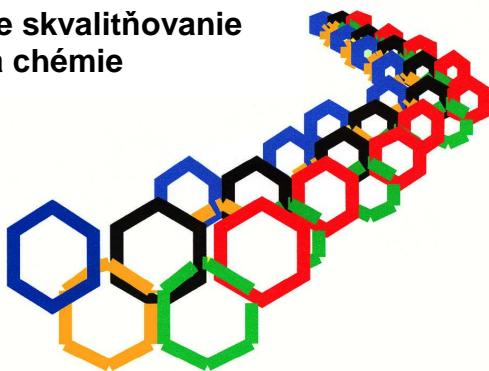


Časopis pre skvalitňovanie
vyučovania chémie

1/2009



CHEMICKÉ ROZHLADY

IUVENTA
Bratislava
2009

Z OBSAHU

- *Úlohy celoštátneho kola CHO v kategórii A a ich riešenie*
- *Úlohy celoštátneho kola CHO v kategórii EF a ich riešenie*
- *Metódy prípravy a vlastnosti pórovitých látok*

CHEMICKÉ ROZHĽADY – 1. číslo

10. ročník – rok 2009

Časopis pre skvalitňovanie vyučovania chémie

Autori príspevkov:

A. Boháč, A. Ďuricová, Ľ. Glosová, K. Jesenák, S. Kedžuch, A. Kicková,
E. Kulichová, B. Lakatoš, I. Ondrejkočičová, M. Putala, J. Reguli, M. Sališová,
A. Sirota, J. Široká, P. Tarapčík

Recenzenti:

Z. Bučková, A. Ďuricová, M. Gánovská, Ľ. Glosová, S. Kedžuch, E. Klein,
P. Magdolen, V. Milata, I. Ondrejkočičová, V. Polačková, P. Schwendt, A. Sirota,
Ľ. Varečka

Šéfredaktor: Anton Sirota

Redakčná rada:

Ivan Hnát, Klaudia Jomová, Mária Linkešová, Milan Melicherčík,
Miroslav Prokša, Jozef Tatiersky

Všetky príspevky boli recenzované.

Vydal: IUVENTA v Bratislave s finančnou podporou MŠ SR

Tlač: Vydavateľstvo STU v Bratislave

Náklad: 600 kusov

Nepredajné. Distribuuje IUVENTA a Slovenská komisia chemickej olympiády.

Evid. č. MK SR: EV 1195/08

ISSN 1335 – 8391

© Autori príspevkov

O B S A H

SÚŤAŽE V CHÉMII

ÚLOHY CHEMICKEJ OLYMPIÁDY V KATEGÓRII A

A ICH RIEŠENIA

CELOŠTÁTNE KOLO

.....	5
Úlohy z anorganickej a analytickej chémie (Anton Sirota)	5
Riešenie a hodnotenie úloh z anorganickej a analytickej chémie (Anton Sirota)	10
Úlohy z fyzikálnej chémie (Ján Reguli)	16
Riešenie a hodnotenie úloh z fyzikálnej chémie (Ján Reguli)	20
Úlohy z organickej chémie (Andrej Boháč, Marta Sališová)	24
Riešenie a hodnotenie úloh z organickej chémie (Andrej Boháč, Marta Sališová)	27
Úlohy z biochémie (Boris Lakatoš)	33
Riešenie a hodnotenie úloh z biochémie (Boris Lakatoš)	34
Praktické úlohy z analytickej chémie (Pavol Tarapčík)	36
Riešenie a hodnotenie úloh praktické úloh z analytickej chémie (Pavol Tarapčík)	41

Praktické úlohy z organickej syntézy (Martin Putala, Anna Kicková)	44
Riešenie a hodnotenie praktických úloh z organickej syntézy (Martin Putala, Anna Kicková)	49

ÚLOHY CHEMICKEJ OLYMPIÁDY V KATEGÓRII EF, ÚROVNI E

A ICH RIEŠENIA

<u>CELOŠTÁTNE KOLO</u>	52
Úlohy z technologických výpočtov (I) (Ľ. Glosová)	52
Riešenie a hodnotenie úloh z technologických výpočtov (I) (Ľ. Glosová)	54
Úlohy zo všeobecnej a fyzikálnej chémie (I) (I. Ondrejковиčová)	56
Riešenie a hodnotenie úloh zo všeobecnej a fyzikálnej chémie (I) (I. Ondrejковиčová)	58

ÚLOHY CHEMICKEJ OLYMPIÁDY V KATEGÓRII EF, ÚROVNI F

A ICH RIEŠENIA

<u>CELOŠTÁTNE KOLO</u>	63
Úlohy z technologických výpočtov (II) (A. Ďuricová)	63
Riešenie a hodnotenie úloh z technologických výpočtov (II) (A. Ďuricová)	65
Úlohy zo všeobecnej a fyzikálnej chémie (II) (S. Kedžuch)	69
Riešenie a hodnotenie úloh zo všeobecnej a fyzikálnej chémie (II) (S. Kedžuch)	71

ÚLOHY CHEMICKEJ OLYMPIÁDY V KATEGÓRII EF, ÚROVNE E A F

A ICH RIEŠENIA

CELOŠTÁTNE KOLO

Úlohy z analytickej chémie (E. Kulichová)	74
Riešenie a hodnotenie úloh z analytickej chémie (E. Kulichová)	77
Úloh z organickej chémie (J. Široká)	81
Riešenie a hodnotenie úloh z organickej chémie (J. Široká)	83
Úlohy z praxe (E. Kulichová)	85
Riešenie a hodnotenie úloh z praxe (E. Kulichová)	88

PRÁCE Z DIDAKTIKY CHÉMIE

Metódy prípravy a vlastnosti pórovitých látok (Karol Jesenák)	95
Adresy autorov a redakcie	108



ÚLOHY CHEMICKEJ OLYMPIÁDY V KATEGÓRII A A ICH RIEŠENIA

Pre najvyššie ročníky gymnázií
a iných typov stredných škôl

CELOŠTÁTNE KOLO

ÚLOHY Z ANORGANICKEJ A ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória **A** – 45. ročník – školský rok 2008/2009
Celoštátne kolo

Anton Sirota

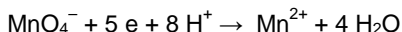
Medzinárodné informačné centrum MCHO, IUVENTA, Bratislava

Maximálne 18 bodov

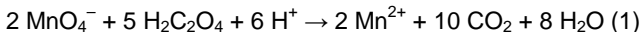
Predpokladaná doba riešenia: 80 minút

Úloha 1 (6,37 b)

Vo vodách, najmä v odpadových, sa spravidla nachádza celá paleta rôznych organických látok. Obvykle sú ich koncentrácie veľmi malé. Pretože prakticky nemožno stanoviť každú z nich osobitne, bolo treba nájsť určité kritérium, ktoré by charakterizovalo celkový obsah týchto látok vo vode a tým aj mieru celkového znečistenia vody. Takýmto kritériom je "chemická spotreba kyslíka" (CHSK), čo je množstvo kyslíka, potrebného na oxidáciu organických látok prítomných vo vode. Na stanovenie CHSK sa pre pitnú vodu používa Kubelova metóda. Pri tejto metóde sa organické látky prítomné vo vode zoxidujú mangánistanom draselným za varu v prostredí zriedenej kyseliny sírovej, pričom MnO_4^- sa redukuje na Mn^{2+} :



Roztok manganistanu draselného sa pridá ku vzorke vody v nadbytku, pričom časť KMnO_4 sa využije na oxidáciu organických látok vo vode a nespotrebovaný manganistan sa viaže nadbytkom kyseliny šťaveľovej, pričom jej nadbytok sa stanoví spätnou titráciou roztokom manganistanu draselného.



Výsledok stanovenia sa vyjadruje v mg atómového kyslíka O v litri vody a označuje sa ako CHSK, stanovená Kubelovou metódou.

Pri stanovení sme postupovali nasledovne:

Zo vzorky vody sme do varnej banky odmerali presne 100 cm^3 a pridali sme do nej niekoľko malých sklenených guľiek (varných kamienkov). Ďalej sme do banky pridali 5 cm^3 zriedenej kyseliny sírovej (1 : 2) a $20,00 \text{ cm}^3$ odmerného roztoku KMnO_4 ($c = 2,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$). Reakčnú zmes sme na variči ohriali do varu a udržiavali ju v miernom varení 10 minút. K horúcemu roztoku sme pridali $20,00 \text{ cm}^3$ roztoku kyseliny šťaveľovej ($c = 5,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$) a obsah banky sme dobre premiešali. Dbali sme na to, aby teplota zmesi neklesla pod $80 \text{ }^\circ\text{C}$. Zmes sa odfarbila. Potom sme za horúca titrovali roztok v banke roztokom KMnO_4 ($c = 2,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$) do jemne ružového sfarbenia. Spotreba roztoku bola $11,50 \text{ cm}^3$.

Následne sme rovnakým postupom urobili slepé stanovenie, pričom sme použili presne 100 cm^3 destilovanej vody. Pritom sa zistilo, že na oxidáciu organických látok sa v tomto prípade spotrebovalo také látkové množstvo KMnO_4 (n_{sp}), ktoré odpovedá $0,20 \text{ cm}^3$ uvedeného odmerného roztoku KMnO_4 .

1.1. Vypočítajte chemickú spotrebu kyslíka a vyjadrite ju v mg O v 1 dm^3 vody. Pomôcka:

Odporúča sa, aby ste si vo výpočte jednotlivé látkové množstvá KMnO_4 a $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, ktoré prichádzajú do úvahy, správne označili a tak ich ľahko rozlíšili.

Pri výpočte chemickej spotreby kyslíka CHSK si vypomôžeme rovnicou, ktorá vyjadruje oxidáciu kyseliny šťaveľovej:



Úloha 2 (11,63 b)

Oxid siričitý a oxid uhoľnatý sú z hľadiska znečisťovania ovzdušia veľmi nebezpečné látky. Oxid siričitý sa do ovzdušia dostáva pri spaľovaní nekvalitného uhlia, ktoré obsahuje prímes pyritu FeS_2 , ale aj pri používaní nekvalitných automobilových palív, ktoré obsahujú stopové množstvá síry. Prírodným zdrojom oxidu siričitého v atmosfére je vulkanická činnosť.

- 2.1.** Napíšte chemickú rovnicu pre reakciu, ktorá prebieha pri spaľovaní pyritu. Ukážte, akým spôsobom možno vypočítať stechiometrické koeficienty v rovnici tejto redoxnej reakcie. Využite pritom nábojovú bilanciu a skupinové oxidačné čísla.

Oxid uhoľnatý sa tvorí pri nedokonalom spaľovaní, t. j. v prípadoch, keď sa ku spaľovanej látke neprivádza dostatočné množstvo vzduchu (kyslíka).

- 2.2.** Napíšte chemickú rovnicu pre reakciu, ktorá prebieha v spaľovacom motore automobilov pri nedokonalom spaľovaní uhľovodíkov so všeobecným vzorcom C_xH_y .

Napíšte, čomu sa rovná y vo vzorci:

- alkánov,
- alkénov.

Oxid siričitý aj oxid uhoľnatý sú jedovaté látky. Oxid siričitý má charakteristický štipľavý zápach. Keďže sliznice dýchacieho traktu sú vlhké, oxid siričitý sa rozpúšťa na ich povrchu a spôsobuje ich poškodenie. Pri vyšších koncentráciách dochádza k paralýze dýchacieho traktu a postihnutý zomrie.

Oxid uhoľnatý je zákernejší v tom, že sa neprejaví žiadnym zápachom a s vodou netvorí žiadnu kyselinu, ktorá by mohla postihnutého varovať.

- 2.3.** Vysvetlite mechanizmus otravy oxidom uhoľnatým.
- 2.4.** Napíšte aspoň jednu chemickú rovnicu pre reakciu, ktorou možno pripraviť v laboratóriu oxid siričitý a oxid uhoľnatý?

Oxidy síry a dusíka zapríčiňujú tzv. kyslé dažde. Prvý raz upozornil na kyslé dažde anglický chemik Smith v roku 1852 v súvislosti so zadymeným ovzduším v okolí Manchestra. Odborníci sa začali intenzívne venovať problematike kyslých dažďov až po roku 1967, keď začali vyvolávať už veľké problémy.

Kedysi kyslé dažde spôsobovali sopky, močiare a planktón v oceánoch, dnes sú aj dôsledkom ľudskej činnosti, keď sa exhaláty z rôznych výrobných zariadení dostávajú do ovzdušia. V atmosfére reagujú tieto exhaláty so zrážkovými vodami a do prostredia sa vracajú ako kyslé zrážky v podobe dažďa alebo snehu. Vyplavujú z pôdy mnohé potrebné prvky (vápnik, sodík, draslík) a zhoršuje sa tým jej kvalita. Kyslé dažde zabíjajú ryby v jazerách a sú jedným z hlavných ničiteľov stromov. Majú vplyv aj na stavby, rozožierajú fasády domov, poškodzujú ich a následne zničia. Ľudia sú závislí na potrave, vode a vzduchu, ktorý dýchajú. Znečistenie ovzdušia kyslými dažďami spôsobuje dýchacie problémy. Smog, pôvodcu kyslých dažďov, žnú vetry z veľkých priemyselných centier do hôr a lesov, a tak prenášajú kontamináciu ľahko a rýchlo zo zdroja znečistenia do oblastí, kde emisie nie sú.

Hodnota pH čistej dažďovej vody je spravidla o niečo väčšia ako 5,5. V Bratislave sa táto hodnota pohybuje v intervale 4,9 - 5,7.

2.5. Pre výpočet koncentrácie H_3O^+ v roztoku slabej jednosýtnej kyseliny nájdeme v literatúre nasledovný vzťah:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a(\text{HA}) \frac{c(\text{HA}) - [\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{OH}^-]}{[\text{H}_3\text{O}^+] - [\text{OH}^-]} \quad (1)$$

v ktorom $K_a(\text{HA})$ je konštanta kyslosti jednosýtnej slabej kyseliny HA, $c(\text{HA})$ je analytická koncentrácia kyseliny HA a hranatými zátvorkami sa označujú rovnovážne koncentrácie H_3O^+ alebo OH^- .

Ukážte, ako možno tento vzťah odvodiť.

2.6. Upravte vzťah (1) tak, že zanedbáte niektoré členy, ak je to opodstatnené. Uvedte vzťahy, ktoré takto možno získať pre výpočet rovnovážnej koncentrácie $[\text{H}_3\text{O}^+]$.

V istej priemyselnej oblasti na Slovensku sa namerala vo vzduchu zvýšená koncentrácia oxidu siričitého. V dažďovej vode sa stanovila koncentrácia H_2SO_3 a mala hodnotu $6,57 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$. Hodnota pH dažďovej vody bola 3,00.

2.7. Výpočtom zistite, či hodnota pH zodpovedá uvedenej koncentrácii kyseliny siričitej, alebo ku koncentrácii H_3O^+ v dažďovej vode prispeli aj iné exhaláty. Pre kyselinu siričitú platí: $\text{p}K_{a1} = 1,81$; $\text{p}K_{a2} = 6,99$

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z ANORGANICKEJ A ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória A – 45. ročník – školský rok 2008/2009
Celoštátne kolo

Anton Sirota

Medzinárodné informačné centrum MCHO, IUVENTA, Bratislava

Maximálne 18 bodov (b), resp. 65 pomocných bodov (pb).

Pri prepočte pomocných bodov (pb) na konečné body (b) použijeme vzťah:
body (b) = pomocné body (pb) × 0,277

Riešenie úlohy 1 (23 pb)

Pri bilancii látkových množstiev KMnO_4 budeme používať tieto symboly:

$n_{\text{celk}}(\text{KMnO}_4)$ = celkové látkové množstvo pridané na začiatku do analyzovanej vody,

$n_1(\text{KMnO}_4)$ = spotrebované na oxidáciu organických látok,

$n_{1,\text{kor.}}(\text{KMnO}_4)$ = spotrebované na oxidáciu organických látok v analyzovanej vode, korigované vzhľadom na slepý pokus,

$n_2(\text{KMnO}_4)$ = nespotrebované, ktoré zostalo po reakcii s organickými látkami,

$n_3(\text{KMnO}_4)$ = spotrebované pri titrácii na stanovenie nadbytku $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$,

$n_{\text{sp}}(\text{KMnO}_4)$ = spotrebované na oxidáciu organických látok pri slepom pokuse.

2 pb Platí: $n_{\text{celk}}(\text{KMnO}_4) = n_{1,\text{kor.}}(\text{KMnO}_4) + n_2(\text{KMnO}_4)$

2 pb $n_{1,\text{kor.}}(\text{KMnO}_4) = n_1(\text{KMnO}_4) - n_{\text{sp}}(\text{KMnO}_4)$

Bilancia látkových množstiev $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$:

$n_{\text{celk}}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ = celkové látkové množstvo pridané na začiatku do analyzovanej vody,

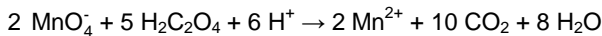
$n_4(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ = spotrebované na reakciu s KMnO_4 , ktorý sa nevyužil na oxidáciu organických látok,

- 3 pb $n_5(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ = látkové množstvo $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, ktoré sa nespotrebovalo na reakciu s nevyužitým KMnO_4 a bolo teda v nadbytku,
Platí: $n_{\text{celk}}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = n_4(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) + n_5(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$

Celkové látkové množstvo KMnO_4 :

- 2 pb $n_{\text{celk}}(\text{KMnO}_4) = 0,00200 \text{ mol dm}^{-3} \times 0,02000 \text{ dm}^3 = 4,00 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$
Celkové látkové množstvo kyseliny šťaveľovej pridanej v nadbytku:
- 1 pb $n_{\text{celk}}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 0,00500 \text{ mol dm}^{-3} \times 0,02000 \text{ dm}^3 = 1,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$
Na určenie nadbytku kyseliny šťaveľovej sa pri titrácii spotrebovalo $11,50 \text{ cm}^3$ odmerného roztoku KMnO_4 , t. j.

- 1 pb $n_3(\text{KMnO}_4) = 0,00200 \text{ mol dm}^{-3} \times 0,01150 \text{ dm}^3 = 2,30 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$
Vzhľadom na reakciu, ktorá prebieha pri titrácii



- 2 pb $n_5(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = \frac{5}{2} \times 2,30 \cdot 10^{-5} \text{ mol} = 5,75 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$

Pre $n_4(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$, látkové množstvo $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, ktoré je treba na viazanie nespotrebovaného KMnO_4 pri reakcii s organickými látkami, platí:

- 2 pb $n_4(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = n_{\text{celk}}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) - n_5(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) =$
 $1,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol} - 5,75 \cdot 10^{-5} \text{ mol} = 4,25 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$

Potom

- 1 pb $n_1(\text{KMnO}_4) = \frac{2}{5} \times 4,25 \cdot 10^{-5} \text{ mol} = 1,70 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$

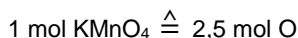
Látkové množstvo KMnO_4 spotrebované pri slepom pokuse:

- 1 pb $n_{\text{sp}}(\text{KMnO}_4) = 0,00200 \text{ mol dm}^{-3} \times 0,000200 \text{ dm}^3 = 4,00 \cdot 10^{-7} \text{ mol}$

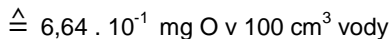
Potom korigované látkové množstvo KMnO_4 je:

- 2 pb $n_{1,\text{kor.}}(\text{KMnO}_4) = n_1(\text{KMnO}_4) - n_{\text{sp}}(\text{KMnO}_4) =$
 $1,70 \cdot 10^{-5} \text{ mol} - 4,00 \cdot 10^{-7} \text{ mol} = 1,66 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$

Z tohto množstva treba vypočítať chemickú spotrebu kyselika CHSK. Vzhľadom na rovnice (1) a (2) v zadaní platí:

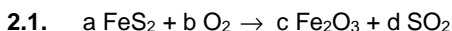


$$4 \text{ pb} \quad 1,66 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \hat{=} 4,15 \cdot 10^{-5} \text{ mol O} \hat{=} 6,64 \cdot 10^{-4} \text{ g O} \hat{=}$$

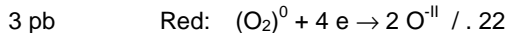
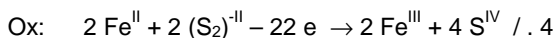
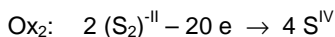
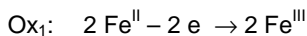


resp. 6,64 mg O v 1 dm³ vody, čo je stanovená chemická spotreba kyslíka.

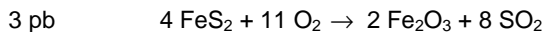
Riešenie úlohy 2 (42 pb)



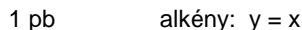
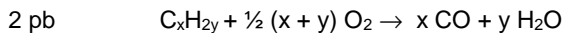
Koeficienty a, b, c, d vypočítame nasledovne:



Po sčítaní a úprave:



2.2.



2.3. Oxid uhoľnatý sa viaže na hemoglobín červených krviniek za vzniku karboxylhemoglobínu COHb, ktorý je podstatne stálejší ako oxyhemoglobín OxHb. Zásobovanie tkanív kyslíkom sa takto už pri

3 pb nižších koncentráciách CO vo vzduchu znižuje natoľko, že nastane bezvedomie a vzápätí smrť.

2.4. Príprava SO₂:

2 pb Napríklad: $\text{Cu} + 2 \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{konc.}) \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

Príprava CO:

2 pb Napríklad: $\text{HCOOH} \xrightarrow{\text{konc. H}_2\text{SO}_4} \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$

2.5.

$$K_k(\text{HA}) = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \quad (1)$$

Z toho:

$$2 \text{ pb } [\text{H}_3\text{O}^+] = K_k(\text{HA}) \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} \quad (2)$$

Látková bilancia:

$$2 \text{ pb } c(\text{HA}) = [\text{HA}] + [\text{A}^-] \quad (3)$$

Nábojová bilancia:

$$2 \text{ pb } [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{A}^-] + [\text{OH}^-] \quad (4)$$

Upravené vzťahy (3) a (4) dosadíme postupne do (2):

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_k(\text{HA}) \frac{c(\text{HA}) - [\text{A}^-]}{[\text{A}^-]}$$

$$3 \text{ pb } [\text{H}_3\text{O}^+] = K_k(\text{HA}) \frac{c(\text{HA}) - [\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{OH}^-]}{[\text{H}_3\text{O}^+] - [\text{OH}^-]} \quad (5)$$

2.6. Úprava vzťahu (5):

1 pb V kyslých roztokoch určite platí: $[\text{H}_3\text{O}^+] \gg [\text{OH}^-]$. Potom:

$$2 \text{ pb } [\text{H}_3\text{O}^+] = K_k(\text{HA}) \frac{c(\text{HA}) - [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_3\text{O}^+]} \quad (6)$$

V prípadoch, keď analytická koncentrácia kyseliny HA je podstatne väčšia ako koncentrácia H_3O^+ , t. j. platí:

$c(\text{HA}) \gg [\text{H}_3\text{O}^+]$, vzťah (6) možno upraviť nasledovne:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_k(\text{HA}) \frac{c(\text{HA})}{[\text{H}_3\text{O}^+]} \quad (7)$$

Z toho:

$$2 \text{ pb} \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_k(\text{HA}) \times c(\text{HA})} \quad (8)$$

2.7. Budeme predpokladať, že kyslosť dažďa spôsobuje len kyselina siričitá. Táto kyselina je dvojsýtna a $K_{k1} = 1,55 \cdot 10^{-2}$ a $K_{k2} = 1,02 \cdot 10^{-7}$. Keďže $K_{k1} \gg K_{k2}$, disociáciu do druhého stupňa zanedbáme

3 pb a vo výpočte môžeme použiť vzťahy, ktoré platia pre jednosýtnu slabú kyselinu. Za tohto predpokladu vypočítame koncentráciu H_2SO_3 , ktorá prislúcha hodnote $\text{pH} = 3,00$.

Použijeme upravený vzťah (6):

$$2 \text{ pb} \quad c(\text{HA}) = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2 + K_k(\text{HA}) [\text{H}_3\text{O}^+]}{K_k(\text{HA})} \quad (9)$$

Po dosadení do vzťahu (9):

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,00 \cdot 10^{-3} \quad (\text{pH} = 3,00)$$

$$K_{k1} = 1,55 \cdot 10^{-2}$$

vypočítame koncentráciu H_2SO_3 v kyslom daždi:

$$3 \text{ pb} \quad c(\text{H}_2\text{SO}_3) = 2,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

Záver:

Výpočtom sme zistili, že hodnote $\text{pH} = 3,00$ nezodpovedá hodnota analytickej koncentrácie $c(\text{H}_2\text{SO}_3) = 6,57 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$, ktorá sa zistila v kyslom daždi, ale hodnota je väčšia, čo značí, že ku kyslosti dažďa prispievajú aj iné exhaláty, najmä oxidy dusíka, z ktorých sa oxidáciou tvorí kyselina dusičná.

Poznámka:

Výpočet možno urobiť aj tak, že sa na základe zistenej koncentrácie kyseliny siričitej v dažďovej vode vypočíta podľa vzťahu (6) hodnota $[H_3O^+]$, ktorej zodpovedá hodnota $pH = 3,20$. To vedie k tomu istému záveru, ako sme urobili predtým.

ÚLOHY Z FYZIKÁLNEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória A – 45. ročník – školský rok 2008/2009
Celoštátne kolo

Ján Reguli

Katedra chémie, PdF TU, Trnava

Maximálne 17 bodov Doba riešenia: 60 minút

Úloha 1 (4 b)

Tlak nasýtenej pary octanu etylového má pri teplote 41,4 °C hodnotu 26,66 kPa a pri teplote 85,6 °C hodnotu 145,63 kPa.

- 1.1. Vypočítajte tlak nasýtenej pary octanu etylového pri teplote 75,0 °C.
- 1.2. Je octan etylový v otvorenej nádobe ešte kvapalný t. j. je normálna teplota varu octanu etylového (pri tlaku 101,325 kPa) vyššia alebo nižšia ako 75,0 °C?

Úloha 2 (4,5 b)

Jeden mól stavovo ideálneho dusíka (ktorého $c_{Vm} = 5/2 R$) sme v tepelne izolovanej nádobe stlačili z počiatočného objemu 15,0 dm³ na polovičný objem. Počiatočná teplota bola 25 °C.

- 2.1. O koľko pascalov sa v nádobe zvýšil tlak, ak sme plyn stláčali tak pomaly, že môžeme predpokladať, že stlačenie prebehlo vratne?

Z nádoby sme potom odstránili tepelnú izoláciu a plyn sme nechali izotermicky expandovať na pôvodný objem.

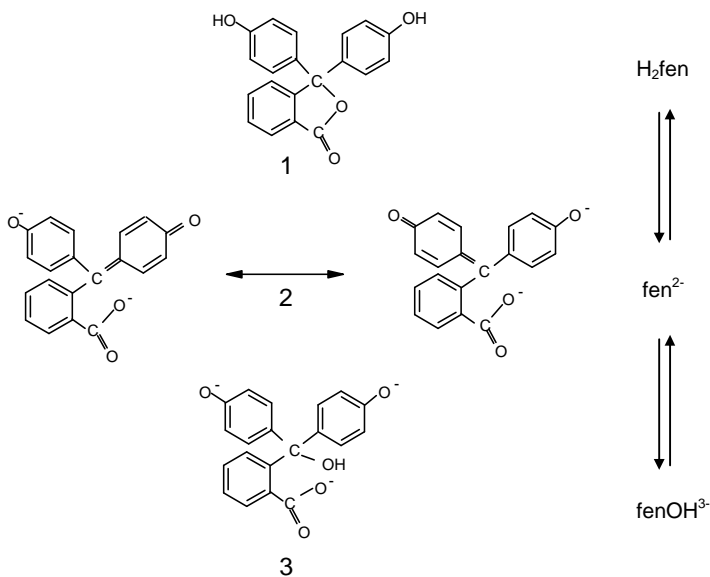
- 2.2. Aký tlak sa ustálil v nádobe?
- 2.3. Ako sa zmenila vnútorná energia a entalpia dusíka oproti počiatočnému stavu?

Úloha 3 (4 b)

Pri elektrolýze roztoku chloridu zlatitého sa množstvo náboja meralo v sériovo zapojenom coulometri na traskavý plyn. Pri tlaku 100,00 kPa a teplote 25 °C sa vylú čilo 45,0 cm³ traskavého plynu (zmesi vodíka a kyslíka v pomere 2 : 1; predpokladáme, že táto zmes sa správa stavovo ideálne). Vypočítajte hmotnosť vylúčeného zlata ($M_{\text{Au}} = 196,97 \text{ g mol}^{-1}$). Tlak nasýtenej vodnej pary má pri uvedenej teplote hodnotu 2,98 kPa.

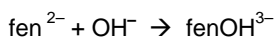
Úloha 4 (4,5 b)

Fenolftaleín je jedným z najbežnejších acidobázických indikátorov. Netvorí však len jednoduchý acidobázický pár $\text{HIn} - \text{In}^-$. Štruktúra jednotlivých foriem fenolftaleínu je znázornená na obrázku.



Fenolftaleín je bezfarebný pri $\text{pH} < 8$. Táto bezfarebná forma má štruktúru (1), zjednodušene H_2fen . Keď pH stúpa od 8 ku 10, oba fenolové protóny sa odštiepia približne rovnako ľahko a laktónový kruh sa roztvorí, čím dostávame známu ružovočervenú formu (2), fen^{2-} . Pri ešte vyššom pH ružová farba pomaly zaniká za vzniku štruktúry (3), fenOH^{3-} . Všetky farebné zmeny sú obojsmerné. Premena H_2fen na fen^{2-} je extrémne rýchla a je úplne skončená pri $\text{pH} = 11$, zatiaľ čo premena fen^{2-} na fenOH^{3-} pri vyššom pH je dostatočne pomalá na to, aby sa jej rýchlosť dala ľahko merať. Keďže forma fen^{2-} je intenzívne sfarbená, zmenu fen^{2-} na fenOH^{3-} sa dá sledovať meraním zmien absorpcie alkalického roztoku fenolftaleínu.

Reakciu fenolftaleínu v alkalickom roztoku opisuje rovnica



Je to elementárna bimolekulová reakcia druhého poriadku.

4.1. Napíšte vzťah pre rýchlosť zmeny koncentrácie fen^{2-} (s rýchlostnou konštantou k).

V práci sa používa silne alkalický roztok, obsahujúci len stopy fenolftaleínu, takže koncentrácia OH^- prevyšuje koncentráciu fen^{2-} minimálne 10^4 -násobne. V priebehu každého pokusu zostáva teda koncentrácia OH^- iónov v podstate konštantná a rýchlostnú rovnicu môžeme prepísať do tvaru $v = k_1 c_{\text{fen}^{2-}}$

4.2. Aký je vzťah medzi rýchlostnými konštantami k a k_1 ?

4.3. Napíšte vzťah pre časovú závislosť koncentrácie fen^{2-} .

Absorbanciu roztoku ako funkciu času meriame na spektrometri pri vlnovej dĺžke maxima absorpcie fenolftaleínu (552 nm) alebo v kolorimetri s použitím zelenej LEDky (LED = light emitting diode = svetlo emitujúca dióda) (prípadne v starších prístrojoch s použitím zeleného filtra).

4.4. Zdôvodnite použitie zelenej LEDky.

Absorbancia roztoku fenolftaleínu je priamo úmerná jeho koncentrácii: $A = \varepsilon c l$. (Tento vzťah je časťou známeho Lambertovho-Beerovho zákona; molárny absorpčný koeficient ε a hrúbka vrstvy l sú v ňom konštantné.)

4.5. Napíšte rýchlostnú rovnicu reakcie 1. poriadku (v integrovanom tvare) vyjadrenú pomocou absorbancií reakčného roztoku.

Pri meraní s roztokom NaOH s koncentráciou $0,15 \text{ mol dm}^{-3}$ pri teplote $22 \text{ }^\circ\text{C}$ poklesla absorbancia za 3 minúty z počiatočnej hodnoty 1,25 na 0,79.

4.6. Určte hodnoty rýchlostných konštánt k_1 a k pre teplotu $22 \text{ }^\circ\text{C}$.

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z FYZIKÁLNEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória A – 45. ročník – školský rok 2008/2009
Celoštátne kolo

Ján Reguli

Katedra chémie, PdF TU, Trnava

Maximálne 17 bodov (b), resp. 34 pomocných bodov (pb).

Pri prepočte pomocných bodov (pb) na konečné body (b) použijeme vzťah:
body (b) = pomocné body (pb) × 0,5

Riešenie úlohy 1 (8 pb)

Zo zadania poznáme dva body na krivke závislosti tlaku nasýtenej pary od teploty. Máme vypočítať hodnotu tlaku nasýtenej pary pri tretej teplote. Vychádzame z Clausiovej-Clapeyronovej rovnice:

$$\ln \frac{p_2}{p_1} = -\frac{\Delta_{\text{vap}}H}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

z ktorej najprv vypočítame molárnu výparnú entalpiu octanu etylvého:

$$\Delta_{\text{vap}}H = \frac{-R \ln \frac{p_2}{p_1}}{\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}} = \frac{-8,3145 \times \ln \frac{145,63}{26,66}}{\frac{1}{358,75} - \frac{1}{314,55}}$$

3 pb $\Delta_{\text{vap}}H = 36042 \text{ J mol}^{-1}$

Následne použijeme jeden zo známych bodov a vypočítame tlak nasýtenej pary pri teplote 75,0 °C.

$$\ln p_2 = -\frac{\Delta_{\text{vap}}H}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) + \ln p_1$$

$$\ln p_2 = -\frac{36042}{8,3145} \left(\frac{1}{348,15} - \frac{1}{358,75} \right) + \ln 14563$$

$$\ln p_2 = -0,367892 + 11,888824 = 11,52093$$

3 pb $p_2 = 100,8 \text{ kPa}$

- 2 pb Tlak nasýtenej pary octanu etylového je pri 75 °C tesne pod hodnotou 101,325 kPa. Je teda ešte kvapalný, ale už veľmi blízko svojej teplote varu. Normálna teplota varu octanu etylového je vyššia ako 75,0 °C.

Riešenie úlohy 2 (9 pb)

- 2.1. Stavovo ideálny dusík sme stláčali v tepelne izolovanej nádobe, čiže adiabaticky a predpokladali sme, že kompresia prebehla vratne. Prebiehala teda po dráhe $pV^\kappa = \text{const.}$ z počiatočného tlaku

$$p_1 = \frac{n_1 R T_1}{V_1} = \frac{1 \times 8,3145 \times 298,15}{0,0150} = 165,3 \text{ kPa}$$

Poissonova konštanta κ má hodnotu

$$\kappa = \frac{c_{pm}}{c_{vm}} = \frac{c_{vm} + R}{c_{vm}} = \frac{(7/2)R}{(5/2)R} = \frac{7}{5} = 1,4$$

Zo vzťahu $p_1 V_1^\kappa = p_2 V_2^\kappa$ vypočítame tlak po stlačení

3 pb
$$p_2 = p_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^\kappa = 165,3 \times \left(\frac{15,0}{7,5} \right)^{1,4} = 436,1 \text{ kPa}$$

Tlak sa teda pri stlačení zvýšil o

1 pb
$$\Delta p = p_2 - p_1 = 436,1 - 165,3 = 270,8 \text{ kPa}$$

Teplota pri adiabetickej kompresii stúpila na hodnotu

2 pb
$$T_2 = \frac{p_2 V_2}{nR} = \frac{436,1 \times 0,0075}{1,8,3145} = 393 \text{ K} = 120 \text{ °C}$$

- 2.2. Pri následnej izotermickej expanzii sa tlak znížil na hodnotu, ktorú dostaneme využitím Boylovho zákona: $p_3 V_3 = p_2 V_2$

1 pb
$$p_3 = p_2 \left(\frac{V_2}{V_3} \right) = 436,1 \times \frac{7,5}{15} = 218 \text{ kPa}$$

alebo

$$p_3 = \frac{nRT_3}{V_3} = \frac{1 \times 8,3145 \times 393,41}{0,015} = 218 \text{ kPa}$$

- 2.3.** Pri izotermickej expanzii sa vnútorná energia ani entalpia nemenili. Zmenili sa len pri zohriatí plynu počas úvodnej adiabatickej kompresie z teploty 298,15 K (25 °C) na teplotu 393,41 K.

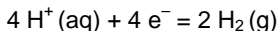
1 pb $\Delta U = n c_{Vm} (T_2 - T_1) = 1 \times (5/2) \times 8,3145 \times (393,41 - 298,15) = 1980,10 \text{ J}$

1 pb $\Delta H = n c_{pm} \Delta T = n (c_{Vm} + R) (T_2 - T_1) = 1 \times (7/2) \times 8,3145 \times (393 - 298,15) = 2,77 \text{ kJ}$

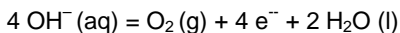
Riešenie úlohy 3 (8 pb)

Množstvo prejdeného náboja vypočítame z objemu vylúčeného traskavého plynu v coulometri.

Na katóde sa v ňom redukuje H^+ na vodík:



na anóde sa oxidujú OH^- ióny:



- 2 pb Pri prechode 4 elektrónov sa vytvoria 3 molekuly traskavého plynu (dve molekuly vodíka a jedna molekula kyslíka).

Podľa zadania sa vylúčilo 45 ml plynu pri teplote 25 °C a tlaku 100,00 kPa. Z tohto tlaku 2,98 kPa pripadalo na vodnú paru (nad vodou v coulometri), t. j. parciálny tlak traskavého plynu je len

1 pb $p = 100,00 - 2,98 = 97,02 \text{ kPa}$.

Jeho látkové množstvo je

2 pb $n = \frac{pV}{RT} = \frac{97,02 \cdot 10^3 \times 45,0 \cdot 10^{-6}}{8,3145 \times 298,15} = 0,001761 \text{ mol}$

$$n = 1,761 \text{ mmol}$$

Na vylúčenie 3 molekúl traskavého plynu treba náboj 4 e, množstvo náboja teda je

- 1 pb $n_Q = (4/3) \times 1,761 = 2,348$ mmol elektrónov
Na vylúčenie zlata z roztoku zlatitých iónov treba 3 elektróny, takže množstvo vylúčeného zlata je
- 1 pb $n_{Au} = \frac{n_Q}{3} = \frac{2,348}{3} = 0,7827$ mmol
jeho hmotnosť je
- 1 pb $m_{Au} = n_{Au} M_{Au} = 7,827 \cdot 10^{-4} \times 196,97 = 0,154$ g = 154 mg

Riešenie úlohy 4 (9 pb)

- 4.1. Je to reakcia 2. poriadku, preto rýchlosť zmeny koncentrácie fen^{2-}
- 1 pb vyjadruje vzťah $v = k c_{fen^{2-}} c_{OH^-}$
- 4.2. Koncentrácia OH^- je v priebehu reakcie konštantná, takže
- 1 pb $k_1 = k c_{OH^-}$
- 4.3. Koncentrácia fen^{2-} s časom exponenciálne klesá
- 1 pb $c_{fen^{2-}} = c_{0, fen^{2-}} e^{-k_1 t}$
- 1 pb 4.4. Roztok fenoltaleínu je ružový, pretože absorbuje zelené svetlo.
- 4.5. Do rýchlostnej rovnice reakcie 1. poriadku v integrovanej forme
 $\ln c_A = \ln c_{0A} - k_1 t$ si dosadíme $A = \varepsilon c l = const c$
Dostaneme
- 1 pb $\ln A = \ln A_0 - k_1 t$ (po odlogaritmovaní $A = A_0 e^{-k_1 t}$)
- 4.6. Z tejto rovnice vypočítame rýchlostnú konštantu k_1
- 2 pb $k_1 = \ln \frac{A_0}{A} = \ln \frac{1,25}{0,79} = 0,153 \text{ min}^{-1}$
a rýchlostnú konštantu reakcie 2. poriadku k
- 2 pb $k = \frac{k_1}{c_{HO^-}} = \frac{0,153}{0,15} = 1,0 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ min}^{-1}$

ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória **A** – 45. ročník – školský rok 2008/2009
Celoštátne kolo

Marta Sališová, Andrej Boháč

Katedra organickej chémie, PRIF UK, Bratislava

Maximálne 17 bodov

Doba riešenia: 60 minút

Úloha 1 (3,94 b)

Navrhňte syntézu brufénu (kyseliny 2-(4-izobutylfenyl)propánovej), keď pri syntéze musíte využiť nasledovné reagenty:

Izobutylalkohol ($\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OH}$, kyselinu octovú, benzén, CO_2 , SOCl_2 , KMnO_4 , HCl , AlCl_3 , LiAlH_4 , Mg .

Hviezdičkou vyznačte stereogénne centrum v molekule brufénu.

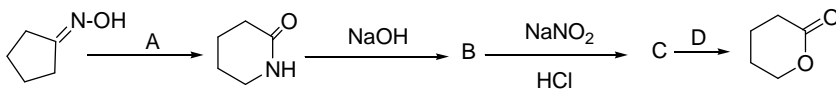
Úloha 2 (2,22 b)

Navrhňte prípravu amidu kyseliny 3-fenylbutánovej, ak máte k dispozícii ako východiskové zlúčeniny acetofenón (fenylmetylketón), etylénoxid (oxirán), NH_3 , Mg , HCl , LiAlH_4 a H_2CrO_4 .

Úloha 3 (1,72 b)

a) Navrhňte syntézu cyklopentónoxímu, ak máte k dispozícii: dietylster kyseliny hexándiovej, NH_2OH , etanolát sodný a HCl .

b) Doplníte reaktanty resp. produkty v nasledovnej reakčnej schéme:



Úloha 4 (2,96 b)

O zlúčenine **A** ($C_9H_{10}O_3$) je známe:

- Dáva pozitívny test s Bradyho (2,4-dinitrofenylhydrazín / H^+) aj Tollensovým ($Ag(NH_3)_2OH$) činidlom.
- 1H -NMR spektrum zlúčeniny **A** v $CDCl_3$ (δ) je nasledovné:
3,94 (s, 3H, CH_3), 3,97 (s, 3H, CH_3), 6,99 (d, 1H, Ph), 7,41 (s, 1H, Ph), 7,47 (d, 1H, Ph), 9,85 (s, 1H, CHO)
- Zlúčenina **A** reaguje za bázičkej katalýzy s acetofenónom ($PhCOCH_3$) za vzniku nenasýtenej zlúčeniny **B**, ktorá môže vznikať vo forme dvoch diastereoizomérov **E** a **Z**.

Vyriešte štruktúru zlúčeniny **A**. Priradte jednotlivé signály odpovedajúcim vodíkom. Napíšte obidva stereoizoméry zlúčeniny **B**.

Úloha 5 (1,72 b)

Nylon je polyamid, ktorý možno pripraviť z kyseliny hexándiovej a hexán-1,6-diamínu pri teplote 200 – 300°C.

- Naznačte dve sekvencie vzniku polyamidu.
- Navrhňte syntézu kyseliny hexándiovej a hexán-1,6-diamínu, ak v oboch prípadoch musíte použiť ako východiskovú zlúčeninu 1,4-dibrómbután.

Úloha 6 (3,45 b)

O zlúčenine **A** je známe:

- Reaguje s Bradyho (2,4-dinitrofenylhydrazín/ H^+) a Lugolovým ($I_2 / NaOH$) činidlom.
- Nereaguje však s Fehlingovým ani Tollensovým činidlom.
- Hydrolyzou zlúčeniny **A** vzniká zlúčenina **B**, ktorá reaguje so všetkými horeuvedenými činidlami.

Pre **A** aj **B** boli namerané 1H NMR spektrá – uvádzame hodnoty (δ):

A: 2.5 (s, 3H, CH_3); 2.8 (d, 2H, CH_2) 3.5 (s, 6H, CH_3), 4.5 (t, 1H, CH)

B: 2.5 (s, 3H, CH_3); 3.2 (d, 2H, CH_2), 8.8 (t, 1H, CHO)

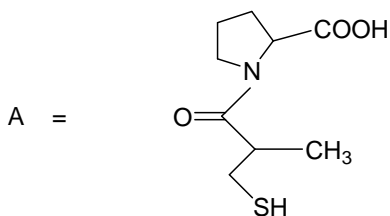
Napíšte štruktúrne vzorce zlúčenín **A** a **B** a priradte chemické posuny (δ).

Úloha 7 (0,99 b)

Stereoizomér zlúčeniny A, čo je

(2*S*)-1-[(2*S*)-2-metyl-3-sulfanylpropanoyl]pyrolidín-2-karboxylová kyselina,
sa používa pod obchodným názvom Kaptopril pri liečení srdcových ochorení.

Napište všetky stereoizoméry uvedenej zlúčeniny A.



RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória A – 45. ročník – školský rok 2008/2009
Celoštátne kolo

Marta Sališová, Andrej Boháč

Katedra organickej chémie, PRIF UK, Bratislava

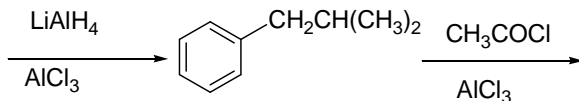
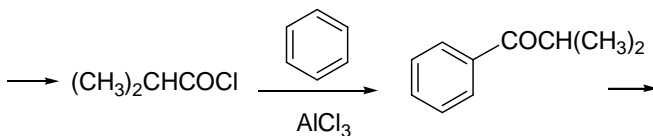
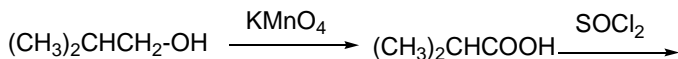
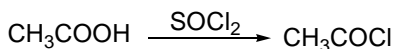
Maximálne 17 bodov (b), resp. 69 pomocných bodov (pb)

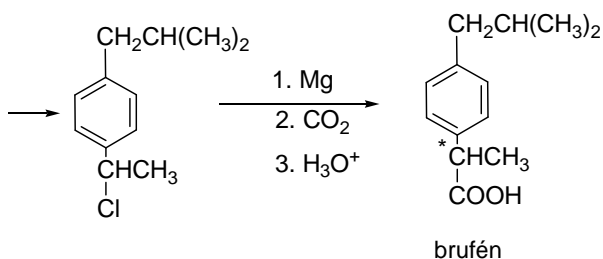
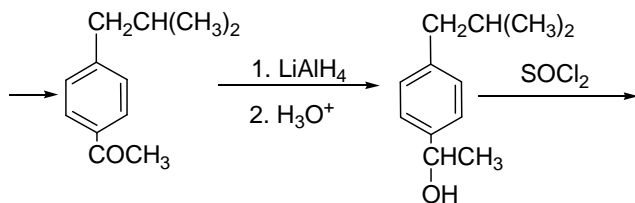
V celom riešení sa za každý správny údaj pridelí 1 pb.

Pri prepočte pomocných bodov (pb) na konečné body (b) použijeme vzťah:

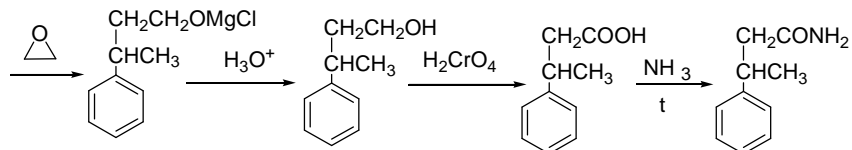
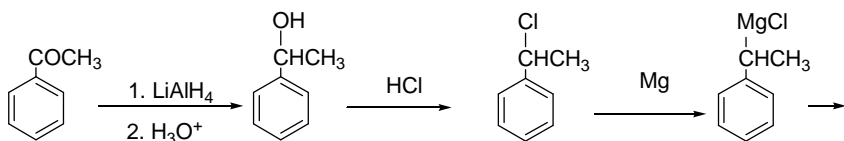
Body (b) = pomocné body (pb) × 0,2464

Riešenie úlohy 1 (16 pb)



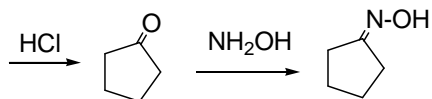
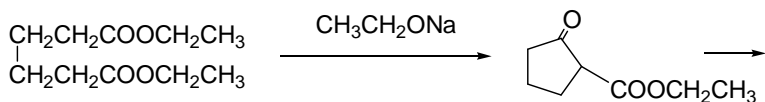


Riešenie úlohy 2 (9 pb)

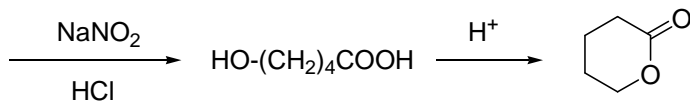
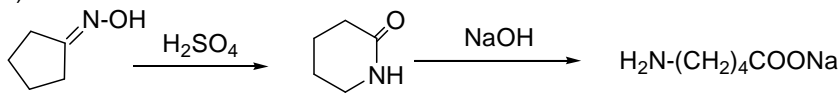


Riešenie úlohy 3 (7 pb)

a)

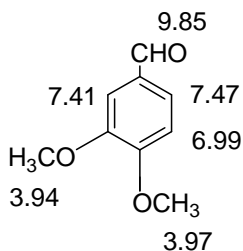


b)

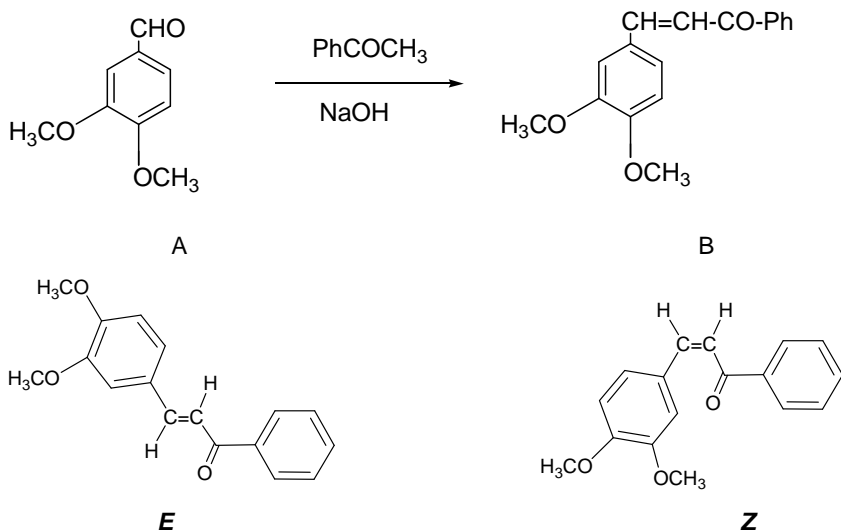
**Riešenie úlohy 4 (12 pb)**

a) zlúčenina má aldehydovú skupinu

b)

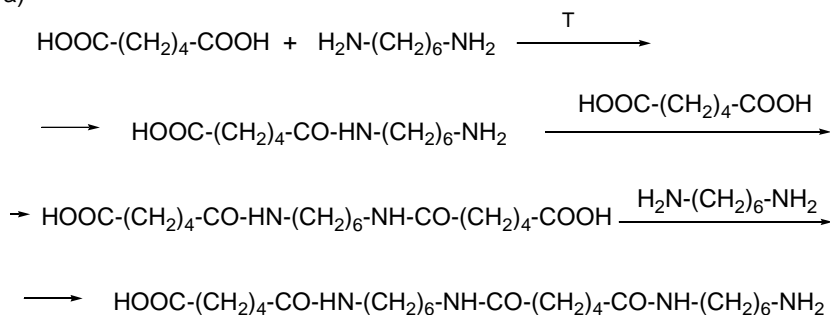


c)

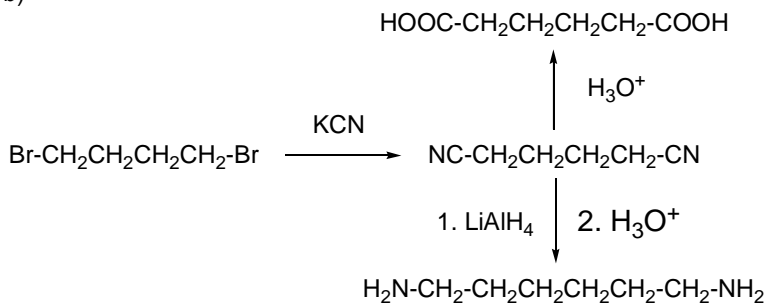


Riešenie úlohy 5 (7 pb)

a)

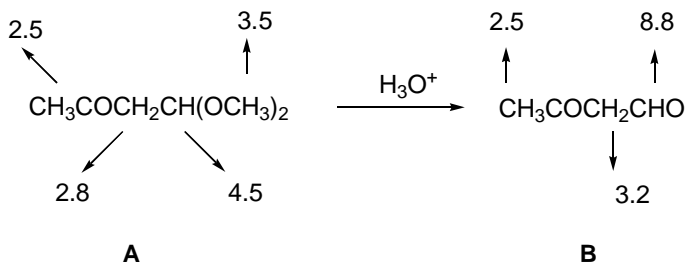
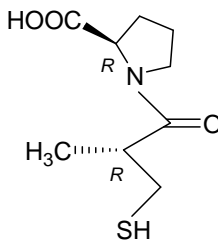
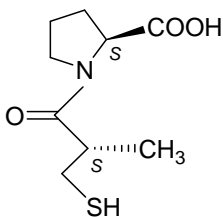


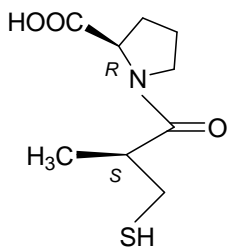
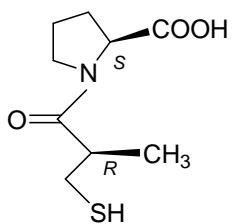
b)

**Riešenie úlohy 6 (14 pb)**

- a) V molekule je zoskupenie - COCH₃.
 b) Nemá aldehydovú skupinu.
 c) V molekule je zoskupenie - COCH₃ aj aldehydová skupina.

d)

**Riešenie úlohy 7 (4 pb)**



ÚLOHY Z BIOCHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória A – 45. ročník – školský rok 2008/2009
Celoštátne kolo

Boris Lakatoš

Oddelenie biochémie a mikrobiológie, FCHPT STU, Bratislava

Maximálne 8 bodov
Doba riešenia: 40 minút

Úloha 1 (8 b)

Polárny výskumník sa počas expedície za polárny kruh stratil. Po návrate na základňu zistil, že ostal sám a bez možnosti komunikovať so svetom. Po prehľadaní základne našiel ako jedinú potravu 3000 g bravčovej masti.

Na základe vašich znalostí o metabolizme pomôžte nášmu polárnikovi vypočítať hmotnosť dennej dávky masti tak, aby pokryla jeho energetické nároky predstavujúce 3050 kJ na deň, keď viete, že jedinou zložkou bravčovej masti využiteľnou na produkciu energie je lipid 1-stearoyl-2,3-dipalmitoylglycerol a masť okrem tohto lipidu obsahuje len 5 % (presne) vody a minerálnych látok. Pritom berte do úvahy, že energiu potrebnú pre život polárnika poskytuje hydrolyza ATP na ADP. Pri hydrolyze sa z 1 mol ATP uvoľní energia 30500 J.

- Nakreslite štruktúru uvedeného lipidu a uveďte, ktoré metabolické dráhy sa zapoja do využitia jeho jednotlivých zložiek na tvorbu energie vo forme ATP.
- Uveďte, aký je čistý energetický zisk (uveďte látkové množstvá ATP v molochoch) z jedného molu jednotlivých zložiek lipidu a z jedného molu celého uvedeného lipidu.
- Vypočítajte látkové množstvo a hmotnosť ATP, ktorá pokryje dennú energetickú potrebu polárnika. ($M_r(\text{ATP}) = 500$).
- Vypočítajte hmotnosť masti potrebnej na pokrytie dennej energetickej potreby polárnika.
- Vypočítajte, ako dlho mu tieto zásoby vystačia pri dodržaní dennej dávky.

Poznámka: Výsledky výpočtov uveďte s tromi platnými číslicami.

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z BIOCHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória A – 45. ročník – školský rok 2008/2009
Celoštátne kolo

Boris Lakatoš

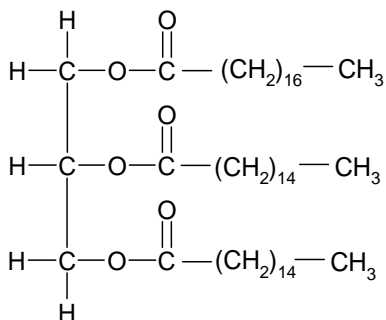
Oddelenie biochémie a mikrobiológie, FCHPT STU, Bratislava

Maximálne 8 bodov (b), resp. 32 pomocných bodov (pb).

Pri prepočte pomocných bodov (pb) na konečné body (b) použijeme vzťah:
body (b) = pomocné body (pb) × 0,25

Riešenie úlohy 1 (32 pb)

4 pb a)



Mastné kyseliny sa budú degradovať v β -oxidácii a glycerol podlieha glykolýze.

b)

1 pb 1 mol kyseliny steárovej – 147 mol ATP

1 pb 1 mol kyseliny palmitovej – 130 mol ATP

1 pb 1 mol glycerolu – 1 mol ATP

1 pb celkovo 1 mol lipidu – 408 mol ATP

4 pb c) Označme dennú spotrebu energie E_d . Potom $E_d = 3050$ kJ. Hydrolyza 1 mol ATP poskytuje 30,5 kJ energie. Teda látkové množstvo, resp. hmotnosť ATP, ktoré sa spotrebujú za deň:

$$n(\text{ATP}) = \frac{3050 \text{ kJ}}{30,5 \text{ kJ mol}^{-1}} = 100 \text{ mol}$$

$$m(\text{ATP}) = n(\text{ATP}) \times M(\text{ATP}) = 100 \text{ mol} \times 500 \text{ g mol}^{-1} = 5,00 \times 10^4 \text{ g} = 50,0 \text{ kg}$$

d) Zo štruktúry uvedeného lipidu zistíme jeho molovú hmotnosť:

$$M = 834 \text{ g mol}^{-1}.$$

Látkové množstvo lipidu v masti po odpočítaní hmotnosti iných prímiesí je:

$$4 \text{ pb} \quad n(\text{lipid}) = \frac{m(\text{lipid})}{M(\text{lipid})} = \frac{(3000 - (0,05 \times 3000)) \text{ g}}{834 \text{ g mol}^{-1}} = 3,40 \text{ mol}$$

4 pb Tomu odpovedá:

$$n(\text{ATP}) = 3,40 \text{ mol} \times 408 = 1,39 \times 10^3 \text{ mol}$$

Množstvo energie z 1 g masti (E_{1g}) je:

$$4 \text{ pb} \quad E_{1g} = \frac{(1,39 \cdot 10^3 \times 30,5) \text{ kJ}}{3000} = 14,1 \text{ kJ}$$

Hmotnosť dennej dávky masti (m_{1d}):

$$4 \text{ pb} \quad m_{1d} = \frac{E_d}{E_{1g}} = \frac{3050 \text{ kJ}}{14,1 \text{ kJ}} = 216 \text{ g}$$

e) Dobu, po ktorú polárnikovi vydrží zásoba masti, možno vypočítať pomocou hmotnosti masti alebo látkového množstva ATP:

$$4 \text{ pb} \quad \frac{3000 \text{ g}}{216 \text{ g / deň}} = 13,9 \text{ dní}$$

alebo

$$\frac{1,39 \times 10^3 \text{ mol ATP}}{100 \text{ mol ATP / deň}} = 13,9 \text{ dní}$$

Pri dodržaní dennej dávky 3000 g masti vydrží polárnikovi približne 14 dní.

PRAKTICKÉ ÚLOHY Z ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória A – 45. ročník – školský rok 2008/2009
Celoštátne kolo

Pavol Tarapčík

Ústav analytickej chémie, FCHPT STU, Bratislava

Hodnotenie 25 bodov

Doba trvania: 3,5 hodiny

1. Úvod

Na Slovensku sa vyskytuje veľké množstvo zdrojov takmer všetkých známych typov minerálnych vôd. Možno ich používať pri liečení niektorých chorôb alebo piť ako stolovú vodu. Vo všeobecnosti sú minerálne vody chutnejšie a prospešné pre zdravie ako je voda z vodovodu, ktorá často neobsahuje prvky životne dôležité pre náš organizmus a navyše vodovodná voda je chlórovaná.

Minerálne vody sú v podstate veľmi zriedené roztoky rozličných solí a v širšom zmysle ich chápeme ako vody, ktoré sa od obyčajných vôd odlišujú svojim chemickým zložením a fyzikálnymi vlastnosťami. Prírodné minerálne vody sú vody z prírodných prameňov a v mieste vyvierania obsahujú viac ako 1 g rozpustených tuhých látok v jednom litri vody.

V nasledujúcej tabuľke sú uvedené hmotnostné koncentrácie (v mg dm⁻³) hlavných súčastí v jednej zo slovenských minerálnych vôd – Ľubovnianke:

Na ⁺	174,5	Cl ⁻	9,5
K ⁺	4,7	SO ₄ ²⁻	20,4
Ca ²⁺	152,5	HCO ₃ ⁻	1739
Mg ²⁺	173,6		

Uvedené hodnoty nie sú konštantné a isté rozdiely súvisia s variabilitou zloženia vody v rôznom čase jej odberu z prameňa.

Vašou úlohou je určiť kvantitatívne kationové zloženie dodanej minerálky. Na otázky v texte odpovedajte písomne v odpovedovom hárku.

2. STANOVENIE HMOTNOSTNÝCH KONCENTRÁCIÍ Ca^{2+} , Mg^{2+} A Na^+ V MINERÁLNEJ VODE

Chemikálie

Indikátory:

Metylčerveň alebo Tashiro, eriochrómová čerň, murexid, indikátorový pH papierik.

Roztoky:

- roztok HCl ($c = 2 \text{ mol dm}^{-3}$),
- roztok NaOH ($c = 2 \text{ mol dm}^{-3}$),
- amoniakový tmivý roztok (2 mol dm^{-3}),
- presný roztok chelatónu 3 s koncentráciou okolo $0,01 \text{ mol dm}^{-3}$ (250 ml),
- presný roztok NaOH s koncentráciou okolo $0,01 \text{ mol dm}^{-3}$ (100 ml),
- ionex – silne kyslý katex a kolóna (už pripravená, v H^+ cykle, pričom môže, ale nemusí byť dostatočne premytá destilovanou vodou),
- modelový roztok kationov.

Pomôcky

Pipeta dielikovaná 5 cm^3

Pipeta nedielikovaná 10 cm^3 , 20 cm^3 , 25 cm^3 , 50 cm^3

Kadička 100 cm^3 2 ks

Kadička 250 cm^3

Odmerná banka 250 cm^3 2 ks

Titračná banka 250 cm^3 4 ks

Odmerný valec 10 cm^3 , 25 cm^3

Byreta 25 cm

Byretový lievik

Špachtľa

Úprava vzorky

Skúmaná minerálna voda obsahuje ióny, ktoré sú uvedené v tabuľke pre Ľubovnianku. Hodnoty koncentrácií jednotlivých iónov sú síce iné, ale pomer koncentrácií katiónov Na^+ a K^+ je približne rovnaký.

K presne $200,0 \text{ cm}^3$ minerálky sa pridali 2 až 3 kvapky acidobázického indikátora (metylovej červene) a kyslosť roztoku sa upravila opatrným pridávaním roztoku HCl (2 mol dm^{-3}) do farebného odtieňa rovnakého, ako má roztok, ktorý sa pripravil rozpustením 1 g hydrogentalanu draselného v 100 cm^3 vody. Roztok sa potom povaril. Po jeho ochladení vznikol roztok **R0**, ktorý máte na stole v 250 cm^3 odmernej banke. Doplňte ho po značku destilovanou vodou, čím vznikne roztok **R1**.

2.1. Prečo sa robí takáto úprava vzorky?

Na oboznámenie sa s farebnými prechodmi indikátorov si môžete urobiť skúšobné pokusy. Urobte to v prípade, ak to potrebujete a v čase, keď sa chystáte vykonať danú titráciu.

Acidobázický indikátor:

Do titračnej banky odmerajte 50 cm^3 destilovanej vody, 1 kvapku roztoku HCl (2 mol dm^{-3}), acidobázický indikátor a titrujte odmerným roztokom NaOH . Všímajte si farebnú zmenu roztoku.

Eriochrómová čem:

Do titračnej banky odmerajte 50 cm^3 destilovanej vody, pridajte 1 kvapku „modelového roztoku katiónov“, 5 cm^3 amoniakálneho tlmivého roztoku a chelátometrický indikátor. Získaný roztok titrujte odmerným roztokom chelátónu. Všímajte si farebnú zmenu roztoku.

Murexid:

Do titračnej banky odmerajte 50 cm^3 destilovanej vody, 1 kvapku „modelového roztoku katiónov“, pridajte chelátometrický indikátor. Pridaním asi 5 cm^3 roztoku NaOH (2 mol dm^{-3}) upravte sfarbenie roztoku na čisto ružové a titrujte odmerným roztokom chelátónu. Všímajte si farebnú zmenu roztoku.

3. CHELÁTOMETRICKÉ STANOVENIE KONCENTRÁCIE Ca^{2+} A Mg^{2+} **V MINERÁLNEJ VODE**

Princíp

Chelátometricky sa stanoví koncentrácia obidvoch katiónov spolu titráciou chelatónom 3 na eriochrómovú čerň v amoniakálnom tlmivom roztoku. V inom podiele vzorky sa potom zalkalizovaním roztoku s NaOH vyrážajú horčnaté katióny a koncentrácia Ca^{2+} sa stanoví titráciou s chelatónom 3 na murexid bez oddelenia zrazeniny.

Stanovenie celkovej koncentrácie Mg^{2+} a Ca^{2+} v minerálnej vode

Postup

Na stanovenie odpipetujte 20,00 cm³ roztoku **R1**, pridajte 25 cm³ vody, 5 cm³ amoniakálneho tlmivého roztoku a eriochrómovú čerň (indikátor) tak, aby vzniklo vínovočervené zafarbenie roztoku. Titrujte roztokom chelatónu 3 do čisto modrého sfarbenia.

- 3.1. Prečo je pri tejto titracii potrebné použiť prídavok tlmivého roztoku?
- 3.2. V odpovedovom hárku uveďte výsledky titrácie.
- 3.3. Vypočítajte celkovú koncentráciu Ca^{2+} a Mg^{2+} v minerálke.

Stanovenie koncentrácie Ca^{2+} v minerálnej vode

Postup

Na stanovenie odpipetujte 50 cm³ roztoku **R1**. Pridajte indikátor murexid. Pridaním asi 5 cm³ roztoku NaOH s koncentráciou 2 mol dm⁻³ upravte sfarbenie roztoku na čisto ružové. Výsledné pH má byť asi 12. Titrujte odmerným roztokom chelatónu 3 do fialového sfarbenia.

- 3.4. Prečo za podmienok titrácie nereagujú katióny Mg^{2+} s chelatónom?
- 3.5. V odpovedovom hárku uveďte výsledky titrácie pri titracii na murexid.
- 3.6. Vypočítajte hmotnostnú koncentráciu Ca^{2+} a Mg^{2+} v minerálke.

4. STANOVENIE CELKOVEJ KONCENTRÁCIE KATIÓNOV A KONCENTRÁCIE KATIÓNOV Na⁺ V MINERÁLNEJ VODE

Princíp

Pomocou silne kyslého vymieňača iónov (katexu) sa katióny vo vzorke vymenia za ekvivalentné množstvo katiónov H⁺, ktoré sa stanoví alkalimetricky.

4.1. Opíšte zloženie silne kyslého vymieňača katiónov.

Celková koncentrácia katiónov H⁺ v roztoku, ktorý sa získa po premytí katexu roztokom neznámej vzorky, závisí od koncentrácie všetkých katiónov vo vzorke. V našom prípade sú známe koncentrácie Mg²⁺ a Ca²⁺ z výsledkov chelátometrickej titrácie, čo umožňuje stanoviť aj koncentráciu katiónov Na⁺.

Postup

Máte k dispozícii kolónu naplnenú silne kyslým katexom v H⁺ cykle, čiastočne premytú destilovanou vodou. Skontrolujte neutrálnu reakciu eluátu univerzálnym pH papierikom a ak treba, pokračujte v premyvaní kolóny. Prietok kvapaliny kolónou nastavte tak, aby z nej vytiekli asi 2 kvapky za sekundu. Prídavanie roztokov na kolónu sa robí tak, aby kvapalina nad ionexom bola pri zmene roztoku asi 2 mm nad hladinou ionexu v kolóne (nesmie klesnúť pod hladinu ionexu, aby sa medzi zrnká ionexu nedostal vzduch).

Na kolónu naneste 50,00 cm³ vzorky (roztok **R1**) a ďalej premývajte deionizovanou vodou. Eluát zachytávajte do 250 cm³ odmernej banky. Banku doplňte po značku destilovanou vodou (roztok **R2**).

K 50,00 cm³ tohto roztoku pridajte 2 kvapky acidobázického indikátora a titrujte roztokom NaOH s presnou koncentráciou (asi 0,02 mol dm⁻³).

4.2. V odpovedovom hárku uveďte výsledky alkalimetrickej titrácie.

4.3. Vypočítajte hmotnostnú koncentráciu Na⁺ v minerálke.

4.4. Vzorka v skutočnosti obsahuje aj draslík. Aký to má vplyv na získané výsledky (zdôvodnite svoju odpoveď)?

RIEŠENIE A HODNOTENIE PRAKTICKÝCH ÚLOH Z ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória A – 45. ročník – školský rok 2008/2009
Celoštátne kolo

Pavol Tarapčík

Ústav analytickej chémie, FCHPT STU, Bratislava

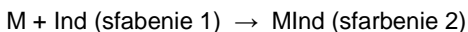
Maximálne 25 bodov (b), resp. 54 pomocných bodov (pb).

Pri prepočte pomocných bodov (pb) na konečné body (b) použijeme vzťah:
body (b) = pomocné body (pb) × 0,463

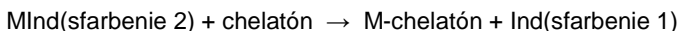
2.1. *Prečo sa robí táto úprava zloženia vzorky? (2 pb)*

Touto úpravou sa z vody odstránia hydrogenuhlíčitany. Pri reakcii katiónov s ionexom by sa časť uvoľnených H^+ iónov spotrebovala na reakciu s HCO_3^- , čo by ovplyvnilo výsledok stanovenia a navyše uvoľnený CO_2 by v kolóne postupne prerušoval stĺpec ionexu.

2.2. *Opíšte chemickými reakciami princíp funkcie farebného vizuálneho indikátora pri komplexometrickom stanovení. (2 pb)*



pri titrácii:



3.1. *Prečo je pri tejto titrácii potrebné použiť prídavok tlmivého roztoku? (2 pb)*

Pri tvorbe chelátónátov sa uvoľňujú vodíkové ióny a tým sa roztok bez pridania tlmivého roztoku postupne okysluje. Podmienená konštanta stability tvorených komplexov sa okyslením znižuje a reakcia potom nemusí prebiehať úplne v prospech vzniku produktov.

3.2. Titrácia roztoku R1 na eriochrómovú čerň: (4 pb)Spotreby: $V_1 = \dots\dots\dots$ ml, $V_2 = \dots\dots\dots$ ml, $V_3 = \dots\dots\dots$ ml

Priemerná spotreba:

3.3 Vypočítajte celkovú koncentráciu Mg^{2+} a Ca^{2+} v minerálke: (6 pb)Správny postup výpočtu: **2 pb**

Odchýlka oproti správnej hodnote obsahu vo vzorke:

do 2% - **4 pb**; do 4% - **3 pb**; do 6% - **2 pb**; do 8% - **1 pb****3.4. Prečo za podmienok titrácie nereagujú katióny Mg^{2+} s chelatómom? (2 pb)**Za daných podmienok sa katióny Mg^{2+} vyzrážajú za vzniku $Mg(OH)_2$.**3.5. Titrácia roztoku R1 na murexid: (4 pb)**Za úplnosť vykonania titrácií: **2 pb**

Za dosiahnutú reprodukovateľnosť:

– do max rozdielu $0,1 \text{ cm}^3$: **2 pb**– do max rozdielu $0,2 \text{ cm}^3$: **1 pb****3.6. Vypočítajte hmotnostnú koncentráciu Ca^{2+} a Mg^{2+} v minerálke: (14 pb)**Správny postup výpočtu koncentrácie Ca^{2+} : **2 pb**

Odchýlka od správnej hodnoty koncentrácie:

do 2% - **6 pb**; do 4% - **4 pb**; do 6% - **2 pb**; do 8% - **1 pb**

Spolu max. 8 pb

Správny postup výpočtu koncentrácie Mg^{2+} : **2 pb**

Odchýlka od správnej hodnoty koncentrácie:

do 2% - **4 pb**; do 4% - **3 pb**; do 6% - **2 pb**; do 8% - **1 pb**

Spolu max. 6 pb

4.1. Opíšte zloženie silne kyslého vymieňača katiónov: (2 pb)

Polymérny, organický a vo vode nerozpustný skelet s naviazanými skupinami silnej kyseliny, najčastejšie $-\text{SO}_3\text{H}$.

4.2. Titrácia roztoku R2: (4 pb)

Za úplnosť vykonania titrácií: **2 pb**

Za dosiahnutú reprodukovateľnosť:

– do max rozdielu $0,1 \text{ cm}^3$: **2 pb**

– do max rozdielu $0,2 \text{ cm}^3$: **1 pb**

4.3. Výpočet obsahu sodíka vo vzorke minerálky: (10 pb)

Správny postup výpočtu koncentrácie Na^+ : **2 pb**

Odchýlka oproti správnej hodnote obsahu vo vzorke:

do 2% - **8 pb**; do 4% - **6 pb**; do 6% - **4 pb**; do 8% - **2 pb**

4.4. Vzorok v skutočnosti obsahuje aj draslík. Aký to má vplyv na získané výsledky (zdôvodnite svoju odpoveď)? (2 pb)

Draslík ovplyvňuje stanovenie celkového obsahu iónov kovov, a teda bude zahrnutý vo výsledku stanovenia sodíka. V uvedenej minerálke je obsah draslíka asi 1,6 až 1,7 mol. % obsahu sodíka (resp. 2,7 – 2,9 hmot. %), čo je v rámci chyby tohto nepriameho spôsobu stanovenia.

PRAKTICKÉ ÚLOHY Z ORGANICKEJ SYNTÉZY

Chemická olympiáda – kategória A – 45. ročník – školský rok 2008/2009
Celoštátne kolo

Martin Putala, Anna Kicková

Katedra organickej chémie, PRIF UK, Bratislava

Maximálne 15 bodov

Doba riešenia: 120 minút

Redukcia benzofenónu na benzhydrol**Materiál a chemikálie:**

Na každom pracovnom mieste: slzovitá banka 50 cm³, Erlenmeyerova banka 50 cm³ s benzofenónom, kadičky 100 a 50 cm³, Petriho miska, odmerný valec 10 cm³, 6 skúmaviek so stojanom (z toho jedna s NaBH₄, jedna s konc. HCl a jedna so zmesou hexán : etyl-acetát 5 : 1), Pasteurova pipeta, kapiláry, dielikovaná pipeta 5 cm³, pipetovací balónik, sklenená tyčinka, frita, odsávací banka, gumová manžeta, špachtľa, TLC platnička, ceruzka, pravítko, ochranné okuliare.

Spoločné vybavenie (pre 2-6 súťažiacich): spätný chladič, varič, vodný kúpeľ, hadice, svorky, lapáky, stojan, ľad, ľadový kúpeľ, etanol, acetón v striekačke, Bradyho skúmadlo, hexán, odmerný valec 25 cm³.

Postup:

1,00 g benzofenónu rozpustíte v 50 cm³ Erlenmeyerovej banke v 13 cm³ etanolu. V skúmavke rozpustíte 0,30 g NaBH₄ v 4 cm³ studenej vody. Roztok NaBH₄ pridávajte Pasteurovou pipetou po kvapkách k roztoku benzofenónu za stáleho miešania (dochádza k samovoľnému zahrievaniu). Po ukončení pridávania roztoku NaBH₄ reakčnú zmes miešajte občasným pretrepaním ďalších 40 minút. V 100 cm³ kadičke k zmesi 30 cm³ zmesi voda-ľad pridajte 2,7 cm³ konc. HCl. Do tejto zmesi opatrne (po menších množstvách) a za stáleho miešania

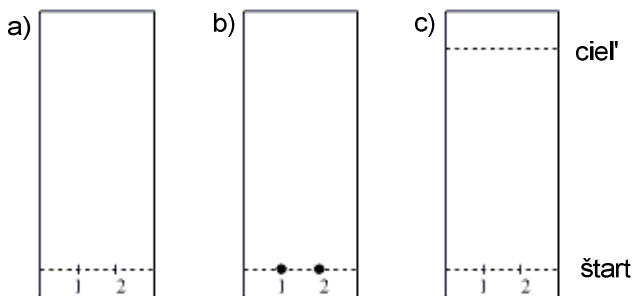
vlejte obsah Erlenmeyerovej banky (pozor, zmes pení!). Po niekoľkých minútach vypadnutú tuhú látku odsajte na frite, premyte ju 2 x 10 cm³ vody a dosušte 10 minút pri zapnutom odsávaní. Produkt so stopami východiskovej látky prenesť do 50 cm³ slzovitej banky, pridajte 6 cm³ hexánu, pridajte varný kamienok, napojte spätný chladič (s chladením zapojeným vzostupne) a zahrievajte na vodnom kúpeli. Keď zmes začne vriieť, Pasteurovou pipetou cez chladič pridávajte po malých množstvách ďalší hexán, až kým sa tuhá látka úplne nerozpustí. Odstavte zahrievanie a produkt nechajte kryštalizovať (kryštalizáciu možno urýchliť ochladením banky v ľadovom kúpeli). Použitú fritu opláchnite acetónom a nechajte vysušiť na výveve. Vykryštalizovaný produkt odsajte na frite (zvyšný produkt v banke môžete vymyť malým množstvom hexánu), nechajte chvíľu sušiť na výveve a preneste ho do suchej vopred odváženej skúmavky. Odstráňte pritom varný kamienok. V prítomnosti dozoru zistíte hmotnosť produktu. Z produktu odoberte vzorku pre tenkovrstvovú chromatografiu a jeho zvyšok odovzdajte dozoru (pre kontrolu teploty topenia).

Tenkovrstvová chromatografia (TLC):

V skúmavke rozpustíte kryštálik (~10 mg) benzofenónu v malom množstve acetónu (niekoľko kvapiek), skúmavku označíte číslom 1. Podobne v druhej skúmavke rozpustíte produkt (č. 2). Na TLC platničku narysuje ceruzkou opatrne čiaru (aby sa nepoškodil jej povrch) 1 cm od spodného okraja (obr. a). Pipetkou naneste vzorku benzofenónu a produktu zo skúmaviek (obr. b). Naneste vždy približne kvapku vzorky postupne tak, aby sa nerozpila na veľký polomer. 50 cm³ kadičku použite ako vyvíjaciú komôrku: nalejte do nej zmes hexán : etyl–acetát (5 : 1) do výšky 0,5 cm, platničku opatrne vložte do komôrky a zakryte ju Petriho miskou. Keď rozpúšťadlo vystúpi asi 1 cm pod horný okraj, platničku vyberte z komôrky a čiarou označíte, pokiaľ vystúpilo rozpúšťadlo (obr. c). Platničku nechajte vysušiť. Na vizualizáciu použijete Bradyho skúmadlo (roztok 2,4-dinitrofenylhydrazínu v oksylenom etanole). Celú platničku ponorte do Bradyho skúmadla, ihneď vyberte a nechajte voľne sušiť. Na platničke sa objaví oranžová

škvrna znázorňujúca polohu benzofenónu, ktorú ohraničíte ceruzkou. Platničku opatrne zohrejte na horúcej platni variča, až kým sa neobjaví škvrna odpovedajúca produktu. Vyznačte okraj škvryny produktu. Vypočítajte R_F hodnoty pre benzofenón a produkt:

$$R_F = \frac{\text{vzdialenosť (štart-stred škvryny) v cm}}{\text{vzdialenosť (štart-cieľ) v cm}}$$



Na vyvolanú platničku napíšte ceruzkou štartovné číslo a odovzdajte ju doзору.

Ar (C) = 12, Ar (H) = 1, Ar (O) = 16, Ar .

Poznámky:

Pri práci dôsledne používajte ochranné okuliare. Ak nosíte vlastné okuliare, tie na ochranu Vašich očí postačia.

Výsledky uvádzajte na primeraný počet platných čísiel.

Čistota produktu stanovená teplotou topenia (**2,0 b**).

Správne vyvolaná TLC platnička a čistý produkt podľa TLC (**0,5 + 1,0 b**).

Úloha 1 (5,0 b)

Uveďte hmotnosť získaného produktu v g.

Úloha 2 (1,3 b)

Napíšte vzorec produktu a pomenujte ho systémovým substitučným názvom. Vo vzorci vyznačte stereogénne centrá (ak ich obsahuje) a uveďte, vo forme koľkých stereoizomérov môže produkt existovať.

Úloha 3 (0,8 b)

- Vypočítajte teoretický výťažok produktu v g.
- Vypočítajte experimentálny výťažok produktu v %.

Úloha 4 (2,1 b)

- Uveďte R_F hodnoty pre benzofenón a produkt.
- Zdôvodnite rozdiel v R_F hodnotách benzofenónu a produktu, ak nosičom na TLC platničke je silikagél (oxid kremičitý).
- Napíšte reakčné schémy reakcií použitých na zviditeľnenie škvrn na TLC platničke.

Úloha 5 (0,8 b)

Na redukcii benzofenónu za vzniku toho istého produktu ako s tetrahydridoboritanom sodným sa dá použiť napríklad tetrahydridohlinitan lítny. Avšak reakcia s ním sa nedá uskutočniť v prostredí etanol–voda. Prečo (napíšte rovnicu reakcie)? Navrhnite iné vhodné rozpúšťadlo pre uskutočnenie redukcie s LiAlH_4 .

Úloha 6 (1,0 b)

- Benzofenón sa používa ako indikátor vysušenia aprotického rozpúšťadla sodíkom za varu (napr. éter, tetrahydrofurán, toluén), keď sa sfarbenie z pôvodného nažltlého zmení na fialovomodré. Napíšte elektrónový štruktúrny vzorec vznikajúcej sodnej soli anión-radikálu, zodpovedného za fialovomodré sfarbenie.
- Menej objemné karbonylové zlúčeniny varom so sodíkom v aprotickom rozpúšťadle podliehajú následnej reakcii. Aký produkt by po následnej kyslej hydrolyze reakčnej zmesi poskytol v týchto podmienkach acetón?

Úloha 7 (0,5 b)

Napíšte činidlá a podmienky reakcie, pomocou ktorých by ste benzofenón zredukovali na difenylmetán.

RIEŠENIE A HODNOTENIE PRAKTICKÝCH ÚLOH Z ORGANICKEJ SYNTÉZY

Chemická olympiáda – kategória A – 45. ročník – školský rok 2008/2009
Celoštátne kolo

Martin Putala, Anna Kicková

Katedra organickej chémie, PRIF UK, Bratislava

Maximálne 15 bodov (b), resp. 75 pomocných bodov (pb).

Pri prepočte pomocných bodov (pb) na konečné body (b) použijeme vzťah:
body (b) = pomocné body (pb) × 0,2

10 pb Čistota produktu na základe stanovenia teploty topenia.

Tabuľková hodnota je 65 – 67 °C. Za každý stupeň k menším hodnotám sa znižuje hodnotenie o 0,5 pb.

3 pb Správne vyvolaná TLC platnička.

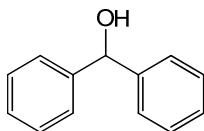
5 pb Produkt podľa TLC neobsahuje východiskovú látku.

Úloha 1 (25 pb)

0,85 – 0,95 g 25 pb;

Za každých začatých ± 0,05 g sa znižuje hodnotenie o 1 pb, pri izolovaní produktu však treba prideliť minimálne 8 pb.

Úloha 2 (6 pb)



3 pb

1 pb difenylmetanol

1 pb neobsahuje stereogénne centrum

1 pb nemá stereoizoméry

Úloha 3 (4 pb)

a) 3 pb

$$m(\text{benzhydrol}) = n(\text{benzofenón}) \times M(\text{benzhydrol})$$

$$n(\text{benzofenón}) = m(\text{benzofenón}) / M(\text{benzofenón})$$

$$m(\text{benzhydrol}) = 1,00 \times 184 / 182 \text{ g} = 1,01 \text{ g}$$

Pri uvedení výsledku s viac ako tromi platnými číslicami sa znižuje hodnotenie o 0,5 pb.

b) 1 pb

Uvedenie správneho výsledku zaokrúhleného na celé čísla. (Pri väčšom počte číslic sa znižuje hodnotenie o 0,5 pb.)

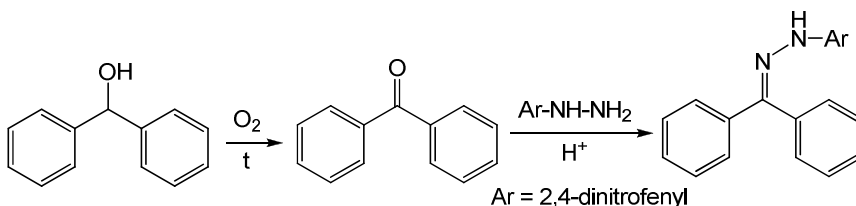
Úloha 4 (10 pb)a) $R_F(\text{benzofenón}) = 0,65$; $R_F(\text{benzhydrol}) = 0,41$

2×3 pb s toleranciou $\pm 0,05$.

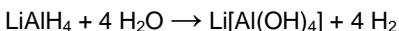
Za každých ďalších začatých 0,05 sa znižuje hodnotenie o 0,5 pb (nejde sa však do záporných hodnôt).

b) Benzhydrol vytvára vodíkové väzby so silikagélom, čo spomaľuje jeho pretekánie cez nosič. (1 pb)

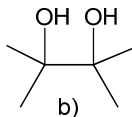
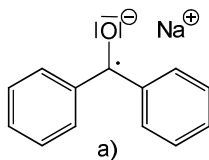
c) prvá schéma 1 pb, druhá 2 pb

**Úloha 5 (5 pb)**

3 pb Tetrahydridohlinitan lítny energicky reaguje s vodou:



2 pb Dietyléter (tetrahydrofurán, toluén, ...)

Úloha 6 (5 pb)**Úloha 7 (2 pb)**

Napr. niektorá z nasledovných možností:

ZnHg_x , HCl , t

1) NH_2NH_2 , 2) KOH , t

LiAlH_4 , AlCl_3 .

ÚLOHY CHEMICKEJ OLYMPIÁDY V KATEGÓRII EF, ÚROVNI E A ICH RIEŠENIA

Pre 2. až 3. ročníky stredných odborných
škôl chemického zamerania

CELOŠTÁTNE KOLO

ÚLOHY Z TECHNOLOGICKÝCH VÝPOČTOV (I)

Chemická olympiáda – kategória EF – úroveň E – 45. ročník
Školský rok 2008/2009

Celoštátne kolo

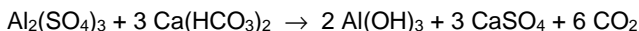
Ľudmila Glosová
Stredná odborná škola, Nováky

Maximálne 15 bodov
Doba riešenia: 45 minút

Úloha 1 (8 b)

V usadzovacej nádrži objemu 950 m³ sa má uskutočniť čírenie vody flokuláciou.

Do vody sa pridáva flokulačné činidlo Al₂(SO₄)₃, ktoré vo vode hydrolyzuje aj vplyvom hydrogenuhličitanu vápenatého. Chemická reakcia prebieha podľa chemickej rovnice:



Vypočítajte:

- Koľko kg síranu hlinitého je potrebné použiť na čírenie daného množstva vody, ak na čírenie 1 dm³ vody sa má použiť 0,9 mmol síranu ?
- Koľko kg Ca(HCO₃)₂ musí voda obsahovať, aby prebehla hydrolyza ?
- Analýzou sa zistilo, že upravovaná voda obsahuje 3 mmol dm⁻³ Ca(HCO₃)₂. Zistite, či toto množstvo je dostatočné alebo treba pridať látky na podporu hydrolyzy.
- Ak sa ročne spracuje 10 450 m³ vody, aké sú celkové náklady na použitý síran hlinitý ? Cena síranu hlinitého je 3 €/kg

$$M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 342,14 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = 162,112 \text{ g mol}^{-1}$$

Úloha 2 (7 b)

750 kg vody s obsahom 35% tuhej fázy sa čistí filtráciou tak, že sa získa 0,35 m³ prefiltrovanej vody, ktorá neobsahuje tuhú fázu. Vypočítajte, koľko kg vody sa zadrží vo filtračnom koláči a koľko % toto množstvo tvorí z pôvodného množstva vody v suspenzii. Hustota prefiltrovanej vody je 1 000 kg m⁻³.

.....

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z TECHNOLOGICKÝCH VÝPOČTOV (I)

Chemická olympiáda – kategória EF – úroveň E – 45. ročník

Školský rok 2008/2009

Celoštátne kolo

Ľudmila Glosová

Stredná odborná škola, Nováky

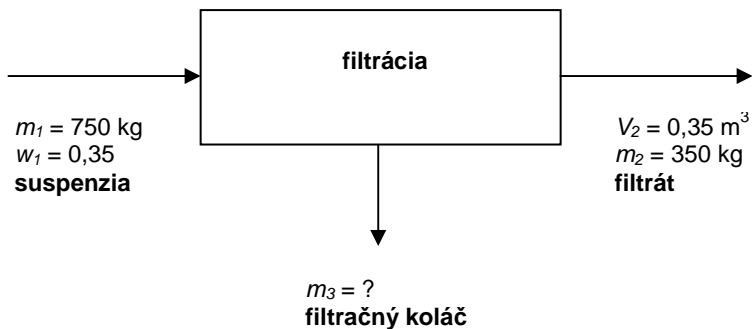
Maximálne 15 bodov

Riešenie úlohy 1 (8 b)

- 2 b a) $0,9 \text{ mmol síranu} \dots\dots\dots 1 \text{ dm}^3$
 $x \text{ mmol síranu} \dots\dots\dots 950\,000 \text{ dm}^3$
 $x = 950\,000 \text{ dm}^3 \times 0,9 \text{ mmol dm}^{-3} = 855\,000 \text{ mmol} = 855 \text{ mol}$
 $m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = n M = 855 \text{ mol} \times 342,14 \text{ g mol}^{-1} = 293\,000 \text{ g}$
 $m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 293 \text{ kg}$
- 2 b b) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3 \text{ Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow 2 \text{ Al}(\text{OH})_3 + 3 \text{ CaSO}_4 + 6 \text{ CO}_2$
 z rovnice vyplýva:
 $n(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = 3 \times n(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 3 \times 855 \text{ mol} = 2\,565 \text{ mol}$
 $m(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = n M = 2\,565 \text{ mol} \times 162,112 \text{ g mol}^{-1} = 415\,800 \text{ g}$
 $m(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = 415,8 \text{ kg}$
- 2 b c) potrebné je $2\,565 \text{ mol Ca}(\text{HCO}_3)_2$, neupravená voda obsahuje
 3 mmol dm^{-3} , čiže v $950\,000 \text{ m}^3$ $n = 3 \times 950\,000 = 2\,850 \text{ mol}$
 Obsah $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ vo vode vyhovuje procesu hydrolyzy
- 2 b d) $m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 293 \text{ kg} \dots\dots\dots 950 \text{ m}^3$
 $x \text{ kg Al}_2(\text{SO}_4)_3 \dots\dots\dots 10\,450 \text{ m}^3$
 $x = 3\,223 \text{ kg/rok}$
 $N(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 3 \text{ €/kg} \times 3\,223 \text{ kg/rok} = 9\,669 \text{ €/rok}$

Riešenie úlohy 2 (7 b)

2 b



1,5 b

$$m_1 = m_2 + m_3$$

$$750 \text{ kg} = 350 \text{ kg} + m_3$$

$$m_3 = 750 \text{ kg} - 350 \text{ kg} = 400 \text{ kg}$$

$$1,5 \text{ b} \quad m_3 = m(\text{TL}) + m(\text{H}_2\text{O})$$

1,5 b

$$m(\text{TL}) = 750 \text{ kg} \times 0,35 = 263 \text{ kg}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m_3 - m(\text{TL}) = 400 \text{ kg} - 263 \text{ kg} = 137 \text{ kg}$$

2 b

$$\text{pôvodné množstvo vody} : 750 \text{ kg} - 263 \text{ kg} = 487 \text{ kg}$$

$$w = \frac{137 \text{ kg}}{487 \text{ kg}} = 0,281$$

Vo filtračnom koláči sa zachytí 137 kg vody, čo tvorí 28,1 % z pôvodného množstva vody v suspenzii.

ÚLOHY ZO VŠEOBECNEJ A FYZIKÁLNEJ CHÉMIE (I)

Chemická olympiáda – kategória EF – úroveň E – 45. ročník
Školský rok 2008/2009

Celoštátne kolo

Iveta Ondrejkočová

Oddelenie anorganickej chémie, Ústav anorganickej chémie, technológie a materiálov, FCHPT STU, Bratislava

Maximálne 15 bodov Doba riešenia: 80 minút

Úloha 1 (3 b)

Niektoré atómy prvkov po prijatí alebo odovzdaní elektrónov, t.j. keď sa vytvorí anióny a kationy, nadobúdajú elektrónovú konfiguráciu najbližšieho vzácneho plynu.

Napište:

- elektrónovú konfiguráciu atómu argónu ${}_{18}\text{Ar}$ (v plnom tvare),
- vzorce piatich častíc s rovnakou elektrónovou konfiguráciou, ako má atóm ${}_{18}\text{Ar}$ a zároveň uveďte ich protónové číslo,
- názvy príslušných častíc.

Úloha 2 (3,5 b)

Vodíková väzba má vplyv na mnohé fyzikálne i štruktúrne vlastnosti látok a má významnú úlohu aj v biologických systémoch.

Uvažujte zlúčeniny: $\text{AsH}_3(\text{g})$, $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$, $\text{NH}_3(\text{l})$, $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$, $\text{NaH}(\text{s})$, $\text{HF}(\text{s})$, $\text{CH}_4(\text{l})$, $\text{NH}_3(\text{aq})$ a $\text{H}_2(\text{g})$.

- Vyberte z nich zlúčeniny, v ktorých je prítomná vodíková väzba.
- Napište názvy uvedených zlúčenín vrátane ich skupenského stavu.
- Stručne objasnite a znázorníte vodíkovú väzbu v uvedených zlúčeninách.

Úloha 3 (4,5 b)

Vodné roztoky solí môžu mať neutrálnu, kyslú alebo zásaditú reakciu. Pri rozpúšťaní solí vo vode môžu vzniknuté ióny reagovať s vodou, t. j. hydrolyzovať. Niektoré roztoky solí sa v dôsledku hydrolyzy po čase zakalia, prípadne sa z nich vylúči zrazenina. Z iných roztokov zasa unikajú vznikajúce prchavé slabé kyseliny alebo zásady.

Pripravili sme vodný roztok chloridu amónneho a vodný roztok octanu draselného.

Napíšte:

- ktoré z iónov, vzniknutých pri rozpúšťaní uvedených solí, budú reagovať s vodou (hydrolyzovať),
- rovnice hydrolyzy vzniknutých iónov v stavovom tvare,
- ktoré reaktanty vystupujú ako Brönstedova kyselina a ktoré ako Brönstedova zásada,
- aké pH budú mať tieto roztoky ($\text{pH} < 7$, $\text{pH} \sim 7$, $\text{pH} > 7$),
- prečo chlorid sodný vo vodnom roztoku nehydrolyzuje; aké je jeho pH.

Úloha 4 (4 b)

Roztok kyseliny chloristej sme postupne neutralizovali roztokom hydroxidu sodného, pričom priebeh reakcie sme kontrolovali meraním pH. Po pridaní $25,0 \text{ cm}^3$ roztoku hydroxidu sodného s koncentráciou $c(\text{NaOH}) = 0,125 \text{ mol dm}^{-3}$ do $0,100 \text{ dm}^3$ roztoku kyseliny chloristej s $c(\text{HClO}_4) = 0,0750 \text{ mol dm}^{-3}$ sme zistili, že získaný roztok nemá neutrálnu reakciu.

- Napíšte chemickú rovnicu uvedenej reakcie,
- Vypočítajte:
 - látkové množstvo vzniknutého chloristanu sodného,
 - látkové množstvo nezreagovaného reaktanta.
- Napíšte, či získaný roztok bude kyslý alebo zásaditý. Zdôvodnite svoje tvrdenie.

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH ZO VŠEOBECNEJ A FYZIKÁLNEJ CHÉMIE (I)

Chemická olympiáda – kategória EF – úroveň E – 45. ročník
Školský rok 2008/2009

Celoštátne kolo

Iveta Ondrejковиčová

Oddelenie anorganickej chémie, Ústav anorganickej chémie, technológie a materiálov, FCHPT STU, Bratislava

Maximálne 15 bodov (b), resp. 60 pomocných bodov (pb).

Pri prepočte pomocných bodov (pb) na konečné body (b) použijeme vzťah:

$$\text{body (b)} = \text{pomocné body (pb)} \times 0,25$$

Riešenie úlohy 1 (12 pb)

2 pb a) Elektrónová konfigurácia (plný tvar) atómu ${}_{18}\text{Ar}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$.

Pri uvedení skráteného tvaru elektrónovej konfigurácie len 0,25 b
(${}_{18}\text{Ar}$: $[\text{Ne}] 3s^2 3p^6$).

b) Päť častíc s rovnakou elektrónovou konfiguráciou, ako má atóm ${}_{18}\text{Ar}$ s udaním ich protónového čísla Z:

1 pb ${}_{20}\text{Ca}^{2+}$: Z = 20

1 pb ${}_{19}\text{K}^+$: Z = 19

1 pb ${}_{17}\text{Cl}^-$: Z = 17

1 pb ${}_{16}\text{S}^{2-}$: Z = 16

1 pb ${}_{15}\text{P}^{3-}$: Z = 15

Za správny výber častíc á 0,125 b a za protónové číslo Z á 0,125 b.

Pozn.: Teoreticky môžu byť aj iné častice.

c) Názvy častíc:

1 pb ${}_{20}\text{Ca}^{2+}$ = vápenatý kation

1 pb ${}_{19}\text{K}^+$ = draselný kation

- 1 pb ${}_{17}\text{Cl}^-$ = chloridový anión
1 pb ${}_{16}\text{S}^{2-}$ = sulfidový anión
1 pb ${}_{15}\text{P}^{3-}$ = fosfidový anión

Riešenie úlohy 2 (14 pb)

- a) Zlúčeniny, v ktorých je prítomná vodíková väzba:
- 1 pb $\text{NH}_3(\text{l})$,
1 pb $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$,
1 pb $\text{HF}(\text{s})$,
1 pb $\text{NH}_3(\text{aq})$.
- b) Názvy zlúčenín, v ktorých je prítomná vodíková väzba s uvedením skupenského stavu:
- 1 pb $\text{NH}_3(\text{l})$, skvapalnený amoniak (v kvapalnom skupenstve)
1 pb $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$, voda (v kvapalnom skupenstve),
1 pb $\text{HF}(\text{s})$, tuhý fluorovodík (v tuhom skupenstve),
1 pb $\text{NH}_3(\text{aq})$, vodný roztok amoniaku.
- 2 pb c) Vodíková väzba je interakcia atómu vodíka H kovalentne viazaného na atóm elektronegatívneho prvku X s iným atómom elektronegatívneho prvku Y. V našom prípade elektronegatívnymi prvkami sú atómy dusíka N, kyslíka O a fluóru F.
- Znázornenie vodíkovej väzby vo vybraných zlúčeninách:
- 1 pb $\text{NH}_3(\text{l})$: N–H...N (spája 2 molekuly amoniaku)
1 pb $\text{NH}_3(\text{aq})$: N–H...O (spája molekulu amoniaku s molekulou vody)
1 pb $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$: O–H...O (spája 2 molekuly vody)
1 pb $\text{HF}(\text{s})$: F–H...F (spája 2 molekuly fluorovodíka)
- Vodíková väzba sa vo vzorcoch označuje bodkovaním (...).

Riešenie úlohy 3 (18 pb)

a)

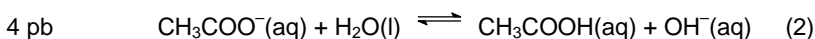
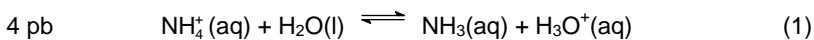
Vo vodnom roztoku chloridu amónneho sa nachádzajú amónne kationy NH_4^+ a chloridové anióny Cl^- .

1 pb Hydrolyzovať bude silne kyslý amónny kation (je odvodený od slabej zásady NH_3). Chloridový anión nehydrolyzuje; má nepatrne zásaditý charakter (je odvodený od silnej kyseliny chlorovodíkovej).

Vo vodnom roztoku octanu draselného sa nachádzajú draselné kationy K^+ a octanové anióny CH_3COO^- .

1 pb Hydrolyzovať bude silne zásaditý octanový anión (je odvodený od slabej kyseliny octovej). Draselný kation nehydrolyzuje; má nepatrne kyslý charakter (je odvodený od silného hydroxidu draselného).

b) Rovnice hydrolyzy vzniknutých iónov (NH_4^+ a CH_3COO^-) v stavovom tvare:



Za zápis chemického deja 2 pb a za stavový zápis 2 pb.

c)

1 pb V rovnici (1) vystupuje amónny kation ako Brönstedova kyselina a

1 pb voda ako Brönstedova zásada.

1 pb V rovnici (2) vystupuje octanový anión ako Brönstedova zásada a

1 pb voda ako Brönstedova kyselina.

d)

1 pb Vodný roztok chloridu amónneho bude mať $\text{pH} < 7$ (bude kyslý).

1 pb Vodný roztok octanu draselného bude mať $\text{pH} > 7$ (bude zásaditý).

e)

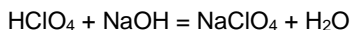
1 pb Vodný roztok chloridu sodného nehydrolyzuje, lebo vzniknuté sodné kationy a chloridové anióny nereagujú s vodou; Na^+ je veľmi slabá Brönstedova kyselina a Cl^- je veľmi slabá Brönstedova zásada.

1 pb Roztok chloridu sodného je prakticky neutrálny s $\text{pH} \sim 7$.

Riešenie úlohy 4 (16 pb)

a)

2 pb Chemická rovnica reakcie kyseliny chloristej s hydroxidom sodným (bez stavového zápisu):



b) Výpočet látkového množstva vzniknutého chloristanu sodného.

Najprv si vypočítame látkové množstvá kyseliny chloristej a hydroxidu sodného. Porovnaním týchto látkových množstiev zistíme, ktorý reaktant zreagoval úplne na chloristan sodný.

1 pb $n(\text{HClO}_4) = c(\text{HClO}_4) V(\text{HClO}_4)$

$$n(\text{HClO}_4) = 0,0750 \text{ mol dm}^{-3} \times 0,100 \text{ dm}^3$$

1 pb $n(\text{HClO}_4) = \underline{0,00750 \text{ mol}}$

1 pb $n(\text{NaOH}) = c(\text{NaOH}) V(\text{NaOH})$

$$n(\text{NaOH}) = 0,125 \text{ mol dm}^{-3} \times 25,0 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3$$

1 pb $n(\text{NaOH}) = 3,125 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = \underline{0,003125 \text{ mol}}$

Z chemickej rovnice vyplýva, že oba reaktanty reagujú v pomere látkových množstiev 1 : 1. Z porovnania látkových množstiev $n(\text{HClO}_4) = 0,00750 \text{ mol}$ a $n(\text{NaOH}) = 0,003125 \text{ mol}$ ($n(\text{HClO}_4) > n(\text{NaOH})$) vyplýva, že všetok hydroxid sodný zreagoval na chloristan sodný.

1 pb $n(\text{NaOH}) = n(\text{NaClO}_4)$

1 pb $n(\text{NaClO}_4) = 0,003125 \text{ mol} = \underline{0,00313 \text{ mol}}$

Výpočet látkového množstva nezreagovaného reaktanta.

1 pb Z predchádzajúcej úvahy ($n(\text{HClO}_4) > n(\text{NaOH})$) vyplýva, že zreagovala len časť kyseliny chloristej, t.j. rovnaké množstvo aké bolo hydroxidu sodného.

1 pb Nezreagovaným reaktantom je kyselina chloristá.

Látkové množstvo zreagovanej kyseliny chloristej, $n(\text{HClO}_4)_{\text{zreag.}}$:

1 pb $n(\text{NaOH}) = n(\text{HClO}_4)_{\text{zreag.}} = 0,003125 \text{ mol}$

Celkové látkové množstvo $n(\text{HClO}_4) = 0,00750 \text{ mol}$

Látkové množstvo nezreagovanej kyseliny chloristej:

- 1 pb $n(\text{HClO}_4)_{\text{nezreag.}} = n(\text{HClO}_4) - n(\text{HClO}_4)_{\text{zreag.}}$
1 pb $n(\text{HClO}_4)_{\text{nezreag.}} = 0,00750 \text{ mol} - 0,003125 \text{ mol}$
1 pb $n(\text{HClO}_4)_{\text{nezreag.}} = 0,004375 \text{ mol} = \underline{0,00438 \text{ mol}}$

c)

- 1 pb Získaný roztok bude kyslý, lebo v roztoku
1 pb je prítomná nezreagovaná kyselina chloristá.
-

ÚLOHY CHEMICKEJ OLYMPIÁDY V KATEGÓRII EF, ÚROVNI F A ICH RIEŠENIA

**Pre najvyššie ročníky stredných odborných
škôl chemického zamerania**

CELOŠTÁTNE KOLO

ÚLOHY Z TECHNOLOGICKÝCH VÝPOČTOV (II)

Chemická olympiáda – kategória EF – úroveň F – 45. ročník
Školský rok 2008/2009

Celoštátne kolo

Anna Ďuricová

Technická univerzita, Zvolen

Maximálne 15 bodov
Doba riešenia: 45 minút

Úloha 1 (8 b)

Výroba zmrzliny sa deťom podarila a tak skúšali ďalej. Na karamelovú museli najprv pripraviť karamel. V kuchárskej knihe vyčítali, že karamel možno vyrobiť z 50 g cukru, ktorý sa musí upáliť, a potom zaliať 100 ml vody.

Vypočítajte zloženie karamelovej zmrzliny, ak jej deti vyrobili 1200 g, použili pri tom 700 g domáceho mlieka so zložením 8 % tuku a 8 % beztukovej sušiny, sušenú smotanu so zložením 46 % tuku, 21 % beztukovej sušiny a 23 % cukru, karamel vyrobili presne podľa receptu (pri pálení cukru sa celková hmotnosť cukru zníži o 8 % a hustota vody je 1 kg dm^{-3}) a cukor pridali v množstve 150 g na 1 kg zmrzliny. Vypočítajte aj množstvo pridanej smotany. (Všetky percentá sú hmotnostné.)

Úloha 2 (7 b)

Tomáš sa rád „nalieval“ ovocnými nápojmi, hlavne v lete. V rebríčku jeho obľúbených nápojov boli na prvom mieste džúsy, lebo boli dosť husté.

Vypočítajte, koľko džúsu by Tomáš vyrobil z 1,5 kg pomarančovej šťavy, ak by sa držal takéhoto výrobného postupu: Pomarančová šťava obsahujúca 11,5 % sušiny preteká v množstve 150 kg h^{-1} do zásobníka. Z toho prúdi do odparky 120 kg h^{-1} a zvyšok prúdi do zmiešavača, kde sa mieša so zahusteným džúsom z odparky. Zahustený džús obsahuje 60 % sušiny. Zo zmiešavača vystupuje džús s koncentráciou 32,5 % sušiny. Vypočítajte aj množstvo odparenej vody zo systému. (Všetky percentá sú hmotnostné.)

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z TECHNOLOGICKÝCH VÝPOČTOV (II)

Chemická olympiáda – kategória EF – úroveň F – 45. ročník
Školský rok 2008/2009

Celoštátne kolo

Anna Ďuricová

Technická univerzita, Zvolen

Maximálne 15 bodov

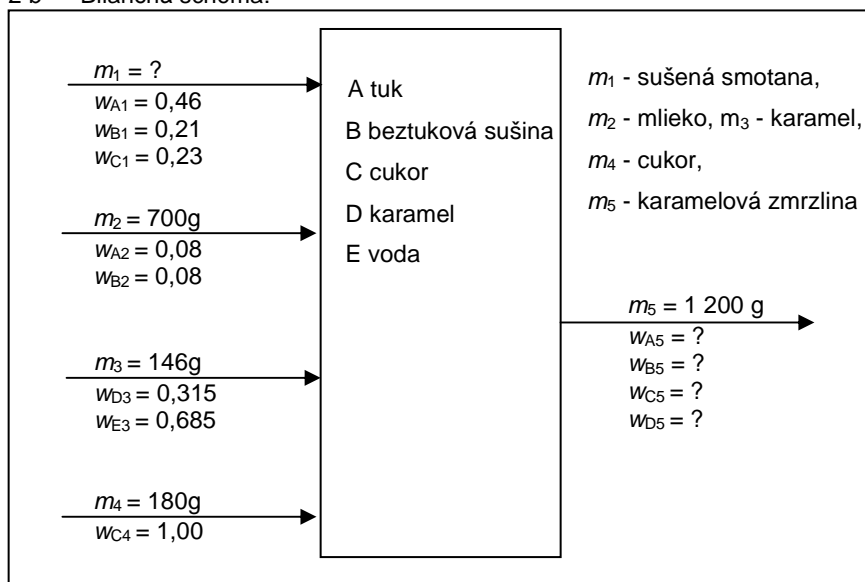
Riešenie úlohy 1 (8 b)

1 b Výpočet hmotnosti karamelu: $m_3 = 50 \times 0,92 + 100 = 146 \text{ g}$

Hmotnostný zlomok karamelu: $w_{D3} = \frac{46}{146} = 0,315$

1 b Výpočet hmotnosti cukru: $m_4 = 1,2 \times 150 = 180 \text{ g}$

2 b Bilančná schéma:



1 b Zázpis bilančných rovníc

Celková bilancia m :

$$\underline{m}_1 + m_2 + m_3 + m_4 = m_5$$

Bilancia tuku (A):

$$\underline{m}_1 \cdot w_{A1} + m_2 \cdot w_{A2} = m_5 \cdot \underline{w}_{A5}$$

Bilancia beztukovej sušiny (B):

$$\underline{m}_1 \cdot w_{B1} + m_2 \cdot w_{B2} = m_5 \cdot \underline{w}_{B5}$$

Bilancia cukrov (C):

$$\underline{m}_1 \cdot w_{C1} + m_4 \cdot w_{C4} = m_5 \cdot \underline{w}_{C5}$$

Bilancia karamelu (D):

$$m_3 \cdot w_{D3} = m_5 \cdot \underline{w}_{D5}$$

2 b Výpočet začína v celkovej bilancii:

$$m_1 = 1200 - 146 - 180 - 700 = 174$$

a postupne cez ďalšie bilancie:

$$w_{A4} = \frac{174 \times 0,46 + 700 \times 0,08}{1200} = 0,113$$

$$w_{B4} = \frac{174 \times 0,21 + 700 \times 0,08}{1200} = 0,077$$

$$w_{C4} = \frac{174 \times 0,23 + 180}{1200} = 0,183$$

$$w_{D4} = \frac{146 \times 0,315}{1200} = 0,038$$

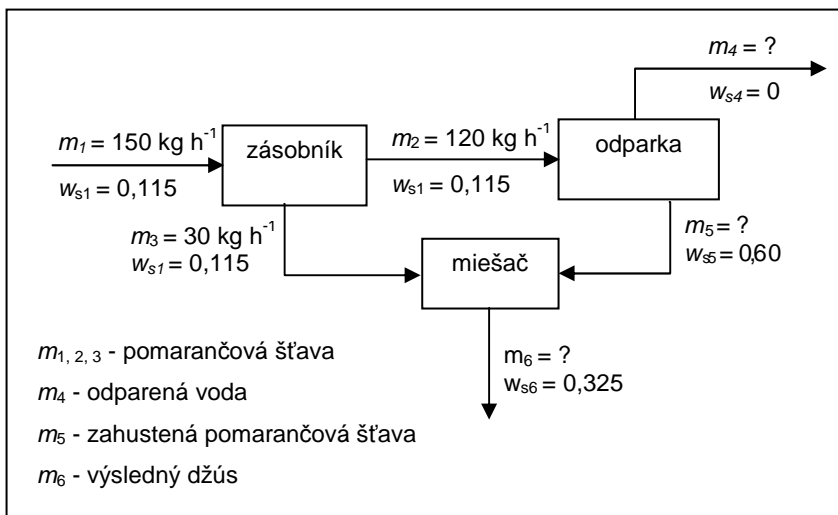
$$1 \text{ b } w_{E5} = 1 - \sum_A^D w_{i5} = 1 - (0,113 + 0,077 + 0,183 + 0,038) = 0,589$$

Záver:

Hmotnosť pridanej sušenej smotany je 174 g a karamelová zmrzlina obsahuje 11,3 % tuku, 7,7 % beztukovej sušiny, 18,3 % cukru, 3,8 % karamelu a 58,9 % vody.

Riešenie úlohy 2 (7 b)

2 b Bilančná schéma:



1 b Bilančné rovnice: $m_1 = m_2 + m_3$ $m_2 = m_4 + m_5$

$m_3 + m_5 = m_6$

1 b Bilancia sušiny v odparke

$m_2 \cdot w_{s1} = m_5 \cdot w_{s5}$

$$m_5 = \frac{120 \times 0,115}{0,6} = 23 \text{ kg h}^{-1}$$

1 b Hmotnosť odparenej vody $m_4 = m_2 - m_5 = 120 - 23 = 97 \text{ kg h}^{-1}$

1 b Hmotnosť hotového produktu cez bilanciu sušiny v zmiešavači :

$$m_3 \cdot w_{s1} + m_5 \cdot w_{s5} = m_6 \cdot w_{s6}$$

$$m_6 = \frac{30 \times 0,115 + 23 \times 0,6}{0,325} = 53 \text{ kg h}^{-1}$$

1 b Prepočet na hmotnosť Tomášovej pomarančovej šťavy

$$m_{\text{džús}} = \frac{53}{100} = 0,53 \text{ kg}$$

V systéme sa odparí asi 97 kg h^{-1} a Tomáš by získal $0,53 \text{ kg džúsu}$.

.....

ÚLOHY ZO VŠEOBECNEJ A FYZIKÁLNEJ CHÉMIE (II)

Chemická olympiáda – kategória EF – úroveň F – 45. ročník
Školský rok 2008/2009

Celoštátne kolo

Stanislav Kedžuch

Ústav anorganickej chémie SAV, Bratislava

Maximálne 15 bodov Doba riešenia: 80 minút

Poznámka:

Vo výpočtoch v plynnej fáze predpokladajte, že plyny sa správajú ideálne.
V elektrochemických výpočtoch používajte zaokrúhlenú hodnotu Faradayovej konštanty $F = 96\,500 \text{ C mol}^{-1}$.

Úloha 1 (5 b)

Vzorka plyného amoniaku NH_3 je pri teplote 500 K a tlaku 200 000 Pa.

Vypočítajte:

- hustotu plynu,
- aký objem plyného NO_2 a H_2O za rovnakých podmienok získame spálením 50 dm^3 vzorky plynu,
- aký bude objem NO_2 vzniknutého v bode b) po ochladení na teplotu 300 K a dekompresii na tlak 100 000 Pa,
- hmotnosť vzniknutej vody.

Úloha 2 (3 b)

Neznáma látka XCl_5 sa rozkladá na XCl_3 a Cl_2 . Rozkladom 417 g XCl_5 sa uvoľní 50 dm^3 Cl_2 pri teplote 600 K a tlaku 200 000 Pa. Určte neznámy prvok X.

Úloha 3 (3 b)

Pri stanovení množstva H_2S vo vzorke plynu sa prebublalo 50 dm^3 roztokom obsahujúcim KI, až kým sa všetok H_2S nerozpustil. Následne sa v roztoku elektrolyticky pripravoval jód I_2 prúdom $1,0 \text{ A}$ a roztok sa intenzívne miešal. V zmesi reagoval sírovodík s jódom za vzniku síry a jodovodíka. Škrobový maz identifikoval bod ekvivalencie fialovým sfarbením po 34 minútach. Určte hmotnostnú koncentráciu H_2S vo vzorke plynu.

Úloha 4 (2 b)

$28,5 \text{ g}$ kryštálikov $\text{XCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ sa rozpustilo vo vode. Na úplné vylúčenie všetkého kovu X bolo potrebné roztok elektrolyzovať prúdom $2,0 \text{ A}$ po dobu 285 minút. Určte neznámy prvok X.

Úloha 5 (2 b)

Určte prvok X neznámeho plynu X_2 , ak jeho hustota pri tlaku $200\,000 \text{ Pa}$ a teplote 500 K je $1\,347 \text{ g/m}^3$.

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z FYZIKÁLNEJ A VŠEOBECNEJ CHÉMIE (II)

Chemická olympiáda – kategória EF – úroveň F – 45. ročník
Školský rok 2008/2009

Celoštátne kolo

Stanislav Kedžuch

Ústav anorganickej chémie SAV, Bratislava

Maximálne 15 bodov (b), resp. 30 pomocných bodov (pb).

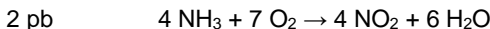
Pri prepočte pomocných bodov (pb) na konečné body (b) použijeme vzťah:
body (b) = pomocné body (pb) × 0,50

Riešenie úlohy 1 (10 pb)

a) Hustotu plynu určíme z upraveného vzťahu pre ideálny plyn

$$1 \text{ pb} \quad \rho = \frac{pM}{RT} = \frac{200\,000 \text{ Pa} \cdot 17 \text{ g mol}^{-1}}{8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 500 \text{ K}} = 818 \text{ g m}^{-3}$$

b) V sústave prebieha reakcia



Pre ideálny plyn platí, že objem plynu je úmerný látkovému množstvu

$$\frac{n(\text{NO}_2)}{n(\text{NH}_3)} = \frac{V(\text{NO}_2)}{V(\text{NH}_3)}$$

$$1 \text{ pb} \quad \text{Z chemickej rovnice} \quad \frac{n(\text{NO}_2)}{n(\text{NH}_3)} = \frac{1}{1}$$

Úpravou a dosadením

$$1 \text{ pb} \quad V(\text{NO}_2) = \frac{n(\text{NO}_2)}{n(\text{NH}_3)} \cdot V(\text{NH}_3) = \frac{1}{1} \times 50 \text{ dm}^3 = 50 \text{ dm}^3$$

Podobne pre objem vody

$$1 \text{ pb} \quad V(\text{H}_2\text{O}) = \frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{NH}_3)} \times V(\text{NH}_3) = \frac{3}{2} \times 50 \text{ dm}^3 = 75 \text{ dm}^3$$

c) Hmotnosť NH_3 vypočítame pomocou hustoty z bodu a)

$$m(\text{NH}_3) = \rho V = 818 \text{ g m}^{-3} \times 0,050 \text{ m}^3 = 40,9 \text{ g}$$

$$2 \text{ pb} \quad n(\text{NH}_3) = \frac{m(\text{NH}_3)}{M(\text{NH}_3)} = \frac{40,9 \text{ g}}{17 \text{ g mol}^{-1}} = 2,4 \text{ mol}$$

$$\frac{n(\text{NO}_2)}{n(\text{NH}_3)} = \frac{1}{1} \times n(\text{NO}_2) = 2,4 \text{ mol}$$

$$1 \text{ pb} \quad V(\text{NO}_2) = \frac{n(\text{NO}_2) RT}{p} = \frac{2,4 \text{ mol} \times 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 300 \text{ K}}{100\,000 \text{ Pa}} = 60 \text{ dm}^3$$

d) Z chemickej rovnice

$$\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{NH}_3)} = \frac{3}{2} \times n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{3}{2} \times n(\text{NH}_3) = 3,6 \text{ mol}$$

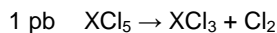
$$1 \text{ pb} \quad m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \times M(\text{H}_2\text{O}) = 3,6 \text{ mol} \times 18 \text{ g mol}^{-1} = 64,8 \text{ g}$$

Riešenie úlohy 2 (6 pb)

Látkové množstvo uvoľneného Cl_2 je

$$2 \text{ pb} \quad n = \frac{pV}{RT} = \frac{200\,000 \text{ Pa} \times 0,050 \text{ m}^3}{8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 600 \text{ K}} = 2,0 \text{ mol}$$

Z chemickej rovnice



Určíme pomer látkových množstiev

$$1 \text{ pb} \quad \frac{n(\text{XCl}_5)}{n(\text{Cl}_2)} = \frac{1}{1} \times n(\text{XCl}_5) = 2 \text{ mol}$$

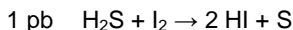
$$1 \text{ pb} \quad M(\text{XCl}_5) = \frac{m(\text{XCl}_5)}{n(\text{XCl}_5)} = \frac{417 \text{ g}}{2 \text{ mol}} = 208,5 \text{ g mol}^{-1}$$

1 pb Odčítaním mólovej hmotnosti chlóru získame $M(\text{X}) = 31 \text{ g mol}^{-1}$

$\Rightarrow \text{X} = \text{fosfor, P}$

Riešenie úlohy 3 (3 b) (6 pb)

V zmesi reagoval sírovodík s jódom



Látkové množstvo potrebného jódu vypočítame z údajov jeho elektrolytickej prípravy

$$2 \text{ pb } n(\text{I}_2) = \frac{I t}{z F} = \frac{1,0 \text{ A} \times 60,34 \text{ s}}{2 \times 96\,500 \text{ C mol}^{-1}} = 0,01 \text{ mol}$$

Z chemickej rovnice

$$1 \text{ pb } n(\text{H}_2\text{S}) = n(\text{I}_2) = 0,01 \text{ mol}$$

$$1 \text{ pb } m(\text{H}_2\text{S}) = n(\text{H}_2\text{S}) \times M(\text{H}_2\text{S}) = 0,01 \text{ mol} \times 34 \text{ g mol}^{-1} = 0,34 \text{ g}$$

1 pb Hmotnostná koncentrácia H_2S je

$$c_m = \frac{m(\text{H}_2\text{S})}{V} = \frac{0,34 \text{ g}}{50 \text{ dm}^3} = 6,8 \text{ mg dm}^{-3}$$

Riešenie úlohy 4 (4 pb)

Látkové množstvo vylúčeného kovu je

$$2 \text{ pb } n = \frac{I t}{z F} = \frac{2,0 \text{ A} \times 60 \times 285 \text{ s}}{3 \times 96\,500 \text{ C mol}^{-1}} = 0,118 \text{ mol}$$

Molová hmotnosť neznámej látky je

$$1 \text{ pb } M = \frac{m}{n} = \frac{28,5 \text{ g}}{0,118 \text{ mol}} = 241,3 \text{ g mol}^{-1}$$

1 pb Odčítaním hmotností známych prvkov získame $M(\text{X}) = 27 \text{ g mol}^{-1}$

⇒ **hliník – Al**

Riešenie úlohy 5 (4 pb)

Mólovú hmotnosť plynu určíme z upraveného vzťahu pre ideálny plyn

$$M(\text{X}_2) = \frac{\rho R T}{p} = \frac{1347 \text{ gm}^{-3} \times 8,314 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 500 \text{ K}}{200\,000 \text{ Pa}} = 28 \text{ gmol}^{-1}$$

$$M(\text{X}) = \frac{M(\text{X}_2)}{2} = \frac{28 \text{ gmol}^{-1}}{2} = 14 \text{ gmol}^{-1}$$

⇒ **dusík – N**

ÚLOHY CHEMICKEJ OLYMPIÁDY V KATEGÓRII EF, PRE ÚROVNE E AJ F A ICH RIEŠENIA

Pre stredné odborné
školy chemického zamerania

CELOŠTÁTNE KOLO

ÚLOHY Z ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória **EF** – úroveň **E a F** – 45. ročník
Školský rok 2008/2009

Celoštátne kolo

Elena Kulichová

Stredná odborná škola, Nováky

Maximálne 10 bodov
Doba riešenia: 40 minút

Úloha 1 (1,75 b)

Prítomnosť meďnatých, kobaltnatých, nikelnatých a zinočnatých iónov možno dokázať okrem iných skúmadiel aj zrážacou reakciou s uhličitanmi.

- Uveďte, aké sfarbenie majú uhličitaný, ktoré vzniknú.
- Na príklade síranu nikelnatého uveďte stechiometrický stavový, úplný a skrátenejší iónový zápis reakcie s práškovým uhličitanom sodným.

Úloha 2 (2 b)

Roztok dusičnanu meďnatého a zinočnatého, ktorý vznikol po rozpustení mosadznej súčiastky, sa zrážal sulfidom sodným pri laboratórnej teplote.

- Zapíšte skrátený iónový zápis prebiehajúcich reakcií.
- Rozhodnite, v akom poradí budú zrazeniny oboch kovov vznikajúť, ak poznáte hodnoty súčinnu rozpustnosti:

$$K_s(\text{CuS}) = 8,5 \times 10^{-45} \text{ a } K_s(\text{ZnS}) = 1,8 \times 10^{-26}.$$

- Ako sa postupné pridávanie zrážadla bude prejavovať na vzhľade reakčnej zmesi?

Úloha 3 (2,75 b)

Síran meďnatý reaguje s vodným roztokom amoniaku v dvoch stupňoch.

- Opíšte priebeh reakcie.
- Uveďte stechiometrický stavový a skrátený iónový zápis prvej čiastkovej reakcie, pomenujte produkt reakcie a opíšte jeho vzhľad.
- Uveďte skrátený iónový zápis druhej čiastkovej reakcie, pomenujte produkt reakcie a opíšte jeho vzhľad.

Úloha 4 (3,5 b)

Zliatiny zinku a niklu majú mnohé zaujímavé vlastnosti. Niektoré sa používajú napr. na pokovovanie katód a ďalších namáhaných súčiastok. Na rozbor takejto zliatiny sa použilo 100 cm^3 zásobného roztoku dusičnanu zinočnatého a nikelnatého, ktorý sa získal rozpustením zliatiny v kyseline dusičnej.

10 cm^3 zásobného roztoku sa zriedilo pridaním destilovanej vody, pridal sa octan amónny a zmes sa zrážala diacetyldioxímom. Po dekantácii, odfiltrovaní a vysušení sa zistila hmotnosť dimetylglyoximátu nikelnatého $m = 0,2315 \text{ g}$. Dekantácia a premývanie sa vykonali tak, že rozpustená zinočnatá soľ sa kvantitatívne premyla do filtrátu. Celý objem filtrátu sa potom titroval odmerným roztokom chelátónu 3 s koncentráciou $c = 0,0507 \text{ mol dm}^{-3}$. Spotreba odmerného roztoku na titráciu bola $V = 18,5 \text{ cm}^3$.

- a) Vypočítajte hmotnosť niklu vo vzorke na základe gravimetrického stanovenia.
- b) Vypočítajte hmotnosť zinku vo vzorke na základe chelátometrického stanovenia.
- c) Vypočítajte hmotnostný zlomok niklu v zliatine za predpokladu, že v zliatine sa nenachádzali žiadne iné prímеси.

$$A_r(\text{Zn}) = 65,38$$

$$A_r(\text{Ni}) = 58,70$$

$$M_r(\text{Ni}(\text{C}_4\text{H}_7\text{N}_2\text{O}_2)_2) = 288,92$$

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – úroveň E a F – 45. ročník
Školský rok 2008/2009

Celoštátne kolo

Elena Kulichová

Stredná odborná škola, Nováky

Maximálne 10 bodov (b), resp. 40 pomocných bodov (pb)

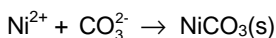
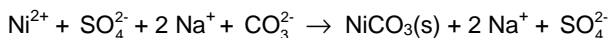
Pri prepočte pomocných bodov (pb) na konečné body (b) použijeme vzťah:
body (b) = pomocné body (pb) × 0,250

Riešenie úlohy 1 (7 pb)

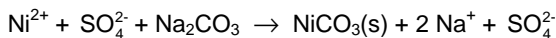
4 pb a) Sfarbenie jednotlivých hydroxidov uvádza tabuľka:

Uhlíčitan	Sfarbenie
CoCO ₃	fialové
CuCO ₃	modré
NiCO ₃	svetlozelené
ZnCO ₃	biele

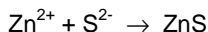
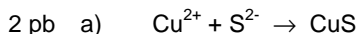
3 pb b) $\text{NiSO}_4(\text{aq}) + \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{NiCO}_3(\text{s}) + \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq})$



Ako správny sa hodnotí aj zápis:



K tomuto zápisu nie je skrátaná forma.

Riešenie úlohy 2 (8 pb)

b)

2 pb Rozpustnosť sulfidu meďnatého:

$$K_s = [\text{Cu}^{2+}][\text{S}^{2-}], \text{ kde } [\text{Cu}^{2+}] = [\text{S}^{2-}] = c$$

$$K_s = c^2 \Rightarrow c = \sqrt{K_s}$$

Po dosadení a vyčíslení $c = 9,22 \times 10^{-23} \text{ mol dm}^{-3}$

2 pb Rozpustnosť sulfidu zinočnatého:

$$K_s = [\text{Zn}^{2+}][\text{S}^{2-}], \text{ kde } [\text{Zn}^{2+}] = [\text{S}^{2-}] = c$$

$$K_s = c^2 \Rightarrow c = \sqrt{K_s}$$

Po dosadení a vyčíslení $c = 9,22 \times 10^{-23} \text{ mol dm}^{-3}$

$$c = 1,34 \times 10^{-13} \text{ mol dm}^{-3}$$

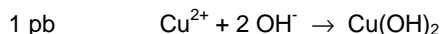
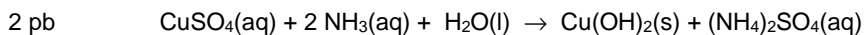
1 pb Rozpustnosť ZnS je podstatne vyššia, než rozpustnosť CuS. Pri pridávaní zrážadla sa bude najprv zrážať CuS, potom ZnS.

1 pb c) Modrý roztok oboch solí sa bude najprv sfarbovať do čierne od vznikajúceho CuS, po pridaní ďalšieho množstva zrážadla možno pozorovať vznik bielej zrazeniny (ZnS).

Riešenie úlohy 3 (11 pb)

2 pb a) V prvom kroku reakcie vzniká zrazenina, ktorá sa v druhej etape v nadbytku zrážadla rozpúšťa v dôsledku vzniku komplexného kationu.

b)



- 2 pb V prvom kroku reakcie vzniká zrazenina hydroxidu meďnatého, ktorý má svetlomodré sfarbenie:
- 2 pb c) $\text{Cu}^{2+} + 4 \text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$
- 2 pb Produktom druhého kroku reakcie je tetraamminmeďnatý komplex, ktorý má tmavomodrú farbu.

Riešenie úlohy 4 (14 pb)

- a) Zo vzorca dimetylglyoximátu nikelnatého možno vypočítať hmotnostný zlomok niklu v komplexe:

$$2 \text{ pb} \quad w(\text{Ni}) = \frac{A_r(\text{Ni})}{M_r(\text{Ni}(\text{C}_4\text{H}_7\text{N}_2\text{O}_2)_2)}$$

Po dosadení a vyčíslení:

$$w(\text{Ni}) = \frac{58,70}{288,92} = 0,2031$$

Z hmotnosti získaného dimetylglyoximátu nikelnatého možno potom vyčísliť hmotnosť niklu vo vzorke:

$$2 \text{ pb} \quad m(\text{Ni}) = m(\text{Ni}(\text{C}_4\text{H}_7\text{N}_2\text{O}_2)_2) \times w(\text{Ni})$$

Po dosadení a vyčíslení:

$$1 \text{ pb} \quad m(\text{Ni}) = 0,2315 \text{ g} \times 0,2031 = 0,0470 \text{ g}$$

- b) Hmotnosť zinku $m(\text{Zn})$ sa vypočíta z chelátometrického stanovenia, na základe znalosti stechiometrického pomeru reaktantov:

Stechiometrický pomer reaktantov možno určiť z iónového zápisu reakcie:



$$2 \text{ pb} \quad m(\text{Zn}) = n_R \times M(\text{Zn}) = c_R \times V_R \times M(\text{Zn})$$

Po dosadení a vyčíslení:

2 pb
$$m(\text{Zn}) = 0,0507 \text{ mol dm}^{-3} \times 0,01855 \text{ dm}^3 \times 65,38 \text{ g mol}^{-1}$$
$$= 0,0615 \text{ g}$$

c) Hmotnostný zlomok niklu sa vypočíta:

2 pb
$$w(\text{Ni}) = \frac{m(\text{Ni})}{m(\text{Ni}) + m(\text{Zn})}$$

Po dosadení a vyčíslení

1 pb
$$w(\text{Ni}) = \frac{0,0470 \text{ g}}{0,0470 \text{ g} + 0,0615 \text{ g}} = 0,433$$

ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – úroveň E a F – 45. ročník
Školský rok 2008/2009

Celoštátne kolo

Jana Široká

Spojená škola, Račianska 78, Bratislava

Maximálne 10 bodov Doba riešenia: 90 minút

Úloha 1 (0,89 b)

Napíšte vzorce nasledujúcich zlúčenín:

2-brom-4-metylpentán, 3-jód-hex-2-én, 2-bromnaftalén, dekafluórbután

Úloha 2 (1,43 b)

Odparením 3 g neznámeho alkyljodidu vzniklo 594 ml pary pri teplote 110 °C a tlaku 99,5 kPa. Odvodte štruktúru alkyljodidu, ak viete, že halogén je viazaný na primárny atóm uhlíka. $A_r(\text{I}) = 127$.

Úloha 3 (1,07 b)

Navrhňte prípravu 2-chlór-buta-1,3-diénu, ak východiskovou látkou je acetyléen (etín).

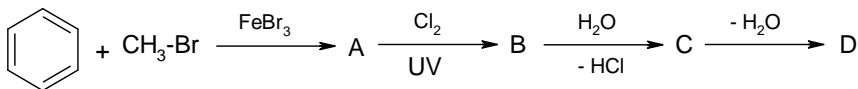
Úloha 4 (1,79 b)

Medzi súčasné problémy ekológie patrí aj alkylhalogenid, ktorý umožňuje premenu ozónu na kyslík (asi 20 – 25 % úbytku ozónu nad Antarktídou). S veľkou obľubou ho používajú ako pesticíd farmári vo fóliovníkoch a pred výsevom ho preto vypúšťajú do ovzdušia. V atmosfére pretrváva až 2 roky. V súčasnosti prebieha svetová regulácia výroby tejto látky. Avšak takmer 20 % tejto látky produkujú morské organizmy a pôda. Zotrváva však v atmosfére oveľa kratšie ako freóny.

Navrhните prípravu spomínanej látky. K dispozícii máte 1. člen homologického radu alkánov a halový prvok 4. periódy. Ako sa táto látka nazýva?

Úloha 5 (1,79 b)

Doplňte reakčnú schému a výsledný produkt pomenujte:



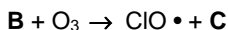
Úloha 6 (0,89 b)

Grignardove činidlá prudko reagujú so zlúčeninami, ktoré majú kyslé odštiepiteľné vodíky. Využite túto skutočnosť a pripravte 2-metylpropán.

Úloha 7 (2,14 b)

V roku 1974 sa zistil mechanizmus deštrukcie ozónovej vrstvy a v roku 1985 boli objavené prvé ozónové diery. Na základe toho výskumu 24 štátov podpísalo v roku 1987 tzv. „Montrealský protokol“, v ktorom sa štáty zaviazali znížiť do konca storočia produkciu a používanie freónov na 50 %.

Najznámejší z nich je Freón–11, trichlórfuórmetán, ktorý uniká do horných vrstiev atmosféry a tam sa v dôsledku ultrafialového žiarenia homolyticky štiepi na C–Cl väzbe. Doplňte chýbajúce reaktanty alebo produkty **A** až **F**:



Skutočnou škodlivou látkou je teda **F**, ktorý predtým ako opustí stratosféru alebo zreaguje s iným radikálom, môže zničiť tisíce molekúl ozónu.

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – úroveň E a F – 45. ročník
Školský rok 2008/2009

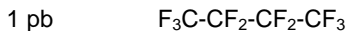
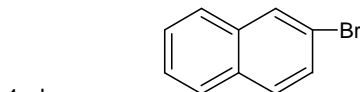
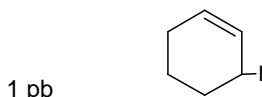
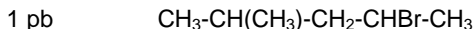
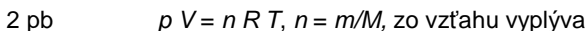
Celoštátne kolo

Jana Široká

Spojená škola, Račianska 78, Bratislava

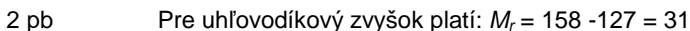
Maximálne 10 bodov (b), resp. 56 pomocných bodov (pb)

Pri prepočte pomocných bodov (pb) na konečné body (b) použijeme vzťah:
body (b) = pomocné body (pb) × 0,1786

Riešenie úlohy 1 (5 pb)**Riešenie úlohy 2 (8 pb)**

$$M = \frac{mRT}{pV}$$

2 pb $M = \frac{3 \times 8,314 \times 383,15}{99,5 \cdot 10^3 \times 594 \cdot 10^{-6}} = 158 \text{ g mol}^{-1}$



Riešenie úlohy 3 (6 pb)

2 pb Dimerizácia acetylénu(etínu) a následne adícia HCl

4 pb $2 \text{ HC} \equiv \text{CH} + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_2 = \text{CH}(\text{Cl}) - \text{CH} = \text{CH}_2$

Riešenie úlohy 4 (10 pb)

8 pb $\text{CH}_4 + \text{Br}_2 \xrightarrow{\text{UV}} \text{CH}_3 - \text{Br} + \text{HBr}$

2 pb metylbromid (brómmetán)

Riešenie úlohy 5 (10 pb)

2 pb A: $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH}_3$

2 pb B: $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CHCl}_2$

2 pb C: $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH}(\text{OH})_2$

2 pb D: $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CHO}$

2 pb benzénkarbaldehyd

Riešenie úlohy 6 (5 pb)

2 pb
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_3 + \text{A} \\ | \\ \text{CH}_2 - \text{MgX} \end{array}$$

2 pb A: ľubovoľná zlúčenina s kyslým odštiepiteľným atómom vodíka

1 pb Produkt má chemický vzorec $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3$

Riešenie úlohy 7 (12 pb)

2 pb A: CCl_3F

2 pb B: $\text{Cl} \cdot$

2 pb C: O_2

2 pb D: O_2

2 pb E: $\text{Cl} \cdot$

2 pb F: radikál chlóru

ÚLOHY Z PRAXE

Chemická olympiáda – kategória **EF** – úroveň **E a F** – 45. ročník
Školský rok 2008/2009

Celoštátne kolo

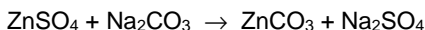
Elena Kulichová

Stredná odborná škola, Nováky

Maximálne 50 bodov Doba riešenia: 270 minút
--

Úvod

Cieľom experimentálnej práce je pripraviť uhličitan zinočnatý z mechanicky znečisteného heptahydrátu síranu zinočnatého. ZnCO_3 sa získa zrážacou reakciou síranu zinočnatého s vypočítaným množstvom uhličitanu sodného. Reakciu vystihuje rovnica:



V priebehu práce bude potrebné uskutočniť viacero preparačných a analytických operácií. Úlohy si preto starostlivo preštudujte a činnosť si organizujte tak, aby ste optimálne využili čas, ktorý máte na riešenie k dispozícii.

Úloha 1: Príprava roztokov

- 1.1. Vypočítajte hmotnosť $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ potrebného na prípravu 50 cm^3 štandardného roztoku s koncentráciou $c = 0,05 \text{ mol dm}^{-3}$.
- 1.2. Vypočítané množstvo odvážte na analytických váhach s rozpustíte v destilovanej vode okyslenej kvapkou koncentrovanej HNO_3 . Rozpúšťanie možno urýchliť zahriatím.

Úloha 2: Stanovenie presnej koncentrácie odmerného roztoku

Presnú koncentráciu odmerného roztoku chelatónu 3, ktorý máte pripravený na pracovnom stole, stanovte podľa nasledujúceho postupu:

- do titračnej banky pipetujte $10,0 \text{ cm}^3$ štandardného roztoku $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$,
- objem upravte na približne 50 cm^3 destilovanou vodou,
- pridajte malé množstvo xylenolovej oranže a upravte pH na 5 – 5,5 pridaním tuhého urotropínu (dosiahnutie potrebného pH sa prejaví vznikom fialovo-červeného komplexu indikátora s Pb^{2+}),
- titrujte odmerným roztokom chelátónu 3 do žltého sfarbenia, (pred dosiahnutím ekvivalentného bodu pridajte ešte malé množstvo tuhého urotropínu).

Vykonajte tri paralelné analýzy a vypočítajte presnú koncentráciu odmerného roztoku.

Úloha 3: Čistenie reaktantov

V odvažovačke na pracovnom stole máte pripravený heptahydrát síranu zinočnatého, ktorý je znečistený inertnou prísadou SiO_2 . Pomocou približne 100 cm^3 destilovanej vody preneste obsah odvažovačky kvantitatívne do kadičky s objemom 250 cm^3 .

Zostavte si jednoduchú aparatúru na filtráciu pri atmosférickom tlaku. Zmes prefiltrujte cez hladký filter. Filtrát zachytávajte priamo do odmernej banky s objemom 250 cm^3 . Filtračný koláč niekoľkokrát prepláchnite destilovanou vodou, aby ste dosiahli kvantitatívne vypláchnutie síranu zinočnatého. Objem filtrátu upravte doplnením destilovanou vodou po značku a roztok zhomogenizujte.

Úloha 4: Analýza reaktantov

Z roztoku, ktorý ste pripravili v úlohe 3, odpipetujte $50,0 \text{ cm}^3$ do banky s objemom $100,0 \text{ cm}^3$, doplňte po rysku destilovanou vodou a zhomogenizujte. Takto ste pripravili zásobný roztok na analýzu reaktanta. Do titračnej banky pipetujte $10,0 \text{ cm}^3$ zásobného roztoku a analyzujte ho chelátometrickou titráciou, podľa rovnakého postupu ako v úlohe 2. Vykonajte tri paralelné stanovenia.

Vypočítajte koncentráciu zinočnatých iónov v zásobnom roztoku na analýzu a v roztoku filtrátu.

Úloha 5: Výpočet hmotnosti uhličitanu sodného a výťažku reakcie

Vypočítajte hmotnosť uhličitanu sodného, ktorý je potrebný na prípravu uhličitanu zinočnatého, ak viete, že:

- objem filtrátu síranu zinočnatého (prípraveného v úlohe 3), ktorý sa použije na reakciu je 100 cm^3 ,
- koncentrácia ZnSO_4 vo filtráte zodpovedá výsledku analýzy, ktorú ste vykonali v úlohe 4,
- uhličitan sodný pridáte v 10 %-nom nadbytku.

Vypočítajte teoretický výťažok reakcie vzhľadom na použité látkové množstvo síranu zinočnatého.

Úloha 6: Príprava uhličitanu zinočnatého

S presnosťou na stotiny gramu odvážte hmotnosť uhličitanu sodného, ktorú ste vypočítali v úlohe 5. Z roztoku filtrátu, ktorý ste pripravili v úlohe 3 pipetujte do vhodnej kadičky $2 \times 50,0 \text{ cm}^3$. Za stáleho miešania pridávajte do roztoku tuhý uhličitan sodný. Pozorujte vznik zrazeniny.

Zrazeninu temperujte 15 minút vo vodnom kúpeli pri teplote 50°C , potom reakčnú zmes ochlaďte.

Zostavte aparatúru na filtráciu pri zníženom tlaku. Použite vopred odvážený sklenený filtračný téglík.

Zrazeninu dekantujte destilovanou vodou do negatívnej reakcie roztoku (s roztokom BaCl_2) na síranové ióny, potom zmes prefiltrujte pri zníženom tlaku. Na záver premyte filtračný koláč $10,0 \text{ cm}^3$ etanolu a nechajte asi 2 minúty presušiť vzduchom. Téglík označte svojím číslom a odovzdajte ho dozoru v laboratóriu.

Úloha 7: Vyplňte odpoveďový hárok

Pri výpočtoch použite nasledujúce hodnoty molových hmotností:

$$M(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 331,2 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O}) = 287,54 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{ZnCO}_3) = 125,39 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}) = 286,14 \text{ g mol}^{-1}$$

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z PRAXE

Chemická olympiáda – kategória EF – úroveň E a F – 45. ročník
Školský rok 2008/2009

Celoštátne kolo

Elena Kulichová

Stredná odborná škola, Nováky

Maximálne 50 bodov

Hodnotenie úloh z praxe pozostáva z troch častí:

a) Hodnotenie všeobecných zručností a laboratórnej techniky: (6 b)

Vykoná sa na základe poznámok dozoru o súťažiacich počas praktickej činnosti v laboratóriách.

V rozdelení bodov sa zohľadní:

- 3 b Dodržanie zásad bezpečnosti a hygieny práce v laboratóriu.
- 3 b Laboratórna technika (zmiešavanie a temperovanie zmesi, príprava roztokov, filtrácia a pod.)

b) Hodnotenie výsledku práce: (24 b)

- 10 b - Za presnosť, body sa pridelia na základe výsledku stanovenia koncentrácie odmerného roztoku CHEIII podľa kľúča:

$$b = 10 - 0,5 \times \% \text{ odchýlky stanovenia}$$

- 10 b - Za výťažok sa body pridelia podľa tabuľky:

RV, %	Pridelené body
70 – 85	10
55,0 – 69,9 a 85,1 – 100,0	8
40 – 54,9 a 100,1 – 115,0	6
menej ako 40 a viac ako 115	4

- 4 b Za kvalitu produktu, kde sa zohľadní sfarbenie, veľkosť a textúra pripravených kryštálikov

c) Hodnotenie riešení úloh v odpoved'ovom hárkú. (20 b)

Zohľadní sa správnosť výpočtov, vykonané operácie, znalosť chemických dejov a pod. Body sa pridelia podľa riešenia úloh:

Riešenie úloh v odpoved'ovom hárkú

Úloha 1 (3 b)	1 b Výpočet hmotnosti $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ na prípravu štandardného roztoku: $m = n \times M = c \times V \times M$ <p>po dosadení</p> $m = 0,05 \text{ mol dm}^{-3} \times 0,05 \text{ dm}^3 \times 331,2 \text{ g mol}^{-1} = 0,8280 \text{ g}$		
	Hmotnosť $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ použitého na prípravu štandardného roztoku		m_{ST} sa uvedie s presnosťou na desaťtisíciny gramu
	2 b Výpočet presnej koncentrácie štandardného roztoku $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$: $c_{ST} = \frac{n_{ST}}{V} = \frac{m_{ST}}{M_{ST} \times V} = \frac{m_{ST}}{331,2 \text{ g mol}^{-1} \times 0,05 \text{ dm}^3}$		
Úloha 2 (6 b)	1 b Rovnica reakcie, ktorá prebehne pri štandardizácii: $\text{Pb}^{2+} + \text{H}_2\text{Y}^{2-} \rightarrow \text{PbY}^{2-} + 2 \text{H}^+$		
	3 b Spotreba odmerného roztoku na stanovenie: (1 bod sa prideli za každú titráciu, max. 3 body)		
	$V_1 =$	$V_2 =$	$V_3 =$

<p>Úloha 2 (pokr.)</p>	<p>0,5 b Výpočet priemernej hodnoty:</p> $V_{ODM} = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3}$ <p>0,5 b Odchýlka hodnôt stanovení použitých do výpočtu do 5 %</p>			
	<p>1 b Výpočet presnej koncentrácie odmerného roztoku:</p> $c_{ODM} = \frac{n}{V_{ODM}} = \frac{c_{ST} \times V_{ST}}{V_{ODM}} = \frac{c_{ST} \times 0,01 \text{ dm}^3}{V_{ODM}}$			
<p>Úloha 4 (6,5 b)</p>	<p>1 b Rovnica reakcie, ktorá prebehne pri stanovení zinočnatých iónov:</p> $\text{Zn}^{2+} + \text{H}_2\text{Y}^{2-} \rightarrow \text{ZnY}^{2-} + 2 \text{H}^+$ <p>3 b Spotreba odmerného roztoku na stanovenie: (1 bod sa prideli za každú titráciu, max. 3 body)</p> <table border="1" data-bbox="229 1061 991 1157"> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">V_1</td> <td style="text-align: center;">V_2</td> <td style="text-align: center;">V_3</td> </tr> </tbody> </table> <p>0,5 b Výpočet priemernej hodnoty:</p> $V_{VZ} = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3}$ <p>0,5 b Odchýlka hodnôt stanovení použitých do výpočtu do 5 %</p>	V_1	V_2	V_3
V_1	V_2	V_3		

<p>Úloha 4 (pokr.)</p>	<p>1 b Výpočet koncentrácie zinočnatých iónov vo vzorke na stanovenie:</p> $c_{VZ} = \frac{c_{ODM} \times V_{VZ}}{V_{PIP}} = \frac{c_{ODM} \times V_{VZ}}{0,01 \text{ dm}^3}$ <p>0,5 b Výpočet koncentrácie zinočnatých iónov vo vzorke reaktanta: Zohľadní sa zriedenie vzorky reaktanta:</p> $c_R = 2 \times c_{VZ}$
<p>Úloha 5 (4,5 b)</p>	<p>2 b Výpočet hmotnosti $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$, ktorý je potrebný na reakciu:</p> $m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}) = n_R \times M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}) =$ $= c_R \times 0,1 \text{ dm}^3 \times 286,14 \text{ g mol}^{-1}$ <p>0,5 b Výpočet hmotnosti $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$, ktorý je potrebný na reakciu pri zohľadnení nadbytku:</p> $m_{POUZ} = 1,1 \times m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O})$ <p>2 b Výpočet teoretického výťažku uhličitanu zinočnatého:</p> $m(\text{ZnCO}_3) = n_R \times M(\text{ZnCO}_3) = c_R \times V_R \times M(\text{ZnCO}_3)$ <p>Po dosadení</p> $m(\text{ZnCO}_3) = c_R \times 0,1 \text{ dm}^3 \times 125,39 \text{ g mol}^{-1}$

PRÁCE Z DIDAKTIKY CHÉMIE



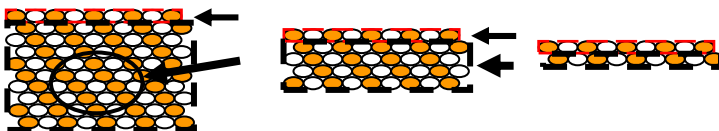
METÓDY PRÍPRAVY A VLASTNOSTI PÓROVITÝCH LÁTK

Karol Jesenák

Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, Bratislava

Z pohľadu veľkej časti študentov prírodných vied je chémia veda, ktorá sa nezameriava na „makroskopickú“ formu látok. Bežné didaktické informácie o čistých látkach sa obmedzujú na konštatovania o tom, či je látka kryštalická alebo amorfná a v prípade, že látka je kryštalická, obvykle sa uvedie, v akej sústave kryštalizuje. Aj keď existujú aj výnimky, o niektorých ďalších vlastnostiach tuhých látok sa študent v rámci výučby príslušnej vednej disciplíny veľa toho nedozvie.

Jednou z takýchto tém je problematika pórovitých látok. Prirodzenou otázkou je, či táto téma vôbec súvisí s chémiou. I keď by sme našli niekoľko príkladov, kde by sme takúto súvislosť ťažko hľadali, vo všeobecnosti možno tvrdiť, že táto spojitosť je veľmi úzka. Je identifikovateľná prinajmenšom v dvoch rovinách. Prvú spojitosť možno nájsť v príprave, pretože mnoho pórovitých látok sa pripravuje metódami, ktoré sú jednoznačne chemické. Druhá spojitosť spočíva v tom, že pórovitosť látok je bezprostredne spätá s veľkosťou povrchu látok. Tá zohráva významnú úlohu pri všetkých chemických procesoch, na ktorých sa zúčastňujú tuhé látky, pretože tieto deje sa uskutočňujú práve prostredníctvom povrchov. Tu treba pripomenúť, že povrch látok je v porovnaní s ich vnútrom kvalitatívne odlišným súborom atómov a molekúl. Povrchové atómy v dôsledku straty pôvodného okolia (v porovnaní s atómami vo vnútri telesa), sú totiž väzbovo nenasýtené a preto takmer okamžite reagujú s látkami okolitého prostredia (obr. 1).



Obr. 1

Čím väčší je povrch tuhých látok, tým významnejšie sú ovplyvňované ich základné vlastnosti. Látky s veľkým povrchom predstavujú kvalitatívne inú „matériu“, ako sú látky pôvodné, t. j. látky s malým povrchom. V súvislosti s témou tohto článku možno predchádzajúce tvrdenie transformovať na konštatovanie, že vysokopórovité látky (z anglického "high porous materials") sú z hľadiska fyzikálnochemických vlastností veľmi odlišné od ich nepórovitých „analogov“. Napríklad oxid kremičitý ako vysokopórovitá látka má len málo spoločných znakov s kremeňom, ktorý je najbežnejšou nepórovitou formou oxidu kremičitého. Základný rozdiel medzi vlastnosťami pórovitých a nepórovitých látok spočíva v tom, že zmenou pórovitosti možno z tej istej látky získať veľký počet iných látok s takmer kontinuálnou zmenou vlastností. Túto skutočnosť možno dokumentovať na veľkom množstve rôznych priemyselných produktov. Ak si budeme všímať priemyselné a vývojové postupy prípravy tuhých látok, možno z nich vyčleniť dva hraničné a zároveň aj veľmi odlišné smery. Prvým smerom je snaha o prípravu látok s veľkou hustotou, kým druhým je príprava látok pórovitých, teda takých, ktoré vo svojom vnútri obsahujú isté „voľné“ priestory (dutiny). (Poznámka: Termín „hustota“ sa v predchádzajúcej vete používa v jeho všeobecnom význame, pretože hustota ako fyzikálna veličina sa pri kryštalických látkach vzťahuje na hustotu ideálneho kryštálu a pri amorfných látkach na ich nepórovité varianty.)

Prvá skupina látok (nepórovitých) je reprezentovaná najmä anorganickými kovovými, ale aj nekovovými materiálmi. Tieto sú zastúpené predovšetkým materiálmi z ocele, hliníka a titánu, rôznymi elektrokeramickými materiálmi a tzv. konštrukčnou keramikou na báze iných ako ílových prekursorov, ktorá sa vyznačuje svojou veľkou pevnosťou. Zároveň do tejto skupiny patrí väčšina látok, ktoré sa využívajú v optike, elektronike a optoelektronike. Pri konštrukčných materiáloch s veľkou hustotou sa dosahujú veľmi veľké mechanické pevnosti a pri optických a elektronických materiáloch zasa dobré prenosové charakteristiky (napr. nízky elektrický odpor alebo nízke straty svetelného signálu). To je aj hlavným dôvodom, prečo sa vyvíjajú takéto látky. Vo všetkých spomenutých látkach sa dutiny vyplnené vzduchom alebo iným plynom považujú obvykle za vážny defekt diskvalifikujúci ich z plánovaného využitia.

V tomto článku sa budeme podrobnejšie zaoberať vlastnosťami a prípravou pórovitých materiálov, ktoré nachádzajú v súčasnosti stále širšie použitie.

Dôležité charakteristiky pórovitých štruktúr

Ak odhliadneme od veľkého množstva variácií chemického zloženia pórovitých látok, tak k ich najdôležitejším charakteristikám patrí tzv. pórovitosť, t. j. údaj, ktorý informuje o tom, aký objem prázdnych priestorov (kavít) pripadá na istý objem tuhej látky. Pri málo pórovitých látkach je pórovitosť menšia ako 1 až 2 %. Existujú však aj látky s pórovitosťou nad 90 %, čo znamená, že tuhú látku tvorí paradoxne v prevažnej miere jej plynná zložka. Takúto mieru pórovitosti vykazujú mnoho organických látok, kým pri anorganických látkach sú to skôr výnimky. Napriek tomu sú dnes známe aj anorganické materiály s pórovitosťou pohybujúcou sa blízko hodnoty 99,99 %. Nazývajú sa aerogély a sú to látky so širokým spektrom mimoriadnych vlastností.

Ďalšou dôležitou charakteristikou pórovitých látok je veľkosť ich voľných priestorov (pórov), ktoré môžu byť aj v rozsahu mnohých poriadkov. Najmenšie majú rozmer niekoľkých nanometrov a najväčšie niekoľkých milimetrov až centimetrov. Väčšina látok má rôzne póry, a preto je často potrebné stanoviť objemové zastúpenie pórov, a to zvlášť pre každú skupinu pórov s istou veľkosťou.

V tejto súvislosti sa treba pozastaviť nad pojmom pórovitá látka. Zaujímavé je, že kritériá pre kategorizáciu látok na pórovité a nepórovité nie sú celkom jasné, a teda neexistuje ani jednoznačná hranica medzi oboma skupinami. Problém je v tom, že takmer všetky látky majú nejaké póry a z tohto hľadiska by sa mali označovať ako pórovité. Niet pochýb o tom, že látky obsahujúce veľké množstvo kavít s veľkosťou niekoľkých milimetrov sú látky pórovité. Na druhej strane látky s kanálikmi s priemerom 20 nanometrov, neobsahujúce zároveň veľké póry, sa často neoznačujú ako pórovité. Obvykle sa teda za pórovité považujú také látky, ktoré vykazujú veľkú mieru pórovitosti bez ohľadu na veľkosť ich pórov.

Veľmi dôležitou charakteristikou pórovitých látok je tvar pórov. Tu existuje veľké množstvo rôznych možností, napríklad sférické kavity, „nekonečné“ kanály,

vláknami alebo podlhovastými „páskami“. Aj takéto látky však majú veľkú časť „prázdneho objemu“, ktorý je využitelný rôznym spôsobom.

Kavity v tuhých látkach majú zriedkakedy symetrický tvar. V prípade, že sú orientované náhodne, má tuhá látka rovnaké vlastnosti v rôznych smeroch. Ak sú však orientované jednosmerne, vlastnosti môžu mať výrazne smerový charakter. Typickým príkladom je rôzna priepustnosť kvapalín a plynov cez niektoré pórovité látky vo vzájomne opačných smeroch. Vo všeobecnosti od takýchto pórovitých štruktúr očakávame v jednom prípade čo najmenší prestup látok, v druhom čo najväčší. Prvý prípad je typický pre tepelno-izolačné materiály, pretože tepelné straty sú z veľkej časti spojené s pohybom molekúl plynu v kavitách. V takomto prípade je výhodné mať k dispozícii pórovitú štruktúru s uzavretými pórmí. Druhý prípad je typický pre katalyzátory, kde rýchlosť chemickej reakcie vzrastá s počtom molekúl prichádzajúcich do styku s aktívnymi miestami na povrchu katalyticky aktívnej fázy. Tu sa vyžaduje pórovitá štruktúra s otvorenými pórmí. Pretože priepustnosť pórovitej matrice závisí od veľkosti molekúl prestupujúceho média a samozrejme aj od jeho skupenstva (plyn resp. kvapalina), nemožno vo všeobecnosti označiť určitú štruktúru ako „otvorenú“ alebo „zatvorenú“.

V súvislosti s diskutovanou témou je zaujímavé, akým spôsobom sa získavajú informácie o vyššie spomenutých charakteristikách pórovitých látok. Sú dva možné prístupy.

Prvý prístup je založený na mikroskopickej analýze látky metódou tzv. obrazovej analýzy. Je to metóda, ktorou sa pomocou špeciálneho softvéru hľadajú na digitalizovaných snímkach z mikroskopu voľné priestory a zároveň sa na nich určujú aj ich hlavné geometrické charakteristiky. V relatívne krátkom čase možno takto štatisticky spracovať veľké množstvo snímok pórovitej látky.

Druhý prístup je experimentálny a zahŕňa dve najdôležitejšie metódy. Prvá je založená na vtláčaní ortuti do vzorky. Využíva sa tu poznatok, že prienik tohto tekutého kovu do kavit s určitou veľkosťou je možný iba pri určitom tlaku, t. j. čím menšie sú póry, tým vyšší tlak potrebujeme. Meraním objemu ortuti vtláčenej pri zvyšujúcich sa tlakoch získame príslušnú distribúciu pórov. Druhá

metóda využíva absorpciu plynného dusíka – teda fyzikálne „zachytávanie“ molekúl N_2 na povrchu tuhých látok. Aj tento dej závisí od veľkosti pórov tuhej látky. Táto metóda má širšie použitie ako metóda prvá.

Existujú aj iné metódy, ktoré sú podobne ako v predchádzajúcom prípade založené na poznatku, že vlastnosti látok, ktoré sú uzavreté v malých póroch, sú veľmi odlišné od ich „bežných“ vlastností. Tak napríklad teploty varu alebo tuhnutia kvapalín uzavretých v malých kavitách sú iné, ako hodnoty uvádzané pre tieto látky vo fyzikálno-chemických tabuľkách.

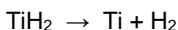
Príprava pórovitých látok

Napriek tomu, že pórovitých látok je mnoho a majú aj veľmi rôzne použitie, mnohé z nich sa pripravujú veľmi podobným spôsobom. Verejnosti asi najznámejší spôsob prípravy pórovitých „látok“ možno objaviť v receptoch na potravinárske produkty. Chlieb je asi najznámejšou pórovitou látkou. Jeho výroba je založená na tvorbe a expanzii plynu v chlebovom ceste (kysnutie chleba). V tomto prípade sa uvoľňuje oxid uhličitý, ktorý produkujú kvasnice metabolizujúce cukor obsiahnutý v ceste. Ďalší spôsob získavania pórovitých potravín je založený na tepelnom rozklade hydrogenuhličitanu sodného. Túto látku obsahuje kypriaci prášok do pečiva.

Podobne sa vyrábajú aj mnohé iné pórovité látky. Plyn v plastickej látke môže napríklad vznikáť ako reakčný produkt nejakej rozkladnej reakcie alebo sa zavádza do nej zvonka. Stuhnutie pórovitej štruktúry je potom výsledkom vysychania, polymerizácie alebo následného tepelného spracovania. Ako príklad veľmi známej pórovitej látky možno uviesť penový polystyrén. Všeobecný princíp jeho výroby je jednoduchý. Najprv sa pripraví polystyrén s obsahom kvapaliny s nízkym bodom varu a tento sa následne zahreje nad teplotu varu kvapaliny, ktorá je zároveň vyššia ako teplota mäknutia polystyrénu (približne $100\text{ }^\circ\text{C}$). Pórovitá štruktúra vzniká v dôsledku tlaku pár použitej kvapaliny. Po ochladení zostáva táto štruktúra zachovaná v dôsledku stuhnutia polystyrénu. Vzniknutý podtlak v kavitách sa vyrovná pomalou spätnou difúziou vzduchu.

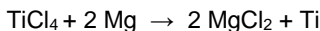
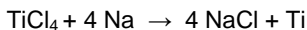
Konkrétny technologický postup výroby polystyrénu však závisí na tom, aký má byť výsledný tvar polystyrénového telesa. Ten môže byť komplikovaný, čo je prípad obalov, ktoré obvykle aspoň čiastočne kopírujú tvar počítačov, monitorov, fotoaparátov, fliaš s chemikáliami a iných predmetov. Môže však byť aj jednoduchý, ako to vidíme na tepelnoizolačných blokoch používaných v stavebníctve.

Jedna z veľmi moderných pórovitých anorganických látok je tzv. penový hliník. Jeho výroba je tiež založená na princípe „kypriaceho prášku do pečiva“. Funkciu tohto prášku však zastáva hydrid titanatý (TiH_2) a pórovitá štruktúra kovu sa vytvára v dôsledku jeho tepelného rozkladu, pri ktorom vzniká vodík:



Výroba penového hliníka je technicky veľmi náročná a má na Slovensku veľkú tradíciu.

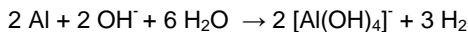
Druhý najvýznamnejší penový kov je titán. Ten sa vyrába z chloridu titaničitého redukciou sodíkom (tzv. Hunterov proces) alebo horčíkom (Krollov proces):



Pri priemyselnej výrobe prebiehajú tieto reakcie pri $800\text{ }^\circ\text{C}$ až $1\ 000\text{ }^\circ\text{C}$ v atmosfére argónu. Vysoko pórovitý produkt prvej reakcie obsahuje chlorid sodný, ktorý sa odstraňuje premývaním zriedenými kyselinami, kým pórovitý produkt druhej reakcie obsahuje chlorid horečnatý, ktorý sa odstraňuje vysoko-teplotnou vákuovou destiláciou.

Dôležitá je príprava rôznych pórovitých stavebných hmôt. Tie sú reprezentované najmä rôznymi typmi pórobetónov. Sú to obvykle rôzne silikátové materiály, v ktorých sa pórovitá štruktúra vytvára najčastejšie dvoma spôsobmi. Prvý je jednoduchý a zakladá sa na tom, že do východiskovej zmesi sa zkomponujú také zložky, ktoré samy majú pórovitú štruktúru. Takými sú predovšetkým škvara (alebo všeobecne – zvyšok po výpale pevných fosílnych palív) a penový polystyrén. Druhý spôsob je založený na tom, že do východiskovej zmesi sa pridá látka, ktorá sa pri spracovaní rozkladá na nejaký plyný produkt.

Takou látkou môže byť práškový hliník, ktorý sa v alkalickom prostredí rozpúšťa za vzniku hydroxohlinitanov, pričom vzniká vodík podľa reakcie:



Výroba pórobetónových tvárnic prebieha vo vyhrievaných tlakových nádobách (autoklávoch).

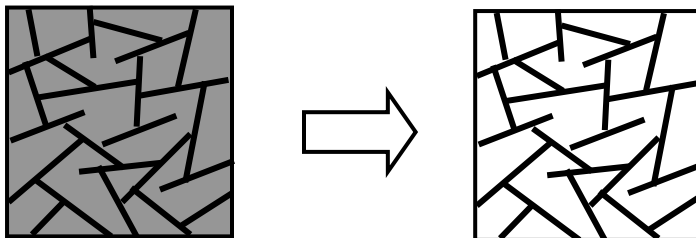
Podobný, avšak jednoduchší spôsob sa používa pri výrobe pórovitých tehál. Tam sa do ílovej zmesi pridávajú drevené piliny, ktoré pri vypaľovaní zhoria a tak po sebe zanechávajú „prázdne“ kavity. Podobne sa vyrábajú penové sklá s uzavretými pórmí. Nízkotavitelné sklo sa zmieša s jemným uhlíkovým práškom, ktorý v roztavenom skle zhorí a vytvára bublinky.

Ďalšími obľúbenými tepelnoizolačnými materiálmi sú polystyrénové a polyuretánové peny. Ich použitie je však omnoho širšie a používajú sa napríklad v mraziarenských zariadeniach alebo ako izolačné látky pri transporte horúcich médií, vrátane vody.

Princíp inej metódy prípravy pórovitých látok sa zakladá na spájaní rôznych malých častíc. Takto sa vyrábajú napríklad frity známe z chemických laboratórií. Sklenené čiastočky sa na krátku dobu zahrejú na teplotu tavenia skla a tak vzniká pórovitá hmota v dôsledku stavenia častíc v zóne ich styku.

Veľká skupina metód prípravy pórovitých látok sa zakladá na odstránení kvapalnej zložky z rôznych látok. Takýmto spôsobom možno získať látky s mimoriadne veľkou pórovitosťou. Tá závisí predovšetkým na množstve kvapaliny v látke. Čím je jej obsah väčší, tým pórovitejšiu látku môžeme získať. Preto základnou úlohou pre prípravu takýchto látok je zvládnutie prípravy medziproduktov s čo najvyšším obsahom kvapaliny. Týmto kritériám vyhovujú spravidla gély. Takéto látky možno získať napríklad zmiešaním ílu s vodou alebo s vodnými roztokmi rôznych solí, napríklad chloridu sodného alebo uhličitanu sodného. Ílové materiály obvykle pozostávajú z plochých kryštálikov, ktoré sa pri interakcii s vodnými roztokmi usporiadajú tak, že sa vytvára štruktúra podobná "domčeku z karát", kde sa v priestoroch medzi „kartami“ nachádzajú molekuly

vody (obr. 3). Opatrným odstránením vody sa získa pórovitá látka so štruktúrou "domčeka z karát".



Obr. 3

Ďalší spôsob prípravy pórovitých látok sa zakladá na selektívnom rozpúšťaní jednej zo zložiek tuhej látky. Tento spôsob sa dá využiť vtedy, ak tuhé teleso pozostáva z niekoľkých látok s rôznou rozpustnosťou. Jedna z moderných metód prípravy predovšetkým anorganických pórovitých materiálov je zasa založená na namáčaní organických pórovitých látok do suspenzií anorganických látok. Po vysušení a následnom vypálení, pri ktorom organická zložka zhorí, zostáva už iba anorganický skelet kopírujúci štruktúru pôvodnej organickej látky. Príklad takto vyrobenej látky znázorňuje obr. 4.



Obr. 4. Keramická pórovitá hmota na báze oxidu hlinitého sa používa ako „nosič“ katalyzátorov, ktoré sa vytvárajú vo forme tenkých povlakov.

Pórovité látky v prírode

V mnohých procesoch, ktoré prebiehajú v prírode, možno nájsť analógie s prípravou umelých pórovitých látok. Pretože problematika prírodných pórovitých látok je veľmi široká, obmedzíme sa iba na anorganické pórovité látky. Tieto sú reprezentované predovšetkým horninami. K typickým nízkopórovitým látkam (z angl. low porous materials) patria makrokryštalické minerály a niektoré horniny, najmä však vulkanické sklá a iné horniny s vysokým obsahom oxidu kremičitého. Naopak, vysoko pórovité látky sú mnohé vulkanické tufy, pemza alebo tufity. Vidieť, že vulkanické horniny môžu byť z hľadiska pórovitosti veľmi odlišné. Jeden z dôvodov vysokej pórovitosti týchto hornín je ten, že erupčný materiál (láva) môže obsahovať veľké množstvo stlačených plynov a vodných pár, ktoré na povrchu zeme v dôsledku zníženého vonkajšieho tlaku v ňom expandujú. Sedimentárne horniny môžu mať tiež pórovitú štruktúru, pretože vznikajú stláčaním malých častíc. Tu je však rozhodujúce, aký veľký bol tento tlak: čím bol vyšší, tým je pórovitosť horniny nižšia. Metamorfované horniny majú obvykle nízku pórovitosť práve preto, že vznikajú z primárnych hornín v dôsledku obrovských tlakov.

Použitie pórovitých látok

Najčastejšie aplikácie pórovitých látok vyplývajú predovšetkým z ich dominantnej vlastnosti, ktorou sú tepelnoizolačné vlastnosti. K nej sa môžu pridružiť aj ďalšie, ako napríklad dobré mechanické, zvukovoizolačné resp. elektroizolačné vlastnosti. Kombinácia tepelnoizolačných vlastností a dobrých možností mechanického spracovania viedla v minulosti k využívaniu pórovitých hornín na stavbu obydľí. Takého obydľia sa budovali najmä z vulkanických hornín alebo sa vytesávali priamo do týchto hornín. Na Slovensku je niekoľko lokalít, v ktorých sa nám takéto stavby zachovali. Tieto horniny majú svojich „nástupcov“ v podobe moderných stavebných hmôt.

Sypké sedimentárne horniny sa využívajú na filtráciu kvapalín v chemickom a potravinárskom priemysle a tiež pri dekontaminácii odpadových vôd. Tu sa využíva špecifická pórovitá štruktúra vrstvy horniny a často aj samotnej častice. Okrem zachytenia makroskopických tuhých zložiek sa tu často uplatňuje aj sorpcia, pri ktorej sa zachytávajú nežiaduce rozpustné zložky v dôsledku ich chemickej alebo fyzikálnej interakcie s povrchom častíc.

Pórovité kovy sú relatívne moderným produktom. Používajú sa pri vysokotlakovej filtrácii. Je to metóda, ktorou sa z kvapalín odstraňujú veľmi malé častice a nemožno pri nej použiť bežné papierové alebo keramické filtre. Pórovité kovy sú veľmi moderné ako konštrukčné materiály – ich výhodou je, že ich hmotnosť je neporovnateľne menšia ako hmotnosť ich pôvodnej nepórovitej formy. Ako konštrukčný materiál by sme mohli hodnotiť aj tzv. biokompatibilnú keramiku. Je to syntetická náhrada kostného tkaniva na báze hydroxyd-apatitu ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$), ktorá musí mať pórovitú štruktúru, pretože samotné kosti sú pórovitou hmotou.

Významnou oblasťou použitia syntetických pórovitých materiálov je katalýza. Tu sa využívajú pórovité formy kovových materiálov alebo aj keramické materiály, na ktorých je katalyticky aktívny kov nanosený vo forme tenkých vrstiev. Príkladom takéhoto využitia sú výfukové automobilové katalyzátory.

Pórovité sklá sa s obľubou používajú ako výborné filtračné materiály vhodné na filtráciu agresívnych látok v chemickom priemysle a v laboratóriách. Anorganické peny či už kovové alebo silikátové sa využívajú aj pre stabilizáciu kvapalín. V tomto prípade ide o riešenie problémov vyskytujúcich sa pri transporte kvapalín. Ten je spojený najmä s nepríjemnými zmenami polohy jej ťažiska pri jej premiestňovaní alebo o riešenie už spomenutého problému ich výbušnosti. Tento princíp sa využíva napríklad v kontajneroch na kvapalné palivá.

K fyzikálnochemickým aplikáciám pórovitých látok patria rôzne separačné metódy. Pri týchto metódach môže byť hlavným cieľom analýza látok alebo získanie čistých látok z rôznych zmesí. V oboch prípadoch hovoríme obvykle o tzv. chromatografických metódach, pri ktorých je rozdeľovacím substrátom nejaká

syntetická mikropórovitá látka obvykle na báze oxidu hlinitého, kyseliny tetrahydrogenkremičitej alebo hlinitokremičitanov. Veľkosť pórov týchto látok sa pohybuje na úrovni jednotiek až desiatok nanometrov. Práve na príklade týchto sorbentov (ktoré ako chemické indivíduá predstavujú veľmi „triviálne“ látky s nízkou cenou), možno ilustrovať mimoriadne úzky vzťah medzi cenou produktu a jeho pórovitou štruktúrou. Všeobecne možno tvrdiť, že syntetické pórovité látky na jednej strane – a prírodné anorganické produkty na strane druhej, sa odlišujú predovšetkým v čistote a distribúcii pórov. Syntetické látky majú obvykle vyššiu čistotu a užšiu distribúciu pórov – čo znamená, že rozmer pórov osciluje v úzkom intervale. Čím užšiu distribúciu pórov sa nám podarí dosiahnuť, tým vyššiu kvalitatívnu úroveň bude mať táto látka. Požiadavky na úzku distribúciu pórov súvisia s tým, že pre určitú konkrétnu aplikáciu sa vyžaduje práve určitý rozmer pórov. Napríklad pri filtrácii ide o to, aby sa z kvapaliny odstránili iba tuhé častice určitých rozmerov, ale zároveň aby sa dosiahla čo možno najvyššia priepustnosť filtračného materiálu. Podobné požiadavky existujú aj pri analytických separačných metódach, kde molekuly rôznych látok sa často oddeľujú na základe ich veľkosti. Pri konštrukčných a stavebných materiáloch sa zasa vyžaduje nájsť nejaké optimum medzi hmotnosťou pórovitých telies a ich pevnosťou. Takémuto optimu však zasa vyhovuje iba nejaká konkrétna pórovitá štruktúra. Veľmi úzku súvislosť tu vidno s výnimočným „konštrukčným“ materiálom – ľudskými (alebo aj zvieracími) kosťami. Ich pórovitá stavba je obvykle prispôsobená takej štandardnej záťaži, na ktorú si organizmus „zvykol“. Chorobná odchýlka od tohto optima sa nazýva osteoporóza, ktorá sa prejavuje vo zvýšenej pórovitosti kostí a samozrejme v zmenenej distribúcii pórov. Dôsledok je všeobecne známy ako pokles pevnosti kostí. Podobné optimá ako vo vyššie uvedených prípadoch existujú aj pri tepelnoizolačných materiáloch a látok používaných v elektronike a optike. Ich hľadanie je častým cieľom vývoja nových pórovitých materiálov.

Pod'akovanie: Dovoľujem si poďakovať Ing. Petrovi Kelemenovi, CSc. z Výskumného ústavu chemickej technológie a. s. Bratislava, za cenné pripomienky týkajúce sa technológie výroby penového polystyrénu a Prof. Ing. Marekovi Liškovi, DrSc. z Trenčianskej univerzity Alexandra Dubčeka za informácie týkajúce sa výroby penových skiel.

Literatúra

1. I. Kozo, K. Sridhar, N. Nakamoto: *Porous materials*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, 1998.
2. S. J. Kowalsky: *Drying of Porous Materials*, Springer, Dordrecht, Netherlands, 2007.
3. K. Jesenák: *Sól-gélové metódy*, Univerzita Komenského, Bratislava, 2005.
4. K. Jesenák: *Environmentálna anorganická chémia*, Univerzita Komenského, Bratislava, 2006.

ADRESY AUTOROV

Doc. RNDr. Andrej Boháč, PhD. PRIF UK Mlynská dolina CH-2 842 15 Bratislava 4	Doc. Ing. Iveta Ondrejkočiová, PhD. FCHPT STU Radlinského 9 812 37 Bratislava 1
Ing. Anna Ďuricová SPŠ Samuela Stankovianskeho Akademická 13 969 04 Banská Bystrica	Doc. RNDr. Martin Putala, PhD. PRIF UK Mlynská dolina CH-2 842 15 Bratislava 4
Ing. Ľudmila Glosová SOŠ Rastislavova 332 972 71 Nováky	Doc. Ing. Ján Reguli, CSc. Katedra chémie PdF TU Priemyselná 4 918 43 Trnava
RNDr. Karol Jesenák PRIF UK Mlynská dolina CH-2 842 15 Bratislava 4	Doc. RNDr. Marta Sališová, CSc. PRIF UK Mlynská dolina CH-2, 842 15 Bratislava 4
RNDr. Stanislav Kedžuch Ústav anorganickej chémie SAV Dúbravská cesta 9 845 36 Bratislava 45	RNDr. Anton Sirota, PhD. Medzinárodné informačné centrum MCHO IUVENTA Búdková 2, 811 04 Bratislava
Mgr. Anna Kicková PRIF UK Mlynská dolina CH-2 842 15 Bratislava 4	Ing. Jana Široká Spojená škola Račianska 78 836 02 Bratislava
Ing. Elena Kulichová SOŠ Rastislavova 332 972 71 Nováky	RNDr. Pavol Tarapčík, PhD. FCHPT STU Radlinského 9 812 37 Bratislava 1
Ing. Boris Lakatoš, PhD. FCHPT STU Radlinského 9 812 37 Bratislava 1	—  —

ADRESA REDAKCIE

Redakcia Chemických rozhľadov
IUVENTA
Búdková 2
811 04 Bratislava
e-mail: anton.sirota@stuba.sk,
sirota@iuventa.sk