

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

61. ročník, školský rok 2024/2025

Kategória C

Domáce kolo

RIEŠENIE A HODNOTENIE

PRAKTICKÝCH ÚLOH

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH PRAKTICKEJ ČASTI

Chemická olympiáda – kategória C – 61. ročník – šk. rok 2024/2025

Domáce kolo

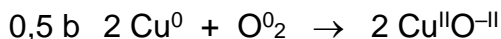
Mária Linkešová

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

Úloha 1 *Oxidácia medi vzdušným kyslíkom* (3,5 b)

a)

0,5 b Medený drôt bol po vychladnutí na povrchu matný a čierny (od vzniknutého CuO).



0,5 b redukovaadlo: Cu oxidovaadlo: O₂

b)

0,5 b Nenastali žiadne zmeny (oxid meďnatý nie je vo vode rozpustný).

c)

0,5 b Medený drôt bol opäť lesklý mal červenú („medenú“) farbu, roztok mal modrozelenú farbu od vzniknutého produktu – chloridu meďnatého. Keďže je však jeho koncentrácia veľmi nízka, treba pokus viackrát zopakovať, aby bolo sfarbenie roztoku výraznejšie a lepšie viditeľné. Sfarbenie treba pozorovať oproti bielemu pozadiu.

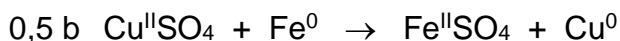


0,5 b Reakcia nie je redoxná, je protolytická.

Úloha 2 *Príprava medi cementáciou* (3,5 b)

a)

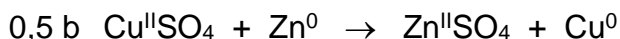
0,5 b síran železnatý



0,5 b oxidovaadlo: Cu^{II} redukovaadlo: Fe⁰

b)

0,5 b roztok je bezfarebný (roztok síranu zinočnatý je bezfarebný)



0,5 b oxidovadlo: Cu^{II} redukovadlo: Zn⁰

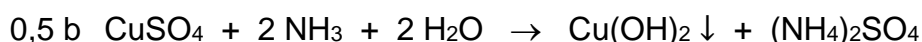
0,5 b Železo a zinok sa v elektrochemickom rade napätia kovov nachádzajú naľavo od medi.

Úloha 3 *Reakcie meďnatých katiónov* (5 b)

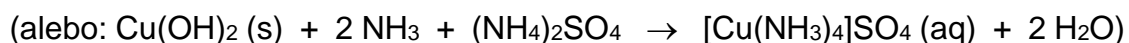
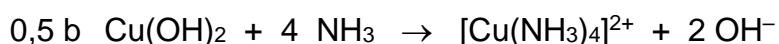
a)

Prebehli dve reakcie.

0,5 b 1. reakcia – protolytická – po pridaní prvých kvapiek amoniaku vznikla modrá gélovitá zrazenina hydroxidu meďnatého:

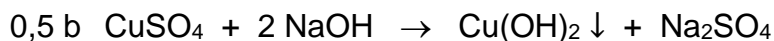


0,5 b 2. reakcia – komplexotvorná – po pridaní väčšieho množstva amoniaku sa zrazenina rozpustila za vzniku modrofialového roztoku sfarbeného od tetraamminmeďnatého katiónu:



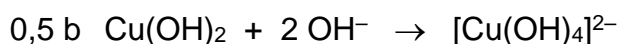
b)

0,5 b vznikla modrá gélovitá zrazenina hydroxidu meďnatého:



c)

0,5 b modrá gélovitá zrazenina sa rozpustila a vznikol modrý roztok:

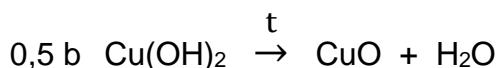


d)

0,5 b Prebehla reakcia zhodná s 2. reakciou v pokuse **3a**.

e)

0,5 b Modré sfarbenie sa stratilo, roztok bol číry a bezfarebný, na dne skúmavky sa usadil červenohnedý prášok oxidu meďnatého.



Úloha 4 *Antibakteriálne vlastnosti meďnatých solí* (1,5 b)

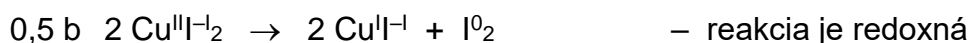
0,5 b **a)** V skúmavke s prídavkom roztoku síranu meďnatého reakcia neprebíha, pretože síran meďnatý má antibakteriálne účinky.

0,25 b **b)** alkoholové kvasenie

0,25 b c) oxid uhličitý CO₂

Úloha 5 *Príprava jodidu meďného* (2 b)

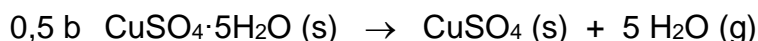
0,5 b Roztok sa najprv sfarbil na hnedo. Po odstránení jódu je roztok bezfarebný, na dne skúmavky je usadený červený tuhý oxid meďný.



0,5 b redukovač: I⁻ oxidovač: Cu^{II}

Úloha 6 *Dehydratácia pentahydrátu síranu meďnatého* (2,5 b)

0,5 b Zahrievanie CuSO₄·5H₂O: modrá farba sa pomaly strácala, najprv pri okrajoch, na stene skúmavky. Konečný produkt reakcie bol biely.



0,5 b Prikvapnutie vody: modré sfarbenie sa opäť objavilo.



0,5 b Ani jedna reakcia nie je redoxná.

Úloha 7 *Príprava oxidu meďnatého* (14 b)

a)

Rovnice už boli uvedené a ich riešenie ohodnotené v úlohách **3b** a **3e**.

b)

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 10,0 \text{ g}$$

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 249,678 \text{ g mol}^{-1}$$

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

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18,015 \text{ g mol}^{-1}$$

$$w(\text{CuSO}_4) = 0,250$$

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

$$0,5 \text{ b } n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = \frac{10,0 \text{ g}}{249,678 \text{ g mol}^{-1}} = 0,04005 \text{ mol}$$

$$0,5 \text{ b } n(\text{CuSO}_4) = n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,04005 \text{ mol}$$

$$0,5 \text{ b } m(\text{CuSO}_4) = n(\text{CuSO}_4) \cdot M(\text{CuSO}_4) = 0,04005 \text{ mol} \cdot 159,602 \text{ g mol}^{-1} = 6,392 \text{ g}$$

0,5 b voda nachádzajúca sa v CuSO₄·5H₂O:

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 5 \cdot n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 5 \cdot 0,04005 \text{ mol} = 0,20025 \text{ mol}$$

$$0,5 \text{ b } m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 0,20025 \text{ mol} \cdot 18,015 \text{ g mol}^{-1} = 3,608 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} \text{[alebo aj: } m(\text{H}_2\text{O}) &= m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) - m(\text{CuSO}_4) = \\ &= 10,0 \text{ g} - 6,392 \text{ g} = 3,608 \text{ g}] \end{aligned}$$

$$0,5 \text{ b } m(25,0 \% \text{ CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{w(\text{CuSO}_4)} = \frac{6,392 \text{ g}}{0,250} = 25,568 \text{ g}$$

0,5 b voda nachádzajúca sa v 25,0 % roztoku CuSO₄:

$$m(25,0 \% \text{ CuSO}_4) - m(\text{CuSO}_4) = 25,568 \text{ g} - 6,392 \text{ g} = 19,176 \text{ g}$$

0,5 b CuSO₄·5H₂O prinesie so sebou do roztoku 3,608 g H₂O, preto na prípravu roztoku treba použiť o toto množstvo menej, t. j.:

$$19,176 \text{ g} - 3,608 \text{ g} = 15,57 \text{ g}$$

$$0,5 \text{ b } V(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{\rho(\text{H}_2\text{O})} = \frac{15,57 \text{ g}}{1,00 \text{ g cm}^{-3}} = 15,57 \text{ cm}^3 \doteq \mathbf{15,6 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O}}$$

c)

$$w(\text{NaOH}) = 0,050$$

$$M(\text{NaOH}) = 39,997 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\rho(5,0 \% \text{ NaOH}) = 1,0538 \text{ g cm}^{-3}$$

$$V(5,0 \% \text{ NaOH}) = ?$$

$$1 \text{ b } \frac{n(\text{NaOH})}{n(\text{CuSO}_4)} = \frac{2}{1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n(\text{NaOH}) = 2 \cdot n(\text{CuSO}_4) = 2 \cdot 0,04005 \text{ mol} = 0,08010 \text{ mol}$$

$$0,5 \text{ b } m(\text{NaOH}) = n(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH}) = 0,08010 \text{ mol} \cdot 39,997 \text{ g mol}^{-1} = 3,204 \text{ g}$$

$$0,5 \text{ b } m(5,0 \% \text{ NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{w(\text{NaOH})} = \frac{3,204 \text{ g}}{0,050} = 64,08 \text{ g}$$

$$0,5 \text{ b } V(5,0 \% \text{ NaOH}) = \frac{m(5 \% \text{ NaOH})}{\rho(5 \% \text{ NaOH})} = \frac{64,08 \text{ g}}{1,0538 \text{ g cm}^{-3}} = \mathbf{60,8 \text{ cm}^3 \text{ 5,0 \% NaOH}}$$

d)

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

$$M(\text{CuO}) = 79,539 \text{ g mol}^{-1}$$

$$0,5 \text{ b } n(\text{CuO}) = n(\text{Cu}(\text{OH})_2) = n(\text{CuSO}_4) = 0,04005 \text{ mol}$$

$$0,5 \text{ b } m(\text{CuO})_{\text{teoret.}} = n(\text{CuO}) \cdot M(\text{CuO}) = 0,04005 \text{ mol} \cdot 79,539 \text{ g mol}^{-1} = \mathbf{3,19 \text{ g CuO}}$$

5 b **e)** realizácia pokusu

f)

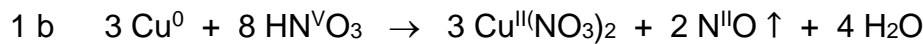
$$0,5 \text{ b } m(\text{CuO})_{\text{prakt.}} = m(\text{hodinové sklíčko} + \text{filtračný papier} + \text{produkt}) - \\ - m(\text{hodinové sklíčko} + \text{filtračný papier})$$

g)

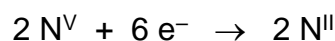
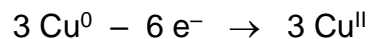
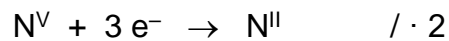
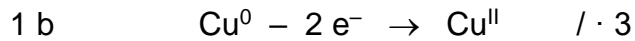
$$0,5 \text{ b } \text{výťažok reakcie} = \frac{m(\text{CuO})_{\text{prakt.}}}{m(\text{CuO})_{\text{teoret.}}}$$

Úloha 8 Reakcia medi s kyselinou dusičnou (8 b)

a)



(reaktanty: 0,5 b, stechiometrické koeficienty: 0,5 b)



0,5 b oxidovadlo: N^{V} redukovadlo: Cu^0

b)

$$m(\text{Cu}) = 15,0 \text{ g}$$

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

$$c(\text{HNO}_3) = 12,0 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$V(12,0 \text{ mol dm}^{-3} \text{HNO}_3) = ?$$

$$0,5 \text{ b} \quad n(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{M(\text{Cu})} = \frac{15,0 \text{ g}}{63,54 \text{ g mol}^{-1}} = 0,2361 \text{ mol}$$

$$1 \text{ b} \quad \frac{n(\text{HNO}_3)}{n(\text{Cu})} = \frac{8}{3} \quad \Rightarrow \quad n(\text{HNO}_3) = \frac{8}{3} \cdot n(\text{Cu}) = \frac{8}{3} \cdot 0,2361 \text{ mol} = 0,6295 \text{ mol}$$

$$0,5 \text{ b} \quad V(12,0 \text{ mol dm}^{-3} \text{HNO}_3) = \frac{n(\text{HNO}_3)}{c(\text{HNO}_3)} = \frac{0,6295 \text{ mol}}{12,0 \text{ mol dm}^{-3}} = \\ = 0,05246 \text{ dm}^3 = \mathbf{52,5 \text{ cm}^3 \text{HNO}_3 \text{ s konc. } 12,0 \text{ mol dm}^{-3}}$$

c)

$$M(\text{HNO}_3) = 63,013 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\rho(12,0 \text{ mol dm}^{-3} \text{HNO}_3) = 1,3459 \text{ g cm}^{-3}$$

$$w(12,0 \text{ mol dm}^{-3} \text{HNO}_3) = ?$$

$$0,5 \text{ b} \quad m(\text{HNO}_3) = n(\text{HNO}_3) \cdot M(\text{HNO}_3) = 0,6295 \text{ mol} \cdot 63,013 \text{ g mol}^{-1} = 39,67 \text{ g}$$

$$0,5 \text{ b} \quad m(12,0 \text{ mol dm}^{-3} \text{HNO}_3) = \rho(12,0 \text{ mol dm}^{-3} \text{HNO}_3) \cdot V(12,0 \text{ mol dm}^{-3} \text{HNO}_3) = \\ = 1,3459 \text{ g cm}^{-3} \cdot 52,5 \text{ cm}^3 = 70,61 \text{ g}$$

$$0,5 \text{ b} \quad w(12,0 \text{ mol dm}^{-3} \text{HNO}_3) = \frac{m(\text{HNO}_3)}{m(12,0 \text{ mol dm}^{-3} \text{HNO}_3)} = \frac{39,67 \text{ g}}{70,61 \text{ g}} = 0,562$$

t. j. **56,2 % HNO₃**

d)

$$M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 187,55 \text{ g mol}^{-1}$$

$$m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = ?$$

$$n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = n(\text{Cu}) = 0,2361 \text{ mol}$$

$$0,5 \text{ b} \quad m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) \cdot M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 0,2361 \text{ mol} \cdot 187,55 \text{ g mol}^{-1} =$$

$$= 44,3 \text{ g Cu(NO}_3)_2$$

e)

$$V(\text{NO}) = ? \quad V_m = 22,41 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$$

$$1 \text{ b } \frac{n(\text{NO})}{n(\text{Cu})} = \frac{2}{3} \Rightarrow n(\text{NO}) = \frac{2}{3} \cdot n(\text{Cu}) = \frac{2}{3} \cdot 0,2361 \text{ mol} = 0,1574 \text{ mol}$$

$$0,5 \text{ b } V(\text{NO}) = V_m \cdot n(\text{NO}) = 22,41 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \cdot 0,1574 \text{ mol} = \mathbf{3,53 \text{ dm}^3 \text{ NO}}$$

Poznámka k riešeniu výpočtových úloh:

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

Zoznam pomôcok na jedného žiaka:

skúmavky, stojan na skúmavky, držiak na skúmavky, plastová lyžička, sklená tyčinka, laboratórne kliešte alebo väčšia pinzeta, kadičky rôznych objemov, kahan (plynový/liehový), zápalky, univerzálny acidobázický indikátorový papierik, odmerný valec (25 cm³, 100 cm³), kvapkadlá, laboratórne váhy, laboratórny stojan, hodinové sklíčko, trojnožka, kovová sieťka, filtračný lievik, filtračný papier, filtračný kruh, pekárenské droždie, na drobno posekané sušené hrozienka, saponát na riad

Zoznam reaktantov, ich potrebné množstvá na jedného žiaka a príprava roztokov:

meď – drôt, pliešok

zinok – 1 granulka

železo – 1 klinec, minimálne 5 cm dlhý

CuSO₄·5H₂O – 10,5 g

roztok CuSO₄ (5 %) – 10 cm³; príprava 100 g roztoku: 5 g bezvodého CuSO₄ + 95 cm³ destilovanej vody; alebo: 7,8 g CuSO₄·5H₂O + 92,3 cm³ destilovanej vody

roztok CuSO₄ (0,5 %) – 1 cm³; príprava 10 cm³ roztoku: 1 cm³ roztoku CuSO₄ (5 %) + 9 cm³ destilovanej vody

roztok HCl (5,0 %) – 1 cm³; príprava 100 cm³ roztoku: 12,8 cm³ HCl konc. + 87,2 cm³ destilovanej vody

NaOH (tuhý) – 1 granulka

roztok NaOH (5 %) – 70 cm³; príprava 100 g roztoku: 5,5 g tuhého hydroxidu sodného + 94,5 cm³ destilovanej vody (výpočet bol urobený pre 90 % NaOH; tuhý NaOH nie je 100 %, treba skontrolovať na fľaši jeho zloženie a ak je to potrebné, výpočet upraviť)

roztok NH₃ (10 %) – 5 cm³; príprava 100 cm³ roztoku: 40 cm³ NH₃ konc. + 60 cm³ destilovanej vody

roztok KI (5 %) – 0,5 cm³; príprava 100 g roztoku: 5 g KI + 95 cm³ destilovanej vody

roztok Na₂S₂O₃ (5 %) – 1 cm³; príprava 100 g roztoku: 7,9 g Na₂S₂O₃·5H₂O + 92,1 cm³ destilovanej vody

destilovaná voda

Informácie o vetách H a P pre použité reaktanty

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

meď, zinok, železo, Na₂S₂O₃: nemajú žiadne vety H a P

CuSO₄·5H₂O: H302, H318, H400, H410; P273, P280

CuSO₄ (5 %): H319, H411; P305+P351+P338

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

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 $w = 0,050$)

NH₃: H290, H314, H318, H335, H400, H410, H411; P273, P280, , P310, P303+P361+P353, P305+P351+P338

KI: H372; P270