

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

59. ročník, školský rok 2022/2023

Kategória C

Domáce kolo

**RIEŠENIE A HODNOTENIE
PRAKTICKÝCH ÚLOH**

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH PRAKTICKEJ ČASTI

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

Domáce kolo

Mária Linkešová

Maximálne 40 bodov

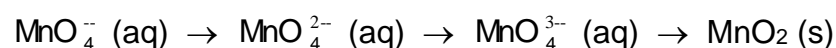
Úloha 1 (9 b)

1.1

1 b realizácia pokusu

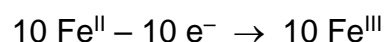
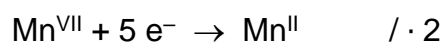
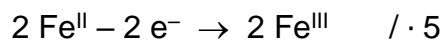
Sfarbenie sa rýchlo zmení z fialového (anión MnO_4^-) cez zelené (anión MnO_4^{2-}) na modré (anión MnO_4^{3-}). Po zohriatí do varu vzniká tuhý hnedý oxid manganičitý, ktorý tvorí jemný hnedý prášok rozptýlený v roztoku, ktorý sa pri dlhšom státi usadí na dne kadičky a roztok sa vyčíri. V silne zásaditom prostredí sa mangán redukuje iba na oxidačné číslo IV.

1 b reakčná schéma prebiehajúceho deja:



2 b 1.2 Za realizáciu reakcie a získanie výsledného roztoku sfarbeného do bledoružova. Pri dodržaní pracovného postupu by mala byť spotreba roztoku manganistanu draselného **7,2 cm³**.

2,5 b a) $10 \text{Fe}^{\text{II}}\text{SO}_4 + 2 \text{KMn}^{\text{VII}}\text{O}_4 + 8 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$



0,5 b b) oxidovadlo: Mn^{VII}

redukovadlo: Fe^{II}

2 b c) $m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 1,00 \text{ g}$

$c(\text{KMnO}_4) = 0,100 \text{ mol dm}^{-3}$

$$M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 278,016 \text{ g mol}^{-1} \quad V(\text{KMnO}_4) = ?$$

$$n(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})}{M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})} = \frac{1,00 \text{ g}}{278,016 \text{ g mol}^{-1}} = 0,00360 \text{ mol}$$

$$n(\text{FeSO}_4) = n(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0,00360 \text{ mol}$$

$$\frac{n(\text{KMnO}_4)}{n(\text{FeSO}_4)} = \frac{2}{10} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n(\text{KMnO}_4) = \frac{2}{10} \cdot n(\text{FeSO}_4) = \frac{2}{10} \cdot 0,00360 \text{ mol} = 0,000720 \text{ mol}$$

$$V(\text{KMnO}_4) = \frac{n(\text{KMnO}_4)}{c(\text{KMnO}_4)} = \frac{0,000720 \text{ mol}}{0,100 \text{ mol dm}^{-3}} = 0,00720 \text{ dm}^3 = \mathbf{7,20 \text{ cm}^3}$$

Úloha 2 (15 b)

2.1

2 b realizácia pokusu

Tabuľka č. 1

roztok	Cu	Fe	Mg	(Ag)
CuSO ₄	1. –	2.	3.	4. –
FeSO ₄	5. –	6. –	7.	8. –
MgSO ₄	9. –	10. –	11. –	12. –
AgNO ₃	13.	14.	15.	16. –

1,2 b Pre jednoduchší zápis uvádzame pozorovania pri prebiehajúcej reakcii pod tabuľkou. Za každý správny údaj v tabuľke v prípade prebiehajúcej reakcie 0,2 b, celkovo 6 x 0,2 = 1,2 b.

a)

2. pozorovanie: modrý roztok → zelený roztok, sivý kov → červenohnedý kov

1 b $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu} + \text{FeSO}_4$

oxidácia: $\text{Fe}^0 - 2 e^- \rightarrow \text{Fe}^{\text{II}}$

redukcia: $\text{Cu}^{\text{II}} + 2 e^- \rightarrow \text{Cu}^0$

oxidovadlo: Cu^{II}, redukovadlo: Fe⁰

- 3.** pozorovanie: modrý roztok → bezfarebný roztok, striebrosivý kov → červenohnedý kov
- 1 b $Mg + CuSO_4 \rightarrow Cu + MgSO_4$
oxidácia: $Mg^0 - 2 e^- \rightarrow Mg^{II}$
redukcia: $Cu^{II} + 2 e^- \rightarrow Cu^0$
oxidovadlo: Cu^{II} , redukovadlo: Mg^0
- 7.** pozorovanie: zelený roztok → bezfarebný roztok, striebrosivý kov → tmavosivý/čierny (práškový) kov
- 1 b $Mg + FeSO_4 \rightarrow Fe + MgSO_4$
oxidácia: $Mg^0 - 2 e^- \rightarrow Mg^{II}$
redukcia: $Fe^{II} + 2 e^- \rightarrow Fe^0$
oxidovadlo: Fe^{II} , redukovadlo: Mg^0
- 13.** pozorovanie: bezfarebný roztok → modrý roztok, červenohnedý kov → tmavosivý/čierny (práškový) kov
- 1 b $Cu + 2 AgNO_3 \rightarrow 2 Ag + Cu(NO_3)_2$
oxidácia: $Cu^0 - 2 e^- \rightarrow Cu^{II}$
redukcia: $2 Ag^I + 2 e^- \rightarrow 2 Ag^0$
oxidovadlo: Ag^I , redukovadlo: Cu^0
- 14.** pozorovanie: bezfarebný roztok → zelený roztok, sivý kov → tmavosivý/čierny (práškový) kov
- 1 b $Fe + 2 AgNO_3 \rightarrow 2 Ag + Fe(NO_3)_2$
oxidácia: $Fe^0 - 2 e^- \rightarrow Fe^{II}$
redukcia: $2 Ag^I + 2 e^- \rightarrow 2 Ag^0$
oxidovadlo: Ag^I , redukovadlo: Fe^0
- 15.** pozorovanie: sfarbenie roztoku sa nezmenilo (bezfarebný), striebrosivý kov → tmavosivý/čierny (práškový) kov
- 1 b $Mg + 2 AgNO_3 \rightarrow 2 Ag + Mg(NO_3)_2$
oxidácia: $Mg^0 - 2 e^- \rightarrow Mg^{II}$
redukcia: $2 Ag^I + 2 e^- \rightarrow 2 Ag^0$
oxidovadlo: Ag^I , redukovadlo: Mg^0
- 0,8 b **b)** Mg, Fe, Cu, Ag

2.2

1 b realizácia pokusu

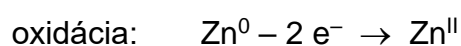
Tabuľka č. 2

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

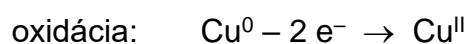
0,4 b Za každý správny údaj v tabuľke 0,2 b, celkovo 0,4 b.

a)

1 b **2.** Zn (s) + H₂SO₄ (aq) → H₂ (g) + ZnSO₄ (aq)



1 b **4.** Cu (s) + 2 H₂SO₄ (konc.) → CuSO₄ (aq) + SO₂ (g) + 2 H₂O (l)



1,6 b **b)** reakcia 2.:

$$V(\text{H}_2\text{SO}_4) = 30,0 \text{ cm}^3 = 0,0300 \text{ dm}^3 \quad w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,050$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,078 \text{ g mol}^{-1} \quad \rho(5,0 \% \text{ H}_2\text{SO}_4) = 1,0317 \text{ g cm}^{-3}$$

$$V_m = 22,41 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \quad V(\text{H}_2) = ?$$

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

$$= 1,0317 \text{ g cm}^{-3} \cdot 30,0 \text{ cm}^3 = 30,95 \text{ g}$$

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

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

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

$$V(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot V_m = 0,0158 \text{ mol} \cdot 22,41 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} = \mathbf{0,354 \text{ dm}^3}$$

Úloha 3 (6 b)

2 b realizácia pokusu

1 b a) katóda: $\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}^0$

anóda: $\text{Cl}^- - \text{e}^- \rightarrow \frac{1}{2} \text{Cl}_2^0 \uparrow$

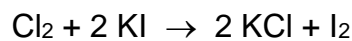
(alebo: $2 \text{Cl}^- - 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2^0 \uparrow$)

celkový priebeh elektrolýzy: $2 \text{NaCl} \rightarrow 2 \text{Na} + \text{Cl}_2 \uparrow$

0,5 b b) $2 \text{Na} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$

0,5 b c) ružové, prítomnosť NaOH

1,5 b d) Jodidoškrobový indikátor sa v prítomnosti chlóru sfarbuje na tmavomodro. Obsahuje zmes jodidu draselného a škrobu. Vznikajúci chlór reaguje s jodidom draselným:



Prítomnosť vzniknutého jódu sa prejaví modrým sfarbením, ktoré vzniká jeho interakciou so škrobom prítomným v indikátore.

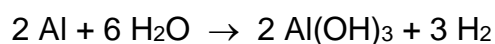
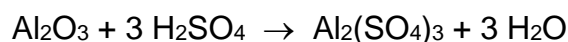
0,5 b e) Batéria sa po vybití nedá opätovne nabiť, prebehla v nej nevratná chemická reakcia. Akumulátor sa po vybití dá opätovne nabiť, dodaním elektrickej energie prebehne spätná reakcia, východiskové látky sa zregenerujú a tento galvanický článok sa dá použiť opakovane.

Úloha 4 (4 b)

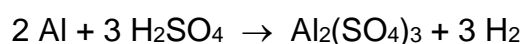
1 b realizácia pokusu

0,2 b a) 1. skúmavka: neprebíha žiadna reakcia, ani za horúca

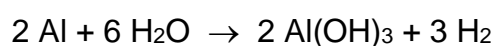
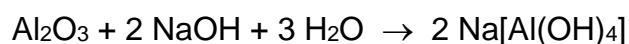
1 b 2. skúmavka



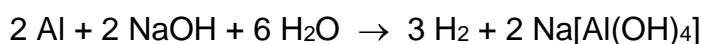
(V prítomnosti kyseliny sírovej sa vznikajúci hydroxid hlinitý okamžite neutralizuje na konečný produkt síran hlinitý.)



1 b 3. skúmavka

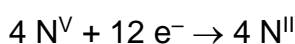
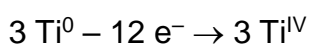
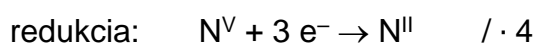
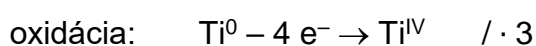
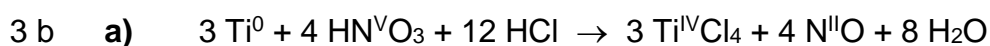


(V prítomnosti hydroxidu sodného vznikajúci hydroxid hlinitý s hydroxidom sodným okamžite reaguje na konečný produkt hexahydroxohlinitan sodný.)



- 0,8 b **b)** Povrch hliníka je pokrytý ochrannou vrstvičkou oxidu hlinitého, ktorý je nerozpustný vo vode, preto reakcia neprebíha (1. skúmavka). Oxid hlinitý však reaguje s kyselinami za vzniku hlinitých solí (2. skúmavka) a s alkalickými hydroxidmi za vzniku hlinitanov (3. skúmavka). Tieto produkty sú rozpustné vo vode, povrch hliníka sa tak očistí od produktu korózie a môže reagovať s vodou, s kyselinami, aj s alkalickými hydroxidmi.

Úloha 5 (6 b)



$$m(\text{Ti}) = 12,1 \text{ g}$$

$$w(\text{HNO}_3) = 0,360$$

$$M(\text{Ti}) = 47,9 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\rho(36,0 \% \text{ HNO}_3) = 1,2205 \text{ g cm}^{-3}$$

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

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

b) $V(\text{NO}) = ?$

c) $V(36,0 \% \text{ HNO}_3) = ?$

1 b **b)**
$$n(\text{Ti}) = \frac{m(\text{Ti})}{M(\text{Ti})} = \frac{12,1 \text{ g}}{47,9 \text{ g mol}^{-1}} = 0,2526 \text{ mol}$$

$$\frac{n(\text{NO})}{n(\text{Ti})} = \frac{4}{3} \Rightarrow n(\text{NO}) = \frac{4}{3} \cdot n(\text{Ti}) = \frac{4}{3} \cdot 0,2526 \text{ mol} = 0,3368 \text{ mol}$$

$$V(\text{NO}) = n(\text{NO}) \cdot V_m = 0,3368 \text{ mol} \cdot 22,41 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} = \mathbf{7,55 \text{ dm}^3 \text{ NO}}$$

2 b **c)**
$$\frac{n(\text{HNO}_3)}{n(\text{Ti})} = \frac{4}{3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n(\text{HNO}_3) = \frac{4}{3} \cdot n(\text{Ti}) = \frac{4}{3} \cdot 0,2526 \text{ mol} = 0,3368 \text{ mol}$$

$$2 \text{ b} \quad m(\text{HNO}_3) = n(\text{HNO}_3) \cdot M(\text{HNO}_3) = 0,3368 \text{ mol} \cdot 63,013 \text{ g mol}^{-1} = 21,22 \text{ g}$$

$$2 \text{ b} \quad m(36,0 \% \text{ HNO}_3) = \frac{m(\text{HNO}_3)}{w(\text{HNO}_3)} = \frac{21,22 \text{ g}}{0,360} = 58,94 \text{ g}$$

$$2 \text{ b} \quad V(36,0 \% \text{ HNO}_3) = \frac{m(36,0 \% \text{ HNO}_3)}{\rho(36,0 \% \text{ HNO}_3)} = \frac{58,94 \text{ g}}{1,2205 \text{ g cm}^{-3}} = \mathbf{48,3 \text{ cm}^3}$$

Poznámka k riešeniu výpočtových úloh:

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

Reaktanty:

kyselina sírová (koncentrovaná $w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,98$; zriedená $w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,050$), kyselina trihydrogenfosforečná (koncentrovaná $w(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,85$), hydroxid sodný ($w(\text{NaOH}) = 0,050$), roztok glukózy ($w = 0,050$), roztok manganistanu draselného ($c(\text{KMnO}_4) = 0,100 \text{ mol dm}^{-3}$), roztok síranu meďnatého ($w(\text{CuSO}_4) = 0,050$), roztok síranu železnatého ($w(\text{FeSO}_4) = 0,050$), roztok síranu horečnatého ($w(\text{MgSO}_4) = 0,050$), roztok dusičnanu strieborného ($w(\text{AgNO}_3) = 0,010$), chlorid sodný (tuhý), heptahydrát síranu železnatého (tuhý), kúsky kovov: meď, železo, horčík, (striebro), zinok, hliník (podľa dostupnosti to môžu byť drôtky, pliešky, granulky, klinčeky), fenolftaleín, jodidoškrobový papierik

Poznámky:

Ak nie je k dispozícii kovový horčík, môže sa nahradiť zinkom a roztok síranu horečnatého roztokom síranu zinočnatého, reakcia však bude prebiehať pomalšie.

Komerčne vyrobený jodidoškrobový indikátorový papierik sa môže pripraviť namočením kúska filtračného papiera do zmesi roztokov jodidu draselného a škrobového mazu, prípadne a môže kvapka tejto zmesi pridať do anódového priestoru elektrolyzéra.

Príprava roztokov:

kyselina sírová $w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,050$: 2,8 cm³ koncentrovanej kyseliny sírovej ($w = 0,98$) a 97,2 cm³ destilovanej vody

hydroxid sodný $w(\text{NaOH}) = 0,050$: 5,5 g tuhého hydroxidu sodného a 94,5 cm³ destilovanej vody

glukóza $w(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 0,050$: 5,0 g glukózy a 95 cm³ destilovanej vody

manganistan draselný $c(\text{KMnO}_4) = 0,100 \text{ mol dm}^{-3}$: 1,58 g KMnO_4 doplniť destilovanou vodou do 100 cm³

síran meďnatý $w(\text{CuSO}_4) = 0,050$: 7,7 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ a 92,3 cm³ destilovanej vody

síran železnatý $w(\text{FeSO}_4) = 0,050$: 9,2 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ a 90,8 cm³ destilovanej vody

síran horečnatý $w(\text{MgSO}_4) = 0,050$: 10,2 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ a 89,8 cm³ destilovanej vody

dusičnan strieborný $w(\text{AgNO}_3) = 0,010$: 1 g AgNO_3 a 99 cm³ destilovanej vody

fenolftaleín: 1 g tuhého indikátora rozpustiť v 1 dm³ etanolu ($w = 0,60$)

Informácie o vetách H a P pre použité reaktanty

(podľa Nariadenia (ES) č. 1907/2006 (REACH), upravené 2015/830/EU)

H₂SO₄: H290, H315, H319; P280, P302+P352, P305+P351+P338, P337+P313

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

KMnO₄: H315, H319, H411; P273, P280, P302+P352, P305+P351+P338,
P362+P364

CuSO₄·5H₂O: H302, H315, H319, H410; P273, P302+P352, P305+P351+P338,

FeSO₄·7H₂O: H302, H315, H319; P280, P305+P351+P338, P332+P313

AgNO₃: H290, H315, H319, H410; P273, P302+P352, P305+P351+P338,
P337+P313

KI: H372; P270

Mg: H228, H261; P210, P370+P378, P402+P404

fenolftaleín: H341, H350, H361f, P201, P280, P308+P313

škrob, glukóza, NaCl, MgSO₄·7H₂O, uhlík (grafit), meď, železo, striebro, zinok, hliník:
nemajú žiadne vety H a P

Autor: Doc. Ing. Mária Linkešová, 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 2022