

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

58. ročník, školský rok 2021/2022

Kategória D

Okresné kolo

**RIEŠENIE A HODNOTENIE TEORETICKÝCH
A PRAKTICKÝCH ÚLOH**

RIEŠENIE A HODNOTENIE TEORETICKÝCH ÚLOH

Chemická olympiáda – kategória D – 58. ročník – šk. rok 2021/2022

Okresné kolo

Jela Nociarová

Maximálne 60 bodov Doba riešenia: 70 minút

Riešenie úlohy 1 Rekordy ríše halogénov (18 b)

1. 1,5 b a) fluór
2. 1,5 b a) $^{19}_9\text{F}$
3. 1,5 b d) HI
4. 1,5 b c) AgCl
5. 1,5 b a) $^{19}_9\text{F}$
6. 1,5 b d) oxid chloristý
7. 1,5 b d) $^{127}_{53}\text{I}$
8. 1,5 b d) $^{127}_{53}\text{I}$
9. 1,5 b b) $\text{Ca}(\text{ClO}_4)_2$
10. 1,5 b b) Cl^-
11. 1,5 b d) $^{131}_{53}\text{I}$
12. 1,5 b d) jód

Riešenie úlohy 2 Chemik Samo na návšteve v kabinete prírodopisu (14 b)

- a) 4x 2 b Kameň 1: vápenec
 Kameň 2: fluorit
 Kameň 3: halit
 Kameň 4: sylvín

Priradenie kameňov môže byť vyjadrené akokoľvek, teda aj chemickým názvom alebo vzorcom, nielen jeho triviálnym názvom.

- b) 4 b $\text{CaCO}_3 + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 2 b za správne vzorce reaktantov a produktov.
 2 b za správne stechiometrické koeficienty.

- c) 2 b Uhličitan vápenatý a fluorid vápenatý sú vo vode nerozpustné, preto sa vápenatý kation (spôsobujúci tehlovočervené sfarbenie pri plameňovej skúške) nedostane do skúmaného roztoku.

Riešenie úlohy 3 Chemické dary mora (28 b)

- a) 9 b *Za každý správny vzorec (0,5 b) a názov (0,5 b) z nasledovnej množiny, maximálne 9 b.*

chlorid sodný, NaCl

síran sodný, Na₂SO₄

hydrogenuhličitan sodný, NaHCO₃

chlorid horečnatý, MgCl₂

síran horečnatý, MgSO₄

hydrogenuhličitan horečnatý, Mg(HCO₃)₂

chlorid vápenatý, CaCl₂

síran vápenatý, CaSO₄

hydrogenuhličitan vápenatý, Ca(HCO₃)₂

chlorid draselný, KCl

síran draselný, K₂SO₄

hydrogenuhličitan draselný, KHCO₃

Poznámka: hydrogenuhličitan vápenatý a horečnatý existujú len v roztoku, nie je ich možné izolovať ako tuhé látky.

- b) 1 b Na⁺

- c) 1 b Cl⁻

- d) 1 kg morskej vody obsahuje 34,4 g solí, ich hmotnostný zlomok je teda

1 b $w = 34,4 \text{ g} : 1000 \text{ g} = 0,0344 = \mathbf{3,44 \%}$

1 b za vyjadrenie hmotnostného zlomku alebo hmotnostného percenta.

- e) Sodné kationy predstavujú 30,7 % obsahu všetkých kationov a aniónov, teda v 1 kg morskej vody sa nachádza:

$0,307 \cdot 34,4 \text{ g} = \mathbf{10,56 \text{ g}}$ sodných kationov.

- 1 b *1 b za vyjadrenie hmotnosti sodných kationov v 1 kg morskej vody.*

Ich hmotnostný zlomok je teda:

1 b $w(\text{Na}^+) = 10,56 \text{ g} : 1000 \text{ g} = \mathbf{0,01056 = 1,056 \%}$

1 b za vyjadrenie hmotnostného zlomku alebo hmotnostného percenta.

- f) Najprv vypočítame hmotnosť 1 dm³ morskej vody pomocou hustoty:

$\rho(\text{morská voda}) = 1,025 \text{ g/cm}^3$

$V = 1,00 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$

$m = ? \text{ (g)}$

$$\rho(\text{morská voda}) = m : V$$

$$1 \text{ b } m = \rho(\text{morská voda}) \cdot V$$

$$m = 1,025 \text{ g/cm}^3 \cdot 1000 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ b } m = 1025 \text{ g}$$

Následne vypočítame hmotnosť sodných katiónov v tomto množstve morskej vody – napríklad pomocou hmotnostného zlomku (podúloha e).

$$w(\text{Na}^+) = 10,56 \text{ g} : 1000 \text{ g} = 0,01056 = 1,056 \%$$

$$m = 1025 \text{ g}$$

$$\underline{m(\text{Na}^+) = ? \text{ (g)}}$$

$$w(\text{Na}^+) = m(\text{Na}^+) : m$$

$$1 \text{ b } m(\text{Na}^+) = w(\text{Na}^+) \cdot m$$

$$m(\text{Na}^+) = 0,01056 \cdot 1025 \text{ g}$$

$$1 \text{ b } \mathbf{m(\text{Na}^+) = 10,82 \text{ g}}$$

g) Najprv vypočítame látkové množstvo sodných katiónov v $1,00 \text{ dm}^3$ morskej vody:

$$M(\text{Na}^+) = 23,0 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{Na}^+) = 10,82 \text{ g}$$

$$\underline{n(\text{Na}^+) = ? \text{ (mol)}}$$

$$1 \text{ b } n(\text{Na}^+) = m(\text{Na}^+) : M(\text{Na}^+)$$

$$n(\text{Na}^+) = 10,82 \text{ g} : 23,0 \text{ g/mol}$$

$$1 \text{ b } n(\text{Na}^+) = 0,470 \text{ mol}$$

Následne vypočítame koncentráciu $c(\text{Na}^+)$:

$$n(\text{Na}^+) = 0,470 \text{ mol}$$

$$V = 1,00 \text{ dm}^3$$

$$\underline{c(\text{Na}^+) = ? \text{ (mol/dm}^3\text{)}}$$

$$1 \text{ b } c(\text{Na}^+) = n(\text{Na}^+) : V$$

$$c(\text{Na}^+) = 0,470 \text{ mol} : 1,00 \text{ dm}^3$$

$$1 \text{ b } \mathbf{c(\text{Na}^+) = 0,470 \text{ mol/dm}^3}$$

- h) Najprv vypočítame maximálne povolené látkové množstvo sodných kationov v $1,00 \text{ dm}^3$ pitnej vody:

$$m(\text{Na}^+) = 200 \text{ mg} = 0,200 \text{ g}$$

$$M(\text{Na}^+) = 23,0 \text{ g/mol}$$

$$\underline{n(\text{Na}^+) = ? \text{ (mol)}}$$

- 1 b $n(\text{Na}^+) = m(\text{Na}^+) : M(\text{Na}^+)$
 $n(\text{Na}^+) = 0,200 \text{ g} : 23,0 \text{ g/mol}$
1 b $n(\text{Na}^+) = 0,0087 \text{ mol}$

Následne vypočítame koncentráciu $c(\text{Na}^+)$:

$$n(\text{Na}^+) = 0,0087 \text{ mol}$$

$$V = 1,00 \text{ dm}^3$$

$$\underline{c(\text{Na}^+) = ? \text{ (mol/dm}^3\text{)}}$$

- 1 b $c(\text{Na}^+) = n(\text{Na}^+) : V$
 $c(\text{Na}^+) = 0,00870 \text{ mol} : 1,00 \text{ dm}^3$
1 b **$c(\text{Na}^+) = 0,0087 \text{ mol/dm}^3$**

- i) Vypočítame pomer koncentrácií:

$$0,470 \text{ mol/dm}^3 / 0,00870 \text{ mol/dm}^3 = 54$$

- 1 b Koncentrácia sodných kationov v morskej vode je približne **54-krát** vyššia ako maximálna povolená koncentrácia sodných kationov v pitnej vode.

- j) 1 b napr. odparovaním alebo destiláciou

Pri všetkých úlohách pridáme plný počet bodov aj v prípade uvedenia iných správnych odpovedí, resp. iného správneho spôsobu výpočtu. Ak v úlohe 3e) riešiteľ nevypočíta správny výsledok, ale v úlohách 3f), 3g) a 3i) s týmto nesprávnym výsledkom uskutoční ďalšie výpočty správne, za úlohy 3f), 3g) a 3i) mu pridáme plný počet bodov.

KONIEC TEORETICKEJ ČASTI

RIEŠENIE A HODNOTENIE PRAKTICKÝCH ÚLOH

Chemická olympiáda – kategória D – 58. ročník – školský rok 2021/2022

Okresné kolo

Jana Chrappová

Maximálne 40 bodov
Doba riešenia: 70 minút

Úloha 1: Zisťovanie hmotností zložiek v zmesi $\text{CaCO}_3 + \text{KCl}$ (10 b)

Každému súťažiacemu za realizáciu pokusu udeliť 10 bodov. Z tejto sumy strhnúť body v nasledovných prípadoch:

- ak si súťažiaci nevie vystrihnúť a zložiť filtračný papier potrebný na jednoduchú filtráciu cez hladký filter strhnúť 1 b
- za nesprávne zostavenie filtračnej aparatury (ak sa stopka lievika nedotýka steny kadičky), nesprávnu filtráciu alebo chyby v postupe (nenavlhčený papier, ak sa zmes nenalieva po tyčinke) môžete strhnúť max. 3 b
- ak súťažiaci pri filtrácii poriadne nevypláchne zvyšky CaCO_3 z kadičky na filtračný papier, strhnúť 1 b

Výsledky:

- za uvedenie hmotností (m_{zmes} , m_{p} , m_{sklo} , $m_{\text{sklo+p+nl}}$) udeliť $4 \times 0,5$ b, spolu 2 b

Otázky:

1. Rozpustná látka: *chlorid draselný*
Nerozpustná látka: *uhličitan vápenatý*
za každý správny názov a priradenie 1 b, spolu 2 b
2. Hmotnosť nerozpustnej látky: *hmotnosť CaCO_3 (1,00 g)* 1 b
 - ak súťažiaci zabudne odčítať hmotnosť hodinového skla a papiera neudelíť žiadne body

Hmotnosť rozpustnej látky: *hmotnosť KCl (2,00 g)* 1 b
(súťažiaci ju zistí z rozdielu hmotností: $m_{\text{zmes}} - m_{\text{nl}}$)

3. Výpočet hmotnostného zlomku CaCO_3 : 2 b

hmotnosť CaCO_3 = 1,00 g hmotnosť zmesi = 3,00 g

$$w(\text{CaCO}_3) = \frac{\text{hmotnosť CaCO}_3}{\text{hmotnosť zmesi}} = \frac{1,00 \text{ g}}{3,00 \text{ g}} = 0,333 = 33,3\%$$

Súťažiaci počítajú so svojimi hmotnosťami. Dva body udeliť aj v prípade, že majú výsledok uvedený len ako zlomok, chyba v hmotnostných %.

Výpočet hmotnostného zlomku KCl: 2 b

hmotnosť KCl = 2,00 g hmotnosť zmesi = 3,00 g

$$w(\text{KCl}) = \frac{\text{hmotnosť KCl}}{\text{hmotnosť zmesi}} = \frac{2,00 \text{ g}}{3,00 \text{ g}} = 0,667 = 66,7\%$$

Súťažiaci počítajú so svojimi hmotnosťami. Dva body udeliť aj v prípade, že majú výsledok uvedený len ako zlomok, chyba v hmotnostných %.

4. Rozpustnú látku z filtrátu je možné získať kryštalizáciou, odparením rozpúšťadla do sucha, alebo zmenou vlastností rozpúšťadla – po prídavku etanolu sa zníži rozpustnosť KCl a z roztoku sa vyzráža.

Za akúkoľvek z týchto možností udeliť **1 b**.

Úloha 2: Určovanie roztokov v skúmavkách (3 b)

Každému súťažiacemu za realizáciu pokusu udeliť 3 body. Z tejto sumy strhnúť body len v prípade, ak súťažiaci pri určovaní pH vhodili pH papieriky do skúmavky – vtedy strhnúť 1 b

Výsledky

- I. pH papierik sa sfarbí vo vode, aj v roztokoch solí na žltú, $\text{pH} \approx 6$; v skúmavke s HCl $\text{pH} \approx 1-2$
- za správne vyplnenie tabuľky s hodnotami pH udeliť **1 b**.

Soli sú: KNO_3 , KCl, KI.

- za každé správne označenie skúmaviek udeliť 0,5 b, spolu udeliť **1,5 b**

II. Pozorovanie:

v skúmavke s KI – vzniká žltá zrazenina / zákal

v skúmavke s KCl, aj v skúmavke s HCl – vzniká biela zrazenina / zákal

v skúmavke s KNO₃ – žiadna zmena.

- za opis pozorovania v každej skúmavke udeliť 4 × 0,5 b, spolu **2 b**

Reakcie s AgNO₃ prebiehajú len v skúmavkách, kde vznikajú zrazeniny.

- za správne označenie každej skúmavky udeliť 0,5 bodu, spolu **1,5 b**.

III. Za správne priradenie roztokov ku skúmavkám **A – D**:

všetky priradené správne, aj so zdôvodnením - udeliť **7 b**

správne priradené len k trom skúmavkám - udeliť 5 b

správne priradené len k dvom skúmavkám – udeliť 3 b

všetky skúmavky zle priradené – 0 b

Ak zdôvodnenie chýba, alebo zdôvodnenie nepatrí k správne priradeniu – udelené body krátiť na polovicu. Za správne zdôvodnenia považovať len tie, ktoré jednoznačne identifikujú roztok v skúmavke, napr.:

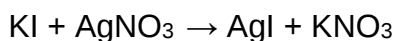
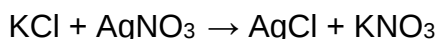
HCl – roztok je kyslý, reaguje s AgNO₃, vzniká biela zrazenina

KI – na základe pH je v roztoku soľ, reaguje s AgNO₃, vzniká žltá zrazenina

KCl - na základe pH je v roztoku soľ, reaguje s AgNO₃, vzniká biela zrazenina

KNO₃ - na základe pH je v roztoku soľ, nereaguje s AgNO₃

IV. $\text{HCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgCl} + \text{HNO}_3$



– ak sú správne produkty, aj koeficienty udeliť za reakciu 1 b, spolu za reakcie **3 b**.

Ak chýba jeden s produktov, neudelieť žiadne body.

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

Mgr. Jela Nociarová (teória)

Recenzenti: RNDr. Marika Blaškovičová, Mgr. Ladislav Blaško

Redakčná úprava: RNDr. Jana Chrappová, PhD.

Slovenská komisia chemickej olympiády

Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2022