SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

52. ročník, školský rok 2015/2016

Kategória B

Krajské kolo

RIEŠENIE A HODNOTENIE

TEORETICKÝCH A PRAKTICKÝCH ÚLOH

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH ZO VŠEOBECNEJ A ANORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 52. ročník – školský rok 2015/2016

Krajské kolo

Juraj Bujdák

Maximálne 40 bodov (b)

Riešenie úlohy 1 (11 b)

1 b **a.** $MnCO_3 \rightarrow MnO + CO_2$

2 b **b.** $MnO + CO_2 \rightarrow MnO_2 + CO$

1 b **c.** oxid manganatomanganitý ($Mn^{II}Mn^{III}{}_2O_4$ resp. $MnO.Mn_2O_3$)

2 b **d.** $4MnO + O_2 \rightarrow 2Mn_2O_3$

3 b **e.** $2MnO_4^- + 6H^+ + 5H_2O_2 \rightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O + 5O_2$

1 b **f.** Číslo "18" v symbole nuklidu kyslíka ^{18}O označuje nukleónové číslo, resp. sumárny počet protónov a neutrónov.

1 b **g.** Titráciou by bolo možné zistiť množstvo resp. koncentráciu roztoku peroxidu vodíka a to na základe objemu spotrebovaného roztoku potrebného na odfarbenie roztoku manganistanu známej koncentrácie a známeho objemu. (Meranie objemu vznikajúceho plynného kyslíka možno tiež považovať za správnu odpoveď).

Riešenie úlohy 2 (11 b)

3 b **a.** $IO_3^- + 3HSO_3^- \rightarrow I^- + 3SO_4^{2-} + 3H^+$

3 b **b.** $5I^- + IO_3^- + 6H^+ \rightarrow 3I_2 + 3H_2O$

2 b **c.** $2H_3O^+ + CO_3^{2-} \rightarrow 3H_2O + CO_2$

1 b **d.** Pri vyšších koncentráciách jodičnanu by do kryštalickej fázy okrem dusičnanu, ktorý je v nadbytku, prešiel aj jodičnan, ktorý má zostať v roztoku.

2 b **e.** V roztoku pri neutrálnom pH, východiskové látky (jodid, jodičnan) by existovali v podobe aniónov, ktoré sa elektrostaticky odpudzujú, čo čiastočne bráni reakcii. Pri veľmi nízkom pH dochádza k protonizácii aspoň časti aniónov na neutrálne molekuly, čím sa čiastočne eliminujú odpudivé elektrostatické sily. (*Poznámka:* Jodičnanový anión je relatívne silnejšia zásada, preto dôjde k protonizácii tohto iónu). Táto zmena je v prospech reakcie medzi reaktantami z hľadiska teórií chemickej kinetiky.

Riešenie úlohy 3 (18 b)

4 b 1. stupeň: $IO_3^- + 3HSO_3^- \rightarrow I^- + 3SO_4^{2-} + 3H^+$

2. stupeň: $5I^- + IO_3^- + 6H^+ \rightarrow 3I_2 + 3H_2O$

Aby bola stechiometria pre ďalej reagujúce jodidové anióny rovnaká ako pre 2. stupeň reakcie, musíme stechiometrické koeficienty prvého stupňa vynásobiť číslom 5:

$5IO_3^- + 15HSO_3^- \rightarrow 5I^- + 15SO_4^{2-} + 15H^+$

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

Sčítaním oboch rovníc a úpravou získame sumárnu rovnicu:

$6IO_3^- + 15HSO_3^- \rightarrow 3I_2 + 15SO_4^{2-} + 9H^+ + 3H_2O$

a jej následnou úpravou:

$2IO_3^- + 5HSO_3^- \rightarrow I_2 + 5SO_4^{2-} + 3H^+ + H_2O$

(*Rovnicu možno vytvoriť aj priamo, považujúc jód ako jediný a priamy produkt redukcie jodičnanu*).

7 b 1 kg 6 %-ného roztoku jodičnanu sodného obsahuje 60 g čistej látky.

$n(NaIO_3) = m(NaIO_3) / M(NaIO_3) = 60\ g / 197{,}9\ g\ mol^{-1} = 3{,}032\ 10^{-1}\ mol$

$n(NaHSO_3) = 5 \cdot n(NaIO_3) / 2 = 5 \cdot 3{,}032\ 10^{-1}\ mol / 2 = 7{,}58\ 10^{-1}\ mol$

$m(NaHSO_3) = n(NaHSO_3) \cdot M(NaHSO_3) = 7{,}58 \cdot 10^{-1}\ mol \cdot 120{,}1\ g\ mol^{-1}$

$m(NaHSO_3) = 91{,}03\ g$

$m(10\%\ roztoku,\ NaHSO_3) = 91{,}03\ g \cdot 10 = 910{,}3\ g$

$V(10\%\ roztoku,\ NaHSO_3) = 910{,}3\ g / 1{,}10\ g\ cm^{-3} = 827{,}6\ ml$

Na reakciu bude potrebných 827,6 ml 10 %-ného roztoku hydrogénsiričitanu sodného.

7 b $V(6\%\ roztoku,\ NaIO_3) = 1000\ g / 1{,}25\ g\ cm^{-3} = 800\ ml$

$V(roztoku) = V(6\%\ roztoku,\ NaIO_3) + V(10\%\ roztoku,\ NaHSO_3) = 1{,}628\ dm^3$

$n(H_3O^+) = 3 \cdot n(NaHSO_3) / 5 = 0{,}4548\ mol$

$c(H_3O^+) = n(H_3O^+) / V(roztoku) = 0{,}4548\ mol / 1{,}625\ dm^3 = 0{,}2799\ mol\ dm^{-3}$

$pH = -\log(c(H_3O^+)) = 0{,}553$

pH roztoku by po reakcii bolo veľmi nízke a dosahovalo hodnotu približne 0,5.

Súťažné číslo:

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 52. ročník – školský rok 2015/2016

Krajské kolo

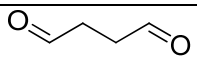
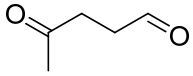
Martin Walko a Matej Žabka

Maximálne 20 bodov

Odpoveďový hárok

Úloha 1 (4,5 b)

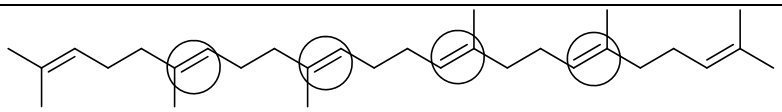
a) 1,5 b

butándiál	
acetón	
4-oxopentanál	

b) 1 b vzorec

c) 1,5 b názov (0,5 b správne lokanty, 0,5 b správne substituenty, 0,5 b správny názov základného reťazca)

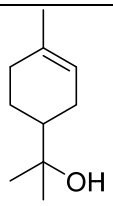
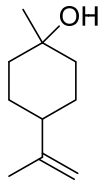
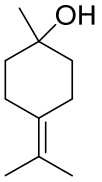
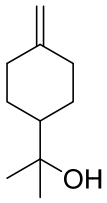
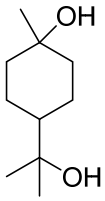
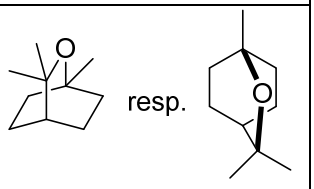
d) 0,5 b zakrúžkované väzby

Vzorec skvalénu	
Systémový názov	2,6,10,15,19,23-hexametyltetrakoza-2,6,10,14,18,22-hexaén

Úloha 2 (6 b)

6 x 1 b za každú správnu štruktúru

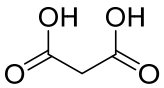
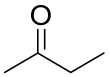
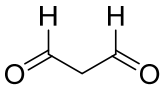
Súťažné číslo:

 **A**	 **B**	 **C**
 **D**	 **E**	 **F**

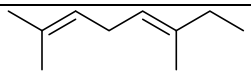
Úloha 3 (5,5 b)

a) 4 x 0,5 b za každú vyplnenú bunku tabuľky

b) 4 x 0,5 b

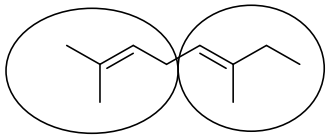
Produkt	Elementálna analýza	Molekulový vzorec	Štruktúra
H	C 34,63 % H 3,87 %	$C_3H_4O_4$	
I	C 62,04 % H 10,41 %	C_3H_6O	
J	C 66,63 % H 11,18 %	C_4H_8O	
K	C 50,00 % H 5,60 %	$C_3H_4O_2$	

c) 0,5 b

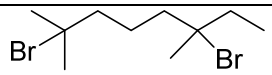


G

d) 0,5 b



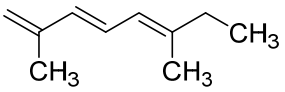
e) 0,5 b



Úloha 4 (4 b)

2 b a) formaldehyd; 2-oxopropanál; etándiál; bután-2-ón resp. butanón (0,5 b za každý názov)

0,5 b b) 3 dvojité väzby

1 b c) 

0,5 b 2,6-dimetylokta-1,3,5-trién

RIEŠENIE A HODNOTENIE PRAKTICKÝCH ÚLOH Z ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 52. ročník – školský rok 2015/16

Krajské kolo

Pavel Májek

Maximálne 40 bodov

Stanovenie obsahu NaCl v kyslom náleve

Experimentálna úloha A (28 b)

Aa:

koncentrácia štandardného roztoku $AgNO_3$: $c_š = 1{,}9352 \cdot 10^{-2}$ mol dm^{-3}

celkový objem vzorky – $V_{total} = 250$ cm^3

na stanovenie obsahu NaCl sa pipetovalo – $V_{vzorky} = 25$ cm^3 vzorky

zrieďovací faktor – zf = 250 cm^3 / 25 cm^3 = 10

priemerná spotreba štandardného roztoku $AgNO_3$ – $V_š = 18{,}85$ cm^3

$$AgNO_3 + NaCl \rightleftarrows NaNO_3 + AgCl \qquad \frac{n(Ag^+)}{n(Cl^-)} = \frac{c_{AgNO_3} \cdot V_{AgNO_3}}{c_{NaCl} \cdot V_{NaCl}} = \frac{1}{1}$$

$$m(NaCl) = c_{AgNO_3} \cdot V_{AgNO_3} \cdot zf \cdot M(NaCl)$$

m(NaCl) = $1{,}9352 \cdot 10^{-2}$ mol dm^{-3} · $18{,}85 \cdot 10^{-3}$ dm^3 · 10 · 58,4428 g mol^{-1} = 0,2132 g NaCl

c_M(NaCl) = 0,2132 g / 0,25 dm^3 = $8{,}5276 \cdot 10^{-1}$ g dm^{-3} = $8{,}5276 \cdot 10^{-4}$ g cm^{-3}

vzorka kyslého nálevu – riedenie: 25-krát

pôvodná vzorka: c_M(NaCl) = 25 · $8{,}5276 \cdot 10^{-1}$ g dm^{-3} = 21,3191 g dm^{-3}

Ab:

objem vzorky – $V_{vzorky} = 25$ cm^3

hmotnosť vzorky – $m_{vzorky} = 24{,}89710$ g

ρ_{vzorky} = 24,9710 g / 25 cm^3 = 0,99884 g cm^{-3}

hmotnostný zlomok w(NaCl): = $8{,}5276 \cdot 10^{-4}$ g cm^{-3} / (0,99884 g cm^{-3}) = $8{,}5375 \cdot 10^{-4}$

pôvodná vzorka: w(NaCl): = 25 · $8{,}5801 \cdot 10^{-4}$ = 0,0213

pôvodná vzorka kyslého nálevu obsahuje 2,13 % NaCl

Bodovanie:

- **1 b**: každá vykonaná titrácia
- **6 b**: výpočet c_M(NaCl) vo vzorke kyslého nálevu
- **15 b**: presnosť stanovenia koncentrácie: <0; 1> %: 15 bodov, (n; n+1> % (15 - n) bodov, n = 1, ... 14
- **2 b**: stanovenie a výpočet ρ_{vzorky}
- **2 b**: výpočet w(NaCl), hmotnostných % vo vzorke kyslého nálevu

Riešenie úlohy 1 (1 b)

$AgNO_3 + NaCl \rightleftarrows NaNO_3 + AgCl$ indikátor: fluoresceín

Riešenie úlohy 2 (2 b)

Opakovaným stanovením možno odstrániť chyby stanovenia, ktoré sú spôsobené experimentátorom ako sú: odčítanie hodnoty, nedodržanie pracovného postupu a iné hrubé chyby.

Riešenie úlohy 3 (2 b)

Aritmetický priemer (ako odhad strednej hodnoty) oveľa lepšie vystihuje správnu hodnotu ako jednotlivé merania.

Riešenie úlohy 4 (2 b)

Indikácia koncového bodu titrácie v metóde podľa Fajansa:

titrant + analyt: $Ag^+ + Cl^- \rightleftarrows AgCl(s)$

Pred bodom ekvivalencie sa v titrovanom roztoku nachádza prebytok chloridov, *micela* je nabitá záporne: $AgCl + Cl^- \rightleftarrows AgCl \cdot Cl^-$

Za bodom ekvivalencie sa na zrazeninu AgCl adsorbujú ióny Ag^+, micela sa nabije kladne:

$$AgCl + Ag^+ \rightleftarrows AgCl \cdot Ag^+$$

a anióny fluoresceínu Ind^- nahradia anióny NO_3^- – a žltozelené sfarbenie roztoku sa zmení na ružovo-fialové:

$$AgCl \cdot Ag^+ \,\vdots\, NO_3^- + \mathbf{Ind^-} \rightleftarrows AgCl \cdot Ag^+ \,\vdots\, \mathbf{Ind^-} + NO_3^-$$

Riešenie úlohy 5 (1 b)

Fluoresceín je slabá kyselina a pH roztoku vplýva na jeho protolytickú rovnováhu:

$$HInd \rightleftarrows H^+ + Ind^-$$

Riešenie úlohy 6 (2 b)

Pri titrácii podľa Mohra sa koncový bod titrácie dosiahne s väčším množstvom nadbytku odmerného roztoku $AgNO_3$ ako v prípade metódy podľa Fajansa, preto je potrebné vykonať slepý pokus, ktorého hodnota sa od celkovej spotreby odčíta.

Stanovenie chloridov podľa Mohra má teda väčší počet ako laboratórnych, tak aj matematických operácií, čo má za následok menšiu presnosť stanovenia v porovnaní so stanovením chloridov podľa Fajansa.

Riešenie úlohy 7 (2 b)

Ako vhodné referenčné metódy na odhadnutie veľkosti systematickej chyby pri argentometrickom stanovení chloridov v roztoku možno použiť konduktometrickú, potenciometickú alebo coulometrickú titráciu.

Autori: RNDr. Juraj Bujdák, PhD., Ing. Pavel Májek, PhD., (vedúci autorského kolektívu), RNDr. Martin Walko, PhD., Mgr. Matej Žabka

Recenzenti: Ing. Lukáš Pogány, doc. RNDr. Martin Putala, PhD., doc. Ing. Jana Sádecká, PhD.

Vydal: IUVENTA, Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2015