

# CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

60. ročník, školský rok 2023/2024

Kategória C

Domáce kolo

RIEŠENIE A HODNOTENIE  
PRAKTICKÝCH ÚLOH

# RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH PRAKTICKEJ ČASTI

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

## Domáce kolo

Mária Linkešová

Maximálne 40 bodov
--------------------

### Úloha 1 *Síra a jej vlastnosti* (4,25 b)

#### 1.1 *Príprava plastickej síry*

1,5 b realizácia pokusu

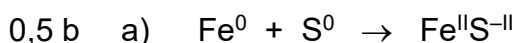
#### 1.2 *Oxidačné vlastnosti síry – príprava sulfidu železnatého*

$$m(\text{Fe}) = 2,0 \text{ g}$$

$$V_m = 22,41 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$$

$$M(\text{S}) = 32,064 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{Fe}) = 55,85 \text{ g mol}^{-1}$$

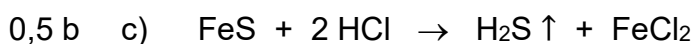


1 b b)  $m(\text{S}) = ?$

$$n(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} = \frac{2,0 \text{ g}}{55,85 \text{ g mol}^{-1}} = 0,0358 \text{ mol}$$

$$n(\text{S}) = n(\text{Fe}) = 0,0358 \text{ mol}$$

$$m(\text{S}) = n(\text{S}) \cdot M(\text{S}) = 0,0358 \text{ mol} \cdot 32,064 \text{ g mol}^{-1} = \mathbf{1,15 \text{ g S}}$$



0,75 b d)  $V(\text{H}_2\text{S}) = ?$

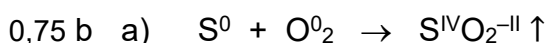
$$n(\text{FeS}) = n(\text{H}_2\text{S}) = n(\text{Fe}) = 0,0358 \text{ mol}$$

$$V(\text{H}_2\text{S}) = n(\text{H}_2\text{S}) \cdot V_m = 0,0358 \text{ mol} \cdot 22,41 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} = \mathbf{0,80 \text{ dm}^3 \text{ H}_2\text{S}}$$

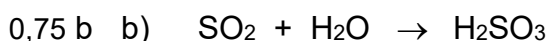
### Úloha 2 *Oxid siričitý – jeho príprava a vlastnosti* (21,25 b)

#### 2.1 *Príprava oxidu siričitého spaľovaním síry*

3 b realizácia pokusu



redoxná reakcia



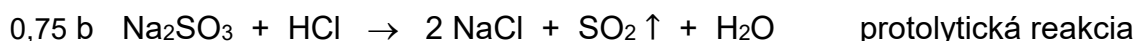
protolytická reakcia

0,2 b c) bieliace schopnosti

0,2 b d) kyslosť

## 2.2 Príprava oxidu siričitého rozkladom siričitanov

1 b realizácia pokusu



## 2.3 Príprava oxidu siričitého redukciovú síranov

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,078 \text{ g mol}^{-1}$$

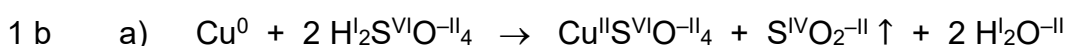
$$M(\text{Cu}) = 63,54 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\rho(92 \% \text{ H}_2\text{SO}_4) = 1,8240 \text{ g cm}^{-3}$$

$$m(\text{Cu}) = 5,0 \text{ g}$$

$$M(\text{CuSO}_4) = 159,602 \text{ g mol}^{-1}$$

$$V_m = 22,41 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$$



2 b b)  $V(92 \% \text{ H}_2\text{SO}_4) = ?$

$$n(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{M(\text{Cu})} = \frac{5,0 \text{ g}}{63,54 \text{ g mol}^{-1}} = 0,0787 \text{ mol}$$

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

$$\Rightarrow n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot n(\text{Cu}) = 2 \cdot 0,0787 \text{ mol} = 0,157 \text{ mol}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,157 \text{ mol} \cdot 98,078 \text{ g mol}^{-1} = 15,4 \text{ g}$$

$$m(92 \% \text{ H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{w(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{15,4 \text{ g}}{0,92} = 16,8 \text{ g}$$

$$V(92 \% \text{ H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(92 \% \text{ H}_2\text{SO}_4)}{\rho(92 \% \text{ H}_2\text{SO}_4)} = \frac{16,8 \text{ g}}{1,8240 \text{ g cm}^{-3}} =$$

$$= \mathbf{9,2 \text{ cm}^3 \text{ 92 \% H}_2\text{SO}_4}$$

0,75 b c)  $m(\text{CuSO}_4) = ?$

$$n(\text{CuSO}_4) = n(\text{Cu}) = 0,0787 \text{ mol}$$

$$m(\text{CuSO}_4) = n(\text{CuSO}_4) \cdot M(\text{CuSO}_4) =$$

$$= 0,0787 \text{ mol} \cdot 159,602 \text{ g mol}^{-1} = \mathbf{12,6 \text{ g CuSO}_4}$$

0,75 b d)  $V(\text{SO}_2) = ?$

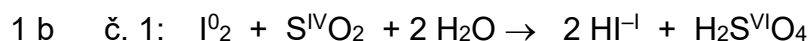
$$n(\text{SO}_2) = n(\text{Cu}) = 0,0787 \text{ mol}$$

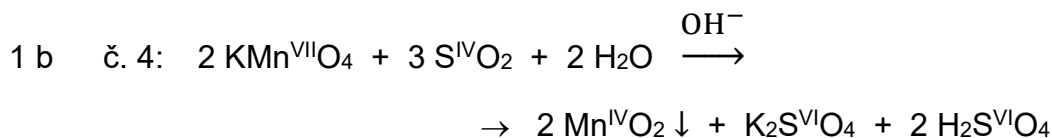
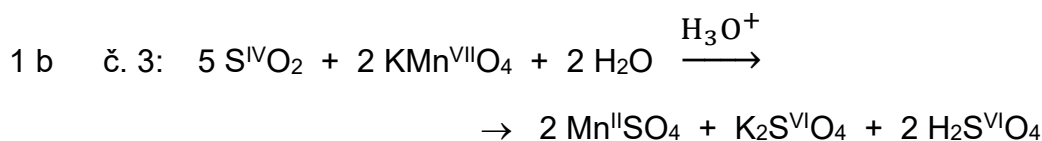
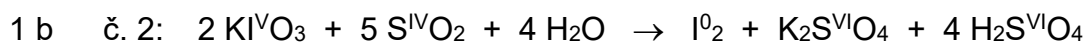
$$V(\text{SO}_2) = n(\text{SO}_2) \cdot V_m = 0,0787 \text{ mol} \cdot 22,41 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} = \mathbf{1,8 \text{ dm}^3 \text{ SO}_2}$$

## 2.4 Dôkaz vlastností oxidu siričitého

### 2.4.1 Redukčné vlastnosti oxidu siričitého

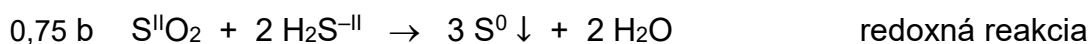
2 b realizácia pokusu





#### 2.4.2 Oxidačné vlastnosti oxidu siričitého

0,5 b realizácia pokusu



#### 2.4.3 Konzervačné vlastnosti oxidu siričitého

1,5 b realizácia pokusu

0,2 b a) v skúmavke s prídavkom roztoku oxidu siričitého reakcia neprebíha, pretože  $\text{SO}_2$  má konzervačné účinky

0,2 b b) alkoholové kvasenie

0,2 b c) oxid uhličitý  $\text{CO}_2$



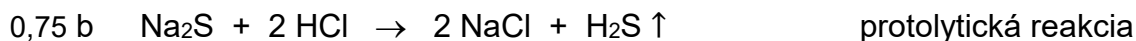
#### 2.4.4 Bieliace vlastnosti oxidu siričitého

0,25 b úlohy 2.2 a 2.1

### Úloha 3 **Sulfán – jeho príprava a vlastnosti** (1,75 b)

#### 3.1 Príprava sulfánu

1 b realizácia pokusu



#### 3.2 Dôkaz redukčných vlastností sulfánu

Pokus bol zrealizovaný a ohodnotený v úlohe 2.4.2.

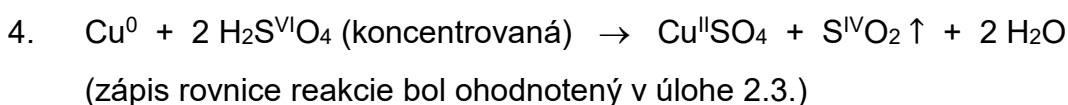
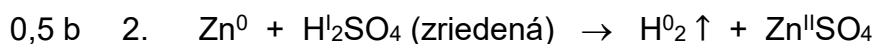
**Úloha 4      Vlastnosti kyseliny sírovej      (3,5 b)**

1 b      realizácia pokusu

roztok H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Cu	Zn
zriedený	1. –	2. únik bubliniek plynu
koncentrovaný	3. únik bubliniek plynu, roztok sa sfarbuje na modro	4. –

0,5 b      Za každý správny údaj v tabuľke 0,25 b, celkovo 0,5 b.

a)



1,5 b      b)      reakcia 2.:

$$V(\text{H}_2) = ?$$

$$V_m = 22,41 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$$

$$V(\text{H}_2\text{SO}_4) = 30 \text{ cm}^3 = 0,030 \text{ dm}^3$$

$$w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,050$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,078 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\rho(5,0 \% \text{ H}_2\text{SO}_4) = 1,0317 \text{ g cm}^{-3}$$

$$m(5,0 \% \text{ H}_2\text{SO}_4) = \rho(5,0 \% \text{ H}_2\text{SO}_4) \cdot V(5,0 \% \text{ H}_2\text{SO}_4) =$$

$$= 1,0317 \text{ g cm}^{-3} \cdot 30 \text{ cm}^3 = 30,95 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = m(5,0 \% \text{ H}_2\text{SO}_4) \cdot w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 30,95 \text{ g} \cdot 0,050 = 1,55 \text{ g}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{1,55 \text{ g}}{98,078 \text{ g mol}^{-1}} = 0,0158 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,0158 \text{ mol}$$

$$V(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot V_m = 0,0158 \text{ mol} \cdot 22,41 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} = \mathbf{0,35 \text{ dm}^3}$$

**Úloha 5      Príprava síranu horečnatého      (9,25 b)**

4 b      realizácia pokusu

$$m(\text{MgSO}_4) = 4,0 \text{ g}$$

$$M(\text{MgSO}_4) = 120,374 \text{ g mol}^{-1}$$

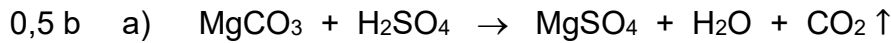
$$M(\text{MgCO}_3) = 84,321 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\rho(5,0 \% \text{ H}_2\text{SO}_4) = 1,0317 \text{ g cm}^{-3}$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,078 \text{ g mol}^{-1}$$

$$V_m = 22,41 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$$

$$M(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 246,475 \text{ g mol}^{-1}$$



1 b b)  $m(\text{MgCO}_3) = ?$

$$n(\text{MgSO}_4) = \frac{m(\text{MgSO}_4)}{M(\text{MgSO}_4)} = \frac{4,0 \text{ g}}{120,374 \text{ g mol}^{-1}} = 0,0332 \text{ mol}$$

$$n(\text{MgCO}_3) = n(\text{MgSO}_4) = 0,0332 \text{ mol}$$

$$m(\text{MgCO}_3) = n(\text{MgCO}_3) \cdot M(\text{MgCO}_3) =$$

$$= 0,0332 \text{ mol} \cdot 84,321 \text{ g mol}^{-1} = \mathbf{2,8 \text{ g MgCO}_3}$$

1,5 b c)  $V(5,0 \% \text{ H}_2\text{SO}_4) = ?$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{MgSO}_4) = 0,0332 \text{ mol}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4) =$$

$$= 0,0332 \text{ mol} \cdot 98,078 \text{ g mol}^{-1} = 3,26 \text{ g}$$

$$m(5,0 \% \text{ H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{w(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{3,26 \text{ g}}{0,050} = 65,2 \text{ g}$$

$$V(5,0 \% \text{ H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(5 \% \text{ H}_2\text{SO}_4)}{\rho(5 \% \text{ H}_2\text{SO}_4)} = \frac{65,2 \text{ g}}{1,0317 \text{ g cm}^{-3}} =$$

$$= \mathbf{63 \text{ cm}^3 5,0 \% \text{ H}_2\text{SO}_4}$$

0,75 b d)  $V(\text{CO}_2) = ?$

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{MgSO}_4) = 0,0332 \text{ mol}$$

$$V(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \cdot V_m = 0,0332 \text{ mol} \cdot 22,41 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} = \mathbf{0,74 \text{ dm}^3 \text{ CO}_2}$$

0,75 b e)  $m(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = ?$

$$n(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = n(\text{MgSO}_4) = 0,0332 \text{ mol}$$

$$m(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = n(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) =$$

$$= 0,0332 \text{ mol} \cdot 246,475 \text{ g mol}^{-1} = \mathbf{8,2 \text{ g MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}$$

0,75 b f) Neizotermickou kryštalizáciou by sa malo teoreticky získať približne 5,45 g  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , čo je 66 % z množstva, ktoré by sa získalo odparením všetkého rozpúšťadla. Žiaci získajú pravdepodobne menšie množstvá, nakoľko pri manipulácii s kryštálmi vznikajú straty, predovšetkým pri filtrácii. Ak získajú väčšie množstvo, môže to byť spôsobené väčším zahustením roztoku na vodnom kúpeli, prípadne môže byť produkt nedostatočne vysušený. *Poznámka k riešeniu výpočtových úloh:*

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

### *Zoznam pomôcok:*

skúmavky, stojan na skúmavky, držiak na skúmavky, plastová lyžička, kadičky rôznych objemov, kahan (plynový/liehový), zápalky, Erlenmayerova banka (500 cm<sup>3</sup>) s dobre tesniacou gumenou zátkou, spaľovacia lyžička vytvorená z medeného drôtu stočeného do hustej špirály, pevná tenká niť, niekoľko kvetov červenej alebo fialovej farby, univerzálny acidobázický indikátorový papierik, odmerný valec (50 cm<sup>3</sup>), nádobka s objemom cca 50 cm<sup>3</sup> so zátkou, kvapkadlá, pekárenské droždie, na drobno posekané sušené hrozienka, dve skúmavky uzatvorené zátkami s prevrtaným otvorom so zasunutou ohnutou sklenenou rúrkou, laboratórne váhy, navažovačka, laboratórny stojan, 2 krížové svorky, 2 držiaky na skúmavky, hodinové sklíčko, sklenená tyčinka, trojnožka, kovová sieťka, odparovacia miska, kryštalizačná miska, filtračný lievik, filtračný papier, filtračný kruh, voda

### *Zoznam reaktantov, ich potrebné množstvá a príprava roztokov:*

*kryštalická S*: cca 4 g (v pokuse 2.1 sa namiesto kryštalickej síry môže použiť sírny knôt používaný na sírenie sudov vo vinárstve, dostať ho kúpiť v predajniach s potrebami pre záhradkárov, resp. vinárov)

*Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>*: 1 g

*Na<sub>2</sub>S*: 0,6 g, alebo *Na<sub>2</sub>S·9H<sub>2</sub>O*: 1,8 g

*MgCO<sub>3</sub>*: 2,8 g

*meď, zinok* (drôtik, pliešok, granulka) KI – niekoľko kúskov

*roztok NaOH* (*w* = 0,050) – 20 cm<sup>3</sup>; príprava 100 g roztoku: 5,5 g tuhého hydroxidu sodného + 94,5 cm<sup>3</sup> destilovanej vody

*H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> koncentrovaná* – cca 4 cm<sup>3</sup>

*roztok H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>* (*w* = 0,050) – cca 70 cm<sup>3</sup>; príprava 100 cm<sup>3</sup> roztoku: do 97 cm<sup>3</sup> destilovanej vody pridať 3 cm<sup>3</sup> koncentrovanej H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (*w* = 0,96)

*roztok HCl* (*w* = 0,050) – niekoľko kvapiek:

*roztok I<sub>2</sub> v roztoku KI* (Lugolov roztok) – niekoľko kvapiek; príprava 100 g roztoku: 5 g I<sub>2</sub> + 10 g KI + 85 cm<sup>3</sup> destilovanej vody

*roztok KIO<sub>3</sub>* (*w* = 0,050) – niekoľko kvapiek; príprava 100 g roztoku: 5 g KIO<sub>3</sub> sa rozpustí v 95 cm<sup>3</sup> destilovanej vody

*škrobový maz* – niekoľko kvapiek; príprava 100 cm<sup>3</sup> roztoku: 0,2 g škrobu sa rozmieša v malom množstve studenej vody, doleje sa do objemu 100 cm<sup>3</sup> horúcou destilovanou vodou, zamieša a nechá sa vychladnúť

*roztok KMnO<sub>4</sub>* ( $c = 0,005 \text{ mol dm}^{-3}$ ) – cca 10 kvapiek; príprava 100 cm<sup>3</sup> roztoku: 0,1 g KMnO<sub>4</sub> rozpustiť v destilovanej vode a doplniť do 100 cm<sup>3</sup>

(Roztoky I<sub>2</sub> v KI, KIO<sub>3</sub>, KMnO<sub>4</sub> pre úlohu 2.4.1 sa používajú v malých množstvách a vo veľmi nízkych koncentráciách, tak, aby roztoky neboli intenzívne sfarbené, môžu sa použiť akékoľvek staršie už zarobené roztoky.)

*vápenná voda* – 100 cm<sup>3</sup>; príprava roztoku: do 100 cm<sup>3</sup> destilovanej vody nasypať asi 0,5 g Ca(OH)<sub>2</sub> alebo CaO, zamiešať a nechať usadiť; na pokus použiť číry nasýtený roztok nad nerozpusteným podielom Ca(OH)<sub>2</sub>

*destilovaná voda*

### **Informácie o vetách H a P pre použité reaktanty**

(podľa Nariadenia (ES) č. 1272/2008 (REACH), upravené 2015/830/EU)

S: H315; P280, P302+352, P332+P313, P362+P364

Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>: H302, H315, H319; P264, P280, P337+P313

Na<sub>2</sub>S·9H<sub>2</sub>O: H290, H301, H311, H314, H318, H400, H301+H311; P270, P273, P280, P310, P302+P352, P305 + P351 + P338

NaOH: H290, H314, H338; P233, P280, P310, P303+P361+P353, P305+P351+P338

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: H290, H314; P260, P280, P303+P361+P353, P304+P340+P310, P305+P351+P338 (žiaci budú pracovať s roztokom s  $w = 0,050$ )

HCl (35 %): H290, H314 ( $w > 0,25$ ), H315 ( $0,10 \leq w < 0,25$ ), H318 ( $w > 0,25$ ), H335 ( $w > 0,10$ ); P280 (žiaci budú pracovať s roztokom HCl s  $w = 0,050$ )

Lugolov roztok: H373; P260, P314

KIO<sub>3</sub>: H272, H302, H319; P210, P220, P280, P301+P312, P310, P305 + P351 + P338

KMnO<sub>4</sub>: H315, H319, H411; P273, P280, P302+P352, P305+P351+P338 (platí pre  $c = 0,02 - 0,10 \text{ mol dm}^{-3}$ )

CaO, Ca(OH)<sub>2</sub>: H315, H318, H335; P261, P280, P310, P305 + P351 + P338

*meď, zinok, škrob, MgCO<sub>3</sub>*: nemajú žiadne vety H a P



---

Autor: doc. Ing. Mária Linkešová, CSc.

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 2023