

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

60. ročník, školský rok 2023/2024

Kategória C

Školské kolo

RIEŠENIE A HODNOTENIE

TEORETICKÝCH ÚLOH

RIEŠENIE A HODNOTENIE TEORETICKÝCH ÚLOH ŠKOLSKÉHO KOLA

Chemická olympiáda – kategória C – 60. ročník – školský rok 2023/2024

Školské kolo

Anna Drozdíková, Jarmila Kmet'ová, Mária Linkešová, Lenka Šikulíncová

Maximálne 60 bodov

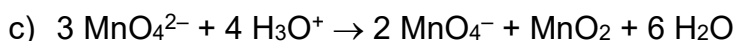
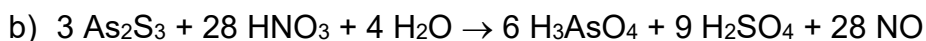
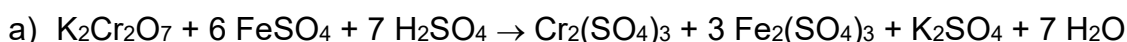
Doba riešenia: 120 minút

Úloha 1 (max. 15 bodov)

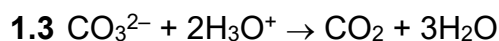
1.1 b, d.

po 0,25 b. za správne označenie aj neoznačenie spolu max. 1 b.

1.2



po 1 bode za správne reaktanty a produkty a po 1 bode za správne koeficienty spolu max. 6 b.



1 b.

1.4



$$n(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} = \frac{5,00 \text{ g}}{55,85 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0,0895 \text{ mol} \quad 1 \text{ b.}$$

$$n(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{M(\text{CuSO}_4)} = \frac{(w_R \cdot m_R)}{M(\text{CuSO}_4)} = \frac{(0,150 \cdot 150,0) \text{ g}}{159,60 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}} = \mathbf{0,141 \text{ mol}} \quad 1 \text{ b.}$$

Z CHR vyplýva, že pomer látkových množstiev Fe : CuSO₄ je 1 : 1, preto z výpočtov látkových množstiev Fe a CuSO₄ je zrejme, že v nadbytku je CuSO₄, Fe je teda pre výpočet východiskovou látkou. 0,5 b.

a) $n(\text{CuSO}_4)_{\text{nezreag.}} = n(\text{CuSO}_4)_{\text{celk.}} - n(\text{CuSO}_4)_{\text{zreag.}} = 0,141 - 8,95 \cdot 10^{-2} =$

$\mathbf{5,15 \cdot 10^{-2} \text{ mol}}$ 0,5 b.

b) Pre výpočet vylúčenej medi je východiskovou látkou Fe. Z CHR vyplýva, že pomer látkových množstiev Fe : Cu je 1 : 1, potom:

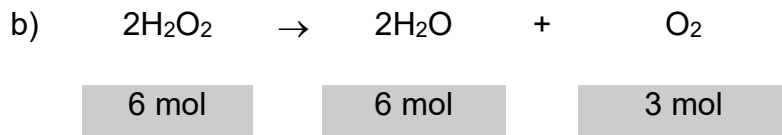
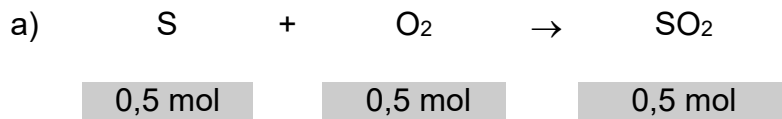
$m(\text{Cu}) = n(\text{Fe}) \cdot M(\text{Cu}) = 8,95 \cdot 10^{-2} \cdot 63,55 = \mathbf{5,69 \text{ g}}$ 0,5 b.

spolu max. 4 b.

1.5 Acidobázické (protolytické).

1 b.

1.6



po 0,25 b. za správne doplnenie

spolu max. 2 b.

Úloha 2 (max. 15 bodov)

Úloha 2.1

- a) dvojväzbová
- b) šesťväzbová
- c) šesťväzbová
- d) štvorväzbová

po 0,5 b. za správnu odpoveď

spolu max. 2 b.

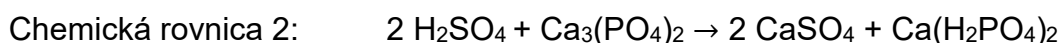
Úloha 2.2

b); d)

po 0,25 b. za správne vybranú aj správne nevybranú možnosť

spolu max. 1 b.

Úloha 2.3



Po 1 b. za správnu rovnicu aj so stechiometrickými koeficientami spolu max. 3 b.

Úloha 2.4

- a) Chemická rovnováha je pri oxidácii oxidu siričitého pri vysokej teplote posunutá na stranu **reaktantov**/~~produktov~~.
- b) Disociáciou kyseliny sírovej vzniká ~~dihydrogensíranový~~ **síranový anión**.
- c) Tepelným rozkladom bezvodého síranu železnatého vznikajú dva oxidy síry. Ťažší z nich je **oxid siričitý** / ~~sírový~~.

d) Posun chemickej rovnováhy pri oxidácii oxidu siričitého je pri nízkej teplote v smere ~~endotermickej~~ **exotermickej reakcie**.

po 0,5 b. za právny výber odpovede

spolu max. **2 b.**

Úloha 2.5

a) $S + O_2 \rightarrow SO_2$

0,5 b.

$$m(SO_2) = \frac{1}{1} \cdot \frac{64,066 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{32,065 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \cdot 16 \text{ g} = 31,97 \text{ g}$$

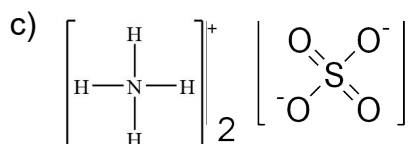
0,5 b.

b) Chemická rovnica 1: $H_2SO_4 + 2 NH_3 \rightarrow (NH_4)_2SO_4$

1 b.

Chemická rovnica 2: $CaSO_4 \rightarrow (NH_4)_2SO_4 + CaCO_3$

1 b.



1 b.

d) $m(100\% H_2SO_4) = c \cdot V \cdot M = 0,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 0,15 \text{ dm}^3 \cdot 98,079 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 7,36 \text{ g}$

1 b.

$$m(96\% H_2SO_4) = \frac{m(100\% H_2SO_4)}{w} = \frac{7,36 \text{ g}}{0,96} = 7,66 \text{ g}$$

0,5 b.

$$\rho(96\% H_2SO_4) = \frac{m(96\% H_2SO_4)}{V(96\% H_2SO_4)} \Rightarrow$$

0,5 b.

$$\Rightarrow V(96\% H_2SO_4) = \frac{m(96\% H_2SO_4)}{\rho(96\% H_2SO_4)} = \frac{7,66 \text{ g}}{1,8355 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}} = 4,173 \text{ cm}^3$$

1 b.

spolu max. **7 b.**

Úloha 3 (max. 15 bodov)

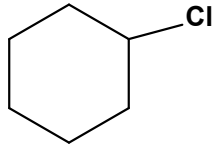
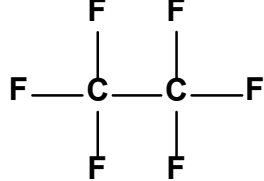
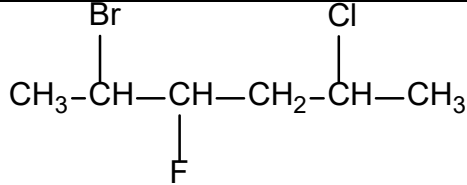
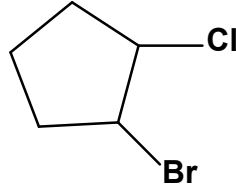
3.1

Halogénderiváty sú **organické** zlúčeniny, ktoré obsahujú v molekule okrem atómov uhlíka a **vodíka** jeden alebo viac atómov halogénu (fluór, **chlór**, **bróm**, **jód**). Väzba medzi uhlíkom a halogénom ~~je~~ **nie je** polárna. Elektrónový pár tejto väzby ~~je~~ **nie je** posunutý na stranu halogénu. Halogénderiváty sa najčastejšie pripravujú radikálovou substitúciou z **alkánov**. Môžu sa vyskytovať v **plynne, kvapalnom aj tuhom** skupenstve. Halogénderiváty sa využívajú v chemickom priemysle, ale aj v bežnom živote. Mnohé z nich ~~sú~~ **nie sú** škodlivé pre ľudské zdravie.

po 0,25 b. za každé správne doplnenie alebo označenie

spolu max. **2 b.**

3.2

názov	vzorec
1-brómpropán	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-Br}$
chlórcyklohexán	
hexafluóretán	
2-bróm-3-fluór-5-chlórhexán	
1-bróm-2-chlórcyklopentán	

po 0,5 b. za správne doplnený názov alebo vzorec

spolu max. **2,5 b.**

3.3



a)

Látky nebezpečné pre zdravie – vinylchlorid, chloroform,
tetrachlórmetán

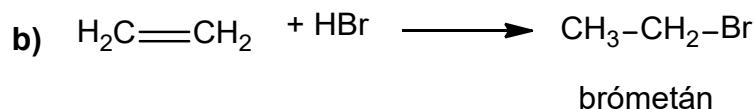
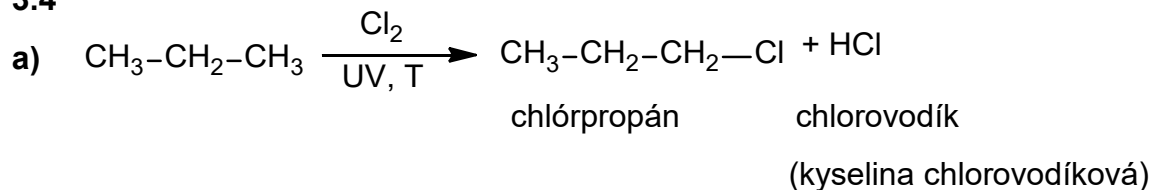


b)

Toxické látky – tetrachlórmetán

po 1 b. za vysvetlenie piktogramu a po 0,5 b. za správne zaradenú látku.

spolu max. **4 b.**

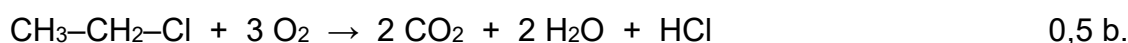
3.4

po 1 b. za správne doplnený vzorec a po 0,5 b. za správny názov

spolu max. **4,5 b.**

3.5

Vychádzame z rovnice chemickej reakcie:



$$n(\text{chlóretán}) = \frac{m(\text{chlóretán})}{M(\text{chlóretán})} = \frac{50,0\text{g}}{64,52 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}} = \mathbf{0,775 \text{ mol}} \quad 0,5 \text{ b.}$$

$$\frac{n(\text{chlóretán})}{n(\text{CO}_2)} = \frac{1}{2} \Rightarrow n(\text{CO}_2) = 2 \cdot n(\text{chlóretán}) = 2 \cdot 0,775 \text{ mol} = \mathbf{1,55 \text{ mol}} \quad 0,5 \text{ b.}$$

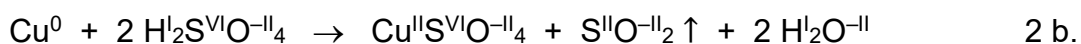
$$n(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{CO}_2)}{V_M} \Rightarrow V(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \cdot V_M = 1,55 \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} =$$

$$= \mathbf{34,72 \text{ dm}^3} \quad 0,5 \text{ b.}$$

spolu max. **2 b.**

Úloha 4 (max. 15 bodov)

a) Rovnica prebiehajúcej chemickej reakcie:



b) Výpočet objemu debničky:

$$V(\text{debnička}) = V \cdot \check{S} \cdot D =$$

$$= 15 \text{ cm} \cdot 40 \text{ cm} \cdot 60 \text{ cm} = 36\,000 \text{ cm}^3 = 36,0 \text{ dm}^3 \quad 1 \text{ b.}$$

c) Výpočet potrebného objemu oxidu siričitého:

$$V(\text{SO}_2) = 2 \cdot V(\text{debnička}) = 2 \cdot 36,0 \text{ dm}^3 = 72,0 \text{ dm}^3 \quad 1 \text{ b.}$$

d) Výpočet potrebnej hmotnosti medi:

$$n(\text{SO}_2) = \frac{V(\text{SO}_2)}{V_m} = \frac{72,0 \text{ dm}^3}{22,41 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}} = 3,213 \text{ mol}$$

$$n(\text{Cu}) = n(\text{SO}_2) = 3,213 \text{ mol}$$

$$m(\text{Cu}) = n(\text{Cu}) \cdot M(\text{Cu}) = 3,213 \text{ mol} \cdot 63,54 \text{ g mol}^{-1} = \mathbf{204 \text{ g Cu}} \quad 3 \text{ b.}$$

e) Výpočet potrebného objemu roztoku kyseliny sírovej:

$$\frac{n(\text{H}_2\text{SO}_4)}{n(\text{SO}_2)} = \frac{2}{1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot n(\text{SO}_2) = 2 \cdot 3,213 \text{ mol} = 6,426 \text{ mol}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4) = \\ = 6,426 \text{ mol} \cdot 98,078 \text{ g mol}^{-1} = 630,2 \text{ g}$$

$$m(94,0 \% \text{ H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(94,0 \% \text{ H}_2\text{SO}_4)}{\rho(94,0 \% \text{ H}_2\text{SO}_4)} = \frac{630,2 \text{ g}}{0,940} = 670,4 \text{ g}$$

$$V(94,0 \% \text{ H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{w(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{670,4 \text{ g}}{1,8312 \text{ g mol}^{-1}} =$$

$$= \mathbf{366 \text{ cm}^3 \text{ 94,0 \% H}_2\text{SO}_4} \quad 5 \text{ b.}$$

f) Výpočet potrebného objemu roztoku kyseliny sírovej:

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – pentahydrát síranu meďnatého

$$n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = n(\text{CuSO}_4) = n(\text{SO}_2) = 3,213 \text{ mol}$$

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \\ = 3,213 \text{ mol} \cdot 249,678 \text{ g mol}^{-1} = \mathbf{802 \text{ g CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} \quad 3 \text{ b.}$$

Poznámka:

Akceptovateľný je akýkoľvek iný postup riešenia, ktorý vedie k správnejmu výsledku.

Autori: PaedDr. Anna Drozdíková, PhD. (vedúca autorského kolektívu),

doc. RNDr. Jarmila Kmeťová, PhD., doc. Ing. Mária Linkešová, PhD.

Mgr. Lenka Šikulíncová, PhD.

Recenzenti: PaedDr. Dana Kucharová, PhD., RNDr. Beata Vranovičová, PhD.

Redakčná úprava: PaedDr. Anna Drozdíková, PhD.

Slovenská komisia Chemickej olympiády

Vydal: NIVAM – Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2024