

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

59. ročník, školský rok 2022/2023

Kategória D

Domáce kolo

**RIEŠENIE A HODNOTENIE TEORETICKÝCH
A PRAKTICKÝCH ÚLOH**

RIEŠENIE A HODNOTENIE TEORETICKÝCH ÚLOH

Chemická olympiáda – kategória D – 59. ročník – šk. rok 2022/23

Domáce kolo

Lenka Kramarová, Jela Nociarová

Maximálne 60 bodov

Doba riešenia: časovo neobmedzená

Riešenie úlohy 1 Zlúčeniny železa (7 b)

- | | | |
|--|-------------------------------|----|
| 1. Hematit (Fe_2O_3) | IV. oxid železitý | b) |
| 2. Magnetit (Fe_3O_4) | III. oxid železnato-železitý | a) |
| 3. Limonit ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$) | II. hydratovaný oxid železitý | d) |
| 4. Siderit (FeCO_3) | I. uhličitan železnatý | c) |

Hodnotenie:

1 b za každý správny názov, spolu max. **3 b**

1 b za každú správne priradenú trojicu (1-IV-b, 2-III-a, 3-II-d, 4-I-c), max. **4 b**.

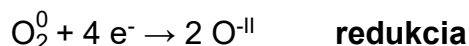
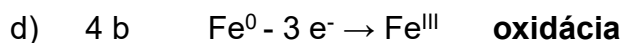
Riešenie úlohy 2 Výroba železa (7 b)

- a) 1 b Látka A oxid železnatý
1 b Látka B oxid uhličitý
1 b Látka C železo
1 b Látka D oxid uhoľnatý

- b) 1 b $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \rightarrow 2 \text{FeO} + \text{CO}_2$
1 b $\text{FeO} + \text{CO} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$
1 b $\text{FeO} + \text{C} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}$

Riešenie úlohy 3 Korózia (13 b)

- a) 2 b $4 \text{Fe} + \text{O}_2 + 2x \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$
b) 2 b $4 \text{Fe}^0 + \text{O}_2^0 + 2x \text{H}^{\text{I}}_2\text{O}^{-\text{II}} \rightarrow 2 \text{Fe}_2^{\text{III}}\text{O}_3^{-\text{II}} \cdot x\text{H}^{\text{I}}_2\text{O}^{-\text{II}}$
c) 1 b redoxná, chemické zlučovanie



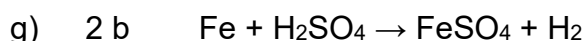
Hodnotenie: 2x 1,5 b za správne čiastkové reakcie

2x 0,5 b za správne označenie oxidácie/redukcie

e) 1 b oxidovadlo – kyslík (O_2)

redukovadlo – železo (Fe)

f) 1 b pasivácia, galvanické pokovovanie, ochranné nátery...



Riešenie úlohy 4 Časticový pohľad na roztoky (5 b)

a) 1 b Vo všetkých roztokoch je rovnaký hmotnostný zlomok rozpustenej látky, $w = 0,01$.

(Hodnotu hmotnostného zlomku nie je potrebné uviesť.)

b) 1 b $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

c) 1 b Roztok A

Zdôvodnenie (nie je potrebné uviesť): Keďže objem roztokov je približne rovnaký, koncentrácia roztokov bude závisieť od látkového množstva. Keďže hmotnosť rozpustených látok je rovnaká, najväčšie látkové množstvo má látka s najnižšou molárnou hmotnosťou, teda FeCl_2 .

d) 0,5 b zvýši sa

e) 0,5 b zníži sa

f) 0,5 b nezmení sa

g) 0,5 b zvýši sa

Riešenie úlohy 5 Chemik Samo – a jeho budúcnosť v NASA (18 b)



b) 2 b redoxná

chemický rozklad

endotermická reakcia

c) 2 b 200 mol železa

150 mol kyslíka

- d) Najprv vypočítame látkové množstvo kyseliny chlorovodíkovej, ktoré sa nachádza v 50,0 ml roztoku HCl s $c = 0,50 \text{ mol/dm}^3$:

$$c(\text{HCl}) = n(\text{HCl}) / V$$

$$n(\text{HCl}) = c(\text{HCl}) \cdot V$$

$$n(\text{HCl}) = 0,50 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,050 \text{ dm}^3$$

1,5 b $n(\text{HCl}) = 0,025 \text{ mol}$

Potom vypočítame hmotnosť HCl:

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

$$m(\text{HCl}) = n(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl})$$

$$m(\text{HCl}) = 0,025 \text{ mol} \cdot 36,5 \text{ g/mol}$$

1,5 b $m(\text{HCl}) = 0,913 \text{ g}$

Pozor, ide o čistý, stopercentný chlorovodík. V laboratóriu máme ale k dispozícii len jeho roztok – kyselinu chlorovodíkovú s $w(\text{HCl}) = 0,36$.

Budeme jej preto potrebovať viac:

$$w(\text{HCl}) = m(\text{HCl}) / m(\text{HCl}, 36 \%)$$

$$m(\text{HCl}, 36 \%) = m(\text{HCl}) / w(\text{HCl})$$

$$m(\text{HCl}, 36 \%) = 0,913 \text{ g} / 0,36$$

1,5 b $m(\text{HCl}, 36 \%) = 2,54 \text{ g}$

Nakoniec vypočítame objem roztoku HCl pomocou hustoty:

$$\rho(\text{HCl}, 36 \%) = m(\text{HCl}, 36 \%) / V(\text{HCl}, 36 \%)$$

$$V(\text{HCl}, 36 \%) = m(\text{HCl}, 36 \%) / \rho(\text{HCl}, 36 \%)$$

$$V(\text{HCl}, 36 \%) = 2,54 \text{ g} / 1,18 \text{ g/cm}^3$$

1,5 b $V(\text{HCl}, 36 \%) = 2,15 \text{ cm}^3$

- e) Látkové množstvo Fe^{3+} iónov:

$$c(\text{Fe}^{3+}) = n(\text{Fe}^{3+}) / V$$

$$n(\text{Fe}^{3+}) = c(\text{Fe}^{3+}) \cdot V$$

$$n(\text{Fe}^{3+}) = 0,034 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,100 \text{ dm}^3$$

1,5 b $n(\text{Fe}^{3+}) = 0,0034 \text{ mol}$

Hmotnosť Fe^{3+} iónov:

$$n(\text{Fe}^{3+}) = m(\text{Fe}^{3+}) / M(\text{Fe}^{3+})$$

$$m(\text{Fe}^{3+}) = n(\text{Fe}^{3+}) \cdot M(\text{Fe}^{3+})$$

$$m(\text{Fe}^{3+}) = 0,0034 \text{ mol} \cdot 55,845 \text{ g/mol}$$

1,5 b $m(\text{Fe}^{3+}) = 0,19 \text{ g}$

f) Hmotnostný zlomok železa vo vzorke horniny:

$$m(\text{Fe}^{3+}) = 0,19 \text{ g}$$

$$m(\text{vzorka}) = 1,500 \text{ g}$$

$$w(\text{Fe}^{3+}) = m(\text{Fe}^{3+}) / m(\text{vzorka})$$

$$w(\text{Fe}^{3+}) = 0,19 \text{ g} / 1,500 \text{ g}$$

1,5 b $w(\text{Fe}^{3+}) = 0,127 \div 13 \%$

g) Marťanská hornina obsahuje približne 12,7 % železa,
t.j. 100 g horniny obsahuje 12,7 g železa.

Keďže hematit obsahuje 70 % železa, 12,7 g železa sa nachádza
v 18,1 g hematitu.

100 g horniny teda obsahuje 18,1 g hematitu.

1,5 b Marťanská hornina teda obsahuje cca 18 % hematitu.

*Poznámka: vo všetkých výpočtových úlohách treba uznať akékoľvek
iné správne riešenie, prípadne zaokrúhlené výsledky, za plný počet
bodov.*

Riešenie úlohy 6 Skúmame anorganické látky (10 b)

Názov látky	Oddeľovacia metóda	Chemická rovnica prípravy látky
chlorid sodný	filtrácia, následne odparovanie alebo kryštalizácia filtrátu (po oddelení $\text{Fe}(\text{OH})_3$)	$\text{FeCl}_3 + 3 \text{NaOH} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3 \text{NaCl}$
hydroxid meďnatý	Filtrácia	$2 \text{NaOH} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$

síran sodný	filtrácia, následne odparovanie alebo kryštalizácia filtrátu (po oddelení Cu(OH) ₂)	$2 \text{NaOH} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$
hydroxid železnatý	filtrácia	$2 \text{NaOH} + \text{Fe(NO}_3)_2 \rightarrow \text{Fe(OH)}_2 + 2 \text{NaNO}_3$
dusičnan sodný	filtrácia, následne odparovanie alebo kryštalizácia filtrátu (po oddelení Fe(OH) ₂)	$2 \text{NaOH} + \text{Fe(NO}_3)_2 \rightarrow \text{Fe(OH)}_2 + 2 \text{NaNO}_3$
hydroxid železitý	filtrácia	$\text{FeCl}_3 + 3 \text{NaOH} \rightarrow \text{Fe(OH)}_3 + 3 \text{NaCl}$
chlorid železnatý	kryštalizácia alebo odparovanie	$\text{Fe} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$
vodík	nie je potrebná žiadna oddeľovacia metóda, vylúči sa ako plynná látka	$\text{Fe} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$
meď	filtrácia	$\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu} + \text{FeSO}_4$
síran železnatý	kryštalizácia alebo odparovanie	$\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu} + \text{FeSO}_4$
		... a podobne.

Hodnotenie:

0,5 b za každý správny názov chemickej látky, ktorú je možné pripraviť z uvedených látok, spolu max. 2,5 b

0,5 b za uvedenie vhodnej oddeľovacej metódy, spolu max. 2,5 b

1 b za každú správnu rovnicu chemickej reakcie, spolu max. 5 b

RIEŠENIE A HODNOTENIE PRAKTICKÝCH ÚLOH

Chemická olympiáda – kategória D – 59. ročník – školský rok 2022/2023

Domáce kolo

Jana Chrappová

Úloha 1: Príprava heptahydrátu síranu železnatého

- 1 b Príprava roztoku modrej skalice.
- 2 b Redoxná reakcia v kadičke za horúca.
- 1 b Úprava filtračného papiera a správny postup pri filtrácii cez hladký filter.
- 2 b Zahusťovanie filtrátu ku kryštalizácii nad vodným kúpeľom.
- 1 b Úprava filtračného papiera a správny postup pri filtrácii cez hladký filter.
- 1 b Kryštalizácia zelenej skalice zmenou vlastností rozpúšťadla.
- 1 b Úprava filtračného papiera a správny postup pri filtrácii cez skladaný filter.
- 1 b Vysušenie produktu.

Výsledky a pozorovanie v Úlohe 1 (1 b):

0,5 b Za hmotnosť produktu.

0,5 b Heptahydrát síranu železnatého – zelenkavá kryštalická látka.

Otázky v Úlohe 1 (5 b):

- 1. Zelená skalica. 0,5 b

- 2. $Fe + CuSO_4 \rightarrow FeSO_4 + Cu$
Za správne produkty 1 b, za koeficienty 0,5 b. 1,5 b

- 3. b) $AgNO_3$ d) HCl
za každý správny výber udeliť po 0,5 b 1 b
Zdôvodnenie: Fe je menej ušľachtilé ako Ag, preto bude reagovať s $AgNO_3$. 0,5 b
Zdôvodnenie: Fe je neušľachtilý kov, reaguje s kyselinami za vzniku vodíka. 0,5 b

- 4. Látka A $FeSO_4 \cdot 4 H_2O$ tetrahydrát síranu železnatého
Látka B $FeSO_4 \cdot H_2O$ monohydrát síranu železnatého
Za vzorce a správne názvy udeliť po 0,5 b. 1 b

Úloha 2: Tepelná stabilita heptahydrátu síranu železnatého

3 b Za realizáciu dehydratácie zelenej skalice nad vodným kúpeľom.

Výsledky a pozorovanie v Úlohe 2 (1,5 b):

1 b Za zistenie všetkých hmotností v úlohe.

0,5 b Po zahriatí sa zelenkavá kryštalická látka zmení na sivý prášok.

Otázka v Úlohe 2 (6 b):

a) zelená skalica zs

$$w(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O}) / m(\text{zs})$$

$$w(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) / n(\text{zs}) \cdot M(\text{zs})$$

$$\text{za predpokladu, že } n(\text{zs}) = 1 \text{ mol} \Rightarrow n(\text{H}_2\text{O}) = 7 \text{ mol}$$

$$w(\text{H}_2\text{O}) = 7 \cdot 18,02 \text{ g/mol} / 1 \cdot 278,2 \text{ g/mol}$$

$$w(\text{H}_2\text{O}) = \underline{0,4534 = 45,34 \%}$$

2 b

b) nasledujúce experimentálne údaje sú len ilustračné, každý bude robiť výpočty so svojimi hodnotami

$$m_1 = 0,52 \text{ g} \quad m_2 = 0,32 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m_1 - m_2$$

1 b

$$\text{potom: } w(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O}) / m_2$$

$$w(\text{H}_2\text{O}) = (0,52 \text{ g} - 0,32 \text{ g}) / 0,52 \text{ g}$$

$$w(\text{H}_2\text{O}) = \underline{0,38 = 38 \%}$$

2 b

c) Experimentálne zistený hmotnostný úbytok bol 38 %, čo je menej ako hmotnostný úbytok zodpovedajúci uvoľneniu 7 molekúl H_2O , čiže vzorka ešte obsahuje kryštalovú vodu.

1 b

Úloha 3: Chemické vlastnosti heptahydrátu síranu železnatého

2 b Za realizáciu prípravy železitej soli.

3 b Za realizáciu skúmovkových pokusov.

Výsledky a pozorovanie v Úlohe 3 (2,5 b):

0,5 b takmer bezfarebný roztok železitej soli sa zmenil na žltlooranžový

Skúmavka	Pozorovanie
A roztok I (Fe ^{II} soľ) + okyslený roztok	<i>fialový roztok sa odfarbil</i>
B roztok II (Fe ^{III} soľ) + okyslený roztok	<i>fialový roztok sa zmenil na oranžovofialový</i>
C roztok I (Fe ^{II} soľ) + NaOH	<i>vznikne zelená zrazenina</i>
D roztok II (Fe ^{III} soľ) + NaOH	<i>vznikne hnedá zrazenina</i>

za vyplnenie pozorovania vo všetkých skúmavkách udeliť po 0,5 b, spolu **2 b**

Otázky v Úlohe 3 (6 b):

1. a) $2 \text{Fe}^{\text{II}}\text{S}^{\text{VI}}\text{O}^{\text{II}}_4 + \text{H}_2\text{O}^{\text{I}}_2 + \text{H}_2\text{S}^{\text{VI}}\text{O}^{\text{II}}_4 \rightarrow \text{Fe}^{\text{III}}_2(\text{S}^{\text{VI}}\text{O}^{\text{II}}_4)_3 + 2 \text{H}_2\text{O}^{\text{I}}$
za správne oxidačné čísla udeliť **0,5 b**

b) *oxiduje sa Fe v FeSO₄* **0,5 b**

c) *redukuje sa O v H₂O₂* **0,5 b**

2. $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
Za správne produkty 1 b, za koeficienty 0,5 b. **1,5 b**

3. *V skúmavke A prebehla redoxná reakcia.* **1 b**

V skúmavke B reakcia neprebehla, roztok je oranžovofialový, pretože sme ku okyslenému fialovému roztoku KMnO₄ pridali oranžový roztok železitej soli. **1 b**

(Doplňok k reakcii v skúmavke A: atóm Mn^{VII} v KMnO₄ sa zredukoval na Mn^{II}, pričom vznikla bezfarebná mangánatá soľ. Súčasne sa atóm Fe^{II} v železinatej soli zoxidoval okysleným roztokom KMnO₄. Množstvo Fe^{III} soli, ktoré vznikne oxidáciou však nespôsobuje výraznejšie zafarbenie roztoku, roztok ostane bezfarebný. Reakciu, ani rozsiahlejšie vysvetlenie nie je potrebné písať do odpovede:



4. *V skúmavkách C a D.* **1 b**

Autori: RNDr. Jana Chrappová, PhD. (vedúca autorského kolektívu),

Mgr. Jela Nociarová, PhD., Mgr. Lenka Kramarová, PhD.

Recenzenti: RNDr. Marika Blaškovičová, Mgr. Ladislav Blaško

Redakčná úprava: RNDr. Jana Chrappová, PhD.

Slovenská komisia chemickej olympiády

Vydal: NIVaM – Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2022