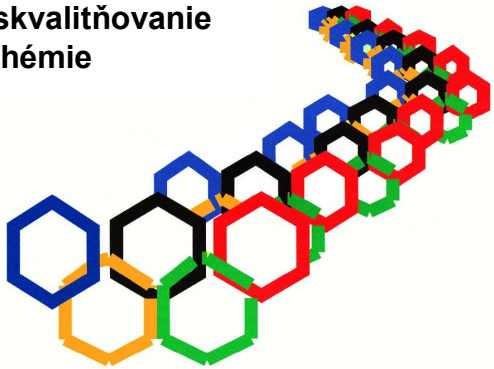
Časopis pre skvalitňovanie
vyučovania chémie



1/2011

CHEMICKÉ ROZHĽADY

Z OBSAHU

- *Úlohy celoštátneho kola CHO v kategórii A a ich riešenie*
- *Úlohy celoštátneho kola CHO v kategórii EF a ich riešenie*

IUVENTA
Bratislava
2011

CHEMICKÉ ROZHĽADY – 1. číslo

12. ročník – rok 2011

Časopis pre skvalitňovanie vyučovania chémie

Autori príspevkov:

A. Ďuricová, M. Gánovská, Ľ. Glosová, S. Kedžuch, E. Kulichová, B. Lakatoš, V. Mazíková, I. Ondrejkovičová, M. Putala, J. Reguli, M. Sališová, A. Sirota, R. Šebesta, P. Tarapčík, M. Žabka

Recenzenti:

Z. Bučková, A. Ďuricová, Ľ. Glosová, S. Kedžuch, E. Klein, E. Kulichová, P. Magdolen, V. Milata, I. Ondrejkovičová, V. Polačková, A. Sirota, M. Tatarko, 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, Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2011
Tlač: Vydavateľstvo STU v Bratislave
Náklad: 100 výtlačkov
Evid. č. MK SR: EV 3402/09
Publikované aj na internete: www.olympiady.sk/chemická olympiáda

Vydané s finančnou podporou Ministerstva školstva SR. Nepredajné.
Distribuuje IUVENTA a Slovenská komisia Chemickej olympiády.

ISSN 1335–8391

© Autori príspevkov

OBSAH

ÚLOHY CHEMICKEJ OLYMPIÁDY V KATEGÓRII A
A ICH RIEŠENIA
CELOŠTÁTNE KOLO

Úlohy z anorganickej a analytickej chémie
(Anton Sirota) 5

Riešenie a hodnotenie úloh z anorganickej a analytickej chémie
(Anton Sirota) 11

Úlohy z fyzikálnej chémie
(Ján Reguli) 16

Riešenie a hodnotenie úloh z fyzikálnej chémie
(Ján Reguli) 20

Úlohy z organickej chémie (I)
(Marta Sališová, Radovan Šebesta) 26

Riešenie a hodnotenie úloh z organickej chémie (I)
(Marta Sališová, Radovan Šebesta) 29

Úlohy z biochémie
(Boris Lakatoš) 33

Riešenie a hodnotenie úloh z biochémie
(Boris Lakatoš) 36

Praktické úlohy z analytickej chémie
(Pavol Tarapčík) 38

Riešenie a hodnotenie úloh praktické úloh z analytickej chémie
(Pavol Tarapčík) 42

Praktické úlohy z organickej syntézy
(Martin Putala, Matej Žabka) 44

Riešenie a hodnotenie praktických úloh z organickej syntézy
(Martin Putala, Matej Žabka) 48

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

CELOŠTÁTNE KOLO

Úlohy zo všeobecnej a fyzikálnej chémie (I)
(Iveta Ondrejkovičová) 51

Riešenie a hodnotenie úloh zo všeobecnej a fyzikálnej chémie (I)
(Iveta Ondrejkovičová) 53

Úlohy z technologických výpočtov (I)
(Ľudmila Glosová) 56

Riešenie a hodnotenie úloh z technologických výpočtov (I)
(Ľudmila Glosová) 58

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

CELOŠTÁTNE KOLO

Úlohy zo všeobecnej a fyzikálnej chémie (II) 61
(Stanislav Kedžuch)

Riešenie a hodnotenie úloh zo všeobecnej a fyzikálnej chémie (II)
(Stanislav Kedžuch) 63

Úlohy z technologických výpočtov (II)
(Anna Ďuricová) 67

Riešenie a hodnotenie úloh z technologických výpočtov (II)
(Anna Ďuricová) 69

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

CELOŠTÁTNE KOLO

Úlohy z analytickej chémie
(Martina Gánovská) 73

Riešenie a hodnotenie úloh z analytickej chémie
(Martina Gánovská) 76

Úloh z organickej chémie (II)
(Viera Mazíková) 81

Riešenie a hodnotenie úloh z organickej chémie (II) (II)
(Viera Mazíková) 83

Úlohy z chemickej praxe
(Elena Kulichová) 85

Riešenie a hodnotenie úloh z chemickej praxe
(Elena Kulichová) 88

Adresy autorov a redakcie 89

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** – 47. ročník – školský rok 2010/2011
Celoštátne kolo

Anton Sirota
Medzinárodné informačné centrum MCHO, IUVENTA, Bratislava

Maximálne 18 bodov
Doba riešenia: 90 minút

Úloha 1 (10 b)

Pre určovania kvality vôd je veľmi dôležité poznať obsah kyslíka rozpusteného vo vode. Pri povrchových vodách patrí stanovenie kyslíka k najdôležitejším analýzam. Koncentrácia kyslíka je totiž jedným z najdôležitejších ukazovateľov kyslíkového režimu vôd a indikátorom čistoty tokov.

Pri stanovení kyslíka rozpusteného vo vode sa už roky využíva Winklerova metóda, pri ktorej sa používajú tieto roztoky: Winklerov roztok I, Winklerov roztok II, konc. kyselina sírová, pentahydrát tiosíranu sodného, tuhý jodičnan draselný a tuhý jodid draselný.

i) *Winklerov roztok I*

Je to roztok mangánatej soli, ktorý sa pripraví rozpustením presne 150 g heptahydrátu síranu mangánatého v 500 cm^3 prevarenej a potom ochladenej

vody, prefiltrovaním roztoku cez hustý filter a doplnením roztoku prevarenou vodou po značku v odmernej banke s objemom 1 dm^3.

Skúška 1: Do malého množstva pripraveného roztoku pridáme okyslený roztok jodidu draselného a škrobového roztoku a pozorujeme sfarbenie roztoku.

ii) *Winklerov roztok II*

Je to zásaditý roztok jodidu draselného, ktorý sa pripraví rozpustením 100,00 g hydroxidu sodného a 75,00 g jodidu draselného v 500 cm^3 prevarenej a potom ochladenej vody a doplnením roztoku prevarenou vodou po značku v odmernej banke s objemom 1 dm^3.

Skúška 2: Do malého množstva pripraveného roztoku pridáme niekoľko kvapiek škrobového roztoku a pozorujeme sfarbenie roztoku.

Pri Winklerovej metóde sa využíva poznatok, že hydroxid mangánatý, ktorý vznikne zmiešaním Winklerových roztokov I a II (reakcia 1), sa kyslíkom rozpusteným vo vode oxiduje na hydroxid manganitý (reakcia 2), ktorý po okyslení reakčnej zmesi oxiduje pridaný jodid na jód (reakcia 3) a ten sa nakoniec stanoví jodometrickou titráciou (reakcia 4).

1.1 Napíšte rovnice chemických reakcií 1 až 4 v iónovom tvare.

_____

Predstavte si, že chcete pripraviť presne 1 dm^3 Winklerovho roztoku I, avšak nemáte k dispozícii heptahydrát síranu mangánatého, ale len tuhý manganistan draselný, tuhý dihydrát kyseliny šťaveľovej, koncentrovanú kyselinu sírovú a destilovanú vodu.

1.2 a) Uveďte, ako by ste mohli pomocou týchto chemikálií nahradiť Winklerov roztok I. Napíšte príslušnú chemickú rovnicu.

b) Vypočítajte potrebné hmotnosti manganistanu draselného a dihydrátu kyseliny šťaveľovej. Kyselina sírová (pár kvapiek) sa používa len na okyslenie roztoku.
(Poznámka: Roztok bude v tomto prípade obsahovať aj draselné katióny, ktoré však neovplyvňujú výsledky stanovenia koncentrácie rozpusteného kyslíka vo vode.)

c) Uveďte, na čo treba dbať pri príprave uvedeného roztoku.

1.3 Odpovedzte a zdôvodnite, či je pre ďalšiu analýzu potrebné, aby sa pri uvedených skúškach 1 a 2 objavilo alebo neobjavilo modré sfarbenie roztoku.

Stanovenia

Pred samotným stanovením koncentrácie kyslíka vo vode bolo treba stanoviť presnú koncentráciu tiosíranu sodného v pripravenom roztoku. Pre tento účel sme navážili 0,4797 g jodičnanu draselného, ktorý sme rozpustili v destilovanej vode a roztok sme doplnili v 100 cm^3 odmernej banke vodou po značku. Z neho sme odpipetovali 25,0 cm^3 do 250 cm^3 odmernej banky a doplnili po značku vodou (roztok A).

V Erlenmeyerovej banke sme rozpustili 2 g jodidu draselného v 150 cm^3 destilovanej vody a k roztoku sme pridali 0,5 cm^3 koncentrovanej kyseliny sírovej (roztok B).

Z roztoku A sme na titráciu odpipetovali 10,0 cm^3, pridali sme roztok B a vylúčený jód sme titrovali odmerným roztokom tiosíranu sodného do slabožltého sfarbenia roztoku, potom sme pridali 5 kvapiek škrobového roztoku a roztok sme dotitrovali do odfarbenia roztoku, ktoré vydržalo asi 20 sekúnd. Spotreba odmerného roztoku tiosíranu sodného bola 12,15 cm^3.

1.4 Na základe výsledkov jodometrickej titrácie vypočítajte koncentráciu odmerného roztoku tiosíranu sodného.

Pri stanovení kyslíka Winklerovou metódou treba dodržiavať určité pravidlá pre odber vzorky vody a manipuláciu so vzorkou pri samotnom stanovení, ako aj pri pridávaní Winklerových roztokov I a II ku vzorke. V tomto postupe sa zameriame len na chemickú stránku stanovenia a budeme predpokladať, že pri nasledujúcom stanovení boli splnené všetky vyžadované kritériá.

Do 100,0 cm^3 vzorky vody sa pridalo najprv 2 cm^3 Winklerovho roztoku I a potom 2 cm^3 Winklerovho roztoku II. Roztok sa dobre premiešal a vzniknutá zrazenina sa nechala usadiť. Na rozpustenie zrazeniny sa do roztoku pridal 1 cm^3 koncentrovanej kyseliny sírovej a roztok sa nechal stáť v tme asi pol hodinu. Vylúčený jód sa nakoniec stitroval štandardným roztokom tiosíranu sodného. Jeho spotreba bola 17,50 cm^3.

1.5 Na základe stanovenia Winklerovou metódou vypočítajte hmotnostnú koncentráciu kyslíka (v mg dm^{-3}) vo vzorke vody.

Úloha 2 (8 b)

Prenos kyslíka v organizmoch umožňuje životne dôležité chemické reakcie, bez ktorých by život nebol možný. Kyslíku venovali veľkú pozornosť najmä chemici. Pri skúmaní reakcií a vlastností kyslíka sa spočiatku pozorovali určité záhady, ktoré bolo treba vysvetliť. Jedným z týchto problémov boli neočakávané magnetické vlastnosti kyslíka.

Z Lewisovho vzorca molekuly kyslíka vyplývalo, že atómy kyslíka sú viazané dvojitou väzbou a okrem toho sú v molekule štyri voľné elektrónové páry. Podľa tejto predstavy molekula kyslíka neobsahuje teda nespárené elektróny a kyslík by mal byť diamagnetická látka. Avšak experimenty ukázali, že kyslík je paramagnetická látka. Uspokojivé riešenie sa získalo predstavou molekulových orbitálov (MO), pomocou ktorých sa chemické väzby interpretovali ako lineárna kombinácia atómových orbitálov (AO), ktoré istým spôsobom predstavovali matematickú interpretáciu výskytu elektrónov v elektrónových obaloch atómov. Vznik MO sa znázorňuje pomocou MO energetických diagramov. Zaviedla sa

predstava tzv. väzbových (σ, π) a protiväzbových (niekedy antiväzbových) orbitálov (označujú sa σ^*, π^*), ako aj neväzbových orbitálov (napr. π_n). Zaviedol sa aj pojem "väzbový poriadok", ktorý charakterizuje násobnosť väzby.

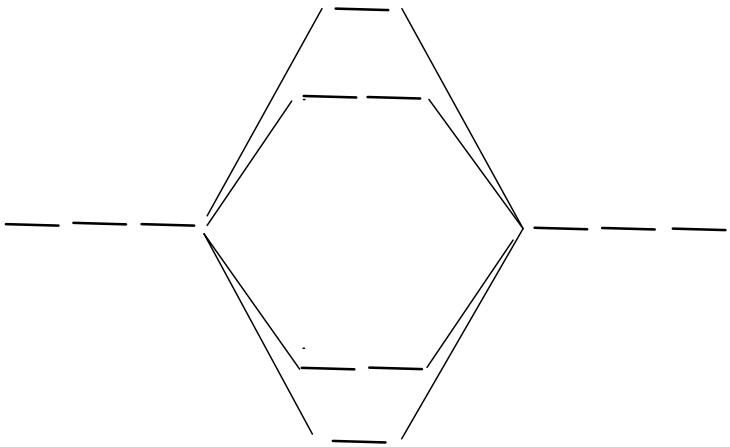
Väzbový poriadok sa vypočíta tak, že vydelíme dvomi rozdiel medzi počtami elektrónov vo väzbových a v protiväzbových orbitáloch.

Nasledujúca schéma predstavuje zjednodušený MO diagram pre dvojatómové častice X_2, kde X je prvok z 2. periódy Mendelejevovej periodickej sústavy prvkov. Ako vidno, v diagrame nie sú zahrnuté 1*s* a 2*s* orbitály.

Schéma MO:

MO častice X_2

2*p*-AO prvého atómu X 2*p*-AO druhého atómu X



2.1 Aplikujte schému na molekulu kyslíka O_2, ktorá leží v rovine *xy* zvoleného súradnicový systému.

a) Za predpokladu, že spojnica dvoch atómov kyslíka je na osi *x*, priraďte jednotlivým hladinám označenie jednotlivých atómových (AO) a molekulových orbitálov (MO) a dolným indexom ich priestorovú špecifikáciu.

b) Obsaďte atómové a molekulové orbitály v schéme nespárenými elektrónmi (↑) alebo dvojicou spárených elektrónov (↑↓).

c) Čím sa vysvetľuje paramagnetizmus kyslíka O_2?

d) Vypočítajte väzbový poriadok v molekule O_2.

2.2 Okrem molekuly O_2 existujú ďalšie častice, ktoré obsahujú dva atómy kyslíka, ale líšia sa nábojom. Napíšte vzorec týchto častíc a využijúc uvedenú schému MO vypočítajte pre častice väzbový poriadok.

_____

Ak sa spoja tri atómy kyslíka, vznikne molekula ozónu O_3. Reakciu vzniku ozónu O_3 z kyslíka O_2 možno zapísať chemickou rovnicou:

$$3\ O_2 \rightarrow 2\ O_3$$

Je to endotermická reakcia a je výsledkom dvoch čiastkových reakcií, z ktorých jedna je exotermická. Reakčnú entalpiu prislúchajúcu uvedenej reakcii označíme ΔH_3 a reakčné entalpie prislúchajúce dvom čiastkovým reakciám označíme ΔH_1 a ΔH_2.

2.3 a) Napíšte chemické rovnice čiastkových reakcií.

b) V podobe nerovnosti zapíšte, aké vzťahy musia platiť:

i) pre ΔH_1, ΔH_2 a ΔH_3 (menšie/väčšie ako nula),

ii) medzi ΔH_1 a ΔH_2 resp. ΔH_1 a ΔH_3.

2.4 Napíšte Lewisov štruktúrny vzorec molekuly ozónu a vyznačte v ňom väzby, tvar, voľné elektrónové páry a formálne náboje. Ak to prichádza do úvahy, napíšte pre molekulu O_3 aj príslušné rezonančné formy.

_____

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z ANORGANICKEJ A ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória **A** – 47. ročník – školský rok 2010/2011
Celoštátne kolo

Anton Sirota
Medzinárodné informačné centrum MCHO, IUVENTA, Bratislava

Maximálne 18 bodov (b), resp. 54 pomocných bodov (pb).
Pri prepočte pomocných bodov pb na konečné body b použijeme vzťah: body b = pomocné body pb × 0,333

Nasledujú autorské riešenia súťažných úloh. Samozrejme, že treba akceptovať každé iné a správne riešenie a ohodnotiť ho príslušným počtom bodov.

Riešenie úlohy 1 (30 pb)

Poznámka:

V celom riešení sa veličiny s čiarkou (m', V') budú vzťahovať na roztoky.

1.1 Reakcia 1: $Mn^{2+} + 2\ OH^- \rightarrow Mn(OH)_2$

Reakcia 2: $4\ Mn(OH)_2 + O_2 + 2\ H_2O \rightarrow 4\ Mn(OH)_3$

8 pb Reakcia 3: $2\ Mn(OH)_3 + 2\ I^- + 6\ H_3O^+ \rightarrow 2\ Mn^{2+} + I_2 + 12\ H_2O$

Reakcia 4: $I_2 + 2\ S_2O_3^{2-} \rightarrow 2\ I^- + S_4O_6^{2-}$

1.2 a)

Príprava Winklerovho roztoku I nepriamo:

Využijeme reakciu:

2 pb $2\ KMnO_4 + 5\ H_2C_2O_4 + 3\ H_2SO_4 \rightarrow 2\ MnSO_4 + K_2SO_4 + 10\ CO_2 + 8\ H_2O$

b)

$M_r(MnSO_4) = 151{,}002$; $M_r(MnSO_4 \cdot 7\ H_2O) = 277{,}109$

V kryštalohydráte: $w(MnSO_4) = 0{,}5449$

1 pb 150 g $MnSO_4 . 7 H_2O$ zodpovedá 81,735 g $MnSO_4$

1 pb $n(MnSO_4) = \frac{81{,}735\ g}{151{,}002\ g\,mol^{-1}} = 0{,}5413\ mol$

Winklerov roztok I obsahuje 0,5413 mol $MnSO_4$.

Keďže $n(MnSO_4) = 0{,}5413\ mol$, z rovnice v bode a) vyplýva:

$\xi = \frac{0{,}5413\ mol}{2} = 0{,}2706\ mol$

$M_r(KMnO_4) = 158{,}034$; $M_r(H_2C_2O_4 . 2 H_2O) = 126{,}07$

2 pb $m(KMnO_4) = 2\ \xi\ M(KMnO_4) = 2 \times 0{,}2706\ mol \times 158{,}034\ g\,mol^{-1}$

$= 85{,}53\ g$

$m(H_2C_2O_4 . 2 H_2O) = 5\ \xi\ M(H_2C_2O_4 . 2 H_2O) =$

2 pb $= 5 \times 0{,}2706\ mol \times 126{,}07\ g\,mol^{-1} = 170{,}57\ g$

Pri príprave Winklerovho roztoku I použijeme 85,53 g $KMnO_4$ a 170,57 g $H_2C_2O_4 . 2 H_2O$, Pripravíme roztoky, ktoré zmiešame a doplníme v odmernej banke po značku na objem 1 dm^3.

c)

1) Treba použiť len prevarenú destilovanú vodu.

3 pb 2) Výsledný roztok musí byť bezfarebný,

3) Roztok získaný po zmiešaní východiskových roztokov treba povariť, aby sa vypudil oxid uhličitý a až potom ho doplniť na objem 1 dm^3.

1.3 Nesmie sa objaviť modré sfarbenie, lebo by to znamenalo, že v roztoku

1 pb

sa nachádza jód, čím by sa skresľovalo samotné stanovenie koncentrácie kyslíka.

1.4 $M_r(KIO_3) = 214{,}00$

Návažok KIO_3 = 0,4797 g, resp. 2,242 × 10^{-3} mol v 100,00 cm^3 roztoku.

1 pb Ak vezmeme do úvahy riedenie roztoku, potom v 10,00 cm^3 roztoku, ktorý sa odobral na stanovenie, sa nachádza 2,242 × 10^{-5} mol KIO_3.

Rovnice reakcií pri titrácii:

1 pb $IO_3^- + 5\ I^- + 6\ H^+ \rightarrow 3\ I_2 + 3\ H_2O$

1 pb $I_2 + 2\ S_2O_3^{2-} \rightarrow 2\ I^- + S_4O_6^{2-}$

Z rovníc vyplýva:

1 pb $n(S_2O_3^{2-})$ = 1,345 .10^{-4} mol

Spotreba $V(S_2O_3^{2-})$ = 0,01215 dm^3.

1 pb $c(Na_2S_2O_3)$ =

$$= \frac{n(Na_2S_2O_3)}{V(Na_2S_2O_3)} = \frac{1{,}345\ .\ 10^{-4}\ \text{mol}}{0{,}01215\ \text{dm}^3} = 0{,}01107\ \text{mol dm}^{-3}$$

1.5 Východiskový objem skúmanej vody bol 100,00 cm^3

Spotreba pri stanovení koncentrácie kyslíka:

$V(S_2O_3^{2-})$ = 0,01750 dm^3.

1 pb $n(S_2O_3^{2-}) = c(S_2O_3^{2-}) \times V(S_2O_3^{2-})$ =

$= 0{,}01107\ \text{mol dm}^{-3} \times 0{,}01750\ \text{dm}^3 = 1{,}937\ .\ 10^{-4}$ mol

Vzhľadom na reakcie 1 až 4 v časti 1.1

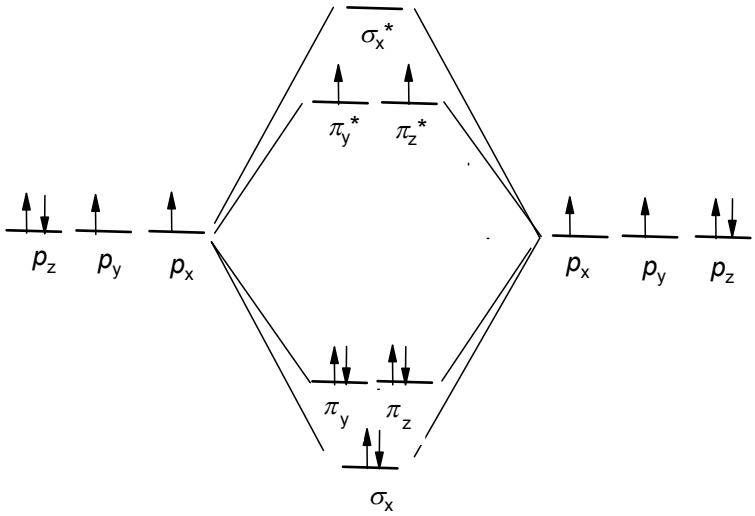
2 pb $n(O_2) = \frac{n(S_2O_3^{2-})}{4} = 4{,}843\ .\ 10^{-5}$ mol

$m(O_2) = 4{,}843\ .\ 10^{-5}$ mol × 32,00 g mol^{-1} = 1,550 mg/ 100 cm^3 vody,

2 pb resp. 15,50 mg/ 1 dm^3 vody

Riešenie úlohy 2 (24 pb)

2.1 a), b)



5 pb

1 pb c) Obsahuje dva nespárené elektróny v protiväzbových orbitáloch.

1 pb d) Väzbový poriadok v O_2 = $\frac{6-2}{2} = 2$

2.2 Častica O_2^+ : Väzbový poriadok = $\frac{6-1}{2} = 2,5$

3 pb Častica O_2^- : Väzbový poriadok = $\frac{6-3}{2} = 1,5$

Častica O_2^{2-} : Väzbový poriadok = $\frac{6-4}{2} = 1$

2.3 a)

2 pb $O_2 \rightarrow 2\,O$ $\Delta H_1 > 0$ endotermická reakcia

2 pb $O_2 + O \rightarrow O_3$ $\Delta H_2 < 0$ exotermická reakcia

b)

Druhú rovnicu vynásobíme dvomi a rovnice sčítame:

$$O_2 \rightarrow 2\,O$$

$$2\,O_2 + 2\,O \rightarrow 2\,O_3$$

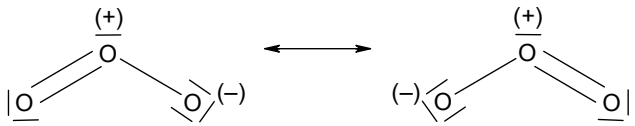
2 pb $3\,O_2 \rightarrow 2\,O_3$ $\Delta H_3 > 0$ endotermická reakcia

Platí: $\Delta H_1 + 2\,\Delta H_2 = \Delta H_3$

3 pb Z toho vyplýva, že $\Delta H_1 > 2\,\Delta H_2$ a teda aj $\Delta H_1 > \Delta H_3$.

2.4

5 pb



ÚLOHY Z FYZIKÁLNEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória **A** – 47. ročník – školský rok 2010/2011
Celoštátne kolo

Ján Reguli
Katedra chémie, Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave

Maximálne 17 bodov (b)
Dobra riešenia: 80 minút

Úloha 1 (3,5 b)

Pri tlaku 101 325 Pa vrie čistý toluén pri teplote 110,63 °C. 3 %-ný (hmot.) roztok neprchavej látky v toluéne vrie pri tom istom tlaku pri teplote 111,75 °C. Tlak nasýtenej pary toluénu nad týmto roztokom pri 110,63 °C je 98,21 kPa. Vypočítajte:

1.1 molárnu hmotnosť rozpustenej látky,

1.2 molárnu výparnú entalpiu toluénu za predpokladu, že jej hodnota nezávisí od teploty,

1.3 ebulioskopickú konštantu toluénu.

Molárna hmotnosť toluénu je 92,13 g mol^{-1}. Roztok neprchavej látky považujte za nekonečne zriedený.

Úloha 2 (2,5 b)

V každej otázke vyznačte <u>všetky</u> správne odpovede.

2.1 Koligatívne vlastnosti roztokov neelektrolytov sú vlastnosti, ktoré závisia:

a) len od rozpúšťadla a nie od koncentrácie rozpustenej látky,

b) len od koncentrácie látkového množstva rozpustenej látky a nie od jej chemickej povahy,

c) len od počtu častíc v objemovej jednotke roztoku,

d) len od počtu atómov v molekule rozpustenej látky,

2.2 Pre zriedené roztoky neprchavej látky platí pri stálej teplote s dobrým priblížením vzťah:

a) $(p^*_1 - p_1)/(p^*_1\, x_2) = 1$,

b) $(p^*_1 - p_1)/x_2 = 1$,

c) $(p^*_1 - p_1)/x_2 =$ konšt.

d) $p^*_1 - p_1 = x_2$.

V týchto vzťahoch p^*_1 a p_1 značia tlak nasýtených pár rozpúšťadla nad čistým rozpúšťadlom, resp. nad jeho roztokom a x_2 je mólový zlomok rozpustenej látky.

2.3 Zníženie teploty tuhnutia rozpúšťadla v zriedenom roztoku neprchavej látky je úmerné:

a) koncentrácii látkového množstva rozpustenej látky,

b) molalite rozpustenej látky,

c) mólovému zlomku rozpustenej látky,

d) mólovému zlomku rozpúšťadla,

e) entalpii topenia rozpúšťadla,

f) entalpii topenia rozpustenej látky.

2.4 Osmotický tlak je:

a) tlak, ktorým pôsobia molekuly rozpustenej látky na steny nádoby s roztokom,

b) dodatkový tlak, ktorým sa musí pôsobiť na roztok, aby sa zabránilo prenikaniu rozpúšťadla do roztoku cez polopriepustnú membránu,

c) súčet atmosférického tlaku a vnútorného tlaku rozpúšťadla v roztoku,

d) fyzikálna vlastnosť každého roztoku,

e) veličina, o ktorej má zmysel uvažovať len v prípade osmózy, t. j. prenikania rozpúšťadla do roztoku polopriepustnou membránou.

2.5 S rastúcou teplotou osmotický tlak:

a) klesá,

b) stúpa,

c) sa v medziach chýb merania nemení.

Úloha 3 (2,5 b)

3.1 Ak pri reakcii 0. poriadku zreaguje za 1 sekundu 0,10 mol reaktantu, koľko ho zreaguje za 10 s?

3.2 Izotopy kyslíka s relatívnou atómovou hmotnosťou pod 16 vyžarujú β-žiarenie. Ak predpokladáme, že na začiatku máme ekvimolárnu zmes ^{14}O a ^{15}O, vypočítajte pomer nuklidov po 10 minútach. Polčasy rozpadov majú hodnoty $t_{1/2}$ = 71,0 s pre ^{14}O a $t_{1/2}$ = 124 s pre ^{15}O.

Úloha 4 (4,5 b)

Mechanizmus rozkladu ozónu za prítomnosti chlóru sa dá opísať takto:

iniciácia	$Cl_2 + O_3 \rightarrow {}^{\bullet}ClO + {}^{\bullet}ClO_2$	k_1
propagácia reťazca	${}^{\bullet}ClO_2 + O_3 \rightarrow {}^{\bullet}ClO_3 + O_2$	k_2
	${}^{\bullet}ClO_3 + O_3 \rightarrow {}^{\bullet}ClO_2 + 2\,O_2$	k_3
terminácia reťazca	$2\,{}^{\bullet}ClO_3 \rightarrow Cl_2 + 3\,O_2$	k_4

Nestálymi medziproduktmi sú radikály ${}^{\bullet}ClO_2$ a ${}^{\bullet}ClO_3$. Radikál ${}^{\bullet}ClO$ sa rozkladá na prvky, bez toho, že by vyvolal reťazovú reakciu.

4.1 Odvoďte kinetickú rovnicu pre úbytok koncentrácie ozónu s časom. Predpokladajte, že rýchlosť iniciačnej reakcie je v porovnaní s ostatnými reakciami malá.

4.2 Určte poriadok reakcie pre rozklad ozónu, ktorý vyplýva z navrhnutého mechanizmu.

4.3 Vyjadrite experimentálnu rýchlostnú konštantu reakcie ako funkciu rýchlostných konštánt čiastkových krokov.

Úloha 5 (4 b)

Vypočítajte pH roztoku, ktorý vznikol zmiešaním 150 cm^3 vodného roztoku HCl s koncentráciou $c = 2.10^{-8}$ mol dm^{-3} s 50 cm^3 vodného roztoku NaOH s koncentráciou $c = 5.10^{-8}$ mol dm^{-3} pri teplote 25 °C. Iónový súčin vody má pri tejto teplote hodnotu 1.10^{-14}.

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z FYZIKÁLNEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória **A** – 47. ročník – školský rok 2010/2011
Celoštátne kolo

Ján Reguli
Katedra chémie, Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave

Maximálne 17 bodov (b), resp. 68 pomocných bodov (pb).

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

Riešenie úlohy 1 (14 pb)

Aby sme mohli vypočítať, to čo sa požaduje v zadaní 1.1 a 1.2, musíme najprv zistiť mólový zlomok rozpustenej látky, resp. rozpúšťadla. Zistíme ich zo vzťahu pre Raoultov zákon pre teplotu 110,63 °C:

2 pb $$x_A = \frac{p_A}{p^*_A} = \frac{98,21}{101,325} = 0,96926 \qquad x_B = 1 - x_A = 0,03074$$

Zo známeho hmotnostného aj mólového zlomku a molárnej hmotnosti jednej zložky môžeme vypočítať molárnu hmotnosť druhej zložky rozličnými postupmi. Najrýchlejšie je to asi takto: Napíšeme si pomer hmotností zložiek a trochu sa s ním „pohráme“:

1.1 $$\frac{m_A}{m_B} = \frac{n_A M_A}{n_B M_B} = \frac{w_A}{w_B} = \frac{x_A M_A}{x_B M_B}$$

Dostaneme

4 pb $$M_B = \frac{w_B x_A}{w_A x_B} M_A = \frac{0,03 \times 0,96926}{0,97 \times 0,03074} \times 92,13 = 89,84 \text{ g mol}^{-1}$$

1.2 Zo vzťahu $\Delta T_e = \frac{R T_e^2}{\Delta_{vap} H_A} x_B$ môžeme vypočítať $\Delta_{vap} H_A$:

$$\Delta_{vap} H_A = \frac{R T_e^2 x_B}{\Delta T_e} =$$

4 pb $= \dfrac{8,3145 \times 383,78^2 \times 0,03074}{1,12} = 33611,40 \text{ J mol}^{-1} = 33,6 \text{ kJ mol}^{-1}$

4 pb **1.3** $K_e = \dfrac{RT_e^2 M_A}{\Delta_{vap} H_A} =$

$$= \frac{8,3145 \times 383,78^2 \times 92,13.10^{-3}}{33611,40} = 3,3567 \text{ K kg mol}^{-1}$$

Riešenie úlohy 2 (10 pb)

2.1 Koligatívne vlastnosti roztokov sú vlastnosti, ktoré závisia:

1 pb b) len od koncentrácie látkového množstva rozpustenej látky a nie od jej chemickej povahy,

1 pb c) len od počtu častíc v objemovej jednotke roztoku.

2.2 Pre zriedené roztoky neprchavej látky platí pri stálej teplote s dobrým priblížením vzťah:

1 pb a) $(p^*_1 - p_1)/(p^*_1\, x_2) = 1$,

1 pb c) $(p^*_1 - p_1)/x_2$ = konšt.

2.3 Zníženie teploty tuhnutia rozpúšťadla v zriedenom roztoku neprchavej látky je úmerné:

1 pb a) koncentrácii látkového množstva rozpustenej látky,

1 pb b) molalite rozpustenej látky,

1 pb c) mólovému zlomku rozpustenej látky.

2.4 Osmotický tlak je:

1 pb b) dodatkový tlak, ktorým sa musí pôsobiť na roztok, aby sa zabránilo prenikaniu rozpúšťadla do roztoku cez polopriepustnú membránu,

1 pb e) veličina, o ktorej má zmysel uvažovať len v prípade osmózy, t. j. prenikania rozpúšťadla do roztoku polopriepustnou membránou.

2.5 S rastúcou teplotou osmotický tlak:

1 pb b) stúpa.

Riešenie úlohy 3 (10 pb)

3.1 Pre reakciu nultého poriadku je rýchlosť reakcie konštantná – nezávisí od koncentrácie reaktantov $v = k\,c^0 = k$. Koncentrácia reaktantov teda klesá priamo úmerne s časom: $c = c_0 - k\,t$ a aj úbytok reaktantu je priamo úmerný času priebehu reakcie $-\Delta c = kt$.

2 pb Ak za 1 s zreaguje 0,10 mol reaktantu, za 10 s zreaguje desaťkrát viac, teda 1 mol.

3.2 Počet atómov nerozpadnutých v čase t je $N = N_0\,e^{-kt}$.

Rozpadové konštanty vypočítame z uvedených polčasov:

$$k = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

4 pb $$k_{14} = \frac{\ln 2}{71} = 9{,}76.10^{-3}\ \mathrm{s}^{-1} \qquad k_{15} = \frac{\ln 2}{124} = 5{,}59.10^{-3}\ \mathrm{s}^{-1}$$

Podiel atómov ^{14}O a ^{15}O po 10 minútach bude

$$\frac{N\left(^{14}\mathrm{O}\right)}{N\left(^{15}\mathrm{O}\right)} = \frac{e^{-k_{14}\,t}}{e^{-k_{15}\,t}} = \frac{e^{-0{,}00976\times 600}}{e^{-0{,}00559\times 600}} =$$

4 pb $$= \frac{2{,}8626.10^{-3}}{3{,}4944.10^{-2}} = 8{,}192.10^{-2}$$

Riešenie úlohy 4 (18 pb)

$$v(\mathrm{O_3}) = \frac{-\Delta c(\mathrm{O_3})}{\Delta t} =$$

$$= k_1\,c(\mathrm{Cl_2})\,c(\mathrm{O_3}) + k_2\,c(\mathrm{ClO_2})\,c(\mathrm{O_3}) + k_3\,c(\mathrm{ClO_3})\,c(\mathrm{O_3}) \qquad (1)$$

$$v(\mathrm{ClO_2}) = \frac{\Delta c(\mathrm{ClO_2})}{\Delta t} =$$

$$= k_1\,c(\mathrm{Cl_2})\,c(\mathrm{O_3}) - k_2\,c(\mathrm{ClO_2})\,c(\mathrm{O_3}) + k_3\,c(\mathrm{ClO_3})\,c(\mathrm{O_3}) = 0 \qquad (2)$$

$$v(ClO_3) = \frac{\Delta c(ClO_3)}{\Delta t} =$$

$$= k_2\, c(ClO_2)\, c(O_3) - k_3\, c(ClO_3)\, c(O_3) - 2\, k_4\, c^2(ClO_3) = 0 \qquad (3)$$

Zo vzťahu (2):

$$k_1\, c(Cl_2) = k_2\, c(ClO_2) - k_3\, c(ClO_3) \qquad (4)$$

Zo vzťahu (3):

$$[k_2\, c(ClO_2) - k_3\, c(ClO_3)]\, c(O_3) - 2\, k_4\, c^2(ClO_3) = 0 \qquad (5)$$

Spojením (2) a (3) alebo (4) a (5) dostaneme:

$k_1\, c(Cl_2)\, c(O_3) = 2\, k_4\, c^2(ClO_3)$ a teda

4 pb $$c(ClO_3) = \left[\frac{k_1\, c(Cl_2)\, c(O_3)}{2\, k_4}\right]^{1/2}$$

4.1 Máme odvodiť vzťah pre rýchlosť úbytku ozónu.

Vrátime sa k rovnici (1):

$$v(O_3) = \frac{-\Delta c(O_3)}{\Delta t} = [k_1\, c(Cl_2) + k_2\, c(ClO_2) + k_3\, c(ClO_3)]\, c(O_3)$$

Z rovnice (4) dosadíme $k_2\, c(ClO_2) = k_1\, c(Cl_2) + k_3\, c(ClO_3)$

$$v(O_3) = \frac{-\Delta c(O_3)}{\Delta t} =$$

$$= [k_1\, c(Cl_2) + k_1\, c(Cl_2) + k_3\, c(ClO_3) + k_3\, c(ClO_3)]\, c(O_3)$$

$$v(O_3) = \frac{-\Delta c(O_3)}{\Delta t} = 2\,[k_1\, c(Cl_2) + k_3\, c(ClO_3)]\, c(O_3)$$

Podľa zadania je iniciácia najpomalším krokom

t. j. $k_1\, c(Cl_2) << k_3\, c(ClO_3$

a menší člen súčtu zanedbáme:

$$v(O_3) = \frac{-\Delta c(O_3)}{\Delta t} = 2\, k_3\, c(ClO_3)\, c(O_3)$$

Dosadíme $c(ClO_3)$ z rovnice (11):

$$v(O_3) = \frac{-\Delta c(O_3)}{\Delta t} = 2\, k_3 \left[\frac{k_1\, c(Cl_2)\, c(O_3)}{2\, k_4}\right]^{1/2} c(O_3)$$

Nakoniec teda dostaneme:

6 pb $$v(O_3) = \frac{-\Delta c(O_3)}{\Delta t} = 2\,k_3 \left[\frac{k_1}{2\,k_4}\right]^{1/2} c^{1/2}(Cl_2)\, c^{3/2}(O_3)$$

4 pb **4.2** Poriadok reakcie bude súčtom parciálnych poriadkov:

$n = 1/2 + 3/2 = 2$

4 pb **4.3** Experimentálna rýchlostná konštanta $k_{exp} = 2\,k_3 \left[\frac{k_1}{2\,k_4}\right]^{1/2}$

Riešenie úlohy 5 (16 pb)

Výsledný roztok bude mať objem 200 cm^3 a bude v ňom

2 pb $$c(Cl^-) = 2\,.10^{-8} \times \frac{150}{200} = 1{,}5\,.10^{-8}\ \text{mol dm}^{-3}$$

2 pb $$c(Na^+) = 5.10^{-8} \times \frac{50}{200} = 1{,}25\,.10^{-8}\ \text{mol dm}^{-3}$$

V tomto roztoku sú prítomné 4 typy iónov: Na^+, Cl^-, H_3O^+, (ktoré si ďalej budeme písať len ako H^+) a OH^- . Pomocou *príncípu elektroneutrality*, vyjadreného vzťahom $\Sigma\, c_i\, z_i = 0$ dostaneme

2 pb $c(Na+) + c(H+) - c(Cl^-) - c(OH^-) = 0$

Pre výpočet pH musíme zistiť relatívnu rovnovážnu koncentráciu vodíkových iónov $[H^+]$, a preto uvedený vzťah prepíšeme do tvaru:

$[Na+] + [H+] - [Cl^-] - [OH^-] = 0$

Aby sme vo výslednom vzťahu mali len jednu neznámu, koncentráciu $[OH^-]$ vyjadríme pomocou iónového súčinu vody. Dostaneme rovnicu

2 pb $$[Na^+] + [H^+] - [Cl^-] - \frac{K_v}{[H^+]} = 0,$$

z ktorej vypočítame $[H^+]$ a následne aj pH (o ktorom by sme už vopred mali vedieť, že bude menej ako 7).

$$1{,}25 \,.10^{-8} - 1{,}5 \,.10^{-8} + [H^+] - \frac{K_v}{[H^+]} = 0$$

$$-\,2{,}5 \,.10^{-9} + [H^+] - \frac{K_v}{[H^+]} = 0$$

2 pb $[H^+]^2 - 2{,}5 \,.10^{-9}\,[H^+] - 1 \,.10^{-14} = 0$

4 pb $[H^+] = 1{,}0125 \,.10^{-7}$

2 pb $pH = -\log [H^+] = -\log 1{,}0125 \,.10^{-7} = 6{,}99457$

ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE (I)

Chemická olympiáda – kategória **A** – 47. ročník – školský rok 2010/2011
Celoštátne kolo

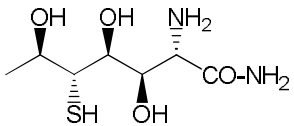
Marta Sališová a Radovan Šebesta
Katedra organickej chémie Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava

Maximálne 17 bodov (b) Doba riešenia: 80 minút

Úloha 1 (4,0 b)

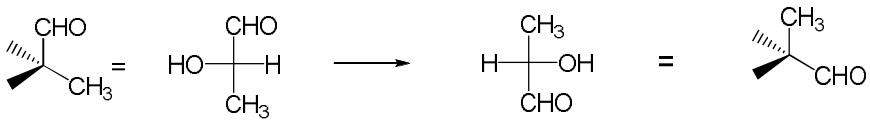
1.1

Napíšte opačný enantiomér uvedenej zlúčeniny a jeho správny stereochemický názov s použitím deskriptorov *R*-, resp. *S*-



1.2

Aký izomér B vznikne po otočení vzorca A v rovine papiera o 180°? Vo vzorcoch doplňte chýbajúce substituenty a určte absolútnu konfiguráciu daných zlúčenín.



A **B**

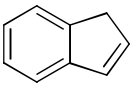
Úloha 2 (1,2 b)

Aký hlavný produkt by ste očakávali pri miešaní 3-metylbután-2-ónu v etanolovom roztoku NaOH? Svoje rozhodnutie zdôvodnite.

Úloha 3 (3,6 b)

Navrhnite syntézu indénu (A) z brómbenzénu ako východiskovej zlúčeniny, ak pri reakciách musíte využiť nasledovné reaktanty: etylénoxid (oxirán), NaCN, PBr_3, horčík, bezvodý éter, H_2SO_4, $SOCl_2$, $AlCl_3$, $LiAlH_4$, vodu.

A =



Úloha 4 (2,4 b)

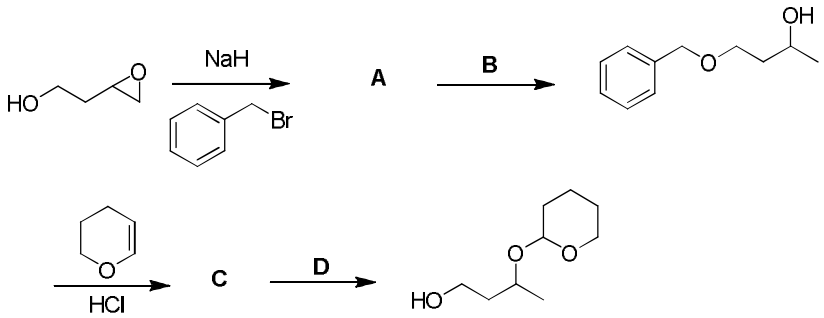
Pomocou infračervenej spektroskopie možno spoľahlivo a rýchlo dokázať premeny funkčných skupín. Najdôležitejšie pásy vanilínu (4-hydroxy-3-metoxybenzaldehydu) sú pre OH 3639 a C=O 1698 cm^{-1}. Po reakcii vanilínu s činidlom A zmizne pás pri 1698 a pribudne nový pás pri 3167 cm^{-1}. Po reakcii s činidlom B sa pás pre C=O mierne posunie na 1686 ale pribudne veľmi široký pás medzi 2500 – 3200 cm^{-1}. Navrhnite vhodné činidlá A a B pre opísané premeny, napíšte príslušné reakcie a priraďte nové pásy k funkčným skupinám.

Úloha 5 (1,8 b)

Corylon C ($C_6H_8O_2$) je dôležitá ochucujúca látka (korenisto – kávovo – karamelová aróma). Príprava začína z dietyl hexán-1,6-dioátu. Doplňte chýbajúce produkty v syntéze a určte štruktúru Corylonu keď viete, že v IČ spektre má 3 intenzívne pásy pri 3328, 1702 a 1655 cm^{-1}.

Úloha 6 (1,6 b)

Pri príprave feromónu *Epeolus crucifer* sa používa nasledujúca postupnosť krokov:



Doplňte chýbajúce produkty a činidlá.

Úloha 7 (2,4 b)

Chirálny alkohol **A** po reakcii s kyselinou H_3PO_4 poskytne achirálnu zlúčeninu **B** (C_8H_{16}), ktorá má nasledujúce ^{1}H NMR spektrum: 1,06 (t, 3H), 1,20 (s, 9H), 2,00 (q, 2H), 4,92 (d, 1H), 5,11 (d, 1H). Alkohol **A** poskytuje reakciou s CrO_3 chirálnu karboxylovú kyselinu **C**. Určte štruktúry látok **A, B** a **C** a priraďte signály odpovedajúcim vodíkom.

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z ORGANICKEJ CHÉMIE (I)

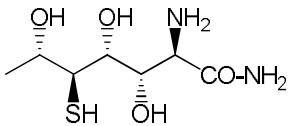
Chemická olympiáda - kategória **A** – 47. ročník – školský rok 2010/2011
Celoštátne kolo

Marta Sališová a Radovan Šebesta
Katedra organickej chémie PRIF UK, Bratislava

Maximálne 17 bodov (b), resp. 85 pomocných bodov (pb).
Pri prepočte pomocných bodov pb na konečné body b použijeme vzťah: body b = pomocné body pb × 0,2

Riešenie úlohy 1 (20 pb)

1.1

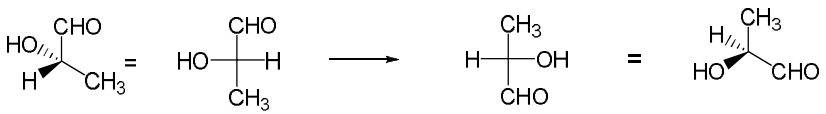


amid kyseliny (2R, 3S, 4R, 5S, 6S)-2-amino-3,4,6-trihydroxy-5-sulfanylheptánovej

Hodnotenie: Za správne priradenie deskriptorov 10 pb, za správny názov 2 pb

1.2

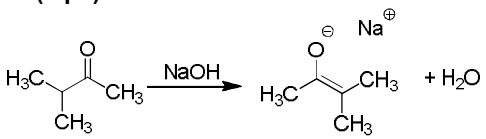
Vznikne rovnaký izomér



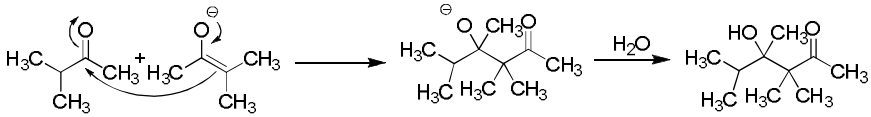
S *S* *S* *S*

Hodnotenie: Za správne priradené substituenty 4 pb, za správnu konfiguráciu 4 pb)

Riešenie úlohy 2 (6 pb)

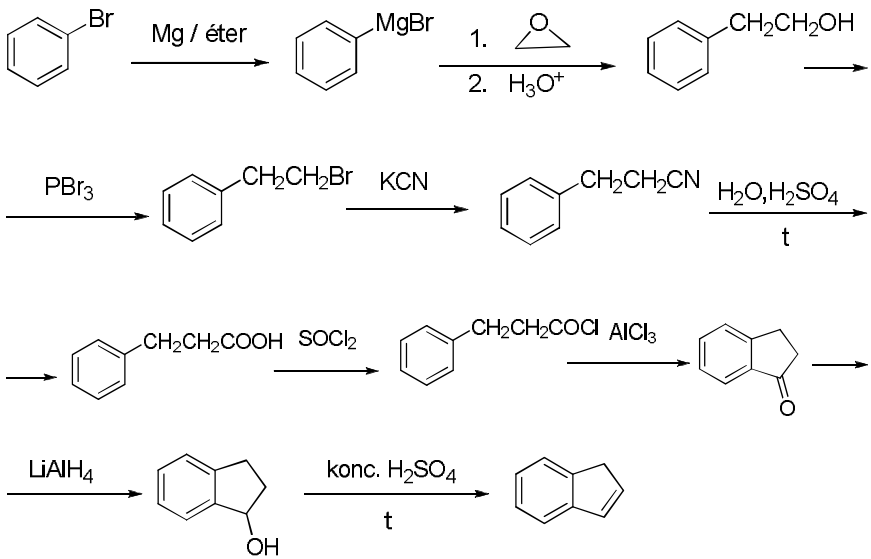


Pôsobením slabej bázy NaOH sa odštepuje menej kyslý protón tak, aby vznikol termodynamicky **stálejší enolát s viac substituovanou násobnou väzbou**.



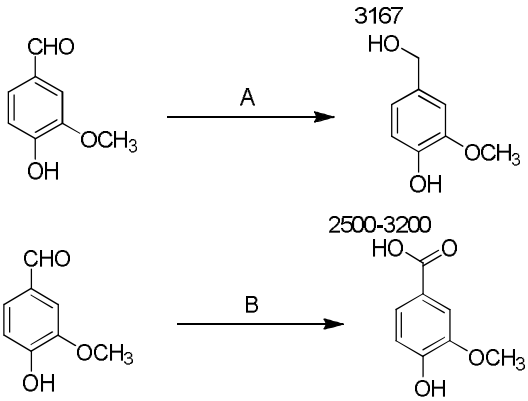
Hodnotenie: Za enolát 2 pb, za zdôvodnenie 2 pb, za produkt 2 pb.

Riešenie úlohy 3 (18 pb)



Hodnotenie: Za každý reaktant 2 pb.

Riešenie úlohy 4 (12 pb)

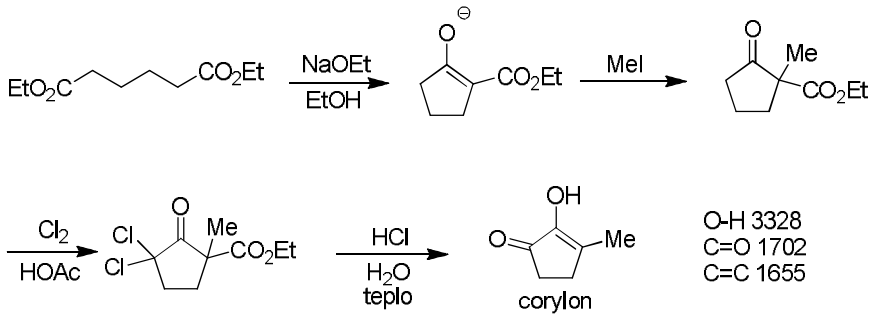


A: Rôzne redukčné činidlá ako $LiAlH_4$, $NaBH_4$, H_2 + Pt (Ir, Pd)

B: Oxidačné činidlá ako $KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$, CrO_3 + H_2SO_4, NaBrO, $Ag(NH_3)_2OH$

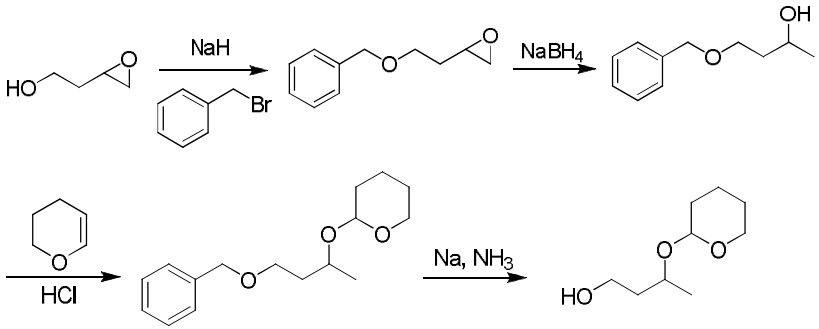
Hodnotenie: 4 pb za produkty, 4 pb za priradenie pásov v IČ, 4 pb za činidlá.

Riešenie úlohy 5 (9 pb)



Hodnotenie: 6 pb za A, B a C, 3 pb za priradenie pásov v IČ.

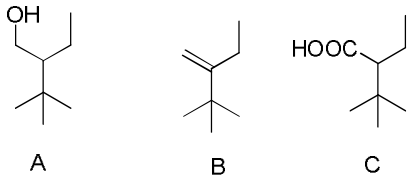
Riešenie úlohy 6 (8 pb)

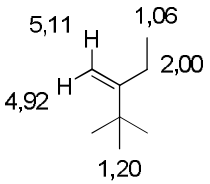


Ako B možno uznať aj $LiAlH_4$ a ako D aj Pd/C + H_2.

Hodnotenie: Za A až D po 2 pb.

Riešenie úlohy 7 (12 pb)





Hodnotenie: Za A 3 pb, za B a C po 2 pb, za NMR 5 pb.

ÚLOHY Z BIOCHÉMIE

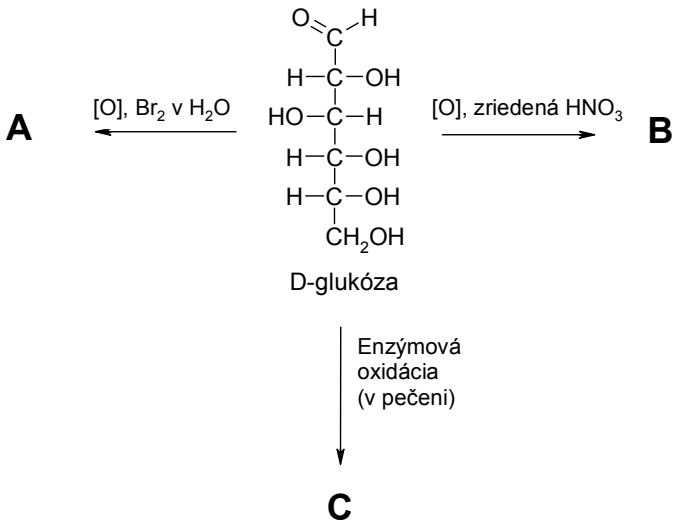
Chemická olympiáda – kategória **A** – 47. ročník – školský rok 2010/2011
Celoštátne kolo

Boris Lakatoš
Oddelenie biochémie a mikrobiológie, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU, Bratislava

Maximálne 8 bodov (b) Doba riešenia: 60 min

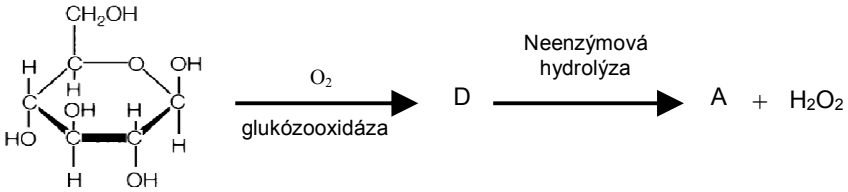
Úloha 1 (8 b)

Chemická reaktivita monosacharidov je daná prítomnosťou hydroxylových a karbonylových skupín. Z hydroxyových skupín prítomných na molekule monosacharidu je najreaktívnejší poloacetálový hydroxyl. Pre priebeh redoxných reakcií monosacharidov je podstatná prítomnosť aldehydovej skupiny. Oxidáciou glukózy môžu v závislosti od použitého oxidačného činidla vznikať rozličné produkty. V schéme naznačenej nižšie je niekoľko reakcií oxidácie glukózy:



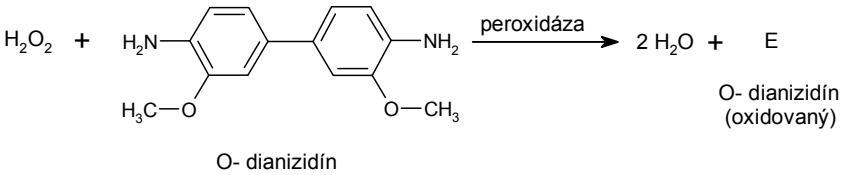
1.1 Pomenujte a nakreslite štruktúru produktov **A**, **B**, **C** vo Fischerovej projekcii.

Oxidácia glukózy enzýmom **glukózooxidáza** sa využíva v klinickej biochémii na jej stanovenie v krvi. Kofaktorom tejto reakcie je FAD (flavín adenín dinukleotid). Medziprodukt tejto reakcie je laktón, ktorý je nestabilný a pomerne rýchlo neenzýmovo hydrolyzuje na koncový produkt, ktorý je rovnaký ako v prípade použitia slabého oxidačného činidla.



1.2 Pomenujte a nakreslite štruktúru medziproduktu **D**.

Keďže táto reakcia neposkytuje žiadny produkt, ktorý by sa dal priamo použiť na spektrofotometrické stanovenie koncentrácie glukózy, rieši sa tento malý nedostatok zapojením ďalšej enzýmovej reakcie a chromogénneho substrátu, ktorý reaguje so vzniknutým peroxidom. Enzým katalyzujúci túto reakciu je **peroxidáza.**



1.3 Nakreslite štruktúru oxidovaného o-dianizidínu **E**.

Množstvo vzniknutého oxidovaného o-dianizidínu priamo zodpovedá koncentrácii glukózy v meranej vzorke.

U pacienta s podozrením na diabetes mellitus (cukrovka) bola meraná koncentrácia glukózy v krvi v dvoch po sebe nasledujúcich dňoch. V prvý deň merania laborant nameral pomocou glukózooxidázového testu absorbanciu vzorky A_{vz} = 0, 528. Ako vzorku použil 20 µl neriedeného séra, ktoré nechal pri teplote 37°C zreagovať s 2 ml pracovného roztoku obsahujúceho oba enzýmy (glukózooxidázu a peroxidázu) a všetky potrebné chemikálie. Po 15 minútach zmeral absorbanciu pri 490 nm oproti porovnávaciemu roztoku. Rovnakým spôsobom zmeral absorbanciu štandardného roztoku glukózy s koncentráciou 5 mmol/l. Merania vykonal v kyvete s hrúbkou 1 cm. Absorbancia štandardného roztoku bola $A_{št}$ = 0, 176. Meranie na druhý deň vykonala laborantka, ktorá po odobratí krvi sérum zriedila 2 krát. Potom postupovala presne ako laborant a zmerala absorbanciu vzorky a štandardu. Získala nasledovné hodnoty: A_{vz} = 0, 267 a $A_{št}$ = 0, 175.

1.4 Vypočítajte koncentráciu glukózy v obidva dni a na základe výpočtu rozhodnite, či pacient trpel na cukrovku ak viete, že pre potvrdenie diagnózy musia byť namerané hodnoty koncentrácie glukózy v oba po sebe nasledujúce dni väčšie ako 11,1 mmol/l.

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z BIOCHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória **A** – 47. ročník – školský rok 2010/2011
Celoštátne kolo

Boris Lakatoš
Oddelenie biochémie a mikrobiológie, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU, Bratislava

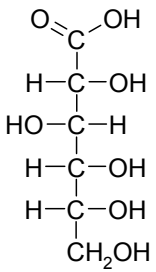
Maximálne 8 bodov (b), resp. 24 pomocných bodov (pb).

Pri prepočte pomocných bodov pb na konečné body b použijeme vzťah:
body b = pomocné body pb × 0,333

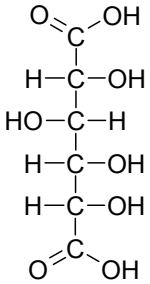
Riešenie úlohy 1 (24 pb)

1.1

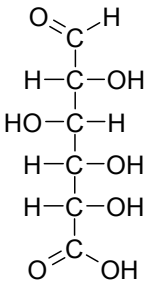
A = kyselina glukónová, **B** = kyselina glukárová, **C** = kyselina glukurónová



2 pb



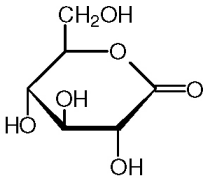
2 pb



2 pb

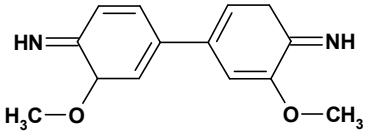
1.2 **D** = glukonolaktón alebo D-glukono-1,5-laktón,

4 pb



1.3 **E –** oxidovaný o-dianizidín

4 pb



1.4 Podmienky merania v prvý deň

A_{vz} = 0, 528

$c_{št}$ = 5 mmol/l

$A_{št}$ = 0,176

c_{vz} = ?

Platí Lambertov-Beerov zákon:

$A = \varepsilon.c.l$; ε, l – konštanty – platia pre vzorku aj štandard, preto:

$$\frac{A_{vz}}{c_{vz}} = \frac{A_{št}}{c_{št}}$$

$$c_{vz} = \frac{A_{vz}}{A_{št}} \times c_{št}$$

4 pb $$c_{vz} = \frac{0,528}{0,176} \times 5,0\,\text{mmol/l} = 15,0\,\text{mmol/l}$$

Podmienky v deň druhý:

Sérum dvakrát riedené: R = 2

A_{vz} = 0, 267

$A_{št}$ = 0, 175

$c_{št}$ = 5 mmol/l

4 pb $$c_{vz} = \frac{A_{vz}}{A_{št}} \times c_{št} \times R = \frac{0,267}{0,175} \times 5,0\,\text{mmol/l} \times 2 = 15,25\ \text{mmol/l}$$

Hodnota koncentrácie glukózy presiahla hodnotu 11,1 mmol/l v oboch dňoch.

2 pb Pacient trpel na cukrovku.

PRAKTICKÉ ÚLOHY Z ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória **A** – 47. ročník – školský rok 2010/2011
Celoštátne kolo

Pavol Tarapčík
Ústav analytickej chémie, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU, Bratislava

Hodnotenie: 25 bodov (b)
Doba trvania: 3 hodiny

Dichromatometrické stanovenie etanolu

Úvod

Jeden z elektrolytových roztokov, ktorý sa používa v medicíne ako infúzia na liečenie stavov spojených s nerovnováhou elektrolytov v organizme, má nasledujúce zloženie: NaCl, KCl, $MgCl_2$, CH_3COONa, glukóza, fruktóza a etanol.

Jedinou prchavou zložkou v tejto zmesi je etanol, ktorého obsah v 100 cm^3 infúzneho roztoku má byť 3,2 g.

Úloha

Vašou úlohou je skontrolovať obsah etanolu v danom infúznom roztoku.

Princíp:

Zo skúmaného roztoku sa oddestiluje etanol. V destiláte sa organická látka zoxiduje dichrómanom. Keďže dichróman je v kyslom prostredí silné oxidovadlo, etanol sa oxiduje najprv na acetaldehyd a následne na kyselinu octovú, pričom dichróman sa redukuje na Cr^{3+}, ktorý sa prejaví zeleným sfarbením. Reakcia však nie je dostatočne rýchla a teda nevhodná pre priamu titráciu. Preto sa použije zahrievanie vzorky s prebytkom dichrómanu. Nezreagovaný dichróman

sa redukuje prebytkom Mohrovej soli (Fe^{2+}), ktorej prebytok sa zasa stanoví titráciou dichrómanom.

Chemikálie:

- $K_2Cr_2O_7$ – (M_r = 294,22 – základná látka), tuhá látka v uzavretej liekovke. Jej presný návažok je napísaný na liekovke – $m_{\check{s}t1}$.
- Mohrova soľ (hexahydrát síranu železnato-amónneho, M_r = 392,139 – základná látka) tuhá látka v uzavretej liekovke. Jej presný návažok je napísaný na liekovke – $m_{\check{s}t2}$.
- Roztok vzorky v skúmavke.
- H_2SO_4 (20 % roztok); H_2SO_4 (koncentrovaná); H_3PO_4 (koncentrovaná).
- Difenylamín – 1 % roztok v koncentrovanej kyseline sírovej. Slúži ako indikátor, pričom oxidovaná forma je fialová, kým redukovaná je bezfarebná.
- Deionizovaná voda.

Pomôcky:

Byreta – 25 cm^3,
pipeta nedelená – 10 cm^3, 25 cm^3, 50 cm^3,
odmerné valce – 10 cm^3; 25 cm^3,
odmerné banky – 100 cm^3, 250 cm^3 (2 ks),
tyčinka, byretový lievik, kvapkadlo,
kadičky 50 cm^3 (2 ks), 100 cm^3, 250 cm^3, 800 cm^3,
Erlenmeyerové banky, 250 cm^3 (2 ks) so zábrusom (29) a spätný chladič so zábrusom 29,
destilačná aparatúra (na 20 cm^3 destilovaného roztoku),
striekačka s deionizovanou vodou,
filtračný papier.

Postup:

1. Oddestilovanie etanolu

   Zo skúmaného infúzneho roztoku (dodaný objem je 20,00 cm^3) oddestilujte etanol. Roztok destilujte za obyčajného tlaku dovtedy, kým nezískate asi 15 cm^3 destilátu. Destilát potom doplňte v odmernej banke (100 cm^3) vodou po značku a dôkladne premiešajte.

2. Príprava štandardného roztoku Mohrovej soli

   Mohrova soľ je primárny analytický štandard a z návažku možno teda pripraviť presný roztok. Tuhú základnú látku z liekovky rozpustite v asi 15 cm^3 20 % roztoku kyseliny sírovej, roztok kvantitatívne preneste do odmernej banky 100 cm^3 (V_1) a banku doplňte po značku deionizovanou vodou.

   Vypočítajte koncentráciu Fe(II) v roztoku.

3. Príprava štandardného roztoku dichrómanu draselného

   Dichróman draselný je primárny analytický štandard a z jeho návažku sa teda dá pripraviť presný roztok. Tuhú základnú látku z liekovky rozpustite vo vode, kvantitatívne preneste do odmernej banky 250 cm^3 (V_2) a banku doplňte po značku deionizovanou vodou.

   Vypočítajte koncentráciu dichrómanu v roztoku.

4. Dichromátometrické stanovenie etanolu

   Do Erlenmeyerovej zábrusovej banky (200 cm^3) odpipetujte 50,00 cm^3 (V_3) roztoku $K_2Cr_2O_7$. Pridajte 5 cm^3 koncentrovanej kyseliny sírovej a banku ochlaďte. Pridajte 10 cm^3 zriedeného destilátu a zmes zahrievajte pod spätným chladičom 30 minút. Po vychladnutí zmesi pridajte 25 cm^3 vody, 25 cm^3 štandardného roztoku Mohrovej soli, 5 cm^3 koncentrovanej kyseliny fosforečnej a 3 kvapky roztoku difenylamínu ako indikátora. Titrujte odmerným roztokom dichrómanu draselného.

   Stanovenie opakujte dvakrát. Získané hodnoty spotreby odmerného roztoku (V_4) by sa nemali líšiť o viac ako 0,1 cm^3.

5. Vypočítajte hmotnosť etanolu (v gramoch), ktorý obsahuje 100 cm^3 pôvodného infúzneho roztoku.
6. Vyplňte odpoveďový hárok.

Poznámka:

Zápis výsledkov merania treba robiť do odpoveďového hárka ihneď. Oneskorené zapisovanie dozor nedovolí. Prípadné opravy chybného zápisu treba ohlásiť a opraviť zápis prečiarnutím tak, aby pôvodná hodnota ostala čitateľná. Opravený zápis sa uvedie vedľa opravovaného.

Dodržujte správny zápis číselných hodnôt a správne používanie jednotiek veličín.

_____

RIEŠENIE A HODNOTENIE PRAKTICKÝCH ÚLOH Z ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória **A** – 47. ročník – školský rok 2010/2011
Celoštátne kolo

Pavol Tarapčík
Ústav analytickej chémie, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU, Bratislava

Maximálne 25 bodov (b), resp. 30 pomocných bodov (pb).

Pri prepočte pomocných bodov pb na konečné body b použijeme vzťah:
body b = pomocné body pb × 0,833

Odpoveďový hárok - hodnotenie

Za výpočet koncentrácie Mohrovej soli v štandardnom roztoku. **1 pb**

Za výpočet koncentrácie dichrómanu draselného v štandardnom roztoku. **1 pb**

Stanovenie etanolu v destiláte

Za úplnosť vykonania titrácií:

– za dve relevantné titrácie: **1 pb**, každá ďalšia **1 pb**, maximálne **2 pb**

Za dosiahnutú reprodukovateľnosť:

– do maximálneho rozdielu 0,2 ml: **2 pb**

– do maximálneho rozdielu 0,4 ml: **1 pb**,

Za výpočet koncentrácie etanolu v roztoku: **5 pb**

Dosiahnutá hodnota odchýlky vo výsledku:

interval 0 až 1,5 %: **10 pb**

interval 1,61 až 3,0 %: **8 pb**

interval 3,1 až 5 %: **6 pb**

interval 5,1 až 7,0 %: **4 pb**

interval 7 až 10 %: **2 pb**

viac ako 10,1 %: **0 pb**

Za výpočet hmotnosti (v g) etanolu v 100 cm^3 infúzneho roztoku. **2 pb**

Za riešenia dodatkových úloh v odpoveďovom hárku:

a) $3\ C_2H_6O + Cr_2O_7^{2-} + 8\ H^+ \rightarrow 3\ C_2H_4O + 2\ Cr^{3+} + 7\ H_2O$ **1 pb**

b) $3\ C_2H_4O + Cr_2O_7^{2-} + 8\ H^+ \rightarrow 3\ C_2H_4O_2 + 2\ Cr^{3+} + 4\ H_2O$ **1 pb**

c) $C_6H_5\text{-}NH\text{-}C_6H_5 + O_2 \rightarrow C_6H_5\text{-}N{=}C_6H_4O$ **1 pb**

d) Viaže Fe^{3+} do bezfarebných komplexov, čím sa zlepší farebný prechod. Súčasne sa zabráni predčasnej oxidácii difenylamínu v dôsledku zmeny redoxného potenciálu systému Fe^{III}/Fe^{II}. **1 pb**

e) Najjednoduchšie by bolo zistiť presnú koncentráciu železnatej soli titráciou presným roztokom dichrómanu. **1 pb**

f) Vznikajúci Cr^{3+} má zelené sfarbenie a narastanie intenzity zeleného sfarbenia je úmerné množstvu alkoholu v roztoku.
Žltý chróman reakciou zaniká, intenzita žltého sfarbenia sa teda zmenšuje a pokles sfarbenia je úmerný množstvu alkoholu v meranom roztoku. **1 pb**

(Tieto efekty prebiehajú v detekčných trubičkách na testovanie alkoholu v dychu.)

PRAKTICKÉ ÚLOHY Z ORGANICKEJ SYNTÉZY

Chemická olympiáda - kategória **A** – 47. ročník – školský rok 2010/2011
Celoštátne kolo

Martin Putala a Matej Žabka
Katedra organickej chémie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave

Maximálne 15 bodov (b)
Doba riešenia: 120 + 90 minút

Aldolová kondenzácia dvoch rôznych karbonylových zlúčenín

Materiál a chemikálie: Erlenmeyerova banka 100 ml, kryštalizačná miska pre vodný kúpeľ, kadička 50 ml, Petriho misky, Pasteurova pipeta 3 ks, savička, pipetka, liekovka 3 ks, skúmavky, sklenená tyčinka, Büchnerov lievik, odsávacia banka, gumová manžeta, špachtľa, filtračný papier, spätný chladič, vodný kúpeľ, hadice, svorky, lapáky, stojan, magnetické miešadlo s miešadielkom, vodná výveva, ľad, ľadový kúpeľ, ochranné okuliare, TLC platnička, benzaldehyd (0,51 ml v liekovke), 1-(4-brómfenyl)etanón (1,00 g v liekovke a kryštálik v liekovke), hydroxid draselný, 95 % etanol v striekačke, metanol, roztok KOH v metanole (0,28 g v 9 ml), dietyléter, elučná zmes hexán : etyl-acetát (85 : 15).

Postup:

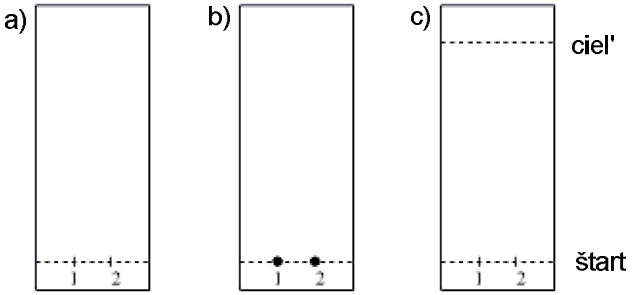
V Erlenmeyerovej banke s magnetickým miešadielkom máte 9 ml roztoku pripraveného z 0,28 g hydroxidu draselného a metanolu. Banku umiestnite na magnetické miešadlo do ľadového kúpeľa, zmes nechajte ochladiť na 0 °C a pridajte 1,00 g 1-(4-brómfenyl)etanónu, liekovku vypláchnite malým množstvom metanolu. Zmes miešajte až do rozpustenia tuhej látky. Pomocou Pasteurovej pipety pridajte 0,51 ml benzaldehydu. Liekovku vypláchnite malým množstvom metanolu a chladiaci kúpeľ odstráňte. V miešaní reakčnej zmesi pokračujte

30 minút a potom nechajte stáť 60 minút. Büchnerov lievik nasaďte cez gumenú manžetu na odsávačku, potom odsávačku pripojte na vodnú vývevu a vypadnutý produkt odfiltrujte za zníženého tlaku. Produkt premyte malým množstvom studeného etanolu.

Erlenmeyerovu banku po reakcii vypláchnite etanolom. Preneste do nej surový produkt. Do banky vložte magnetické miešadielko a pridajte približne 2 ml etanolu. Banku vložte do vodného kúpeľa na magnetické miešadlo a napojte spätný chladič. Cez chladič nechajte pretekať pomalý prúd vody (vzostupne) a začnite zahrievať do varu (teplota varu etanolu je 78 °C). Ak sa tuhá látka nerozpustí, prikvapkávajte etanol po častiach až do jej rozpustenia. Po rozpustení tuhej látky vypnite zahrievanie a miešanie, banku vyberte z kúpeľa, nechajte ju vychladnúť na vzduchu (5 až 10 min) a následne nechajte produkt kryštalizovať v ľadovom kúpeli. Vylúčené kryštály odsajte cez Büchnerov lievik za zníženého tlaku. Banku opláchnite malým množstvom studeného etanolu. Prekryštalizovaný produkt preneste na vopred odváženú Petriho misku, nechajte sušiť na vzduchu a následne ju odvážte. Poznámka: váženie robte v prítomnosti dozoru.

Malé množstvo vzorky produktu (na hrot špachtle) preneste do liekovky a rozpustite ju v malom množstve éteru (cca 1 ml, jeden objem Pasteurovej pipety). Rovnako rozpustite vzorku východiskovej látky. Na TLC platničku opatrne narysujte ceruzkou čiaru (nesmie sa poškodiť jej povrch) 1 cm od spodného okraja (obr.a). Pipetkou naneste vzorku východiskovej látky (1-(4-brómfenyl)etanónu, číslo 1) a vzorku produktu (číslo 2), (obr. b)). Ako vyvíjaciu komôrku použite 50 ml kadičku. Nalejte do nej elučnú zmes hexán : etylacetát (85 : 15) do výšky 0,5 cm, platničku opatrne vložte do komôrky a zakryte Petriho miskou. Keď rozpúšťadlo vystúpi asi 1 cm pod horný okraj, platničku vyberte z komôrky a čiarou označte, pokiaľ vystúpilo rozpúšťadlo (obr c)). Platničku nechajte samovoľne usušiť. Na vizualizáciu použite UV lampu. Ceruzkou vyznačte okraje škvŕn reaktantu a produktu. Pre každú látku vypočítajte jej R_F hodnotu:

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



Na vyvolanú platničku napíšte ceruzkou štartovné číslo a odovzdajte ju dozoru. Produkt odovzdajte dozoru. Jeho čistota a identita bude kontrolovaná stanovením teploty topenia.

A_r(C) = 12, A_r(H) = 1, A_r(O) = 16, A_r(Br) = 80, $\rho(C_6H_5CHO)$ = 1,044 g cm^{-3}.

Poznámky:

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

Výsledky uvádzajte na primeraný počet platných číslic.

Úloha 1 (9,0 b)

Uveďte hmotnosť získaného produktu v g a R_F hodnoty jednotlivých látok.

Úloha 2 (0,8 b)

a) Vypočítajte, ktorá z východiskových látok je limitujúca pre rozsah reakcie.

b) Vypočítajte teoretický výťažok produktu v g.

c) Vypočítajte experimentálny výťažok produktu v %.

Úloha 3 (2,2 b)

a) Napíšte reakčnú schému kondenzácie uvedenej reakcie a pomenujte produkt systémovým názvom.

b) Napíšte mechanizmus tejto aldolovej kondenzácie.

Úloha 4 (1,2 b)

a) Prečo sa nepozoruje vznik produktu kondenzácie 1-(4-brómfenyl)etanónu so sebou samým?

b) Napíšte vzorec produktu jeho aldolovej kondenzácie.

c) Aký produkt(y) by vznikol pri zahrievaní samotného benzaldehydu v alkalickom prostredí, ak by ste do reakčnej zmesi zabudli pridať aryl(metyl)ketón?

Úloha 5 (1,0 b)

Priraďte jednotlivé signály v ^{1}H-NMR spektre vodíkom produktu: ^{1}H-NMR (300 MHz, $CDCl_3$): δ 7,89 (d, *J* = 7,5 Hz, 2H), 7,82 (d, *J* = 15,7 Hz, 1H), 7,69 – 7,60 (m, 4H), 7,47 (d, *J* = 15,7 Hz, 1H), 7,44 – 7,37 (m, 3H).

Úloha 6 (0,8 b)

Napíšte vzorec látky, ktorá by vznikla reakciou 1-(4-brómfenyl)etanónu s acetoctanom etylovým (etyl-3-oxobutanoátom) katalyzovanou piperidínom.

RIEŠENIE A HODNOTENIE PRAKTICKÝCH ÚLOH Z ORGANICKEJ SYNTÉZY

Chemická olympiáda – kategória **A** – 47. ročník – školský rok 2010/2011
Celoštátne kolo

Martin Putala a Matej Žabka
Katedra organickej chémie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave

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

Úloha 1 (45,0 pb)

TLC

1 pb Správne vyvolaná TLC platnička (ceruzkou vyznačený štart, cieľ a škvrny látok).

1 pb Produkt podľa TLC neobsahuje východiskovú látku.

5 pb R_F (produkt) = 0,40 ± 0,05; R_F (4-$BrC_6H_4COCH_3$) = 0,30 ± 0,05

8 pb Teplota topenia je v rozmedzí 103 – 104 °C. Za každý začatý 0,5°C menej (resp. viac) treba strhnúť 1 pb, ale neudeliť pritom záporné body.

30 pb Hmotnosť produktu po dosušení by mala byť v rozmedzí 0,80 – 1,00 g (30 pb). Za každých začatých ± 0,05 g treba strhnúť 1 pb, minimálne však treba udeliť aspoň 10 pb, ak súťažiaci preukázateľne vykonal jednotlivé stupne syntézy a získal isté množstvo produktu.

Experimentálne získané hodnoty:
výťažok po rekryštalizácii 58 % (0,84 g)
R_F (produkt) = 0,39
R_F (4-$BrC_6H_4COCH_3$) = 0,30
teplota topenia 103,2 – 103,6 °C (tab. 103 °C, resp. 104 – 105 °C)

Úloha 2 (4 pb)

1 pb a) $n(\text{PhCHO}) = V\ \rho\ /\ M = 0{,}51\ \text{ml} \times 1{,}044\ \text{ml} / 106\ \text{g mol}^{-1} =$
$= 5{,}0\ \text{mmol}$

$n(\text{BrC}_6\text{H}_4\text{COCH}_3) = m / M = 1{,}00\ \text{g} / 199\ \text{g mol}^{-1} = 5{,}0\ \text{mmol}$

Obe východiskové látky sú v ekvimólovom množstve.

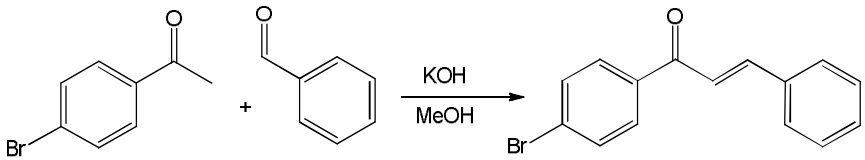
1,5 pb b) $m(\text{produkt}) = n\ M = 0{,}0050\ \text{mol} \times 287\ \text{g mol}^{-1} = 1{,}44\ \text{g}$

Uvedenie výsledku viac ako na tri platné číslice: –0,5 pb

1 pb c) Správny výpočet experimentálneho výťažku v % (zaokrúhlený na celé číslo. (Pri nedostatočnom zaokrúhlení len 0,5 pb).

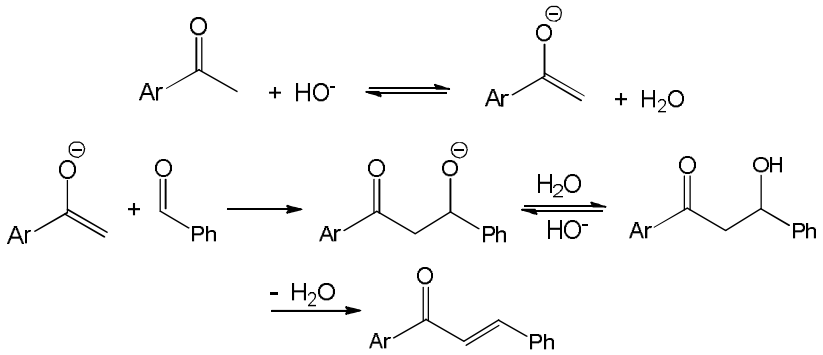
Úloha 3 **(11 pb)**

a) 2 pb + 1 pb



1-(4-brómfenyl)-3-fenylpropenón

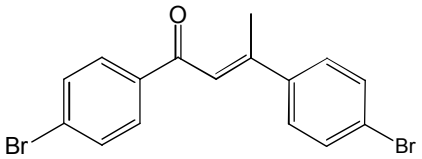
b) 4 × 2 pb



Úloha 4 (6 pb)

1 pb a) Karbonylová skupina benzaldehydu je reaktívnejšia.

2,5 pb b)



2,5 pb c) PhCOOH + $PhCH_2OH$

Úloha 5 (5 pb)

7,89 ppm (d, 2 H) – *o*-C_6H_4Br

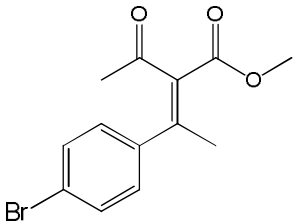
7,82 ppm (d, 1 h) – Ar-CH=

7,46 ppm (d, 1H) – =CH-CO-

7,69 – 7,60 ppm (m, 4H) – *m*-C_6H_4Br, *o*-C_6H_5

7,44 – 7,37 ppm (m, 3H) – *m*-C_6H_5, *p*-C_6H_5

Úloha 6 (4 pb)



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

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

CELOŠTÁTNE KOLO

ÚLOHY ZO VŠEOBECNEJ A FYZIKÁLNEJ CHÉMIE (I)

Chemická olympiáda – kategória **EF**, úroveň **E** – 47. ročník
Školský rok 2010/2011
Celoštátne kolo

Iveta Ondrejkovičová
Oddelenie anorganickej chémie, Ústav anorganickej chémie, technológie a materiálov, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU, Bratislava

Maximálne 15 bodov (b)
Doba riešenia: 80 minút

Úloha 1 (5,5 b)

Hydrazín je za bežných podmienok bezfarebná kvapalina (hustota $\rho(N_2H_4)$ = 1,021 g cm^{-3}), ktorá na vzduchu dymí. Môže sa použiť ako palivo, lebo pri horení sa uvoľňuje veľké množstvo tepla. So vzdušným kyslíkom reaguje podľa rovnice:

$$N_2H_4(g) + O_2(g) \longrightarrow N_2(g) + 2\ H_2O(g) \qquad \Delta_r H° = -579\ \text{kJ mol}^{-1}.$$

a) Napíšte, či reakcia je exotermická alebo endotermická, a svoju odpoveď zdôvodnite.

b) Vypočítajte, aké množstvo tepla sa uvoľní, ak zhorí 2,350 dm^3 kvapalného hydrazínu.

Úloha 2 (4,5 b)

Chlorid fosforečný sa rozkladá už pri teplote 200 °C, pričom sa ustaľuje rovnováha:

$$PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g) \qquad \Delta_r H° = 130\ \text{kJ mol}^{-1}$$

I. Napíšte názov zlúčeniny PCl_3.

II. Napíšte, ako vysvetlite, prečo sa zmení rovnovážne zloženie sústavy, ak sa v sústave:

a) zmenší teplota,

b) zmenší tlak.

Úloha 3 (5 b)

Prvky Zn, Cd a Hg zaraďujeme do 12. skupiny periodického systému prvkov (PSP). Prvky Zn a Cd majú podobné vlastnosti, ktoré sú dosť odlišné od vlastností Hg, hoci tieto prvky majú podobnú elektrónovú konfiguráciu valenčnej vrstvy.

Napíšte:

a) elektrónovú konfiguráciu valenčnej vrstvy prvkov 12. skupiny, t. j. všeobecný skrátený zápis elektrónovej konfigurácie,

b) pre každý prvok zvlášť, aké charakteristické oxidačné čísla môžu nadobúdať atómy uvedených prvkov vo svojich zlúčeninách,

c) názvy zlúčenín:

$Hg_2(NO_3)_2$,

$ZnSO_4 \cdot 7\ H_2O$,

d) názov prvku, ktorý je za bežných podmienok kvapalná látka,

e) názvy prvkov, ktoré sú neušľachtilé kovy.

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

Chemická olympiáda – kategória **EF**, úroveň **E** – 47. ročník
Školský rok 2010/2011
Celoštátne kolo

Iveta Ondrejkovičová
Oddelenie anorganickej chémie, Ústav anorganickej chémie, technológie a materiálov, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU, 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 × 0,5

Riešenie úlohy 1 (11 pb)

1 pb a) Reakcia je exotermická.

Hodnota štandardnej reakčnej entalpie exotermickej reakcie je

1 pb záporná ($\Delta_r H° < 0$).

b) Hodnota štandardnej reakčnej entalpie $\Delta_r H°$ zodpovedá množstvu tepla q uvoľneného pri zhorení 1 mólu hydrazínu N_2H_4.

Látkové množstvo zhoreného hydrazínu $n(N_2H_4)$ si vypočítame zo vzťahu

1 pb $$n(N_2H_4) = \frac{m(N_2H_4)}{M(N_2H_4)}$$

tak, že si najprv vypočítame hmotnosť $m(N_2H_4)$ zo zadaného objemu kvapalného hydrazínu $V(N_2H_4)$ = 2,350 dm^3 = 2350 cm^3 a jeho hustoty $\rho(N_2H_4)$ = 1,021 g cm^{-3}:

1 pb $m(N_2H_4) = V(N_2H_4) \times \rho(N_2H_4)$

1 pb $m(N_2H_4)$ = 2350 cm^3 × 1,021 g cm^{-3}

1 pb $m(N_2H_4)$ = 2399,4 g

1 pb $$n(N_2H_4) = \frac{2399{,}4\ \text{g}}{32{,}045\ \text{g mol}^{-1}}$$

1 pb $n(N_2H_4) = 74{,}874$ mol

1 pb $q = n(N_2H_4) \times \Delta_r H°$

1 pb $q = 74{,}874 \text{ mol} \cdot (-579 \text{ kJ mol}^{-1}) = -43352{,}27$ kJ

Po zaokrúhlení na 3 platné číslice dostaneme:

1 pb $\underline{q = 4{,}34 \cdot 10^4 \text{ kJ}}$

Riešenie úlohy 2 (9 pb)

1 pb I. Názov zlúčeniny PCl_3 je chlorid fosforitý.

II.

2 pb a) Zmenšením teploty sa v rovnovážnej zmesi zväčší koncentrácia PCl_5 a zmenší koncentrácia PCl_3 a Cl_2. So znižovaním teploty sa rovnováha „posúva doľava“, čím sa znižuje koncentrácia produktov rozkladu v zmesi.

2 pb Uvedený rozklad chloridu fosforečného je endotermická reakcia ($\Delta_r H° > 0$). Priebeh endotermických reakcií podporuje zväčšovanie teploty, lebo sa pri nich teplo pohlcuje a tým teplota klesá.

Znižovanie teploty priebeh endotermických reakcií nepodporuje.

2 pb b) Zmenšením tlaku sa v rovnovážnej zmesi zväčší koncentrácia produktov PCl_3 a Cl_2. So zmenšovaním tlaku sa rovnováha „posúva doprava“ a PCl_5 sa postupne rozkladá.

2 pb Pri uvedenej reakcii sa zväčšuje celkové látkové množstvo v rovnovážnej zmesi z 1 mol PCl_5 na 2 mol (PCl_3 a Cl_2). Ak sa pri reakcii zväčšuje celkové látkové množstvo, znižovanie tlaku „posúva rovnováhu“ na stranu produktov a v dôsledku toho tlak rastie. (Zo stavovej rovnice pre ideálny plyn vyplýva, že tlak je úmerný celkovému látkovému množstvu zložiek.)

Riešenie úlohy 3 (10 pb)

1 pb a) Elektrónová konfigurácia valenčnej vrstvy prvkov 12. skupiny PSP, t.j. všeobecný skrátený zápis elektrónovej konfigurácie: $(n-1)d^{10}\,ns^2$.

b) Charakteristické oxidačné čísla atómov jednotlivých prvkov, ktoré môžu nadobúdať vo svojich zlúčeninách sú pre:

1 pb zinok - oxidačné číslo II; Zn^{II}

1 pb kadmium - oxidačné číslo II; Cd^{II}

2 pb ortuť - oxidačné čísla I a II; Hg^{I} a Hg^{II} (po 1 pb)

c) názvy zlúčenín:

1 pb $Hg_2(NO_3)_2$: dusičnan ortuťný (resp. bis(dusičnan) diortuťný)

1 pb $ZnSO_4 \cdot 7\,H_2O$: heptahydrát síranu zinočnatého.

1 pb d) Názov prvku, ktorý je za bežných podmienok kvapalná látka, je ortuť

2 pb e) Názvy prvkov, ktoré sú neušľachtilé kovy: zinok a kadmium. (po 1 pb)

ÚLOHY Z TECHNOLOGICKÝCH VÝPOČTOV (I)

Chemická olympiáda – kategória **EF**, úroveň **E** – 47. ročník
Školský rok 2010/2011
Celoštátne kolo

Ľudmila Glosová
Stredná odborná škola, Nováky

Maximálne 15 bodov (b)
Doba riešenia: 40 minút

Úloha 1 (9,6 b)

Bezpečnostné airbagy v autách sa pôvodne umiestňovali pred vodiča, prípadne pred spolujazdca. Postupne sa airbagy začali montovať aj na iné miesta vozidla – používajú sa hlavové, kolenné, bočné, podlahové a iné. Samozrejme, že každý z nich má v akcii iný objem. Napríklad airbag vodiča má zvyčajne objem 65 dm^3, spolujazdca 90 dm^3, bočné airbagy 15 dm^3, kolenné 8 dm^3.

Vašou úlohou je zistiť, ktorý z airbagov má v náplni 152 g azidu sodného pri teplote 25° C a tlaku 103 kPa.

a) Napíšte obidve rovnice, pri ktorých vzniká dusík najskôr rozkladom azidu sodného a následne reakciou sodíka s dusičnanom draselným,

b) Vypočítajte celkové látkové množstvo a objem dusíka, ktorý vznikne pri nafúknutí airbagu,

c) Vypočítajte hmotnosť použitého dusičnanu draselného.

R = 8,314 J mol^{-1} K^{-1}

$M(NaN_3)$ = 65,011 g mol^{-1}

$M(Na)$ = 22,991 g mol^{-1}

$M(KNO_3)$ = 101,107 g mol^{-1}

Úloha 2 (5,4 b)

Ako ušetriť vodu v kúpeľni? Budete sa radšej sprchovať namiesto častého relaxovania vo vani? Predpokladajte, že objemový prietok vody *Q* pri sprchovaní a napúšťaní vane bude rovnaký, a to $Q = 1{,}666 \,.\, 10^{-4}\ \mathrm{m^3 s^{-1}}$.

Vypočítajte:

a) spotrebu vody v $\mathrm{dm^3}$ pri sprchovaní počas 5 minút,

b) čas, za ktorý naplníte vaňu na objem 200 $\mathrm{dm^3}$,

c) koľkokrát viac vody použijete pri kúpeli vo vani,

d) rýchlosť prúdenia vody v potrubí s priemerom 15 mm a ako sa zmení rýchlosť vody v malom otvore sprchovej ružice, ktorého priemer je 1 mm.

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z TECHNOLOGICKÝCH VÝPOČTOV (I)

Chemická olympiáda – kategória **EF**, úroveň **E** – 47. ročník
Školský rok 2010/2011
Celoštátne kolo

Ľudmila Glosová
Stredná odborná škola, Nováky

Maximálne 15 bodov (b), resp. 25 pomocných bodov (pb)
Pri prepočte pomocných bodov (pb) na konečné body (b) použijeme vzťah:
pomocné body (pb) x 0,6

Riešenie úlohy 1 (16 pb)

a) Rovnice:

2 pb 1. reakcia : $2\ NaN_3 \rightarrow 2\ Na + 3\ N_2$

2 pb 2. reakcia: $10\ Na + 2\ KNO_3 \rightarrow 5\ Na_2O + K_2O + N_2$

b) Výpočet celkového látkového množstva dusíka a jeho objemu

1 pb $n(NaN_3) = \dfrac{m(NaN_3)}{M(NaN_3)} = \dfrac{152\ g}{65{,}011\ g\,.\,mol^{-1}} = 2{,}338\ mol$

1 pb $n_1(N_2) = \dfrac{3}{2}\,n(NaN_3) = \dfrac{3}{2}\,2{,}338\ mol = 3{,}507\ mol$

$n(Na) = n(NaN_3)$

1 pb $n_2(N_2) = \dfrac{1}{10}\,n(Na) = \dfrac{1}{10}\,2{,}338\ mol = 0{,}2338\ mol$

1 pb $\underline{n(N_2) = n_1(N_2) + n_2(N_2) = 3{,}741\ mol}$

Ďalší prepočet zo stavovej rovnice ideálneho plynu $p\ V = n\ R\ T$

1 pb Zadané údaje a premena jednotiek:

p = 103 kPa = 103 000 Pa

t = 25 °C = 298,15 K

R = 8,314 J.mol^{-1}.K^{-1}

3 pb $V = \frac{n\,R\,T}{p}$

$$V = \frac{3{,}741\,\text{mol} \times 8{,}314\ \text{J mol}^{-1}\text{K}^{-1} \times 298{,}15\ \text{K}}{103\ 000\ \text{Pa}}$$

$\underline{V = 0{,}090\ \text{m}^3 = 90\ \text{dm}^3}$

1 pb Náplň vyhovuje airbagu spolujazdca.

c) Výpočet hmotnostného množstva dusičnanu draselného:

$$\frac{n(\text{KNO}_3)}{n(\text{Na})} = \frac{2}{10} = \frac{1}{5}$$

1 pb $n(KNO_3) = \frac{1}{5}\,n(Na) = \frac{1}{5}\,2{,}338 = 0{,}4676\ \text{mol}$

1 pb $m(\text{KNO}_3) = n(\text{KNO}_3) \times M(\text{KNO}_3)$

$m(\text{KNO}_3)$ = 0,4676 mol × 101,107 g mol^{-1}

1 pb $\underline{m(\text{KNO}_3) = 47{,}28\ \text{g}}$

Množstvo dusičnanu draselného je 47,28 g.

Riešenie úlohy 2 (9 pb)

a) Výpočet spotreby vody pri sprchovaní**:**

1 pb $V = \dot{Q}\,\tau$ **,** τ = 5 minút = 300 s

1 pb V = 1,666 . 10^{-4} m^3 s^{-1}× 300 s = 0,0501 m^3

V = 50,1 dm^3

Objem vody je 50,1 dm^3.

b) Výpočet doby napĺňania vane:

1 pb $\tau = \frac{V}{Q} = \frac{0{,}200\ \text{m}^3}{1{,}666.10^{-4}\ \text{m}^3.\text{s}^{-1}} = 1\,200\ \text{s} = 20$ minút

c) Vo vani sa minie 4-krát viac vody.

1 pb

d) Výpočet rýchlosti prúdenia vody:

1 pb $v_1 = \dfrac{4\,\dot{Q}}{\pi\, d_1^2}$

1 pb $v_1 = \dfrac{4 \times 1{,}666.10^{-4}\ \mathrm{m^3\ s^{-1}}}{3{,}14 \times 0{,}015^2}$

1 pb $\underline{v_1 = 0{,}943\ \mathrm{m\ s^{-1}}}$

1 pb $v_2 = \dfrac{4 \times 1{,}666.10^{-4}\ \mathrm{m^3 s^{-1}}}{3{,}14 \times 0{,}001^2} = 212{,}2\ \mathrm{m\ s^{-1}}$

1 pb $\underline{v_2 = 23{,}6\ \mathrm{m\ s^{-1}}}$

Rýchlosť prúdenia vody sa zmení z hodnoty 0,943 m s^{-1} na 212,2 m s^{-1}.

(Pri výpočte v_2 možno využiť aj rovnicu kontinuity $v_1\, S_1 = v_2\, S_2$.)

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

Pre najvyššie ročníky stredných odborných škôl chemického zamerania

CELOŠTÁTNE KOLO

ÚLOHY ZO VŠEOBECNEJ A FYZIKÁLNEJ CHÉMIE (II)

Chemická olympiáda – kategória **EF**, úroveň **F** – 47. ročník
Školský rok 2010/2011
Celoštátne kolo

Stanislav Kedžuch
Ústav anorganickej chémie SAV, Bratislava

Maximálne 15 bodov (b)
Doba riešenia: 90 minút

Úloha 1 (3 b)

Určte hmotnosť soli vykryštalizovanej z 1200 g roztoku KNO_3 nasýteného pri teplote 60 °C po ochladení na 0 °C. Rozpustnosť dusičnanu draselného pri 60 °C je 115 g v 100 g vody a pri 0 °C je 15 g v 100 g vody.

Úloha 2 (4 b)

Zmiešame 580 g 30 % roztoku a 350 g 10 % roztoku síranu železnatého. Vzniknutý roztok zahustíme odparením vody. Koľko vody treba odpariť, ak ochladením na 20 °C chceme pripraviť 128,3 g $FeSO_4 \cdot 7\ H_2O$. Rozpustnosť bezvodého síranu železnatého pri 20 °C je 30 g v 100 g vody.

Úloha 3 (2 b)

Určte hmotnosť vody, ktorú musíme odpariť z 500 g 30 % roztoku, aby sme pripravili 40 % roztok.

Úloha 4 (3 b)

Rozpustnosť $Ca(OH)_2$ v destilovanej vode je $1{,}17.10^{-2}$ mol dm^{-3}. Aké musí byť pH roztoku, aby sa jeho rozpustnosť zvýšila 30 krát?

Úloha 5 (3 b)

Rozpustnosť neznámej látky XCO_3 je $1{,}0\ .10^{-5}$ mol dm^{-3}. Vypočítajte súčin rozpustnosti XCO_3. Určte neznámy kov X, ak sa v 2,0 litroch vody rozpustí maximálne 2,379 mg XCO_3.

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

Chemická olympiáda – kategória **EF**, úroveň **F** – 47. ročník
Školský rok 2010/2011
Celoštátne kolo

Stanislav Kedžuch
Ústav anorganickej chémie SAV, Bratislava

Maximálne 15 bodov (b)

Úloha 1 (3 b)

Hmotnostné percento KNO_3 v nasýtenom roztoku je

pri 60 °C:

$$w_1 = \frac{m_{KNO3}}{m_r} = \frac{m_{KNO3}}{m_{KNO3} + m_{H2O}} = \frac{115\,g}{115\,g + 100\,g} = 0{,}535$$

pri 20 °C:

1 b $$w_1 = \frac{m_{KNO3}}{m_r} = \frac{m_{KNO3}}{m_{KNO3} + m_{H2O}} = \frac{15\,g}{15\,g + 100\,g} = 0{,}130$$

Hmotnostný zlomok vykryštalizovanej soli je $w_3 = 1$.

Hmotnosť vykryštalizovanej soli vypočítame z hmotnostných bilancií

$m_1 w_1 = m_2 w_2 + m_3 w_3$

$m_1 = m_2 + m_3$,

Úpravami

$m_2 = m_1 - m_3$

$m_1 w_1 = (m_1 - m_3) w_2 + m_3 w_3$

$$m_3 = \frac{m_1(w_1 - w_2)}{w_3 - w_2} = \frac{1200\,g\,(0{,}535 - 0{,}130)}{1{,}000 - 0{,}130}$$

2 b $$\underline{\underline{m_3 = 558{,}6\,g}}$$

Úloha 2 (4 b)

Vypočítame si hmotnostné percento roztoku získaného zmiešaním uvedených roztokov.

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

1 b $$w_3 = \frac{m_1 w_1 + m_2 w_2}{m_1 + m_2} = 0,225$$

Hmotnostné percento $FeSO_4$ v jeho nasýtenom roztoku pri 20 °C je

$$w_4 = \frac{m_{FeSO4}}{m_{FeSO4} + m_{H2O}} = 0,231$$

Hmotnostné percento $FeSO_4$ v jeho heptahydráte je

$$w_5 = \frac{M_{FeSO4}}{M_{FeSO4.7H2O}} = 0,546$$

Hmotnostný zlomok $FeSO_4$ v odparenej vode je $w_6 = 0$

1 b Hmotnosť vykryštalizovaného heptahydrátu $FeSO_4 \cdot 7\ H_2O$ vypočítame z hmotnostných bilancií

$m_3 w_3 = m_4 w_4 + m_5 w_5 + m_6 w_6$

$m_3 = m_4 + m_5 + m_6$

kde index (4) označuje nasýtený roztok pri 20 °C, index (5) heptahydrát a index (6) odparenú vodu.

$m_4 = m_3 - m_5 - m_6$

$m_3 w_3 = (m_3 - m_5 - m_6) w_4 + m_5 w_5$

$$m_6 = \frac{m_5 w_5 - m_3 w_3 + (m_3 - m_5) w_4}{w_4}$$

$$m_6 = \frac{128,3\,\text{g} \times 0,546 - 930\,\text{g} \times 0,225 + (930\ \text{g} - 128,3\ \text{g})\ 0,231}{0,231}$$

2 b $$\underline{\underline{m_2 = 199,1\ \text{g}}}$$

Úloha 3 (2 b)

Hmotnosť vody určíme z hmotnostných bilancií

$m_1 w_1 = m_2 w_2 + m_3 w_3$

$m_1 = m_2 + m_3$

$m_2 = m_1 - m_3$

$m_1 w_1 = (m_1 - m_3) w_2$, keďže hmotnostné percento soli v odparenej vode je $w_3 = 0$.

$$m_3 = \frac{m_1 (w_2 - w_1)}{w_2} = \frac{500\,\text{g}\,(0{,}40 - 0{,}30)}{0{,}40}$$

2 b $\underline{\underline{m_3 = 125\,\text{g}}}$

Úloha 4 (3 b)

$$Ca(OH)_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2\,OH^-$$

Pre súčin rozpustnosti platí:

$K_S = [Ca^{2+}][OH^-]^2 = s.(2s)^2 = 4s^3$, kde s je rozpustnosť.

1 b $K_S = 6{,}4.10^{-6}$

Pri $pH = 9$:

Rozpustnosť 30 krát väčšia je $s_2 = 30\,s = 3{,}5.10^{-1}$ mol dm^{-3}

$K_S = [Ca^{2+}]\,[OH^-]^2 = s_2\,[OH^-]^2$

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{K_S}{s_2}} = 4{,}3.10^{-3}\ \text{mol dm}^{-3}$$

$pOH = 2{,}37$

2 b $pH = 14 - pOH = 11{,}63$

Úloha 5 (3 b)

$$XCO_3 \rightarrow X^{2+} + CO_3^{2-}$$

$K_S = [X^{2+}]\,[CO_3^{2-}] = s^2$, kde s je rozpustnosť.

1 b $K_S = 1{,}0.10^{-10}$

$$s = \frac{n}{V} = \frac{m}{MV}$$

$$M = \frac{m}{V\,s} = \frac{2{,}379.10^{-3}\ \text{g}}{2{,}0\,\text{dm}^3 \times 1{,}0.10^{-5}\ \text{mol dm}^{-3}} = 118{,}95\ \text{g mol}^{-1}$$

$M_X = M - M_C - 3.M_O = 58{,}95\ \text{g.mol}^{-1}$

2 b Teda neznámym prvkom je kobalt Co. Podobnú molovú hmotnosť má aj nikel Ni a aj toto riešenie je potrebné uznať.

ÚLOHY Z TECHNOLOGICKÝCH VÝPOČTOV (II)

Chemická olympiáda – kategória **F**, úroveň **EF** – 47. ročník
Školský rok 2010/2011
Celoštátne kolo

Anna Ďuricová
Technická univerzita, Zvolen

Maximálne 15 bodov (b) Doba riešenia: 60 minút

Úloha 1 (8 b)

Z reaktora na výrobu metylchloridu odchádza plyn s tokom 150 kmol h^{-1}, ktorý obsahuje (v mol %) 8,3 % metánu, 3,1 % chlóru, 6,5 % kyslíka, 76,3 % dusíka, 3,7 % metylchloridu a 2,1 % kyseliny mravčej. V odlučovači sa úplne oddelí metylchlorid a kyselina mravčia ako kvapalina, kým zvyšné zložky zostávajú v plynnej fáze. Predpokladajte ustálený stav systému.

Vypočítajte:

a) tok látkového množstva plynu odchádzajúceho z odlučovača v kmol h^{-1},

b) mólové zlomky zložiek v odchádzajúcom plyne,

c) hmotnostný tok metylchloridu a kyseliny mravčej v roztoku odchádzajúcom z odlučovača v kg h^{-1}.

$M(CH_3Cl)$ = 50,488 g mol^{-1}

$M(HCOOH)$ = 46,026 g mol^{-1}

Úloha 2 (7 b)

Pri zvýšenom tlaku sa vo vode absorbuje oxid uhličitý pri teplote 0 °C. Parciálny tlak CO_2 v plyne, ktorý neustále privádzame nad hladinu vody, je 98,7 kPa a Henryho konštanta CO_2 pri t = 0 °C je 7,38 . 10^7 Pa. Vypočítajte:

a) Koľko hmot. % CO_2 sa rozpustí vo vode, ak nastane rovnováha? (Predpoklad: Vodný roztok sa správa ako nekonečne zriedený a plynný CO_2 je stavovo ideálny.)

b) Vypočítajte Henryho konštantu pre CO_2 pri teplote 20 °C, ak po absorpcii obsahuje vodný roztok 0,167 hmot. % CO_2? Parciálny tlak privádzaného CO_2 nad hladinu vody bol 0,103 MPa.

$M(CO_2)$ = 44,010 g mol^{-1}

$M(H_2O)$ = 18,015 g mol^{-1}

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z TECHNOLOGICKÝCH VÝPOČTOV (II)

Chemická olympiáda – kategória **EF**, úroveň **F** – 47. ročník
Školský rok 2010/2011
Celoštátne kolo

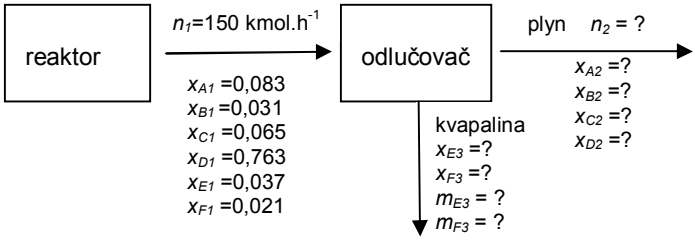
Anna Ďuricová
Technická univerzita, Zvolen

Maximálne 15 bodov (b), resp. 30 pomocných bodov (pb)
Pri prepočte pomocných bodov pb na konečné body b použijeme vzťah:
pomocné body (pb) × 0,5

Riešenie úlohy 1 (16 pb)

Označenie zložiek: A = CH_4
B = Cl_2
C = O_2
D = N_2
E = CH_3Cl
F = HCOOH

2 pb Technologická schéma:



a) Výpočet toku látkového množstva plynu odchádzajúceho z odlučovača:

2 pb Vychádzame z celkovej materiálovej bilancie, bilancií zložiek a okrem toho potrebujeme využiť aj jednotkový súčet zlomkov zložiek pre každý prúd.

$n_1 = n_2 + n_3$ (1)

$n_1 \,.\, x_{A1} = n_2 \,.\, x_{A2}$ (2)

$n_1 \,.\, x_{B1} = n_2 \,.\, x_{B2}$ (3)

$n_1 \,.\, x_{C1} = n_2 \,.\, x_{C2}$ (4)

$n_1 \,.\, x_{D1} = n_2 \,.\, x_{D2}$ (5)

$n_1 \,.\, x_{E1} = n_3 \,.\, x_{E3}$ (6)

$n_1 \,.\, x_{F1} = n_3 \,.\, x_{F3}$ (7)

Dostali sme 7 rovníc s ôsmimi neznámymi, preto využijeme ďalšie dve rovnice, aby bol systém rovníc riešiteľný:

1 pb $x_{A2} + x_{B2} + x_{C2} + x_{D2} = 1$ (8)

1 pb $x_{E3} + x_{F3} = 1$ (9)

2 pb Sčítaním rovníc 6 a 7 a využitím rovnice 9 dostaneme:

$n_1 (x_{E1} + x_{F1}) = n_3(x_{E3} + x_{F3})$

Po dosadení známych hodnôt najprv vypočítame n_3 a až potom využitím rovnice 1 hľadanú hodnotu n_2:

1 pb 150 (0,037 + 0,021) = n_3 = 8,7 kmol h^{-1}

1 pb $n_2 = n_1 - n_3$

n_2 = 150 kmol h^{-1} – 8,7 kmol h^{-1} = <u>141,3 kmol h^{-1}</u>

<u>Tok látkového množstva plynu odchádzajúceho z odlučovača je 141,3 kmol h^{-1}.</u>

b) Výpočet mólových zlomkov zložiek v odchádzajúcom plyne:

2 pb Mólové zlomky zložiek v 2. prúde vypočítame z materiálových bilancií zložiek (rovnice 2 až 5):

$$x_{A2} = \frac{n_1\, x_{A1}}{n_2} = \frac{150 \text{ kmol h}^{-1} \times 0{,}083}{141{,}3 \text{ kmol h}^{-1}} = 0{,}088$$

Podobne aj pre ďalšie zlomky:

x_{B2} = 0,033

x_{C2} = 0,069

x_{D2} = 0,810

c) Výpočet hmotnostného toku metylchloridu a kyseliny mravčej v roztoku odchádzajúcom z odlučovača:

Najprv je potrebné zistiť zloženie kvapaliny v mólových zlomkoch, (rovnice 6 a 7), potom látkové množstvo zložiek v kvapalnom toku nakoniec pomocou mólovej hmotnosti zložiek hmotnostný tok zložiek:

$$x_{E3} = \frac{n_1\, x_{E1}}{n_3} = \frac{150 \text{ kmol h}^{-1} \times 0{,}037}{8{,}7 \text{ kmol h}^{-1}} = 0{,}638$$

podobne x_{F3} = 0,362

2 pb $n_{E3} = n_3\, x_{E3}$ = 8,7 kmol h^{-1} × 0,638 = 5,55 kmol h^{-1}

$n_{F3} = n_3\, x_{F3}$ = 8,7 kmol h^{-1} × 0,362 = 3,15 kmol h^{-1}

2 pb $m_{E3} = n_{E3}\, M_E$ = 5,55 kmol h^{-1} × 50,488 kg kmol^{-1} = <u>280,21 kg h^{-1}</u>

$m_{F3} = n_{F3}\, M_F$ = 3,15 kmol h^{-1} × 46,026 kg kmol^{-1} = <u>144,98 kg h^{-1}</u>

<u>Hmotnostný prúd metylchloridu, odchádzajúceho z pračky je 280,21 kg h^{-1} a kyseliny mravčej je 144,98 kg h^{-1}.</u>

Riešenie úlohy 2 (14 pb)

a) Výpočet hmot. % A rozpusteného vo vode:

Vo vzťahoch označme CO_2 = A a H_2O = B.

2 pb Henryho zákon:

$p_A = H_A\, x_A$

2 pb Výpočet mólového zlomku CO_2 v roztoku:

$$x_A = \frac{p_A}{H_A} = \frac{9{,}87 \,.\, 10^4 \text{ Pa}}{7{,}38 \,.\, 10^7 \text{ Pa}} = 1{,}34 \,.\, 10^{-3}$$

Prepočet na hmotnostný zlomok:

$$w_A = \frac{x_A\, M_A}{x_A\, M_A + x_B\, M_B} = \frac{x_A\, M_A}{x_A\, M_A + (1 - x_A)\; M_B}$$

$$w_A = \frac{1{,}34.10^{-3} \times 44{,}010 \text{ g mol}^{-1}}{1{,}34.10^{-3} \times 44{,}010 \text{ g mol}^{-1} + \left(1 - 1{,}34.10^{-3}\right) \times 18{,}015 \text{ g mol}^{-1}}$$

2 pb $= 0{,}00326$

2 pb Voda obsahuje 0,326 hmot. % rozpusteného CO_2.

d) Výpočet Henryho konštanty pre CO_2:

p_A = 0,103 MPa = 103 000 Pa

Na zistenie Henryho konštanty musíme poznať mólový zlomok CO_2, ktorý vypočítame z hmotnostného zlomku:

0,167 hmot. % zodpovedá $w_A = 0{,}00167$

2 pb $$x_A = \frac{\dfrac{w_A}{M_A}}{\dfrac{w_A}{M_A} + \dfrac{w_B}{M_B}}$$

w_B = 1 – 0,00167 = 0,998

2 pb $$x_A = \frac{\dfrac{0{,}00167}{44{,}01 \text{ g mol}^{-1}}}{\dfrac{0{,}00167}{44{,}01 \text{ g mol}^{-1}} + \dfrac{0{,}99833}{18{,}015 \text{ g mol}^{-1}}} = 6{,}84\ .10^{-4}$$

2 pb $$H_A = \frac{p_A}{x_A} = \frac{103\,000 \text{ Pa}}{6{,}842.10^{-4}}$$

$H_A = 1{,}51\ .\ 10^8$ Pa = 151 MPa

Henryho konštanta pre CO_2 pri teplote 20 °C zadaných podmienok je 151 MPa.

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** – 47. ročník – školský rok 2010/2011
Celoštátne kolo

Martina Gánovská
Stredná odborná škola, Svit

Maximálne 10 bodov (b)
Doba riešenia: 60 minút

Úloha 1 (4,75 b)

Bromid strieborný našiel svoje uplatnenie aj vo fotografii. Technicky sa pripravuje reakciou bromidu draselného s dusičnanom strieborným. Nanáša sa na povrch filmu alebo fotografického papiera jemne rozptýlený v želatíne. Je citlivý na svetlo, to znamená, že na osvetlených miestach filmu sa vylúči elementárne striebro. Film sa vyvíja pomocou vývojky, ktorá obsahuje stredne silné redukčné činidlo. Nezreagovaný bromid strieborný sa potom rozpúšťa v ustaľovači, ktorým je tiosíran sodný.

a) Uveďte stechiometrický stavový a skrátený iónový zápis prípravy a rozpúšťania bromidu strieborného.

b) Vypočítajte rozpustnosť AgBr v destilovanej vode. Výsledok uveďte v mol dm^{-3}.

$pK_s(AgBr) = 12{,}11$; $M(AgBr) = 187{,}77\ g\ mol^{-1}$

c) Vypočítajte, koľko miligramov bromidu strieborného je rozpustených v 500 cm^3 nasýteného roztoku.

d) Vypočítajte rozpustnosť bromidu strieborného v roztoku KBr s koncentráciou 0,05 mol dm^{-3}.

e) Posúďte, či vznikne zrazenina AgBr zmiešaním 1,0 cm^3 roztoku $AgNO_3$ s koncentráciou $c(AgNO_3) = 0,10 \cdot 10^{-5}$ mol dm^{-3} a 1,0 cm^3 roztoku KBr s koncentráciou $c(KBr) = 0,10 \cdot 10^{-5}$ mol dm^{-3}.

Úloha 2 (5,25 b)

V súčasnom období je samozrejmé, že na stanovenie látok sa používajú inštrumentálne metódy. Jednou z možností, ako stanoviť chlorid draselný a jodid draselný vedľa seba, je využitie potenciometrickej titrácie s odmerným roztokom dusičnanu strieborného. Chlorid a jodid draselný sa nachádzajú spolu v rôznych doplnkoch výživy, ktoré obsahujú minerály a vitamíny. Pri stanovení obsahu látok v doplnkoch výživy postupovali pracovníci v laboratóriu nasledovne:

Na rozbor použili 1 tabletku potravinového doplnku a pripravili zásobný roztok s objemom 100 cm^3. Z tohto zásobného roztoku odpipetovali 25 cm^3 do kadičky, pridali destilovanú vodu a do roztoku ponorili elektródy. Počas titrácie si zapisovali EMN a objem pridávaného odmerného roztoku dusičnanu strieborného. Namerané hodnoty spracovali a zostrojili derivačnú krivku, z ktorej určili ekvivalentný objem.

Na krivke boli dve lokálne maximá, ktoré prislúchali dvom ekvivalentným bodom titrácie. Prvý bod zodpovedal spotrebe odmerného roztoku na menej rozpustný halogenid strieborný a odčítali ho pri objeme 2,3 cm^3. Druhé maximum odčítali pri spotrebe 24,7 cm^3 a zodpovedal spotrebe odmerného roztoku na obidva halogenidy spolu.

Odmerný roztok $AgNO_3$ bol pripravený ako roztok s približnou koncentráciou a štandardizoval sa priamou titráciou podľa Fajansa sa na zásobný roztok NaCl. Ten v laboratóriu pripravili v odmernej banke s objemom 250 cm^3 rozpustením 0,6102 g NaCl vo vode a doplnením roztoku vodou po značku. Na jednu

štandardizáciu odpipetovali 20,0 cm^3 základnej látky a priemerná spotreba dusičnanu strieborného bola 19,7 cm^3.

$K_s(AgI) = 1,5 \cdot 10^{-16}$; $K_s(AgCl) = 1,56 \cdot 10^{-10}$;

$M(NaCl) = 58,44\ g\ mol^{-1}$;

$A_r(Cl) = 35,45$; $A_r(I) = 125,9$.

a) Zapíšte rovnicami všetky reakcie prebiehajúce počas stanovenia a štandardizácie.

b) Určte presnú koncentráciu odmerného roztoku dusičnanu strieborného.

c) Na základe výpočtu rozpustnosti určte, ktorá zrazenina vzniká ako prvá a teda jej prislúcha prvý bod ekvivalencie.

d) Vypočítajte hmotnosť I^- a Cl^- (v mg) v jednej tabletke.

e) Napíšte aký indikátor treba použiť pri štandardizácii, opíšte mechanizmus indikácie ekvivalentného bodu.

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória **EF** – 47. ročník – školský rok 2010/2011
Celoštátne kolo

Martina Gánovská
Stredná odborná škola Svit

Maximálne 10 bodov (b), resp. 40 pomocných bodov (pb)
Pri prepočte pomocných bodov pb na konečné body b použijeme vzťah:
pomocné body (pb) × 0,25

Riešenie úlohy 1 (19 pb)

1 pb a) $KBr(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow AgBr(s) + KNO_3(aq)$

1 pb $Br^- + Ag^+ \rightarrow AgBr$

1 pb $AgBr(s) + 2\,Na_2S_2O_3(aq) \rightarrow Na_3\left[Ag(S_2O_3)_2\right](aq) + NaBr(aq)$

1 pb $AgBr + 2\ S_2O_3^{2-} \rightarrow [Ag(S_2O_3^{2-})_2]^{3-} + Br^-$

b) Výpočet rozpustnosti:

$AgBr \rightarrow Ag^+ + Br^-$

$pK_s = -\log K_s$

1 pb $K_s = 10^{-12,11} = 7,76 \,.\, 10^{-13}$

1 pb $K_s = [Ag+]\,[Br^-]$

$[Ag+] = [Br^-] = c$

1 pb $K_s = c^2$

2 pb $c = \sqrt{K_s} = \sqrt{7,76 \times 10^{-13}} = 8,8 \times 10^{-7}\ \mathrm{mol\,dm^{-3}}$

c) Hmotnosť AgBr v 500 cm^3 nasýteného roztoku:

1 pb $m(AgBr) = c(AgBr) \times V \times M(AgBr)$

1 pb $m(\text{AgBr}) = 8{,}8\ .\ 10^{-7}\ \text{mol dm}^{-3} \times 0{,}500\ \text{dm}^3 \times 187{,}77\ \text{g mol}^{-1} =$

$= 8{,}24\ .10^{-5}\ \text{g} = 0{,}08261\ \text{mg}$

d) Zohľadní sa vplyv rovnakých aniónov z roztoku KBr:

Pre roztok KBr platí: $c(\text{KBr}) = c(\text{Br}^-)$

Ak je v roztoku prítomný aj AgBr, potom:

1 pb $c(\text{Br}^-)_{\text{celk}} = c(\text{Br}^-)_{\text{AgBr}} + c(\text{Br}^-)_{\text{KBr}}$

Keďže $c(\text{Br}^-)_{\text{AgBr}} << c(\text{Br}^-)_{\text{KBr}}$, po ustálení rovnováhy možno predpokladať:

1 pb $[\text{Br}^-] = c_r(\text{Br}^-)_{\text{KBr}}$

Po dosadení do súčinu rozpustnosti:

1 pb $$[\text{Ag+}] = \frac{K_s}{[\text{Br}^-]} = \frac{K_s}{c_r(\text{KBr})} = \frac{7{,}76 \times 10^{-13}}{0{,}05} = 1{,}55 \times 10^{-11}$$

Rozpustený AgBr úplne ionizuje a teda:

1 pb $c(\text{Ag+}) = c(\text{AgBr}) = 1{,}55\ .\ 10^{-11}\ \text{mol dm}^{-3}$

1 pb e) $$c(Ag^+) = \frac{n}{V} = \frac{c(\text{AgNO}_3) \times V(\text{AgNO}_3)}{V(\text{AgNO}_3) + V(\text{KBr})} =$$

$$= \frac{0{,}10 \times 10^{-5}\ \text{mol dm}^{-3} \times 0{,}0010\ \text{dm}^3}{0{,}0010\ \text{dm}^3 + 0{,}0010\ \text{dm}^3} = 5{,}0 \times 10^{-7}\ \text{mol dm}^{-3}$$

1 pb $$c(\text{Br}^-) = \frac{n}{V} = \frac{c(\text{KBr}) \times V(\text{KBr})}{V(\text{AgNO}_3) + V(\text{KBr})} =$$

$$= \frac{0{,}10 \times 10^{-5}\ \text{mol dm}^{-3} \times 0{,}0010\ \text{dm}^3}{0{,}0010\ \text{dm}^3 + 0{,}0010\ \text{dm}^3} = 5{,}0 \times 10^{-7}\ \text{mol dm}^{-3}$$

2 pb Po ustálení rovnováhy:

$[\text{Ag}^+]\,[\text{Br}^-] = 5{,}0\ .10^{-7} \times 5{,}0\ .10^{-7} = 2{,}5\ .10^{-13} < K_s(\text{KBr})$

Zrazenina nevznikne.

Riešenie úlohy 2 (21 pb)

3 pb a) $NaCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl + NaNO_3$

$KCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl + KNO_3$

$KI + AgNO_3 \rightarrow AgI + KNO_3$

b) Výpočet presnej koncentrácie odmerného roztoku:

1 pb
$$c(\mathrm{NaCl}) = \frac{m(\mathrm{NaCl})}{V(\mathrm{NaCl}) \times M(\mathrm{NaCl})} = \frac{0{,}6102\ \mathrm{g}}{58{,}44\ \mathrm{g\,mol^{-1}} \times\ 0{,}25\ \mathrm{dm^3}} = \\ = 0{,}0418\ \mathrm{mol\,dm^{-3}}$$

1 pb
$$n(\mathrm{NaCl}) = n(\mathrm{AgNO_3})$$

1 pb
$$c(\mathrm{AgNO_3}) = \frac{c(\mathrm{NaCl}) \times V(\mathrm{NaCl})}{V(\mathrm{AgNO_3})} = \\ = \frac{0{,}0418\ \mathrm{mol\,dm^{-3}} \times 0{,}0200\ \mathrm{dm^3}}{0{,}0197\ \mathrm{dm^3}} = 0{,}0424\ \mathrm{mol\,dm^{-3}}$$

c) Porovnanie rozpustnosti AgCl a AgI:

$AgCl \rightarrow Ag^+ + Cl^-$

1 pb $K_s = [Ag^+]\,[Cl^-]$

$[Ag^+] = [Cl^-] = c$

$K_s = c^2$

1 pb
$$c(\mathrm{Ag^+}) = c(\mathrm{AgCl}) = \sqrt{K_s} = \sqrt{1{,}56 \times 10^{-10}} = 1{,}25 \times 10^{-5}\ \mathrm{mol\ dm^{-3}}$$

$AgI \rightarrow Ag^+ + I^-$

$K_s = [Ag^+]\,[I^-]$

$[Ag^+] = [I^-] = c$

1 pb $K_s = c^2$

1 pb $c(Ag^+) = c(AgI) = \sqrt{K_s} = \sqrt{1{,}5 \times 10^{-16}} = 1{,}2 \times 10^{-8}\ \text{mol dm}^{-3}$

1 pb Ako prvá vzniká AgI, teda prvý bod ekvivalencie prislúcha AgI.

d) Výpočet hmotnosti halogenidov v tabletke:

$n(KI) = n(AgNO_3)$

1 pb $n(AgNO_3) = c(AgNO_3) \times V(AgNO_3) =$
$= 0{,}0424\ \text{mol dm}^{-3} \times 0{,}0023\ \text{dm}^3 = 9{,}75 \times 10^{-5}\ \text{mol}$

$n(KI) = n(AgNO_3) = 9{,}75 \times 10^{-5}$ mol v 25 cm^3 zásobného roztoku vzorky

1 pb $n(KI) = 3{,}90 \times 10^{-4}$ mol v 100 cm^3 zásobného roztoku vzorky (v tabletke)

1 pb $m(I^-) = n(I^-) \times M(I) = 3{,}902 \times 10^{-4}\text{mol} \times 125{,}9\ \text{g mol}^{-1} =$
$= 0{,}0491\ \text{g} = 49{,}1\ \text{mg I}^-$

1 pb $n(KCl) = n(AgNO_3)$

2 pb $V(AgNO_3) = V_1 - V_2 = 24{,}7\ \text{cm}^3 - 2{,}3\ \text{cm}^3 = 22{,}4\ \text{cm}^3$

1 pb $n(AgNO_3) = c(AgNO_3) \times V(AgNO_3) =$
$= 0{,}0424\ \text{mol dm}^{-3} \times 0{,}0224\ \text{dm}^3 = 9{,}50 \times 10^{-4}\ \text{mol}$

$n(KCl) = n(AgNO_3) = 9{,}50 \times 10^{-4}$ mol v 25 cm^3 zásobného roztoku vzorky

1 pb $n(KCl) = 3{,}80 \times 10^{-3}$ mol v 100 cm^3 zásobného roztoku vzorky (v tabletke)

1 pb $m(Cl^-) = n(Cl^-) \times A_r(Cl) = 3{,}80 \times 10^{-3}\ \text{mol} \times 35{,}45\ \text{g mol}^{-1} =$
$= 0{,}135\ \text{g Cl}^- = 135\ \text{mg Cl}^-$ v tabletke

1 pb e) Pri štandardizácii sme postupovali podľa Fajansa – použili sme adsorpčný indikátor, ktorý ma schopnosť adsorbovať sa v iónovej forme po dosiahnutí ekvivalentného bodu na zrazeninu. Najčastejšie sa používa fluoresceín.

ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE (II)

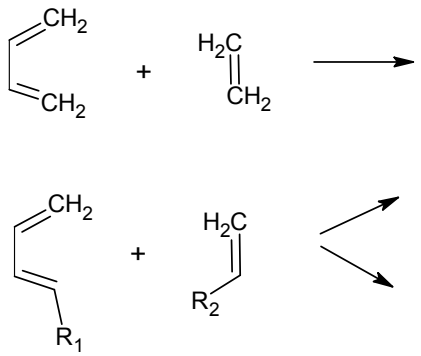
Chemická olympiáda – kategória **EF** – 47. ročník – školský rok 2010/2011
Celoštátne kolo

Viera Mazíková
Katedra chemických technológií a environmentu, Fakulta priemyselných technológií, Trenčianska univerzita A. Dubčeka, Púchov

Maximálne 10 bodov (b) Doba riešenia: 40 minút

Úloha 1 (2,12 b)

Doplňte Dielsove-Alderove reakcie. Pomenujte prvý produkt A. Pri druhej reakcii uveďte dva regioizoméry B a C.



Úloha 2 (3,33 b)

Pripravte vinylacetylén dimerizáciou acetylénu za katalýzy a následne z neho monomér pre chloroprénový kaučuk.

a) Pomenujte monomér a označte typ reakcie, ktorým z vinylacetylénu vzniká.

Pri vyššej teplote a tlaku etín trimerizuje.

b) Napíšte vzorec a názov produktu.

Úloha 3 (4,55 b)

V školskom kole ste určite úspešne pripravili etyléndiamín z eténu. Teraz ho použijeme ako východiskovú zlúčeninu pre prípravu vám dobre známej zlúčeniny, a to kyseliny etyléndiamíntetraoctovej (EDTA).

a) Napíšte schému jej prípravy, iný názov tejto zlúčeniny a oblasť chémie, v ktorej sa najčastejšie využíva.

b) Ako získame kyselinu z jej sodnej soli, ktorá vzniká výrobou?

_____

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z ORGANICKEJ CHÉMIE (II)

Chemická olympiáda – kategória **EF** – 47. ročník – školský rok 2010/2011
Celoštátne kolo

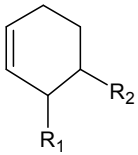
Viera Mazíková
Katedra chemických technológií a environmentu, Fakulta priemyselných technológií, Trenčianska univerzita A. Dubčeka, Púchov

Maximálne 10 bodov (b), resp. 33 pomocných bodov (pb) Pri prepočte pomocných bodov pb na konečné body b použijeme vzťah: **pomocné body (pb) x 0,303**

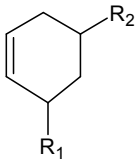
Riešenie úlohy 1 (7 pb)

Za každý vzorec 2 pb, za názov 1 pb.

cyklohexén A

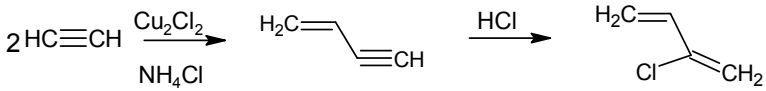


B,C



Riešenie úlohy 2 (11 pb)

7 pb



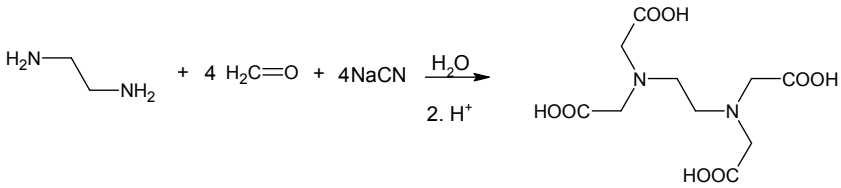
1 pb 2-chlórbuta-1,3-dién, chloroprén

1 pb adícia elektrofilná parciálna

2 pb benzén

Riešenie úlohy 3 (15 pb)

12 pb (Za každú časť schémy 2 pb)



2 pb chelatón 2 príp. komplexon II, v analytickej chémii

1 pb kyslou hydrolýzou

ÚLOHY Z CHEMICKEJ PRAXE

Chemická olympiáda – kategória **EF** – 47. ročník – školský rok 2010/2011
Celoštátne kolo

Elena Kulichová
Stredná odborná škola, Nováky

Maximálne 50 bodov Doba riešenia: 270 minút

Soľ sa ako dochucovadlo pridáva okrem iných potravín aj do emulgovaných nátierok, ktoré sa vyrábajú zo stužených rastlinných olejov. Cieľom praktickej úlohy v celoštátnom kole bude extrahovať soľ zo vzorky a argentometricky stanoviť jej podiel.

Úloha 1: Príprava roztokov na argentometrickú titráciu

1.1 Pripravte primeraný objem štandardného roztoku NaCl s koncentráciou blízkou c = 0,05 mol dm^{-3}. V odpoveďovom hárku zdôvodnite, aký objem roztoku považujete za primeraný a prečo.

1.2 Roztok pripravte a vypočítajte jeho presnú koncentráciu.

1.3 Vypočítajte objem zásobného roztoku dusičnanu strieborného, ktorý je potrebný na prípravu 250 cm^3 odmerného roztoku s koncentráciou blízkou c = 0,05 mol dm^{-3}. K dispozícii máte zásobný roztok, v ktorom hmotnostný zlomok $AgNO_3$ w = 0,100 (ρ = 1,088 g cm^{-3}). Pripravte odmerný roztok.

Upozornenie:

Pre dusičnan strieborný platia nasledujúce bezpečnostné údaje:

R8, R34, R50/53

S (1/2), S26, S45, S60, S61

Úloha 2: Stanovenie presnej koncentrácie odmerného roztoku $AgNO_3$

2.1 Do titračnej banky pipetujte 10 cm^3 štandardného roztoku NaCl, ktorý ste pripravili v úlohe 1.2. Pridajte 3 až 4 kvapky indikátora a steny banky opláchnite destilovanou vodou.

2.2 Titrujte odmerným roztokom $AgNO_3$ na indikátor fluoresceín.

2.3 Vypočítajte presnú koncentráciu roztoku $AgNO_3$.

Úloha 3: Úprava vzorky

3.1 Do zábrusovej odvažovačky odvážte s analytickou presnosťou 5 až 6 g vzorky rastlinnej nátierky.

3.2 Návažok rozpustite v 15 cm^3 butylesteru kyseliny octovej (butylacetátu).

3.3 Skontrolujte si tesnosť oddeľovacieho lievika. Obsah odvažovačky prelejte do lievika. Aby ste dosiahli kvantitatívne prenesenie vzorky, zvyšky roztoku vypláchnite najprv pomocou ďalších 5 cm^3 butylesteru, potom pomocou 10 cm^3 destilovanej vody.

3.4 Obsah lievika nechajte usadiť. Vodnú vrstvu vypusťte do kadičky s objemom 200 cm^3, hornú (organickú) vrstvu ponechajte v lieviku a extrahujte 3 x 10 cm^3 destilovanej vody. Dbajte na správnu techniku extrakcie. Extrakt zhromažďujte v kadičke.

3.5 Rafinát po extrakcii vylejte do pripravenej nádoby na organický odpad.

Úloha 4: Analýza vzorky

4.1 Do extraktu v kadičke pridajte 20,0 cm^3 roztoku $AgNO_3$ so známou koncentráciou. Vzniknutú reakčnú zmes krátko povarte, aby ste získali dobre filtrovateľnú formu zrazeniny.

4.2 Zostavte filtračnú aparatúru a zrazeninu AgCl odfiltrujte kvantitatívne cez hladký filter. Filtračný koláč starostlivo premyte aspoň trikrát 10 cm^3 destilovanej vody. Filtrát zachytávajte do titračnej banky s objemom 250 cm^3.

4.3 Vysvetlite, prečo je pri stanovení chloridov potrebné odfiltrovanie zrazeniny AgCl.

4.4 K filtrátu v titračnej banke pridajte 2 cm^3 indikátora (roztok síranu amónno-železitého), potom zmes okyslite 10 cm^3 roztoku kyseliny dusičnej s koncentráciou c = 3 mol dm^{-3}.

4.5 Titrujte odmerným roztokom NH_4SCN z bieleho do hnedočerveného sfarbenia.

4.6 Vykonajte slepý pokus: postupujte podľa bodu 4.1, 4.2 a 4.3, roztok vzorky však nahraďte približne 50 cm^3 destilovanej vody.

4.7 Vypočítajte hmotnostný zlomok NaCl v rastlinnej nátierke.

Podľa postupu v úlohách 3.1 – 3.5 a 4.1 – 4.6 vykonajte paralelnú analýzu a vyplňte odpoveďový hárok.

Pri výpočtoch použite nasledujúce číselné údaje:

- M(NaCl) = 58,44 g mol^{-1}
- $M(AgNO_3)$ = 169,87 g mol^{-1}
- $M(NH_4SCN)$ = 76,12 g mol^{-1}
- ρ(roztoku $AgNO_3$) = 1,3443 g cm^{-3}
- K_s(AgCl) = 1,56 10^{-10}
- K_s(AgSCN) = 1,16 10^{-12}

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z CHEMICKEJ PRAXE

Chemická olympiáda – kategória **EF** – 47. ročník – školský rok 2010/2011
Celoštátne kolo

Elena Kulichová
Stredná odborná škola, Nováky

Maximálne 50 bodov (b) Doba riešenia: 270 minút

Hodnotenie úloh z praxe pozostáva z troch častí:

a) Hodnotenie všeobecných zručností a laboratórnej techniky (6 pb)

- dodržanie zásad bezpečnosti a hygieny práce v laboratóriu
- laboratórna technika (príprava roztokov, filtrácia, titrácia)

b) Hodnotenie presnosti práce (spolu max. 20 b)

Body sa pridelia podľa výsledku nasledujúcich kritérií:

- Za stanovenie presnej koncentrácie odmerného roztoku NH_4SCN.

Počet bodov sa vypočíta podľa kľúča:

počet bodov = 10 – 0,5 x % odchýlky stanovenia (max. 10 bodov).

- Za stanovenie hmotnostného zlomku NaCl vo vzorke rastlinnej nátierky. Počet bodov sa vypočíta podľa kľúča:

počet bodov = 10 – 0,25 x % odchýlky stanovenia (max. 10 bodov).

- Základom pre výpočet odchýlky je nezávislé odborné stanovenie oboch príslušných parametrov.

c) Riešenie úloh v odpoveďovom hárku (spolu max. 24 b)

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

ADRESY AUTOROV

Ing. Anna Ďuricová Fakulta ekológie a environmentalistiky Technická univerzita vo Zvolene T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen	Doc. Ing. Iveta Ondrejkovičová, PhD. FCHPT STU Radlinského 9 812 37 Bratislava 1
Ing. Martina Gánovská Stredná odborná škola Štefánikova 39 059 21 Svit	Doc. RNDr. Martin Putala, CSc. 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
Mgr. Stanislav Kedžuch, PhD. Ústav anorganickej chémie SAV Dúbravská cesta 9 845 36 Bratislava 45	Doc. RNDr. Marta Sališová, CSc. PRIF UK Mlynská dolina CH-2, 842 15 Bratislava 4
Ing. Elena Kulichová SOŠ Rastislavova 332 972 71 Nováky	RNDr. Anton Sirota, PhD. Medzinárodné informačné centrum MCHO IUVENTA Búdková 2, 811 04 Bratislava
Ing. Boris Lakatoš, PhD. FCHPT STU Radlinského 9 812 37 Bratislava 1	Doc. RNDr. Radovan Šebesta. CSc. PRIF UK Mlynská dolina CH-2, 842 15 Bratislava 4
RNDr. Viera Mazíková Fakulta priemyselných technológií *TnUAD*. Ivana Krasku 491/30. 020 01 *Púchov*	RNDr. Pavol Tarapčík, PhD. FCHPT STU Radlinského 9 812 37 Bratislava 1
	Matej Žabka PRIF UK Mlynská dolina CH-2 842 15 Bratislava 4

ADRESA REDAKCIE

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

ISSN 1335–8391