

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

59. ročník, školský rok 2022/2023

Kategória D

Krajské kolo

**RIEŠENIE A HODNOTENIE TEORETICKÝCH
A PRAKTICKÝCH ÚLOH**

RIEŠENIE A HODNOTENIE TEORETICKÝCH ÚLOH

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

Krajské kolo

Jela Nociarová, Lenka Šikulíncová

Maximálne 60 bodov
Doba riešenia: 90 minút

Riešenie úlohy 1 Chemik Samo opäť v akcii (36 b)

- a) 1 b A železo
1 b B vodík
1 b C chlorid železnatý
1 b D chlorid železitý
- b) 2 b R1 $\text{Fe} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$
- c) 1 b E hydroxid železitý
uznať aj odpoveď hydratovaný oxid železitý
1 b F chlorid sodný
- d) 2 b R2 $\text{FeCl}_3 + 3 \text{Na(OH)} \rightarrow \text{Fe(OH)}_3 + 3 \text{NaCl}$
- e) 1 b G dusičnan železitý
- f) 2 b R3 $\text{Fe(OH)}_3 + 3 \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Fe(NO}_3)_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$
- g) 1 b H síran železnatý
- h) 2 b R4 $\text{Fe} + 2 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$
- i) 1 b I chlorid meďnatý
1 b J meď
- j) 2 b R5 $\text{Fe} + \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{Cu}$

V každej rovnici udeliť 1 b za správne reaktanty a produkty,

1 b za správne stechiometrické koeficienty.

V rovnici R2 namiesto Fe(OH)_3 uznať aj $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$.

- k) 1,5 b reakcia 1, 4, 5
- l) 1 b redukovaadlo
- m) 2 b R1 $\text{Fe}^0 - 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{\text{II}}$ O
 $\text{H}^{\text{I}} + 1 \text{e}^- \rightarrow \text{H}^0$ R
- 2 b R4 $\text{Fe}^0 - 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{\text{II}}$ O
 $\text{H}^{\text{I}} + 1 \text{e}^- \rightarrow \text{H}^0$ R

- 2 b R5 $\text{Fe}^0 - 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{\text{II}}$ O
 $\text{Cu}^{\text{II}} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}^0$ R
- 0,5 b za rovnicu oxidácie, 0,5 b za rovnicu redukcie, 1 b za priradenie O a R. Uznať aj celočíselné násobky uvedených rovníc (napr. $2\text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow 2\text{H}^0$)*
- n) 1 b a. limonit (*uznať aj odpoveď hnedel' alebo hrdza*)
 1 b b. zelená skalica
 1 b c. siderit (*uznať aj odpoveď ociel'ok*)
- o) 2 b Na_2FeO_4
 0,5 b oxidačné číslo VI
- p) 1 b železany majú silné oxidačné účinky,
 1 b pretože oxidačné číslo železa v tejto zlúčenine sa môže len znižovať, nie zvyšovať.

Riešenie úlohy 2 Chemik Samo na výlete pri rieke Slaná (24 b)

- a) 1 b prvok, ktorý je potrebný pre existenciu živých organizmov.
- b) 3 b napr. limonit (hnedel'), hematit (krvel'), magnetit, siderit (ociel'ok), pyrit...
max. 3 b za ľubovoľné názvy 3 rozličných minerálov
- c) 1,5 b Co, Ni, As
0,5 b za každú značku prvku
- d) 0,5 b oranžové (*uznať aj odpovede hnedé, žlté, hrdzavé...*)
- e) Poznámka: pre zjednodušenie v ďalšom texte pod označením $n(\text{Fe})$, $c(\text{Fe})$ a $m(\text{Fe})$ označujeme celkové látkové množstvo, koncentráciu a hmotnosť železnatých a železitých katiónov spolu.

Najprv vypočítame celkové látkové množstvo $n(\text{Fe})$ v 1 dm^3 vzorky:

$$c(\text{Fe}) = 0,000\ 430 \text{ mol/dm}^3$$

$$V(\text{Fe}) = 1 \text{ dm}^3$$

$$1 \text{ b } n(\text{Fe}) = c(\text{Fe}) \cdot V(\text{vzorka})$$

$$n(\text{Fe}) = 0,000\ 430 \text{ mol/dm}^3 \cdot 1 \text{ dm}^3$$

$$1 \text{ b } n(\text{Fe}) = 0,000\ 430 \text{ mol}$$

Následne vypočítame hmotnosť železa v 1 dm³ vzorky:

$$n(\text{Fe}) = 0,000\,430 \text{ mol}$$

$$M(\text{Fe}) = 55,8 \text{ g/mol}$$

1 b $m(\text{Fe}) = n(\text{Fe}) \cdot M(\text{Fe})$

$$m(\text{Fe}) = 0,000\,430 \text{ mol} \cdot 55,8 \text{ g/mol}$$

1,5 b $m(\text{Fe}) = 0,0240 \text{ g} = 24,0 \text{ mg}$

V prípade nesprávneho zaokrúhlenia a/alebo uvedenia výsledku v iných jednotkách, – 0,5 b.

- f) 1 b Maximálne prípustné množstvo solí železa bolo prekročené 12-krát.
Výpočet: $24 \text{ mg} / 2 \text{ mg} = 12$

- g) Najprv vypočítame látkové množstvo $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ potrebné na prípravu tohto roztoku:

$$c(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0,020 \text{ mol/dm}^3$$

$$V(\text{roztok}) = 250,0 \text{ cm}^3 = 0,25 \text{ dm}^3$$

1 b $n(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = c(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) \cdot V(\text{roztok})$

$$n(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0,020 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,25 \text{ dm}^3$$

1 b $n(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0,005 \text{ mol}$

Následne vypočítame hmotnosť $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ v roztoku:

$$n(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0,005 \text{ mol}$$

$$M(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 526 \text{ g/mol}$$

1 b $m(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = n(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$

$$m(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0,005 \text{ mol} \cdot 526 \text{ g/mol}$$

1,5 b $m(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 2,63 \text{ g}$

- h) Keďže hustota roztoku je 1,00 g/cm³,

1 b môžeme predpokladať, že 250 cm³ tohto roztoku váži 250 g.

V tomto roztoku sa nachádza 2,63 g heptahydrátu síranu železnatého.

Hmotnostný zlomok teda je:

$$1 \text{ b } w(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = m(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) / m(\text{roztok})$$

$$w(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 2,63 \text{ g} / 250 \text{ g}$$

$$w(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 2,63 \text{ g} / 250 \text{ g}$$

$$1 \text{ b } \underline{w(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0,0105 = 1,05 \%}$$

i) 3 b NaOH, K₂CO₃, Na₂S

*1 b za každú správnu možnosť, -1 b za každú nesprávnu možnosť,
ale najšť do záporných hodnôt (min. 0 b za úlohu)*

j) 2 b $\text{Fe}^{3+} + 3 \text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3$

1 b za správne reaktanty a produkty,

1 b za správne stechiometrické koeficienty.

*Pri všetkých úlohách pridáme plný počet bodov aj v prípade uvedenia
iných správnych odpovedí, resp. iného správneho spôsobu výpočtu.*

RIEŠENIE A HODNOTENIE PRAKTICKÝCH ÚLOH

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

Krajské kolo

Jana Chrappová

Maximálne 40 bodov Doba riešenia: 90 minút

Úloha 1: Čistenie zelenej skalice (28 b)

Každému súťažiacemu za realizáciu pokusu udeliť **15 bodov**. Z tejto sumy strhnúť body len v prípadoch:

- ak súťažiaci pri zisťovaní pH s pH papierikom nepoužil sklenú tyčinku - strhnúť 1 b
- ak súťažiaci nevie vystrihnúť a upraviť filtračný papier na tzv. hladký filter - strhnúť 1 b
- ak si súťažiaci nevie upraviť filtračný papier tak, aby mohol spraviť filtráciu cez skladaný filter strhnúť 1 b – súťažiacemu možno poskytnúť skladaný filter, ale so stratou bodov.
- za nesprávne zostavenie filtračnej aparatúry (ak sa stopka lievika nedotýka steny kadičky) strhnúť 1 b, za nesprávny postup pri filtrácii (napr. nesnaží sa dostať z kadičky na filtračný papier celú zmes) – strhnúť 1 b. Napriek tomu, že sa v postupe filtruje dvakrát – za filtráciu strhnúť max. 2 b.

Výsledky:

1b pH v okyslenom roztoku zelenej skalice: 1 – 2 (papierik sfarbený do červena)

Opis zmien počas zahusťovania:

1b *na Fe-klinci, aj v roztoku vznikajú bublinky, roztok je zelenkavej farby, objem roztoku sa zmenšuje*

Opis produktu:

1b *zelenkavé kryštálky*

Otázky:

1. **1 b** $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ heptahydrát síranu železnatého

Za správny vzorec 0,5 b, za správny názov 0,5 b

2. Výpočet hmotnostného zlomku zelenej skalice v roztoku:
- 1b *Najprv si vypočítame hmotnosť vody, v ktorej sa látka rozpúšťa:*
- $$\rho (H_2O) = 1 \text{ g/cm}^3$$
- $$m(H_2O) = \rho (H_2O) \cdot V(H_2O)$$
- $$m(H_2O) = 1 \text{ g/cm}^3 \cdot 15 \text{ cm}^3$$
- $$m(H_2O) = 15 \text{ g}$$
- 1b *Vypočítame si hmotnosť roztoku:*
- $$m(\text{roztok}) = m(\text{zelená skalica}) + m(H_2O) + m(H_2SO_4)$$
- $$m(\text{roztok}) = 6 \text{ g} + 15 \text{ g} + 2,6 \text{ g}$$
- $$m(\text{roztok}) = 23,6 \text{ g}$$
- 1b $w(\text{zelená skalica}) = m(\text{zelená skalica}) / m(\text{roztok})$
- $$w(\text{zelená skalica}) = 6 \text{ g} / 23,6 \text{ g}$$
- $$w(\text{zelená skalica}) = 0,254$$
- 1b $w(\text{zelená skalica}) = 25,4 \%$
3. 1b sa hmotnosť zelenej skalice nemení
- 1b ... sa hmotnosť vody znižuje
- 1b ... sa $w(\text{zelenej skalice})$ zvyšuje
4. 2b $FeSO_4 \cdot 7 H_2O \rightarrow 6 H_2O + FeSO_4 \cdot H_2O$
- Za správny reaktant a produkty 1b, za stechiometrické koeficienty 1b

Úloha 2: Identifikácia roztokov solí (12 b)

Každému súťažiacemu za realizáciu pokusu udeliť **2 body**.

Výsledky: Výsledky sú uvádzané na modelovú situáciu, že v skúmavkách sú roztoky: **A** – Na_2CO_3 ; **B** – $FeSO_4$. Roztoky je možné dať aj v inom poradí.

Ukážka vyplnenej tabuľky:

Skúmavka	Reakcia s H ₂ SO ₄	Reakcia s NaOH
A	<i>Vznikajú bublinky</i>	<i>Žiadna zmena</i>
B	<i>Žiadna zmena</i>	<i>Vznik zrazeniny</i>

2b Za správne vyplnenie tabuľky.

0,5b S roztokom H₂SO₄ – reaguje skúmavka **A**

2b chemická reakcia: $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Za správne produkty 1b, za stechiometrické koeficienty 1b. Ak uvedú v produktoch H₂CO₃, bod za reakciu neudelíť.

0,5b S roztokom NaOH – reaguje skúmavka **B**

2b chemická reakcia: $\text{FeSO}_4 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$

Za správne produkty 1b, za stechiometrické koeficienty 1b.

v skúmavke **A**: Na₂CO₃

1b Zdôvodnenie tvrdenia: *reagoval s kyselinou za vzniku bubliniek CO₂*

v skúmavke **B**: FeSO₄

1b Zdôvodnenie tvrdenia: *s hydroxidom vznikla zelená zrazenina hydroxidu železnatého*

Ak sú určené roztoky správne – udeliť **1 bod**.

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

Mgr. Jela Nociarová, PhD., Mgr. Lenka Šikulincová, 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 2023