SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

# CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

**51. ročník, školský rok 2014/2015**

**Kategória B**

## Domáce kolo

RIEŠENIE A HODNOTENIE

TEORETICKÝCH A PRAKTICKÝCH ÚLOH

# RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH ZO VŠEOBECNEJ A ANORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 51. ročník – školský rok 2014/2015

**Domáce kolo**

**Juraj Bujdák**

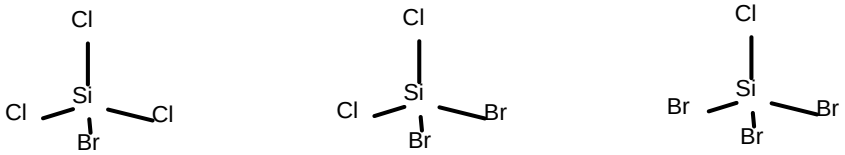
Maximálne 40 bodov (b)

## Riešenie úlohy 1 (13 b)

2 b ***a.*** Olovičité zlúčeniny nie sú stabilné a ľahko sa redukujú na zlúčeniny olovnaté. Napríklad, $Pb^{IV}$ má schopnosť oxidovať aj jodidové anióny a z toho dôvodu jodid olovičitý nie je možné pripraviť.

3 b ***b.*** Molekulové halogenidy sú prchavé látky, keďže medzi molekulami pôsobia len slabé van der Waalsove väzby. Preto možno na základe nízkych teplôt sublimácie predpokladať, že $CF_4$, $SiF_4$, $GeF_4$ sú molekulové halogenidy. $SnF_4$ s vysokou teplotou sublimácie má nekonečnú, polymérnu štruktúru.

3 b ***c.*** Sú možné tri zlúčeniny s požadovaným zložením: $SiBrCl_3$, $SiBr_2Cl_2$, $SiClBr_3$.




2 b ***d.*** Molekulové hmotnosti rastú v poradi: $SiBrCl_3$, $SiBr_2Cl_2$, $SiClBr_3$. (Hmotnosť atómu brómu je vyššia ako chlóru.)

3 b ***e.*** Nepolárna je len molekula $SiBr_4$. Dipólové momenty štyroch väzieb orientovaných do vrcholov tetraédra sa navzájom kompenzujú. Ostatné molekuly $SiBrCl_3$, $SiBr_2Cl_2$, $SiClBr_3$ majú vzhľadom na prítomnosť neekvivalentných väzieb nenulové výsledné dipólové momenty.

**Riešenie úlohy 2 (12 b)**

Hmotnostné percento kremíka v zlúčenine $Si_2OCl_6$ možno vypočítať:

$w(Si) = 2 . A_r(Si) / ( 2 . A_r(Si) + A_r(O) +6 . A_r(Cl))$

$w_{\%}(Si) = 2 . 28,09 / ( 2 . 28,09 + 16,00 +6 . 35,45) . 100 \% = 19,72 \%$

Hmotnostné percento kremíka v zlúčenine $SiOCl_2$ možno vypočítať:

$w(Si) = A_r(Si) / (A_r(Si) + A_r(O) + 2 . A_r(Cl))$

$w_{\%}(Si) = 28,09 / (28,09 + 16,00 + 2 . 35,45) . 100 \% = 24,43 \%$

$SiOCl_2$ obsahuje vyšší obsah kremíka ako $Si_2OCl_6$. Podobným spôsobom je možné vypočítať aj percentuálne obsahy chlóru a kyslíka v oboch zlúčeninách.

**Riešenie úlohy 3 (15 b)**

3 b ***a.*** $K_2[HgCl_4]$, koordinačný ión: $[HgCl_4]^{2-}$

2 b ***b.*** Centrálny atóm je $Hg^{2+}$ a koordinačné číslo je 4.

3 b ***c.*** $K^+(aq)$, $Mg^{2+}(aq)$, $Cl^-(aq)$

3 b ***d.*** Látka B tvorí stabilné $[HgCl_4]^{2-}$ ióny, ktoré sú odolné voči zámene ligandu $Cl^-$ za molekulu vody.

2 b ***e.*** Tetraéder alebo štvorec sú najbežnejšie tvary molekúl s koordinačným číslom 4.

2 b ***f.*** Tetraéder.

## RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z ORGANICKEJ CHÉMIE

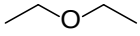
Chemická olympiáda – kategória B – 51. ročník – školský rok 2014/2015

**Domáce kolo**

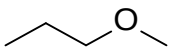
**Martin Walko**

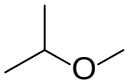
| Maximálne 20 bodov |
|---|

**Riešenie úlohy 1 (7 b)**

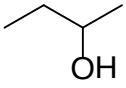
0,5 b ***a)*** 

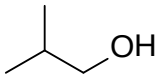

***b)*** 0,5 b za každý správny vzorec, 0,5 b za každý správny názov

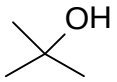
1-metoxypropán 


2-metoxypropán 


bután-1-ol


bután-2-ol 


2-metylpropán-1-ol 


2-metylpropán-2-ol 


0,5 b ***c)*** bután-2-ol

**Riešenie úlohy 2 (4 b)**

0,4 b za správne označenie typu reakcie

**A**) eliminácia **B**) substitúcia **C**) adícia **D**) substitúcia

**E**) eliminácia **F**) substitúcia **G**) adícia **H**) eliminácia

**I**) prešmyk **J**) adícia

**Riešenie úlohy 3 (5 b)**

0,5 b ***a)*** **A** propén

0,5 b **B** propán-2-ol


1 b ***b)*** **A** – 20%, **B** – 80%

***c)***

0,5 b m(2-brómpropán) = V(2-brómpropán).ρ(2-brómpropán)

m(2-brómpropán) = 10.1,31=13,1 g

0,5 b n(2-brómpropán) = m(2-brómpropán)/M(2-brómpropán)

n(2-brómpropán) = 13,1/123=0,1065 mol

0,5 b n(**A**) = n(2-brómpropán).0,2 = 0,1065.0,2 = 0,0213 mol

0,5 b m(**A**) = n(**A**).M(**A**) = 0,0213.42 = 0,8946 g

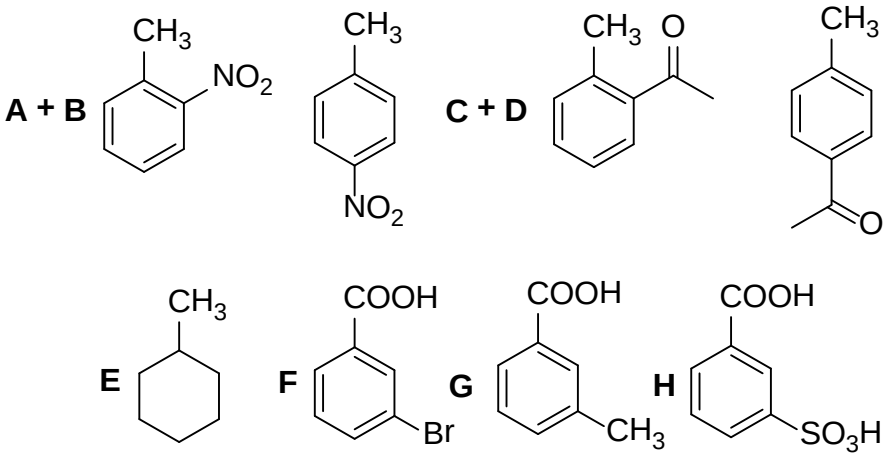
0,5 b n(**B**) = n(2-brómpropán).0,2 = 0,1065.0,8 = 0,0852 mol

0,5 b m(**B**) = n(**B**).M(**B**) = 0,0852.60 = 5,1122 g

Uznať aj akékoľvek iné správne riešenie. V prípade správneho postupu ale numerickej chyby neudeliť po 0,5 b za výsledok.

**Riešenie úlohy 4 (4 b)**

0,5 b za správny produkt



# RIEŠENIE A HODNOTENIE PRAKTICKÝCH ÚLOH Z ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 51. ročník – školský rok 2014/15

**Domáce kolo**

**Pavel Májek**

Maximálne 40 bodov

## Experimentálna úloha A (12 b)

*a) príprava štandardného roztoku:*

hmotnosť štandardu $(COOH)_2 \cdot 2H_2O$: $m_š$ = 0,6350 g sa rozpustilo a doplnilo na 100 $cm^3$,

koncentrácia štandardu:

$$c(H_2C_2O_4) = \frac{m(H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O)}{M(H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O) \cdot V_{roztoku}}$$

$c(H_2C_2O_4)$ = 0,6350 g/(126,0654 g $mol^{-1}$·0,1 $dm^3$) = 0,0504 mol $dm^{-3}$

*b) štandardizácia roztoku $KMnO_4$:*

zásobný roztok $KMnO_4$: $c$ = 0,2 mol $dm^{-3}$

odmerný roztok: 250 $cm^{-3}$ $KMnO_4$ s $c$ = 0,01 mol $dm^{-3}$

riedenie: $V_{zásobný}$ = 0,01 mol $dm^{-3}$·0,25 $dm^{-3}$/0,2 mol $dm^{-3}$ = 12,5 $cm^{-3}$

na štandardizáciu sa pipetovalo 10 $cm^{-3}$ štandardného roztoku $H_2C_2O_4$

$$5C_2O_4^{2-} + 2MnO_4^- + 16H^+ \rightleftarrows 2Mn^{2+} + 10CO_2 + 8H_2O$$

$$\frac{n(MnO_4^-)}{n(C_2O_4^{2-})} = \frac{c_{MnO_4^-} \cdot V_{MnO_4^-}}{c_{C_2O_4^{2-}} \cdot V_{C_2O_4^{2-}}} = \frac{2}{5}$$

priemerná spotreba štandardného roztoku $H_2C_2O_4$: 18,15 $cm^3$

$c(KMnO_4)$ = 2 (0,0504 mol $dm^{-3}$·0,01 $dm^3$)/(5·0,0185 $dm^3$) = 1,1101·$10^{-2}$ mol $dm^{-3}$

| | | |
|---|---|---|
| bodovanie: | váženie štandardu a operácie so štandardom | 2 b |
| | výpočet koncentrácie štandardu | 2 b |
| | tri titrácie | 3 b |
| | príprava zásobného roztoku $KMnO_4$ | 2 b |
| | relatívna chyba stanovenia koncentrácie v %: | 3 b |

<0; 25>: 3 body, (25; 50>: 2 body, (50; 75>: 1 bod, > 75: 0 bodov

**Riešenie úlohy 1 (2 b)**

*Oxidácia* je chemický dej, pri ktorom atóm alebo ión odovzdáva svoje valenčné elektróny, pričom sa zväčšuje jeho oxidačné číslo. Atóm, ktorý sa oxiduje je *redukovadlo*.

*Redukcia* je chemický dej, pri ktorom atóm alebo ión získa jeden alebo viac elektrónov, pričom sa zmenšuje jeho oxidačné číslo. Atóm, ktorý sa redukuje je *oxidovadlom*.

Oxidácia a redukcia predstavujú čiastkové reakcie redoxnej reakcie, nazývame ich *polreakcie*.

**Riešenie úlohy 2 (2 b)**

Ako základné látky sa pri štandardizácii $KMnO_4$ používajú kyselina šťavelová $(COOH)_2 \cdot 2H_2O$, síran železnatoamónny (Mohrova soľ) $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ a oxid arzenitý $As_2O_3$.

**Riešenie úlohy 3 (3 b)**

$$5C_2O_4^{2-} + 2MnO_4^- + 16H^+ \rightleftarrows 2Mn^{2+} + 10CO_2 + 8H_2O$$

$$Mn^{7+} + 5\,e^- \longrightarrow Mn^{2+} \;/ \times 2$$

$$2\,C^{3+} - 2\,e^- \longrightarrow 2\,C^{4+} \;/ \times 5$$

**Riešenie úlohy 4 (3 b)**

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightleftarrows Mn^{2+} + 4H_2O$$

$$E = E^\circ_{MnO_4^-,H^+,Mn^{2+}} + \frac{RT}{5F} \ln \frac{[MnO_4^-][H^+]^8}{[Mn^{2+}]}$$

**Riešenie úlohy 5 (3 b)**

$$MnO_4^- + 2H_2O + 3e^- \rightleftarrows MnO_2 + 4OH^-$$

$$E = E^\circ_{MnO_4^-,OH^-} + \frac{RT}{3F} \ln \frac{[MnO_4^-]}{[OH^-]^4}$$

**Riešenie úlohy 6 (2 b)**

Štandardizácia roztoku $KMnO_4$ s $H_2C_2O_4$ patrí medzi autokatalytické reakcie. Vznikajúce ióny $Mn^{2+}$ pôsobia ako autokatalyzátor. Po prvých prídavkoch odmerného roztoku reakcia prebieha pomaly a ako medziprodukt vznikajú hnedé oxidy $Mn^{3+}$ a $Mn^{4+}$. Spočiatku reakcia prebieha pomaly, neskôr katalytickým účinkom manganatých iónov sa jej rýchlosť zväčšuje.

**Riešenie úlohy 7 (3 b)**

Rýchlosť chemickej reakcie s teplotou rastie, pretože sa zvýši stredná rýchlosť Brownovskej častice v roztoku, čím sa zväčší pravdepodobnosť priebehu reakcie.

Van´t Hoffovo empirické pravidlo: pri zvýšení teploty o 10 °C vzrastie rýchlosť reakcie približne 1,5 – 3 krát.

**Riešenie úlohy 8 (3 b)**

V kyslom prostredí sa varom $H_2C_2O_4$ rozkladá podľa rovnice:

$$H_2C_2O_4 \rightarrow CO_2 + CO + H_2O$$

**Riešenie úlohy 9 (3 b)**

Manganometria patrí medzi bez indikátorové metódy, kde prvá nadbytočná kvapka odmerného roztoku $KMnO_4$ po dosiahnutí bodu ekvivalencie sfarbí titrovaný roztok do bledoružova. V prípade stanovenia nízkych koncentrácií analytu by bol výsledok zaťažený veľkou chybou. Slepým pokusom sa stanoví objem odmerného roztoku $KMnO_4$ potrebného na dosiahnutie rovnakého bledoružového sfarbenia – tento objem sa potom odčíta od celkového objemu stanoveného titráciou.

**Riešenie úlohy 10 (2 b)**

*Zdroje chýb pri experimentálnej práci*: váženie štandardu, nesprávny postup pri uvedení štandardu do roztoku, výpočet koncentrácie štandardu, nedodržanie správneho postupu pri štandardizácii odmerného roztoku (začiatok titrácie, teplota, úplná reakcia, pretitrovanie), výpočet koncentrácie odmerného roztoku a pod.

**Riešenie úlohy 11 (2 b)**

*Hydráty síranu železnatého:*

- $FeSO_4 \cdot H_2O$ – szomolnokit
- $FeSO_4 \cdot 4H_2O$ – rozenit
- $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ – melanterit, zelená skalica
- $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ – mohrit, Mohrova soľ
- $FeAl_2(SO_4)_4 \cdot 22H_2O$ – halotrichit

*Hydráty síranu železitého:*

- $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 3H_2O$
- $(H_5O_2)Fe(SO_4)_2 \cdot 2H_2O$ – romboklas
- $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 6H_2O$ – lausenit
- $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 7H_2O$– kornelit
- $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$ – coquimbit
- $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 10H_2O$ - quenstedtit
- $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 12H_2O$
- $R^{I}Fe^{III}(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ (R = K, Rb, Cs, Tl, $NH_4$) – železité kamence

Pozn.: plný počet bodov za dva správne hydráty $FeSO_4 \cdot nH_2O$ a $Fe_2(SO_4)_3 \cdot nH_2O$.

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

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

Vydal: IUVENTA, Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2014