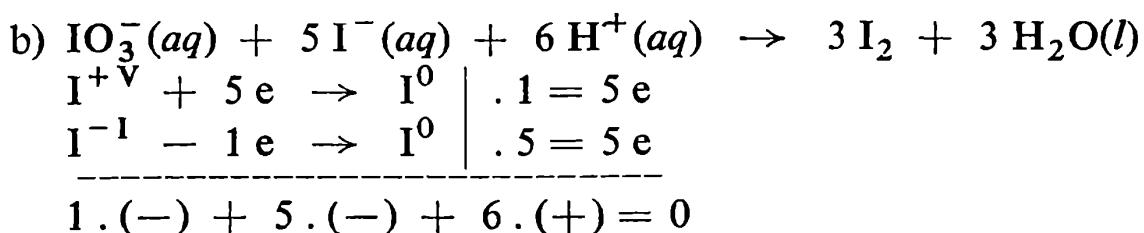
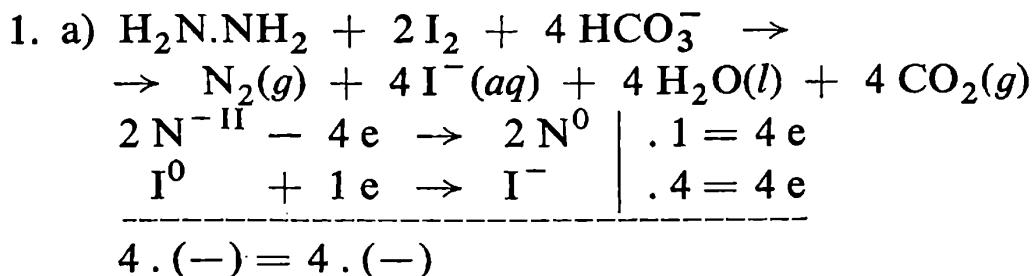
Pro studium je vhodná každá dobrá učebnice analytické chemie odměrné (pro střední odborné nebo vysoké školy).

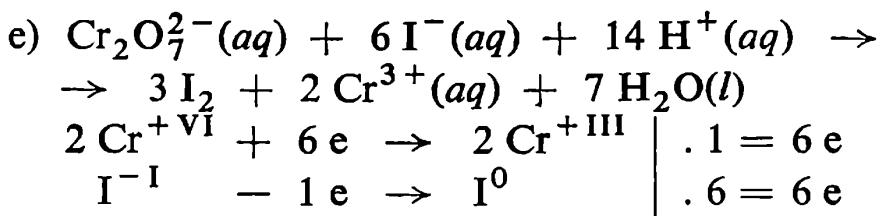
Poznámka

Roztoky vzorků hydrazinu se připraví navážením 2,5 až 5,0 g síranu hydrazonia p. a. do 1 litru roztoku. Pro jednoho soutěžícího stačí 150 až 250 cm³ vzorku.

ŘEŠENÍ

Úkoly





$$1 \cdot (2-) + 6 \cdot (-) + 14 \cdot (+) = 2 \cdot (3+)$$

2. a) $2\text{N}^{-\text{II}} - 4\text{e} \rightarrow 2\text{N}^0; E = \frac{1}{4}\text{H}_2\text{N.NH}_2$
 b) $\text{I}_2^0 + 2\text{e} \rightarrow 2\text{I}^{-\text{I}}; E = \frac{1}{2}\text{I}_2$
 c) $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} - 2\text{e} \rightarrow \text{S}_4\text{O}_6^{2-}; E = \frac{2}{2}\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
 d) $2\text{Cr}^{+\text{VI}} + 6\text{e} \rightarrow 2\text{Cr}^{+\text{III}}; E = \frac{1}{6}\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
 e) $\text{Br}^{+\text{V}} + 6\text{e} \rightarrow \text{Br}^{-\text{I}}; E = \frac{1}{6}\text{KBrO}_3$

f) Reakcí jodičnanu s jodidem v okyseleném roztoku (viz řešení 1.b) vzniká na 1 mol jodičnanu 3 moly molekulárního jodu, který jako analyticky účinná látka reaguje dále:



3. Při reakci hydrazinu s jodem ve vodném roztoku vzniká jodovodík (resp. kyselina jodovodíková):



Hydrogenuhličitan s jodovodíkem ve vodném roztoku reaguje za vzniku kyseliny uhličité, která se rozkládá na vodu a oxid uhličitý:



Tím se z reakční směsi odstraňuje jeden z produktů reakce — kyselelnina. (Druhý produkt reakce — dusík — uniká z roztoku v každém případě.) To způsobuje posun rovnováhy reakce směrem ke vzniku produktů a vratná reakce mezi jodem a hydrazinem ve vodném roztoku je analyticky využitelná. Hydrogenuhličitan sodný je vhodnější než např. hydrogenuhličitan draselný, neboť je rozpustnější ve vodě a lacinější.

4. Škrob tvoří ve vodném roztoku s jodem za přítomnosti jodovodíku adiční sloučeninu intenzívě modrého zbarvení, která se redukcí jodu rozrušuje a odbarvuje. Protože při vzniku této sloučeniny hraje roli jodovodík, je modré zbarvení tím intenzivnější, čím je roz-

tok kyselejší a čím více jodidu obsahuje. Teplem se adiční sloučenina škrobu s jodem a jodovodíkem také rozrušuje a v alkalickém roztoku, kde se jod mění v jodnan a jodid, vůbec nevzniká.

5. Jod se ve vodě nerozpouští. Přídavek jodidu draselného umožní vznik iontů trijodidových I_3^- , a tím „rozpouštění“ jodu ve vodě.

6. Tenze par jodu je dosti vysoká, takže i krystalický jod za obyčejné nebo mírně zvýšené teploty zřetelně sublimuje. Jod však uniká i z roztoku trijodidu I_3^- a snižuje tak jeho koncentraci. Vodný roztok jodu obsahuje vždy jodid, který okyselením přechází alespoň zčásti na jodovodík. Jodovodík se ve vodném roztoku za působení světla oxiduje vzdušným kyslíkem na jod, a tím se opět mění koncentrace jodového roztoku.

7. Jodid draselný, který je součástí vodních roztoků jodu, obsahuje často malé množství jodičnanu. V kyselém prostředí reaguje jodičnan s jodidem za vzniku jodu, zatímco v neutrálním prostředí jodičnan s jodidem nereaguje. Proto může být roztok jodu v kyselém prostředí poněkud účinnější než v neutrálním. Neobsahuje-li jodid ve vodném roztoku jodu žádný jodičnan, je koncentrace jodu v neutrálním i v kyselém prostředí stejná.

8. Redukcí dichromanu jodidem v kyselém prostředí vzniká chromitá sůl, která je v roztoku zbarvena modrozeleně a ve vyšší koncentraci ztěžuje pozorování změny modrého zabarvení jodoškrobkového roztoku před koncem titrace roztokem thiosíranu (popř. odbarvení titrovaného roztoku v bodě ekvivalence). Produkty reakcí jodičnanu draselného a bromičnanu draselného s jodidem draselným v kyselém vodním roztoku jsou (kromě jodu) bezbarvé.

10. $T =$ spotřeba přibližně nebo přesně 0,1 N roztoku jodu při titraci 25 cm^3 roztoku hydrazinu v dm^3 .

$f_T =$ titrační faktor přibližně 0,1 N roztoku jodu (přesný roztok jodu má $f_T = 1,000\ 0$)

$x =$ množství hydrazinu v $1\ 000 \text{ cm}^3$ roztoku (vzorku) v gramech

$c_N =$ normalita roztoku hydrazinu (vzorku) ve valech na dm^3

$c_M =$ molarita roztoku hydrazinu (vzorku) v molech na dm^3

$$x = T \cdot f_T \cdot 0,1 \text{ val. dm}^{-3} \cdot \frac{32,045}{4} \text{ g} \cdot \text{val}^{-1} \cdot \frac{1\ 000 \text{ cm}^3}{25 \text{ cm}^3}$$

$$c_N = T \cdot f_T \cdot 0,1 \text{ val. dm}^{-3} \cdot \frac{1\ 000 \text{ cm}^3}{25 \text{ cm}^3}$$

$$c_N = \frac{1}{4} \cdot c_M$$

11. Hydrazin a jeho soli lze podle Kolthoffa stanovit v prostředí zředěné kyseliny chlorovodíkové zahorka titrací roztokem manganistanu draselného, přičemž hydrazin přechází na dusík. Kromě přímé titrace roztokem jodu v nasyceném vodném roztoku hydrogenuhličitanu sodného lze vnést hydrazin do přebytečného roztoku jodu a přebytek jodu titrovat roztokem thiosíranu sodného na škrobový maz. Hydrazin se také oxiduje na dusík. Dále lze oxidovat hydrazin a jeho soli též na dusík roztokem bromičnanu draselného v roztoku okyseleném kyselinou chlorovodíkovou za zvýšené teploty. Bromičnan se přitom redukuje na bromid. Indikátorem při tomto stanovení je barvivo indychkarmín nebo methylová červeň, které se rozrušuje (odbarvuje) bromem vzniklým reakcí přebytečného bromičnanu s bromidem v roztoku. Konečně lze hydrazin oxidovat v prostředí asi 10 až 12% kyseliny chlorovodíkové roztokem jodičnanu draselného. Vzniká opět dusík a jodná sůl (chlorid jodný). Prostředkem k indikaci je chloroform nebo chlorid uhličitý, které se s vodou nemísí a jod vznikající přechodně při titraci dobře rozpouštějí na fialový roztok. Konec titrace se projeví vymizením jodu z reakční směsi, tj. odbarvením vrstvy organického rozpouštědla.

Kontrolní test

Úloha 1

Napište chemické názvy těchto sloučenin:

- a) SiC
- b) Mg₂Si

- c) SiH_2Cl_2
- d) $\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{Cl}_2$
- e) Ge_2H_6
- f) $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$
- g) $(\text{NH}_4)_2[\text{SnCl}_6]$
- h) $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_3$

Úloha 2

Doplňte pravou stranu rovnic a určete koeficienty:

- a) $\text{CH}_3\text{COONa}(s) + \text{NaOH}(s) \xrightarrow[\varrho]{\text{CaO}}$
- b) $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}(s) + \text{CaO}(s) \xrightarrow[\varrho]{}$
- c) $\text{CCl}_4 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
- d) $\text{Pb}_3\text{O}_4 + \text{HNO}_3 \longrightarrow$
- e) $\text{Pb} + \text{HNO}_3$ (zředěná) \longrightarrow
- f) $\text{PbCl}_4 + \text{KCl} \longrightarrow$

Reakce a) a b) probíhají při zahřívání směsi pevných látek (s).

Reakce d), e) a f) probíhají v roztoku.

Úloha 3

Které sloučeniny olova jsou minerální pigmenty?

Uveďte vzorec, chemický název a běžný název pigmentu.

Úloha 4

Methan lze připravit hydrolýzou karbidu hlinitého Al_4C_3 . Vypočtěte, kolik litrů methanu vznikne za normálních podmínek rozkladem 4,5 g Al_4C_3 .

$$A_r(\text{Al}) = 27, \quad A_r(\text{C}) = 12$$

Úloha 5

Napište rovnice reakcí uvedených uhlovodíků s chlorem a určete typ reakce.

Nakreslete strukturní vzorce produktů reakce a uveďte názvy sloučenin.

- a) $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow$
- b) $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow$
- c) $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow$
- d) C_6H_{12} (cyklohexan) $+ \text{Cl}_2 \rightarrow$
- e) $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Cl}_2 \rightarrow$
- f) $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 + \text{Cl}_2 \rightarrow$

ŘEŠENÍ

Úloha 1

- a) karbid křemíku
- b) silicid hořečnatý
- c) dichlorsilan
- d) dichlórdimethylsilan
- e) digerman
- f) tetraethylplumban
- g) hexachlorocíničitan amonný
- h) vinylester kyseliny octové (vinylacetát)

Úloha 2

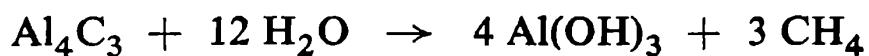
- a) $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{NaOH} \xrightarrow[\text{Q}]{\text{CaO}} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CH}_4$
- b) $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{CaO} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_6 + \text{CaCO}_3$
- c) tetrachlormethan s vodou nereaguje, s vodní párou však vzniká v žáru fosgen
- d) $\text{Pb}_3\text{O}_4 + 4 \text{HNO}_3 \rightarrow \text{PbO}_2 + 2 \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
- e) $3 \text{Pb} + 8 \text{HNO}_3 \rightarrow 3 \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{NO} + 4 \text{H}_2\text{O}$
- f) $\text{PbCl}_4 + 2 \text{KCl} \rightarrow \text{K}_2[\text{PbCl}_6]$

Úloha 3

- a) Pb_3O_4 (olovičitan olovnatý nebo orthoolovičitan olovnatý) — minium, suřík
 b) PbCrO (chroman olovnatý) — chromová žluť
 c) $2 \text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ (zásaditý uhličitan olovnatý) — olovnatá běloba

Úloha 4

Průběh hydrolýzy karbidu lze vystihnout rovnicí:



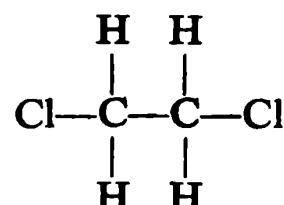
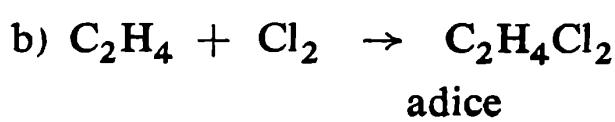
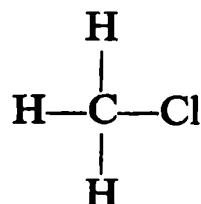
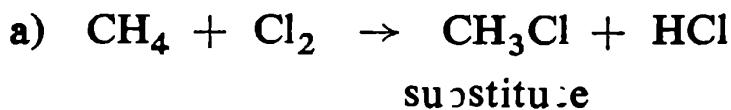
$$M_r(\text{Al}_4\text{C}_3) = 144$$

ze 144 g Al_4C_3 vznikne $3 \cdot 22,4 \text{ l CH}_4$

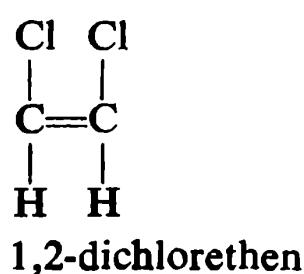
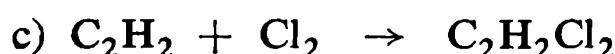
ze 4,5 g Al_4C_3 vznikne $x \text{ l CH}_4$

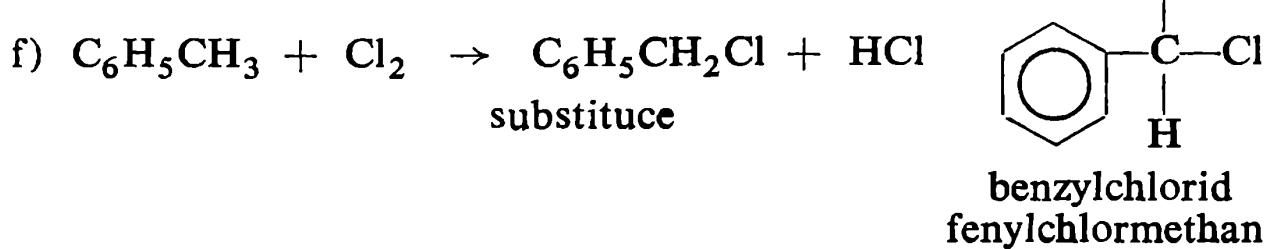
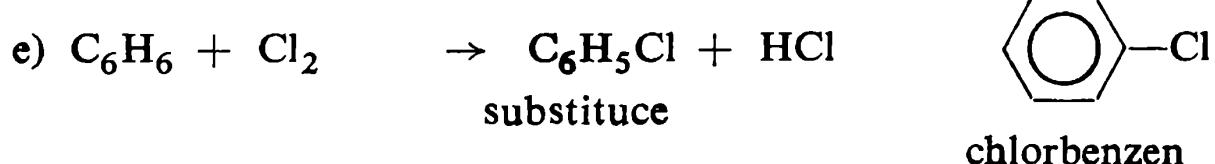
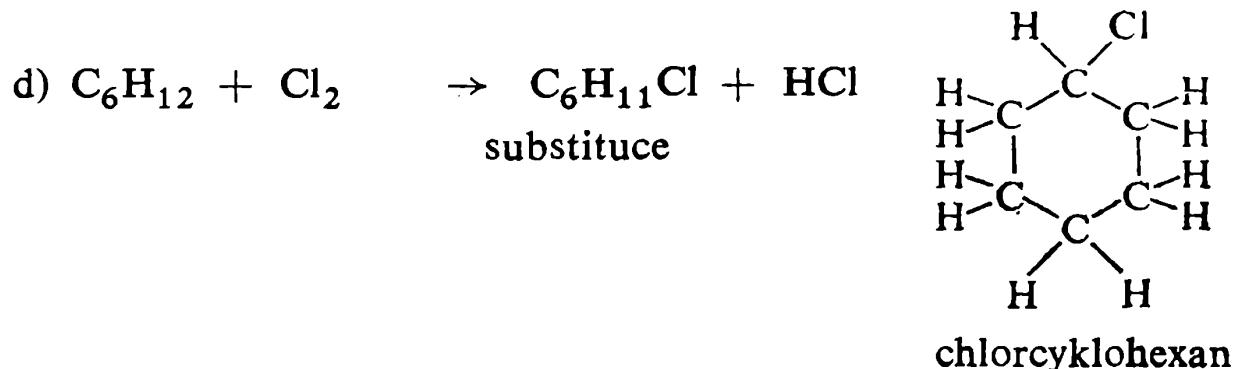
$$x = \frac{4,5 \cdot 3 \cdot 22,4}{144} = 2,1 \text{ l}$$

Úloha 5



1,2-dichlorethan





Kategorie A

Autoři: RNDr. Karel Holada,
RNDr. Jiří Banýr,
Pedagogická fakulta UK Praha
doc. RNDr. Josef Pacák, CSc.,
Přírodovědecká fakulta UK Praha

ŠKOLNÍ KOLO

A. Teoretické úlohy

Pro studium chemie jsou v současné době považována za stěžejní téma z obecné chemie, kterým bude přednostně věnována pozornost v letošním ročníku ChO vaší kategorie (viz dále uvedená tabulka).

Cílem teoretické části studijního kola je individuální studium vybraných témat v pojetí naznačeném základní doporučenou literaturou. Výsledkem by mělo být uspořádání vašich poznatků o uvedených tématech, resp. získání poznatků nových. Nepožaduje se písemné zpracování, ale pouze vyplnění tabulek v kontrolních úlohách.

Doporučená literatura a sbírky úloh ChO by měly být k dispozici v knihovně vaší školy.

Stačí prostudovat příslušné partie.

Citace v [] jsou prvořadé, citace v () druhořadé.

Tabulka 7

Téma	Doporučená literatura	
	základní	rozšiřující
1. Stavba atomu	[1]	(6, 7, 10)
2. Chemická vazba a stavba látek	[1]	[5] (6, 7)
3. Chemický děj; — obecně (charakteristika, definice) — jak rychle probíhá (kinetika) — jak úplně probíhá (rovnováhy) — proč probíhá (termodynamika) — jakým způsobem probíhá (mechanismy) — jaký je výsledek (klasifikace, typy reakcí)	[2] (3)	(6, 7, 13)
4. Periodický zákon a soustava prvků, principy chemické systematiky	[1]	(9, 10, 12)
5. Některé metody studia chemických látek a dějů	[4]	[8] (11, 14, 15)

Literatura

1. ČIPERA, J. - KNOR, L. - PAUKOVÁ, M.: Stavba atomu a chemická vazba.
1. díl pokusného učebního textu chemie pro 4. roč. gymnáziií.
SPN, Praha 1971
2. CAMPBELL, J. A.: Proč probíhají chemické reakce? SPN,
Praha 1971
3. FIŠNER, B. - PAUKOVÁ, M.: Chemický děj a elektrochemie.

2. díl pokusného učebního textu chemie pro 4. r. gymnázií.
SPN, Praha 1971
4. ŠEVČÍK, J. - MILEC, J.: Základy analytické chemie.
3. díl pokusného učebního textu chemie pro 4. roč. gymnázií.
SPN, Praha 1972
5. JENŠOVSKÝ, L.: Modely struktur v chemii. SPN, Praha 1968.
6. BARNARD, A. K.: Teoretické základy anorganické chemie.
SPN, Praha 1969
7. BRDIČKA, R. - KALOUSEK, M. - SCHÜTZ, A.: Úvod do fyzikální chemie. 2. přepracované vydání. SNTL, Praha 1973
8. CHALMERS, R. A.: Kapitoly z analytické chemie. SNTL,
Praha 1971
9. COTTON, F. A. - WILKINSON, G.: Anorganická chemie.
Academia, Praha 1973
10. RAIS, J. a kol.: Chemie pro nechemické školy technické.
SNTL, Praha 1969
11. KALOUS, V.: Základy fyzikálně chemických metod. 2. přepracované vydání. SNTL, Praha 1973
12. MARKO, M. a kol.: Periodická sústava prvkov. Alfa, Bratislava 1971
13. KELLÖ, V. - TKÁČ, A.: Fyzikálna chémia. 2. vyd., Alfa,
Bratislava 1972
14. SEDLÁK, Š.: Fyzikálne metódy analytické, Alfa, Bratislava 1972
15. ZÝKA, J. a kol.: Analytická příručka. 2. doplněné vydání.
SNTL, Praha 1972

Úloha 1

Obkreslete dlouhou formu periodické tabulky prvků (např. z 1. dílu učebnice pro IV. ročník gymnázií) a do jednotlivých políček zakreslete a zapište:

- a) atomové poloměry prvků (znázorněte kroužky v poměrných velikostech),
- b) značky prvků,
- c) elektronegativity prvků (uveďte číselné hodnoty).

Úloha 2

Vyplňte následující tabulku.

Tabulka 8

	Typ krystalové mřížky	1 Teplota tání a varu	2 Rozpustnost v rozpouštědlech	3 Elektrická vodivost v kapalném stavu	4 Některé další fyzikální vlastnosti	5 Příklady látek
I.	Iontová					
II.	Molekulová polární					
III.	Molekulová nepolární					
IV.	Kovalentní (atomová)					
V.	Kovová					

Vysvětlivky: Do sloupce 1 uveďte: vysoké, nízké

2 uveďte: polárních, nepolárních

3 uveďte: ano, ne

4 uveďte: tvrdé, měkké, kruché, kujné, tažné, průsvitné (průhledné), neprůsvitné, elektricky vodivé v pevném stavu

Úloha 3

Doplňte následující tabulku:

Tabulka 9

Typ reakce	Stručná charakteristika	Základní vztah*)	Metody**) vhodné ke sledování průběhu reakce při titraci	
			název	měření veličiny
1. acidobazická				
2. redoxní				
3. srážecí				
4. komplexo-tvorná				

Poznámky: *) Uveďte v řádce 1: výraz pro disociační konstantu kyselin a zásady

2: výraz pro standardní oxidačně redukční potenciál

3: výraz pro součin rozpustnosti

4: výraz pro konstantu nestálosti komplexu

**) Uveďte i fyzikálně-chemické metody.

ŘEŠENÍ

Úloha 1

Periodická tabulka prvků doplněná údaji podle zadání.

Úloha 2

1. I — vysoké 2. I — polárních 3. I — ano
II — nízké II — polárních II — ne
III — nízké III — nepolárních III — ne
IV — vysoké IV — 0 IV — ne
V — vysoké V — 0 V — ano
4. I — těžké, křehké, průsvitné, nevodivé
II — podobně jako předcházející, ale ne tak vyhraněné
III — měkké, nevodivé, těkavé
IV — tvrdé, křehké, nevodivé
V — kujné, neprůhledné, vodivé
5. I — Na_2S , CaCl_2
II — H_2O , HCl , PCl_3 , NH_3
III — I_2 , CH_4 , SiH_4 , H_2 , O_2
IV — C (diamant), SiO_2 , SiC
V — Fe, Cu, W, Ca, Al

Úloha 3

- I. 1 — převod protonů
2 — převod elektronů
3 — kombinace iontů vedoucí ke vzniku málo rozpustného produktu
4 — kombinace částice vedoucí ke vzniku komplexu
- II. 1 — $K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$; $K_b = \frac{[\text{BH}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{B}]}$
- 2 — $E_s = E^0 + \frac{R \cdot T}{n \cdot F} \ln \frac{a_{\text{ox}}}{a_{\text{red}}}$
- 3 — $S = a_{\text{M}^+} \cdot a_{\text{X}^-}$ (pravý); $S' = [\text{M}^+] \cdot [\text{X}^-]$ (nepravý)
- 4 — $K = \frac{[\text{M}] \cdot [\text{X}]}{[\text{MX}]}$

III. Pro všechny typy reakcí jsou používány metody vizuální
(využívají: — změny barvy reaktantů nebo produktů,
— indikátorů,
— vedlejších reakcí.

Z fyzikálně chemických (instrumentálních) jsou vhodné:

- termometrické (pro všechny typy),
- fotometrické (pro všechny typy),
- potenciometrické (pro všechny typy),
- konduktometrické (obyčejně se nepoužívají pro redoxní a komplexometrické).

B. Praktická úloha

Účast v praktické části studijního kola ChO kategorie A je podmíněna úspěšným absolvováním části teoretické; rozhodne o ní vedoucí studijní části jednak podle výsledků teoretické části, jednak podle možností laboratoře.

Malé praktikum chemické analýzy tabáku a produktů jeho spalování

V současné době roste v celém světě spotřeba cigaret a tabákových výrobků, a to i přes skutečnost, že jejich škodlivost je všeobecně známa. Zarážející je, že ve stále větší míře se na spotřebě tabákových výrobků podílí mládež, pro kterou je kouření zvláště nevhodné.

Cílem praktika je seznámit se s některými metodami analýzy a při této příležitosti se zdokonalit v laboratorní technice. Dalším cílem je opatřit průkazný materiál o škodlivosti kouření.

Získané údaje budou jistě zajímat i ostatní žáky vaší školy
— o výsledcích je informujte např. nástěnkou, referátem apod.

Postup

Přehled analýz, které budete provádět, je uveden v tabulce.

Podrobné pokyny k analýze tabáku (úlohy 1.1 až 1.4) a k analýze tabákového kouře (úlohy 3.1 až 3.3) jsou uvedeny ve zvláštní příloze, kterou bude rozesílat Ústřední dům pionýrů a mládeže J. Fučíka prostřednictvím krajských komisí ChO těm školám, jež se přihlásí do soutěže. Vhodné důkazy iontů při analýze tabákového popela (úlohy 2.1 až 2.3) zvolí soutěžící sami.

Další pokyny

Doporučujeme tento časový sled plnění dílčích úkolů:

1. Individuální studium metod, které budete používat (z doporučené literatury), a vypracování písemné přípravy. V přípravě uveďte:

- chemismus všech rozborů (reakční schémata, rovnice reakcí, na nichž je založena vlastní metoda, pojmenování typ reakce, podmínky, popř. stručný komentář);
- seznam pomůcek a reagencií včetně zdůvodněných receptů pro jejich přípravu.

Písemnou přípravu předložte vedoucímu studijního kola – je to podmínkou další vaší účasti v soutěži.

2. Příprava pracoviště, pomůcek a roztoků (některé roztoky můžete připravit společně).
3. Vlastní provedení analýz.
4. Individuální zpracování výsledků rozborů, jejich tabulkární uspořádání a doplnění potřebnými údaji.
5. Odevzdání výsledků vedoucímu studijního kola ChO.

Tabulka 10

Analyza	Princip	Jednotky*)	Poznámka
1. Analýza tabáku			
1.1. — stanovení nikotinu vážkově.	nikotin se sráží a váží jako dipikrát nikotinu	% hmotnostní	ČSN 56 0280 kyselina pikrová: jed, výbušnina
1.2. — stanovení nikotinu titračně	acidobazická titrace	% hmotnostní	ČSN 56 0280 orientační stanovení
1.3. — stanovení redukujících látek	redoxní titrace	% hmotnostní (vyjadřuje se jako glukosa)	ČSN 56 0280
1.4. — stanovení popela tabáku	vážkově po spálení tabáku	% hmotnostní	ČSN 56 0280 popel uložit pro další zkoušky
2. Analýza tabákového popela			
2.1. — důkaz iontů ve vodním výluhu			Ižičku popela povářit s několika cm ³ vody, ve filtrátu dokazovat

2.1.1 — důkaz sodíku a draslíku	zbarvení plamene	
2.1.2 — důkaz CO_3^{2-} , Cl^- , SO_4^{2-}	srážecí reakce	k nerozpustěné části popela z úlohy 2.1 přidat zředěnou kyselinu octovou a v roztoku dokazovat
2.2 — důkaz iontů v octovém výluhu	srážecí reakce — mikroskopický důkaz	část popela rozpouštět ve zředěné kyselině chlorovodíkové (4N), dokazovat ve filtrátu a v unikajících plynech
2.2.1 — důkaz vápníku jako vínan vápenatý		
2.3 — důkaz iontů ve výluhu po působení kyseliny chlorovodíkové		srážecí reakce
2.3.1 — důkaz S^{2-}		srážecí reakce
2.3.2 — důkaz CO_3^{2-}		srážecí reakce
2.3.3 — důkaz Fe^{2+}		srážecí reakce
2.3.4 — důkaz PO_4^{3-}		srážecí reakce
2.3.5 — důkaz Mg^{2+}		srážecí reakce

Tabulka 10 - pokračování

Analýza	Princip	Jednotky*)	Poznámka
3. Analýza tabákového kouře			
3.1 — stanovení dehtových látek	vážkové stanovení	% hmotnosti	
3.2 — stanovení pH při výluhu kouře	kolorimetrické univerzálním indikátorem	pH	
3.3 — důkazy plynných složek			
3.3.1 — důkaz nikotinu	srážecí reakcí		
3.3.2 — důkaz amoniaku	acidobazickým indikátorem		Ize prokázat jen v kouři z doutníků
3.3.3 — důkaz CO	redoxní reakcí		

*) Uvádět s přesností na 1 desetinné místo

6. Závěr – porovnání výsledků a sepsání závěrečné zprávy. Souhrnnou zprávu, zahrnující výsledky analýz, zaměřte na zdůvodnění škodlivosti kouření. O výsledcích informujte své spolužáky např. formou nástěnky, referátu ve školním rozhlase, besedou apod.

Poznámka

K analýze použijte běžně dostupné tuzemské cigarety bez filtru.

Kontrolní test

V následujících úkolech je vám vždy nabídnuto pět různých odpovědí. Vyhledejte správné řešení a zapište je, např. 1.c), 2.b), 3.d), ...

Úloha 1

Atomy prvku A (atomové číslo 15, relativní atomová hmotnost 30,97) obsahují:

- a) 15 protonů, 15 neutronů, 16 elektronů
- b) 16 protonů, 15 neutronů, 16 elektronů
- c) 31 protonů, 31 elektronů
- d) 15 protonů, 16 neutronů, 15 elektronů
- e) 15 protonů, 16 neutronů, 16 elektronů

Úloha 2

Která z těchto reakcí není možná?

- a) $\text{Mg} + \text{energie} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^-$
- b) $\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{e}^- + \text{energie}$

- c) $\text{H}_2 + \text{energie} \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$
d) $\text{F} + \text{e}^- \rightarrow \text{F}^- + \text{energie}$
e) $\text{Ar} + \text{energie} \rightarrow \text{Ar}^+ + \text{e}^-$

Pozor! Úlohy 3 až 8 se vztahují k níže uvedené periodické tabulce prvků, v níž jsou některé prvky označeny symboly D, E, G, J, L, M, R, Q, T, X, Y, Z.

Tabulka 11

D						
M						E
X	Y		G	J	L	R
			Q	Z	T	

Úloha 3

Prvek, který tvoří s vodíkem těkavou sloučeninu, jejíž roztok ve vodě je silnou kyselinou, je označen písmenem ...

- a) G; b) L; c) J; d) R; e) X.

Úloha 4

Který prvek, popř. skupina prvků má toto uspořádání valenční sféry?



- a) G; b) L; c) E, R, Z; d) M, Y; e) J, Q.

Úloha 5

Určete, který vzorec látky je vzhledem k umístění prvků v periodické soustavě nesprávný:

- a) X_2L ; b) OD_3 ; c) Y_2E ; d) MR_2 ; e) GR_4 .

Úloha 6

Sloučenina tvořená z prvků E a X má tyto vlastnosti (určete správný údaj):

- a) vede dobře elektrický proud v pevném stavu;
- b) je to tvrdá kujná látka;
- c) má teplotu tání nižší než $100\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- d) je dobře rozpustná v nepolárních rozpouštědlech;
- e) vytváří vodný roztok, který dobře vede elektrický proud.

Úloha 7

Nejnižší první ionizační energii z výše označených prvků má prvek:

- a) X; b) Z; c) T; d) Q; e) Y.

Úloha 8

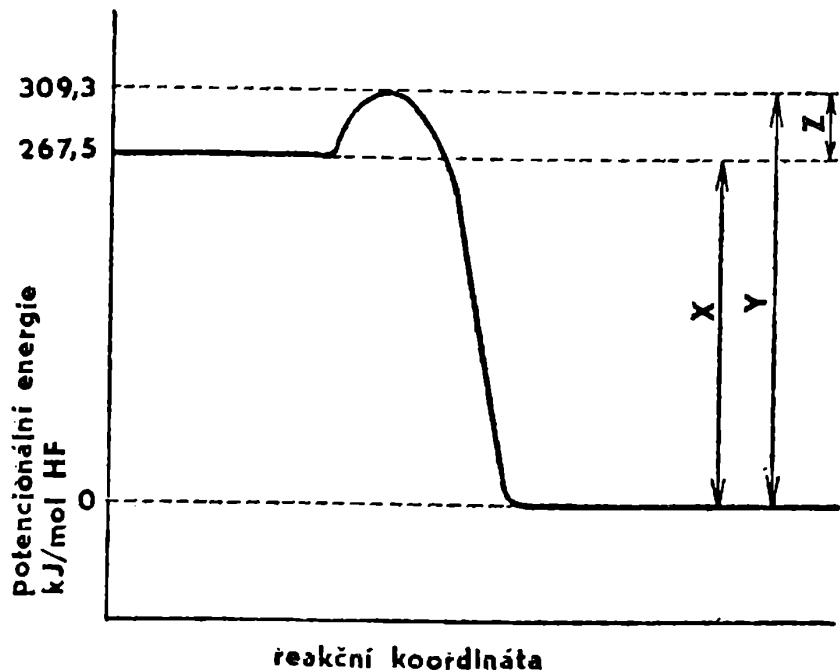
Látka skládající se z atomů prvku M má v pevném stavu vazbu a) iontovou; b) kovovou; c) kovalentní; d) polární; e) van der Waalsovu.

Upozornění k úlohám 9 až 11:

Reakci



vystihuje následující graf (reakční koordináta)



Obr. 6.
Reakční koordináta

Úloha 9

Z grafu vyplývá, že

- a) vzdálenost X určuje reakční teplo při syntéze 1 molu HF;
- b) reakce je exotermní;
- c) reakční teplo je rovno 267,5 kJ/mol plynného fluoru;
- d) aktivační energie reakce vyjadřující rozklad fluorovodíku je 309,3 kJ/mol HF;
- e) aktivační energie pro vznik fluorovodíku je 41,8 kJ/mol produktu.

Určete chybnou odpověď.

Úloha 10

Přidání katalyzátoru se na grafu projeví takto:

- a) X i Y se zmenší;
- b) X i Y se zvětší;
- c) X se zmenší a Y se zvětší;
- d) X zůstává stejné a Y se zmenší;
- e) X i Y se nezmění.

Úloha 11

Probíhají-li reakce vodíku s fluorem v uzavřeném systému a ustaví-li se rovnovážný stav, projeví se změna podmínek takto:

- a) zvýšením teploty se rychlosť vzniku fluorovodíku rovná rychlosti jeho rozkladu;
- b) za vyšší teploty se rovnováha posune tak, že vzniká méně $\text{HF}(g)$;
- c) přidání katalyzátoru nemá vliv na složení rovnovážné směsi;
- d) rovnovážná koncentrace vodíku se sníží, zvýší-li se zároveň koncentrace fluoru ve směsi;
- e) zvýšení tlaku vede k posunu rovnováhy tím směrem, že vzniká více fluorovodíku.

Určete chybný údaj.

Úloha 12

Pět kovů je označeno symboly A, B, C, D a E. Roztoky solí těchto kovů obsahují ionty A^{2+} , B^{2+} , C^{2+} , D^{2+} a E^{2+} . Vzájemné reakce kovů a jejich roztoků vedou k těmto výsledkům:

- kov A nereaguje v žádném roztoku
- kov D vytěsňuje z roztoků solí obsahujících ionty A^{2+} , B^{2+} , C^{2+} a E^{2+} příslušné kovy;
- kov C vytěsňuje z roztoků příslušných solí kovy A a B, nereaguje však s roztokem obsahujícím ionty E^{2+} .

Z výše uvedeného vyplývá, že redukční účinky kovů rostou v řadě:

- a) C < E < D < B < A d) C < D < B < E < A
b) A < B < E < C < D e) B < E < C < A < D
c) D < B < E < C < A

Pozor! Úlohy 13 až 14 se vztahují k reakci hoření methanu v kyslíku (relativní atomové hmotnosti: H = 1; O = 16; C = 12).

Úloha 13

Množství molů vody vzniklé spálením 4,0 g methanu vyjadřuje číslo:

- a) 0,25; b) 0,50; c) 1,0; d) 2,0; e) 5,0.

Úloha 14

Hoření methanu je exotermní reakce. Spálením 4 g methanu se uvolní 222,4 kJ. Tuto skutečnost vyjadřuje zápis:

- a) $\text{CH}_4(g) + 2 \text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(g) + 2 \text{H}_2\text{O}(g); \Delta H = +889,6 \text{ kJ/mol}$
- b) $\text{CH}_4(g) + 2 \text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(g) + 2 \text{H}_2\text{O}(g) + 222,4 \text{ KJ}$
- c) $\text{CH}_4(g) + 2 \text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(g) + 2 \text{H}_2\text{O}(g); \Delta H = -222,4 \text{ kJ/mol}$
- d) $\text{CH}_4(g) + 2 \text{O}_2(g) + 889,6 \text{ KJ} \rightarrow \text{CO}_2(g) + 2 \text{H}_2\text{O}(g)$
- e) $\text{CH}_4(g) + 2 \text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(g) + 2 \text{H}_2\text{O}(g); \Delta H = 889,6 \text{ kJ/mol}$

Úloha 15

4 g methanu mají v uzavřené nádobě tlak 2 kPa. Při jaké teplotě se objem plynu změní na $1\ 400\ \text{cm}^3$. Tlak zůstává konstantní.

- a) -136,5 K; b) 0 K; c) 136,5 K; d) 273 K; e) 546 K.

Úloha 16

K roztoku dusičnanu železitého byl přidán roztok thio-kyanatanu draselného. Vzniklé krvavě červené zbarvení roztoku mizí, přidá-li se pevný hydrogenfosforečnan nebo fluorid sodný. Příčinou změny zbarvení je, že:

- a) se zvyšuje koncentrace nezreagovaných železitých iontů;
- b) se zvyšuje koncentrace komplexního iontu $\text{FeSCN}^{2+}(aq)$;
- c) se snižuje koncentrace komplexního iontu $\text{FeSCN}^{2+}(aq)$;
- d) vzniká jiný ve vodě rozpustný barevný produkt, který překrývá původní zbarvení;
- e) neplatí žádné výše uvedené tvrzení – příčina tkví v něčem jiném.

Úloha 17

Která z následujících rovnic vyjadřuje děj, při němž se voda chová jako kyselina?

- a) $2\ \text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons 2\ \text{H}_2(g) + \text{O}_2(g)$
- b) $\text{H}_2\text{O}(l) + \text{NH}_3(g) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(aq) + \text{OH}^-(aq)$
- c) $\text{H}_2\text{O}(l) + \text{HCl}(g) \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(aq) + \text{Cl}^-(aq)$
- d) $\text{H}_2\text{O}(g) + \text{C}(s) \rightleftharpoons \text{CO}(g) + \text{H}_2(g)$
- e) $\text{H}_2\text{O}(l) + \text{SO}_3(g) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_4(l)$

Úloha 18

Disociací 1M roztoku kyseliny šťavelové ve vodě při teplotě 25 °C charakterizují tyto vztahy:



$$K_A = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{HC}_2\text{O}_4^-]}{[\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4]} = 6,4 \cdot 10^{-5}$$

Nejvyšší koncentraci v roztoku má tedy za těchto podmínek:

- a) $\text{H}^+(aq)$; b) $\text{HC}_2\text{O}_4^-(aq)$; c) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4(aq)$; d) $\text{OH}^-(aq)$;
- e) $\text{H}^+(aq)$, $\text{HC}_2\text{O}_4^-(aq)$ i $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4(aq)$.

Úloha 19

Součin rozpustnosti S (MgCO_3) je při teplotě 25 °C $2,5 \cdot 10^{-5} \text{ mol}^2/\text{l}^2$. Byly smíchány stejné objemy následujících roztoků:

- I. 0,0002M Mg^{2+} a 0,0002M CO_3^{2-}
- II. 0,002M Mg^{2+} a 0,002M CO_3^{2-}
- III. 0,02M Mg^{2+} a 0,02M CO_3^{2-}
- IV. 0,2M Mg^{2+} a 0,2M CO_3^{2-}

Sraženina uhličitanu hořečnatého vznikne tedy v případě

- a) III. a IV.;
- b) II., III. a IV.;
- c) I. a II.;
- d) ve všech;
- e) v žádném.

Pozor! Úlohy 20 až 23 se vztahují k situaci, kdy šest zkušovek označených čísly 1 až 6 obsahuje vždy jednu z těchto látek;

1. 1M HCl;
2. 1M CH_3COONa ;
3. 1M Na_2CO_3 ;
4. 1M $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$;
5. 1M CaCl_2 ;
6. 1M NaCl.

Určete, v kterých zkumavkách byly které roztoky, jestliže jsou vám známy tyto skutečnosti uvedené v následujících úlohách:

Úloha 20

Smíchá-li se 1 cm^3 roztoku č. 6 s 1 cm^3 každého dalšího roztoku, nevzniká sraženina. Z toho vyplývá, že roztok č. 6 obsahuje:

- a) dusičnan rtuťný
- b) kyselinu chlorovodíkovou
- c) octan sodný
- d) uhličitan sodný
- e) chlorid sodný

Úloha 21

Smíchá-li se 1 cm^3 roztoku č. 4 s 1 cm^3 roztoku č. 1, 2, 3 a 5, vzniká vždy sraženina. Z toho vyplývá, že roztok č. 4 obsahuje:

- a) dusičnan rtuťný
- b) kyselinu chlorovodíkovou
- c) octan sodný
- d) uhličitan sodný
- e) chlorid sodný

Úloha 22

Byla zjišťována plamenová reakce roztoků č. 1, 2, 3 a 5. Žluté zbarvení plamene bylo prokázáno u roztoků č. 2 a 3. Při reakci roztoku č. 2 se 6M kyselinou chlorovodíkovou uniká plyn bez barvy a bez zápachu. To znamená, že roztok:

- a) č. 2 je chlorid sodný a č. 3 uhličitan sodný
- b) č. 2 je uhličitan sodný a č. 3 chlorid sodný

- c) č. 2 je kyselina chlorovodíková a č. 3 chlorid sodný
- d) č. 2 je chlorid sodný a č. 3 kyselina chlorovodíková
- e) č. 2 a č. 3 nelze určit jednoznačně

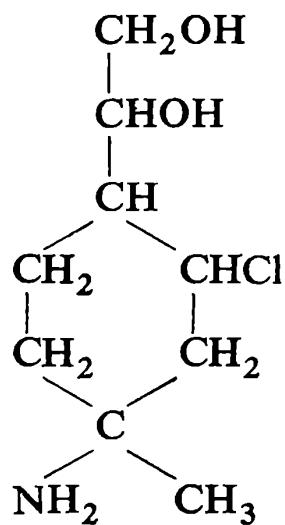
Úloha 23

Smíchá-li se roztok č. 1 a 2, vzniká bílá sraženina. Ze všech uvedených poznatků vyplývá toto pořadí roztoků ve zkumavkách č. 1 až 6:

- a) CaCl_2 ; Na_2CO_3 ; NaCl ; $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$; HCl ; CH_3COONa
- b) CaCl_2 ; NaCl ; Na_2CO_3 ; $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$; CH_3COONa ; HCl
- c) HCl ; $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$; Na_2CO_3 ; CH_3COONa ; HCl ; NaCl
- d) NaCl ; Na_2CO_3 ; CH_3COONa ; $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$; CaCl_2 ; HCl
- e) CaCl_2 ; Na_2CO_3 ; NaCl ; CH_3COONa ; HCl ; $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$

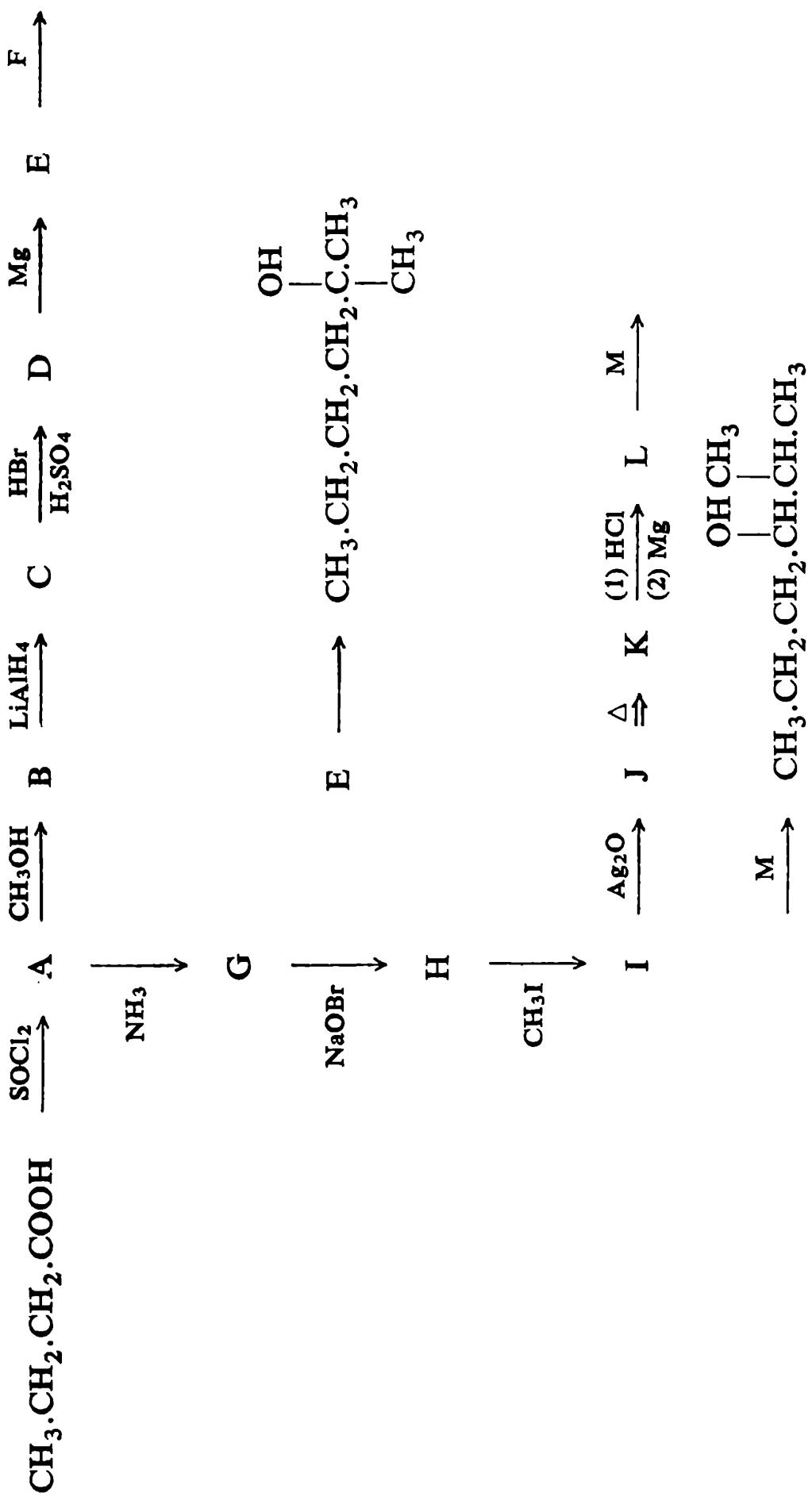
Úloha 24

Označte v uvedeném vzorci kroužky všechny uhlíkové atomy, které jsou příčinou asymetrie molekuly.



Úloha 25

Napište, které sloučeniny představují písmena A až M, jestliže:

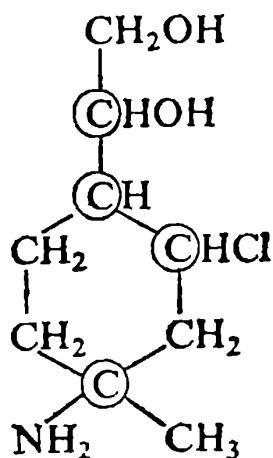


ŘEŠENÍ

Správné řešení:

1.d), 2.b), 3.d), 4.e), 5.c), 6.e), 7.a), 8.b), 9.c), 10.d), 11.e), 12.b), 13.b),
14.e), 15.c), 16.c), 17.b), 18.c), 19.a), 20.c), 21.a), 22.b), 23.a).

Příklad 24:



Příklad 25:

A = $\text{CH}_3.\text{CH}_2.\text{CH}_2.\text{CO Cl}$

B = $\text{CH}_3.\text{CH}_2.\text{CH}_2.\text{COOCH}_3$

C = $\text{CH}_3.\text{CH}_2.\text{CH}_2.\text{CH}_2\text{OH}$

D = $\text{CH}_3.\text{CH}_2.\text{CH}_2.\text{CH}_2\text{Br}$

E = $\text{CH}_3.\text{CH}_2.\text{CH}_2.\text{CH}_2.\text{MgBr}$

F = $\text{CH}_3.\text{COCH}_3$

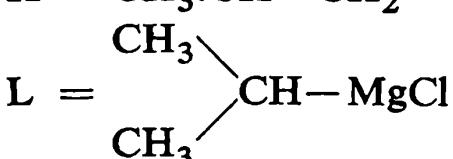
G = $\text{CH}_3.\text{CH}_2.\text{CH}_2.\text{CONH}_2$

H = $\text{CH}_3.\text{CH}_2.\text{CH}_2.\text{NH}_2$

I = $\text{CH}_3.\text{CH}_2.\text{CH}_2.\text{N}^+ .(\text{CH}_3)_3\text{I}^-$

J = $\text{CH}_3.\text{CH}_2.\text{CH}_2.\text{N}^+ .(\text{CH}_3)_3\text{OH}^-$

K = $\text{CH}_3.\text{CH}=\text{CH}_2$



M = $\text{CH}_3.\text{CH}_2.\text{CH}_2.\text{CHO}$

KRAJSKÉ KOLO

A. Teoretické úlohy

Úloha 1

Pojmenujte tyto sloučeniny:



Úloha 2

Navrhňte metody, kterými je možné z prvek z uvedených sloučenin syntetizovat ostatní čtyři za použití redukčních činidel (sloučeniny z příkladu 1).

Úloha 3

Ocel obsahující 0,90 % manganu byla analyzována třemi metodami:

A. Mangan byl zoxidován na manganistan a ten redukován 25,00 cm³ odměrného roztoku síranu železnatého, jehož nezreagované množství bylo stanoveno titrací odměrným roztokem manganistanu draselného.

B. Mangan byl zoxidován chlorečnanem na hydratovaný oxid manganičitý, který byl oddělen filtrací a „rozpuštěn“ v 25,00 cm³ odměrného roztoku síranu železnatého. Nadbytek roztoku síranu železnatého byl stanoven titrací odměrným roztokem manganistanu.

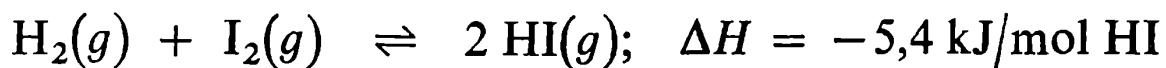
C. Mangan byl v neutrálním prostředí titrován přímo odměrným roztokem manganistanu za přítomnosti oxidu zinečnatého.

Úkoly

1. Napište rovnice reakcí užívaných v jednotlivých metodách (rovnice oxidace mangantu v metodě A i B nepište).
2. Vypočítejte spotřeby odměrného roztoku manganistanu ve všech případech za předpokladu, že bylo vždy použito 2,50 g vzorku oceli, 0,083 3N odměrný roztok manganistanu draselného a 0,100 0N odměrný roztok síranu železnatého.
3. Vypočítejte molární koncentraci obou použitých roztoků.

Úloha 4

Reakce, na níž byla poprvé detailně studována reakční rychlosť a chemická rovnováha v plynné fázi, byla syntéza jodovodíku a jeho rozklad:



[Bodenstein, M.: Z. Phys. Chem., 13, 111 (1894)].

Čistý jodovodík byl po dobu dvou hodin zahříván v uzavřené trubici při teplotě 423 °C. Analýzou vzniklé směsi byly zjištěny tyto rovnovážné koncentrace složek:

$$[\text{H}_2] = 1,8313 \cdot 10^{-3} \text{ mol. l}^{-1}$$

$$[\text{I}_2] = 3,1292 \cdot 10^{-3} \text{ mol. l}^{-1}$$

$$[\text{HI}] = 17,671 \cdot 10^{-3} \text{ mol. l}^{-1}$$

Úkoly

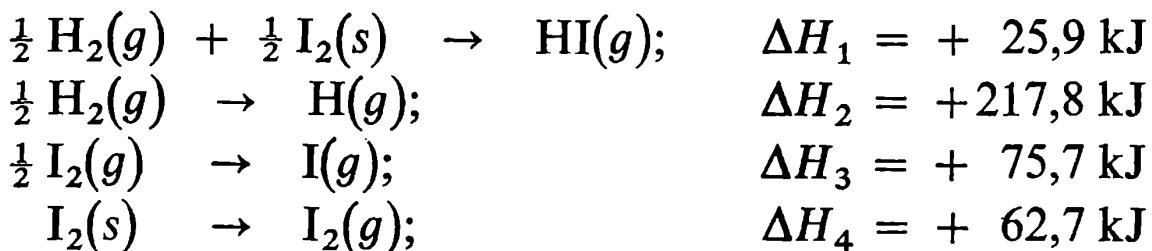
1. Vypočítejte rovnovážnou konstantu děje:



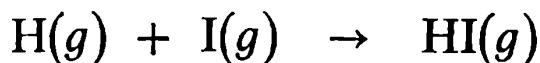
2. Určete, jaký vliv na rovnovážný stav má:

- a) zahřátí směsi na vyšší teplotu;
- b) zvýšení tlaku;
- c) zvětšení koncentrace vodíku ve směsi;
- d) odstraňování jodovodíku ze směsi;
- e) přídavek katalyzátoru (těžké kovy).

3. Z termochemických dat:



vypočítejte ΔH pro reakci:



ŘEŠENÍ

Úloha 1

Ethyl-4-oxopentanoát

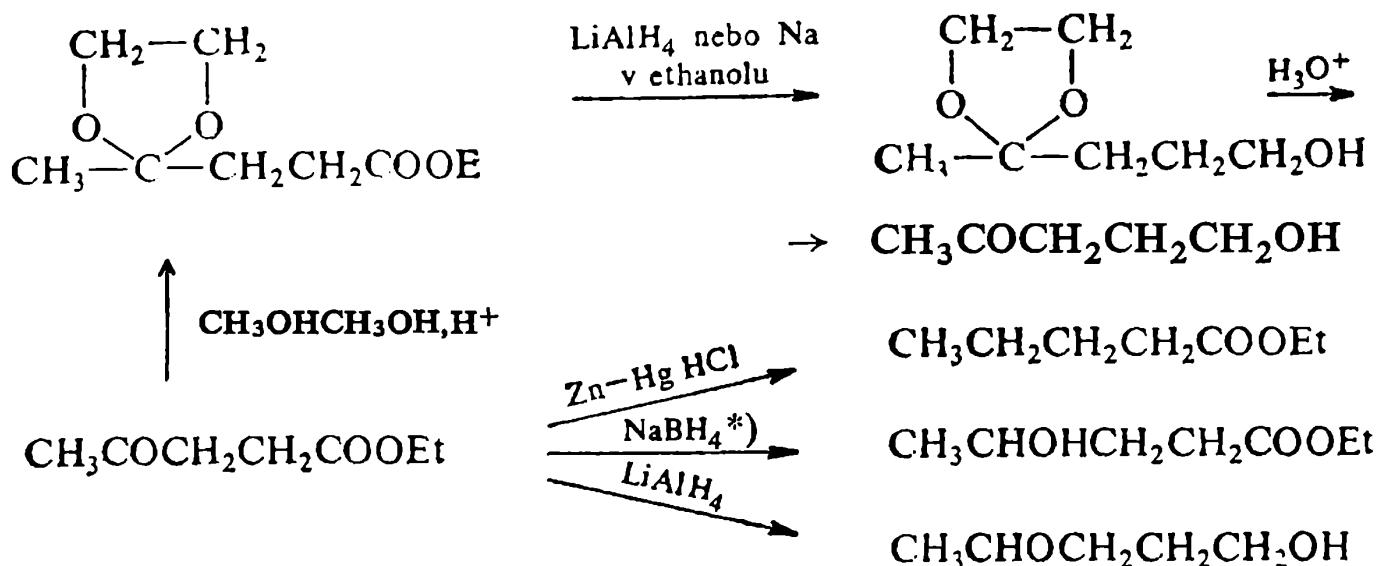
5-Hydroxy-2-pentanon

Ethyl-pentanoát

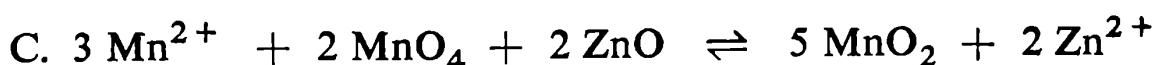
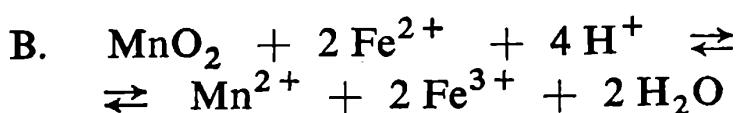
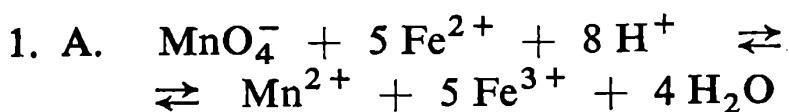
Ethyl-4-hydroxypentanoát

1,4-Pentandiol

Úloha 2



Úloha 3



2. A. spotřeba odměrného roztoku $\text{KMnO}_4 \dots \dots x \text{ cm}^3$

$$\text{použito: } 25,00 \cdot 0,1000 = 2,50 \text{ mval FeSO}_4$$

$$x \cdot 0,0833 \text{ mval KMnO}_4$$

$$\text{spotřeba: } 2,50 - 0,0833 \cdot x \text{ mval FeSO}_4$$

$$\frac{(2,50 - 0,0833 \cdot x) \cdot \frac{\text{Mn}}{5,0}}{2,50} \cdot 100 = 0,90$$

$$x = 5,42 \text{ cm}^3 0,0833 \text{ N KMnO}_4$$

*) Možno redukovat též katalyticky, např.

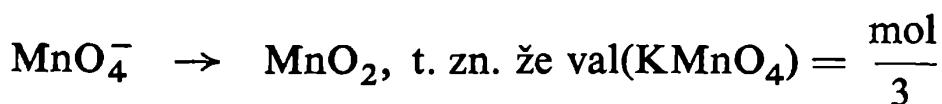
vodíkem za přítomnosti Pt nebo Ni (Pd je méně vhodné).

B. spotřeba odměrného roztoku KMnO_4 $x \text{ cm}^3$
 použito: $25,00 \cdot 0,1000 = 2,50 \text{ mval FeSO}_4$
 $x \cdot 0,0833 \text{ mval KMnO}_4$
 spotřeba: $2,50 - 0,0833 \cdot x$

$$\frac{(2,50 - 0,0833 \cdot x) \cdot \frac{\text{Mn}}{2,0}}{2,5} \cdot 100 = 0,90$$

$$x = 20,2 \text{ cm}^3 0,0833 \text{ N KMnO}_4$$

C. spotřeba odměrného roztoku KMnO_4 $x \text{ cm}^3$



normalita roztoku KMnO_4 je v tomto případě $0,0833 \cdot \frac{3}{5}$

$$\frac{x \cdot 0,0833 \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{\text{Mn}}{2,0}}{2,50} \cdot 100 = 0,90$$

$$x = 16,4 \text{ cm}^3 0,0833 \text{ N KMnO}_4$$

3. $\text{val} (\text{FeSO}_4) = \frac{\text{mol}}{1} (\text{Fe}^{2+} \text{ se oxiduje na } \text{Fe}^{3+})$

$0,1 \text{ N roztok FeSO}_4$ je roztokem $0,1 \text{ M}$

$\text{val} (\text{KMnO}_4) = \frac{\text{mol}}{5} (\text{MnO}_4^- \text{ se redukuje na } \text{Mn}^{2+};$

reakce A, B)

$0,1 \text{ N roztok KMnO}_4 = \frac{0,083 \cdot 3}{5} = 0,016 \text{ 66 M roztokem}$

$\text{val} (\text{KMnO}_4) = \frac{\text{mol}}{3} (\text{MnO}_4^-; \text{ se redukuje na } \text{MnO}_2;$

reakce C)

$0,1 \text{ N roztok KMnO}_4 \text{ je } \frac{0,083 \cdot 3}{3} = 0,027 \text{ 77 M roztokem.}$

Úloha 4

$$1. \quad K_c = \frac{[H_2] \cdot [I_2]}{[HI]^2} = \frac{1,831\ 3 \cdot 10^{-3} \cdot 3,129\ 2 \cdot 10^{-3}}{(17,671 \cdot 10^{-3})^2} = \\ = 1,835 \cdot 10^{-2} = 0,018\ 35$$

2. a) Protože rozklad jodovodíku je endotermní děj, s rostoucí teplotou se zvyšuje podíl plynných prvků ve směsi.
- b) Zahřátí směsi na vyšší teplotu nemá vliv na posun rovnováhy, objem plynných složek před reakcí a po ní je stejný.
- c) Rovnováha se posune ve směru zvětšení koncentrace jodovodíku.
- d) Rovnováha se posune ve směru syntézy jodovodíku z prvků.
- e) Přídavek katalyzátoru nemá vliv na rovnovážný stav, ovlivňuje pouze rychlosť jeho ustavení.

3. Podle Hessova zákona:

$$\Delta H = \Delta H_1 - \Delta H_2 - \frac{1}{2} \Delta H_4 - \Delta H_3$$

$$\Delta H = +25,9 - 217,8 - 31,3 - 75,7 = -298,9 \text{ kJ}$$

B. Praktická úloha

Stanovení krystalové vody v krystalickém chloridu měďnatém

Stanovení spočívá na redukci měďnaté soli jodidem, přičemž reakcí vzniklý jod se titruje odměrným roztokem thiosíranu.

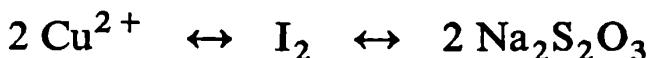
Z roztoku chloridu měďnatého (připraveného rozpuštěním 5,00 g krystalické soli na 1 litr roztoku) odpipetujte $25,00 \text{ cm}^3$ do titrační baňky. Přidejte 10 cm^3 10% roztoku jodidu draselného a promíchejte. Vzniklou směs titrujte 0,1N odměrným roztokem thiosíranu sodného až do žlutého zabarvení obsahu titrační baňky. Potom přidejte 1 cm^3 škrobového indikátoru a dotitrujte. Titrujte celkem třikrát, první spotřebu považujte za orientační.

Úkoly

1. Z experimentálních údajů vypočítejte počet molekul krystalové vody v krystalickém chloridu měďnatém.
2. Napište rovnice všech reakcí, na nichž je založeno toto stanovení.
3. Vyjádřete molaritu použitých roztoků thiosíranu a měďnaté soli.

ŘEŠENÍ

1. Z rovnic reakcí vyplývá ekvivalence:



1 cm³ 0,1 N Na₂S₂O₃ ... 0,1 mmol Cu ... 6,354 mg Cu

Teoretická spotřeba 0,1 N roztoku Na₂S₂O₃ při titraci 25,00 cm³ roztoku obsahujícího 5,00 g hydrátu na 1 litr roztoku je 7,33 cm³.
7,33 cm³ 0,1 N Na₂S₂O₃ 0,046 59 g Cu

v 1 litru roztoku je $40 \cdot 0,046 59 = 1,8639$ g Cu

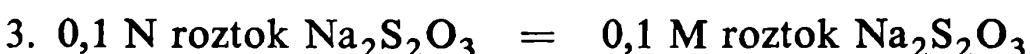
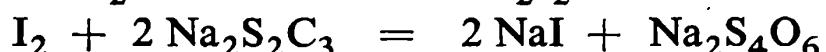
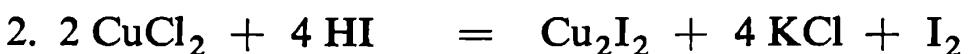
$$A_r(\text{Cu}) = 63,54; M_r(\text{CuCl}_2) = 134,45; M_r(\text{CuCl}_2 \cdot n \text{ H}_2\text{O}) = x$$

$$\frac{63,54}{x} = \frac{1,8639}{5,00}$$

$$x = \frac{5 \cdot 63 \cdot 54}{1,8639} = 170,48$$

$$170,48 - 134,45 = 36,03 \quad n = 2$$

Chlorid měďnatý krystaluje s dvěma molekulami krystalové vody – CuCl₂ · 2 H₂O.



$$\text{Molarita roztoku CuCl}_2: \frac{7,33}{25} \cdot 0,1 = 0,0293 \text{ M}$$

CELOSTÁTNÍ KOLO

A. Teoretické úlohy

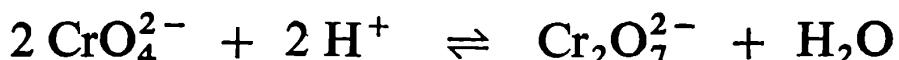
Úloha 1

Dikarboxylová kyselina A, $C_8H_{14}O_4$, se přemění zahříváním na teplotu asi $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ v přítomnosti $Ba(OH)_2$ na sloučeninu B, $C_7H_{12}O$, která je neutrální a která oxidací účinkem koncentrované kyseliny dusičné poskytne dikarboxylovou kyselinu C, $C_7H_{12}O_4$. Zahřátím sloučeniny C dochází k odštěpení vody za tvorby jejího anhydridu D, $C_7H_{10}O_3$. Po redukci diethylesteru původní dikarboxylové kyseliny A tetrahydridohlinitanem lithným vzniká sloučenina E, $C_8H_{18}O_2$, kterou lze dehydratovat na 3,4-dimethyl-1,5-hexadien.

Vyjádřete popsané děje v rovnicích a uveďte zejména vzorce sloučenin A až E.

Úloha 2

Mezi chromanovými a dichromanovými ionty v roztoku se ustavuje rovnovážný stav:



s hodnotou rovnovážné konstanty $K_c = 4,2 \cdot 10^{14}$.

V 1M roztoku chromanu draselného je 10 % veškerého chromu obsaženo ve formě dichromanu, zbytek ve formě chromanu. Určete pH roztoku.

Úloha 3

U dále uvedených láték uveďte elektronový vzorec (popř. schéma, z něhož by byl patrný tvar částice a valenční úhly), elektronové uspořádání valenční sféry centrálního atomu a typ hybridizace.

Údaje zpracujte do tabulky.

Tabulka 12

Látka	Elektro- nový vzorec, popř. schéma	Geo- metrický tvar	Elektronové konfigu- race valenční sféry centrálního atomu	Typ hybridiza- ce na centrál- ním atomu
Příklad H_2O		angulární	$2s$ $2p$ <i>x ... elektron druhého atomu</i>	sp^3
TeCl_4 C_3O_2 AsH_3 BrF_5 ClF_3 XeF_4 SnCl_2 H_6TeO_6 $\text{Ni}(\text{CO})_4$ ICl_2^-				

Úloha 4

Molybdenan amonný $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ je bílá krystalická látka dobře rozpustná ve vodě. Okyselením přecházejí jednoduché anionty MoO_4^{2-} kondenzací v anionty $\text{Mo}(\text{MoO}_4)_6^{6-}$. Použije-li se však kyselina chlorovodíková o vyšší koncentraci než 6M, vznikají kationty MoO_2^{2+} .

Zásobní roztok molybdenanu amonného v kyselině chlorovodíkové obsahuje 10,00 g molybdenu na 1 litr roztoku.

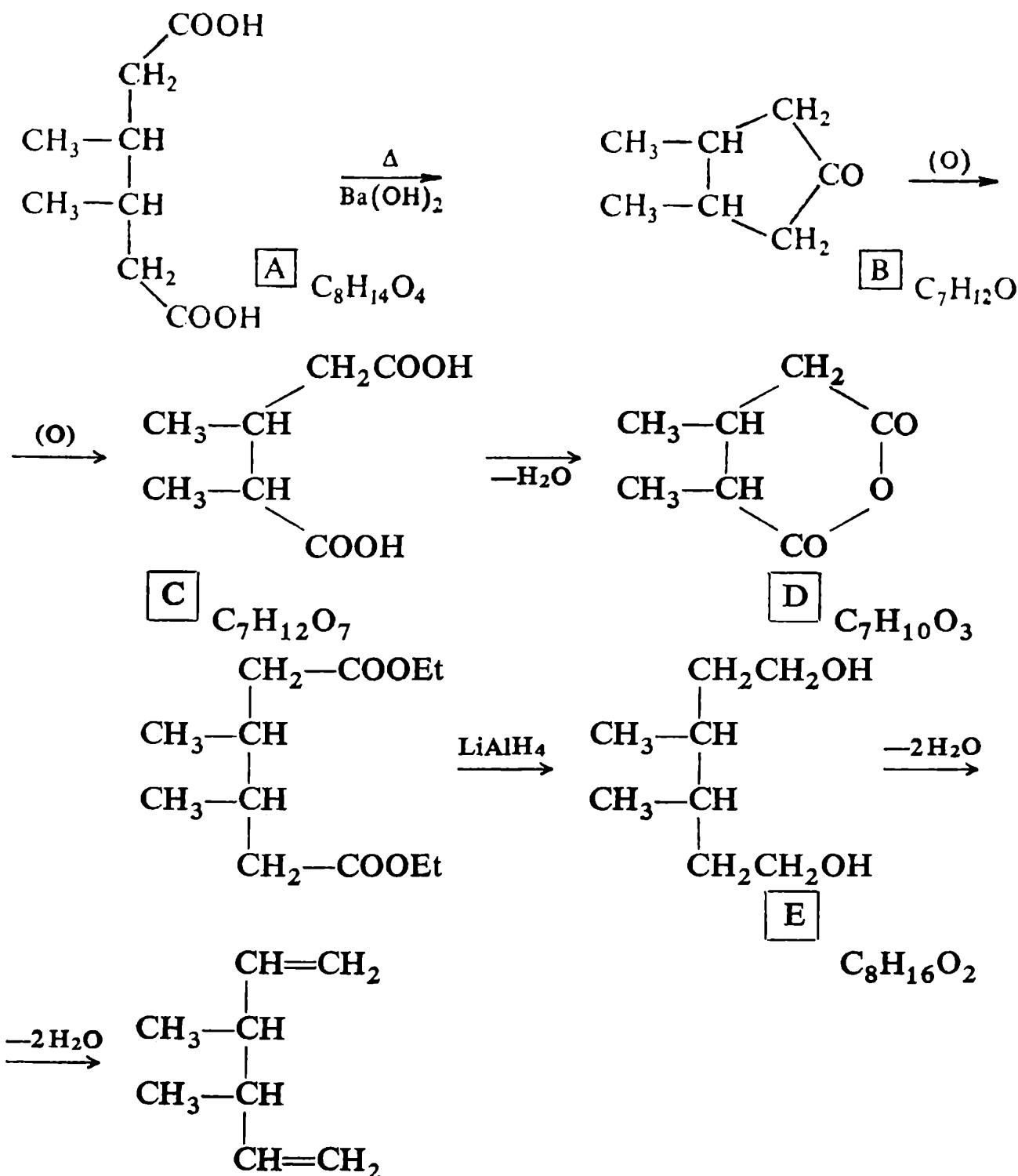
a) 25 cm^3 tohoto roztoku bylo redukováno rtutí v prostředí koncentrované kyseliny chlorovodíkové. Vzniklá směs byla zfiltrována a filtrát zředěn destilovanou vodou. K oxidaci produktu redukce zpět na původní sloučeninu molybdenu bylo spotřebováno $26,05 \text{ cm}^3$ 0,1N roztoku síranu ceričitého;

b) 25 cm^3 zásobního roztoku bylo podrobeno redukci amalgamem zinku v prostředí zředěné kyseliny chlorovodíkové. Zredukovaný produkt i voda použitá k dekantaci byly odděleny od amalgamu a oxidovány 0,1N roztokem síranu ceričitého. K převedení produktu na původní stav bylo spotřebováno $78,15 \text{ cm}^3$ titračního činidla.

Určete stupeň redukce molybdenu v obou případech a napište iontové rovnice všech popisovaných reakcí.

ŘEŠENÍ

Úloha 1



Úloha 2

Jestliže 10 % chromanových iontů přechází na dichroman, tak
 $[\text{CrO}_4^{2-}] = 0,9 \text{ mol/l}$; $[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] = 0,05 \text{ mol/l}$

Tedy:

$$K_e = \frac{[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]}{[\text{H}^+]^2 \cdot [\text{CrO}_4^{2-}]^2} = 4,2 \cdot 10^{14}$$

Z toho plyne:

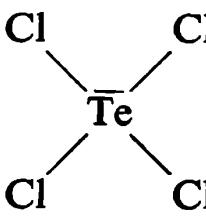
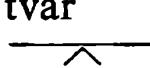
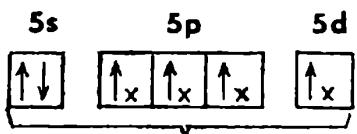
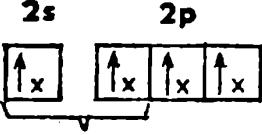
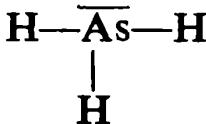
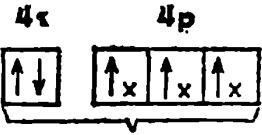
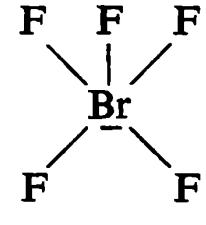
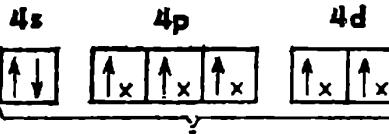
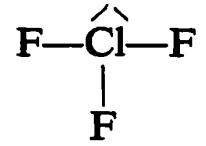
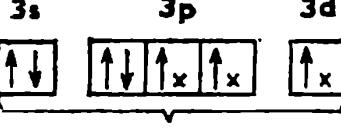
$$[\text{H}^+] = \sqrt{\left(\frac{0,05}{0,9^2 \cdot 4,2 \cdot 10^{14}} \right)} = 1,2 \cdot 10^{-8}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = 7,9$$

Úloha 3

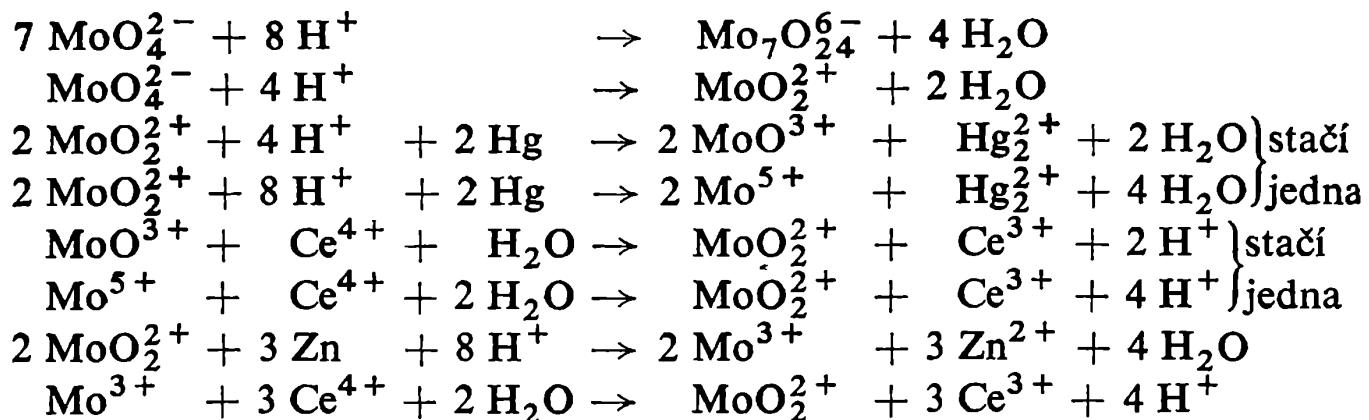
XeF_4	 čtverec		sp^3d^2
SnCl_2	 angulární		sp^2
H_6TeO_6	 oktaedr		sp^3d^2
$\text{Ni}(\text{CO})_4$	 tetraedr		sp^3
ICl_2^-	 lineární		sp^3d

Tabulka 13

Látka	Elektronový vzorec	Geome-trický tvar	Elektronová konfi-gurace valenční sféry centrálního atomu	Typ hybridiza-cie na centrál-ním atomu
TeCl ₄		tvar 		sp ³ d
C ₃ O ₂	$\langle \text{O}=\text{C}=\text{C}=\text{C}=\text{O} \rangle$	lineární		sp
AsH ₃		trojboká pyramida		sp ³
BrF ₅		čtyřboká pyramida		sp ³ d ²
ClF ₃		tvar T		sp ³ d

Úloha 4

Rovnice reakcí:



Výpočet:

Molarita roztoku molybdenanu:

$$A_r(\text{Mo}) = 96,94; 10 : 95,94 = 0,1042$$

25 cm³ roztoku molybdenu obsahuje 0,1042 : 40 = 0,002605 mol.

a) Spotřeba titračního činidla:

$$\frac{26,05 \cdot 0,1}{1000} = 0,002605 \text{ mol (val)} \text{ Ce}^{4+}$$

probíhá redukce o jeden stupeň — tedy na Mo⁵⁺, popř. MoO³⁺,

d) Spotřeba titračního činidla:

$$78,15 \text{ cm}^3 \dots 0,007815 \text{ mol (val)} \text{ Ce}^{4+}$$

spotřeba třikrát větší než v případě a) — redukce probíhá na Mo³⁺.

B. Praktická úloha

Dělení směsi tří sloučenin

1. Vypracujte schéma pro dělení směsi kapalného aromatického uhlovodíku, fenolu a netěkavé karboxylové kyseliny (při dělení využijte kyselých vlastností fenolu a karboxylové kyseliny a destilovatelnosti aromatického uhlovodíku).

2. Podle dále uvedeného návodu rozdělte 25 cm^3 směsi obsahující výše zmíněné sloučeniny.

Postup při dělení směsi aromatického uhlovodíku, fenolu*) a karboxylové kyseliny

25 cm^3 směsi důkladně protřepte s 25 cm^3 10% NaOH a oddělte v dělicí nálevce. V získané horní vrstvě (A) je samotný aromatický uhlovodík, spodní vrstva (B) obsahuje sodnou sůl fenolu a karboxylové kyseliny ve vodě.

Zpracování vrstvy (A)

Vrstvu (A) protřepte v dělicí nálevce se 100 cm^3 destilované vody, vodní (spodní) vrstvu oddělte a horní protřepte přímo v dělicí nálevce s asi 5 g bezvodého CaCl_2 . Zfiltrujte do 50 cm^3 frakční baňky (nejlépe přes skládaný filtr) a destilujte**). Několik prvních kalných kapek vytékajících z vodního chladiče jímejte oddeleně do zkumavky, čirý destilát jímáme do odměrného 20 cm^3 válce. Zaznamenávejte teplotu varu destilátu a jeho množství (destilát se na závěr práce odevzdá). Dbejte, aby rtuť teploměru byla umístěna ve frakční baňce ve výši odvodné trubičky.

Zpracování vrstvy (B)

Vrstvu (B) opatrně okyselte 25 cm^3 10% H_2SO_4 a ochladte tekoucí vodou. Sraženiny zfiltrujte na fritě č. 2 a promyjte

*) Názvem fenol je obecně míňena sloučenina se skupinou OH na aromatickém jádře.

**) Destilace kapalin, zejména hořlavých, se provádí za použití vhodné lázně. V tomto případě, kdy jde o malý objem, lze připustit destilaci za použití azbestové síťky. Nutno však pracovat opatrně. Nezapomeňte na varné kaménky nebo na varnou kapiláru.

asi 20 cm^3 destilované vody. Hmotnost surové sraženiny zjistěte z rozdílu hmotnosti samotné frity, kterou jste zvážili před filtrováním, a z její hmotnosti se sraženinou. K ještě vlhkému produktu, který jste přenesli do kádinky objemu 150 cm^3 , přidejte asi 3 g NaHCO_3 a 20 cm^3 vody. Pak zvolna zahřívejte na síťce k varu (pozor šumí!) a ochladte tekoucí vodou; tím získáte nahnědlou masu (C). Filtrát okyselte asi na pH 2 10% H_2SO_4 (ustane vývoj oxidu uhličitého), přičemž vypadne sněhobílý produkt (D). Zfiltrujte a promyjte destilovanou vodou. Množství obou produktů (C) a (D) takto získaných znamenejte.

Ve zkumavce rekryystalujte z vody asi 100 mg produktu (C). Po vykrystalování zfiltrujte a stanovte teplotu tání (v bodotávku, popř. kuželovité baňce objemu 50 až 100 cm^3 s koncentrovanou kyselinou sírovou, v níž je ponořen teploměr, k němuž je gumičkou upevněna kapilára obsahující několik krystalků látky (C)). Přesně totéž opakujte se 0,100 g sloučeniny (D). Překrystalované produkty odsajte na malé fritě nebo na malé Büchnerově nálevce.

Na závěr práce odevzdejte (ve zkumavkách):

1. surový produkt C (ahnědlá masa);
2. překrystalovaný vzorek C;
3. surový produkt D (sněhobílý);
4. překrystalovaný vzorek D;
5. destilát.

Na každou zkumavku napište své jméno, značení a hmotnost produktu (např.: P. Novotný, 0,7 g surového produktu C.). U překrystalovaných vzorků uveděte též naměřenou teplotu tání, u destilátu jeho objem a teplotu varu. Poznamenejte

též hmotnost surové sraženiny získané po okyselení vrstvy (B).

Dělení směsi je založeno na skutečnosti, že fenoly i karboxylové kyseliny jsou vzhledem ke svým kyselým vlastnostem rozpustné ve vodném roztoku hydroxidu, z něhož je lze získat zpět okyselením silnou kyselinou, např. sírovou. Směs fenolu a karboxylové kyseliny můžeme od sebe oddělit na základě skutečnosti, že karboxylové kyseliny jako sloučeniny kyselejší než fenoly se rozpouštějí v roztoku hydrogenuhličitanu sodného a z tohoto roztoku je lze opět uvolnit okyselením.

Důležité upozornění:

Dříve než začnete pracovat, si pozorně přečtěte celý postup a pokud v něm něčemu nerozumíte, zeptejte se přítomného učitele. Nezapomeňte, že aromatické uhlovodíky jsou jedovaté a hořlavé! Pozor na práci s koncentrovanou kyselinou sírovou!

Pokud nedokážete úlohu řešit samostatně, bude vám sníženo bodové hodnocení a požádejte o rozpracované pokyny pro práci č. 2.