

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

61. ročník, školský rok 2024/2025

Kategória C

Školské kolo

TEORETICKÉ ÚLOHY

ÚLOHY ŠKOLSKÉHO KOLA

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

Školské kolo

Anna Drozdíková, Jarmila Kmeťová, Mária Linkešová, Lenka Šikulíncová

Maximálne 60 bodov
Doba riešenia: 120 minút

Úloha 1 (15 b.)

Chémia je známa nie len vďaka svojmu širokému využitiu v rôznych odvetviach priemyslu, ale tiež efektnými pokusmi, ktoré sa realizujú najmä v školskom prostredí. Dané pokusy sú často sprevádzané farebnými zmenami reakčnej zmesi, prípadne vznikom farebných zrazenín, napríklad pri priebehu redoxných reakcií.

V tabuľke nižšie sú zapísané chemické rovnice reakcií, pri ktorých dochádza k zmene farby reakčnej zmesi alebo vzniku farebnej zrazeniny:

	Chemická rovnica	Zmena farby reakčnej zmesi/vznik zrazeniny
1	$2 \text{KMnO}_4 + 3 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{MnO}_2 + 2 \text{KOH} + 2 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{O}_2$	fialová → bezfarebná
2	$\text{Na}_2\text{HPO}_4 + 3 \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag}_3\text{PO}_4 + 2 \text{NaNO}_3 + \text{HNO}_3$	Bezfarebná → žltá zrazenina
3	$2 \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	žltá → oranžová
4	$\text{Zn} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{Cu}$	modrá → bezfarebná červenohnedá zrazenina
5	$\text{CuSO}_4 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$	svetlomodrá → modrá zrazenina

1.1 (1 b.)

Určte, ktoré z chemických reakcií (1 - 5) sú redoxné.

1.2 (1 b.)

Zakrúžkujte správne tvrdenia.

- a) Peroxid vodíka pôsobí v chemickej reakcii 1 ako redukovoadlo, pretože dochádza k zmene oxidačného čísla Mn^{VII} na Mn^{IV} .
- b) Chróm sa v chemickej reakcii 3 redukuje z Cr^{VI} na Cr^{III} , kyselina sírová teda pôsobí ako redukovoadlo.

- c) Síran meďnatý pôsobí v chemickej reakcii 4 ako oxidovadlo, pretože dochádza k zmene oxidačného čísla Zn^0 na Zn^{II} .
- d) Zinok pôsobí v chemickej reakcii 4 ako oxidovadlo, pretože dochádza k zmene oxidačného čísla Cu^{II} na Cu^0 .

1.3 (1 b.)

Zakrúžkujte správne uvedené rovnice polreakcií oxidácie/redukcie.

- a) $2 \text{Br}^- + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Br}_2^0$
- b) $\text{S}^{\text{IV}} + 6 \text{e}^- \rightarrow \text{S}^{-\text{II}}$
- c) $\text{Mg}^0 + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Mg}^{\text{II}}$
- d) $\text{N}^{\text{III}} - 2 \text{e}^- \rightarrow \text{N}^{\text{V}}$

1.4 (4,5 b.)

Doplňte nasledujúcu tabuľku.

	Prvok	Oxidačné číslo	Názov zlúčeniny
Cr_2O_3	Cr		
PbI_2		-I	
$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$	N		
Na_3PO_4		I	
HCO_3^-	C		
NaNO_2	N		

1.5 (1,5 b.)

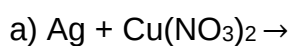
Na základe uvedeného elektrochemického radu napätia kovov zoradíte nasledujúce kovové prvky podľa stúpajúcich redukčných schopností.

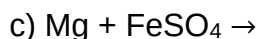
K	Na	Mg	Al	Mn	Zn	Fe	Cd	Sn	Pb	H	Cu	Hg	Ag	Au
---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	----	----	----	----

Kovové prvky: Mg, Ag, Sn, Fe, Na, Cu

1.6 (2 b.)

Určte, ktoré z uvedených chemických reakcií (a - d) prebiehajú a ktoré neprebiehajú spontánne pri laboratórnych podmienkach. (Prebiehajúce reakcie označte symbolom ✓ a neprebiehajúce symbolom x).





1.7 (2,5 b.)

Upravte neúplné schémy prebiehajúcich chemických reakcií v úlohe 1.6 na úplné chemické rovnice.

1.8 (1,5 b.)

Galvanický článok je zariadenie, ktoré premieňa chemickú energiu na elektrickú prostredníctvom redoxnej reakcie. Galvanický článok tvoria dve polovodičové elektródy (**záporne nabitá anóda** a **kladne nabitá katóda**) ponorené do elektrolytu. Na zachovanie elektrickej neutrality medzi dvomi polčlánkami, ktoré sú v elektrolyte slúži **soľný mostík** (zvyčajne ide o trubičku naplnenú roztokom neutrálnych solí, napr. KCl). Slúži na uzavretie obvodu a zabezpečuje prenos iónov medzi dvomi oddelenými roztokmi bez toho, aby sa tieto roztoky priamo premiešali. Vďaka soľnému mostíku sa kompenzuje tok elektrónov cez vonkajší obvod a zabraňuje hromadeniu náboja.

V chemickom laboratóriu máme k dispozícii dva kovy nikel a hliník, ktoré slúžia ako elektródy a soli uvedených kovov, ktoré slúžia na prípravu elektrolytov.

- a) Určte, ktorý kov bude slúžiť ako anóda a ktorý ako katóda.
- b) Zapište polreakcie prebiehajúce na katóde a anóde.

Úloha 2 (spolu 15 bodov)

2.1 (2 b.)

Určte názvy alebo vzorce zlúčenín a iónov:

- a) Cu_2S
- b) jodid meďný
- c) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
- d) $\text{Na}[\text{Cu}(\text{CN})_2]$

2.2 (2 b.)

Pre časticu $[\text{Cu}(\text{CN})_3]^{2-}$, napíšte:

- a) názov,
- b) oxidačné číslo centrálného atómu,
- c) koordinačné číslo centrálného atómu,
- d) elektrický náboj ligandu.

2.3 (2 b.)

Napíšte výraz pre konštantu:

- a) rovnováhy $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{Zn}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{s}) + \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$,
- b) rozpustnosti Cu_2S .

2.4(2 b.)

Vypočítajte hmotnostný zlomok vody a hmotnostný zlomok síranu meďnatého v modrej skalici.

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18,02 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}, M(\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 249,68 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}.$$

2.5 (2 b.)

Napíšte:

- a) elektrónovú konfiguráciu atómu medi $_{29}\text{Cu}$,
- b) elektrónovú konfiguráciu meďného katiónu,
- c) počet nespárených elektrónov v meďnom katióne,
- d) obsadené orbitály, ktoré sú v meďnom katióne trojnásobne degenerované.

2.6 (2 b.)

Vypočítajte stechiometrické koeficienty v reakčných schémach:

- a) $\text{CuSO}_4 + \text{NaCl} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuCl} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$,
- b) $\text{CuS} + \text{NO}_3^- + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{S} + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

2.7 (2 b.)

Meď je pre človeka biogénnym mikroprvkom. Napíšte aspoň dve funkcie, významy, ktoré plní v organizme.

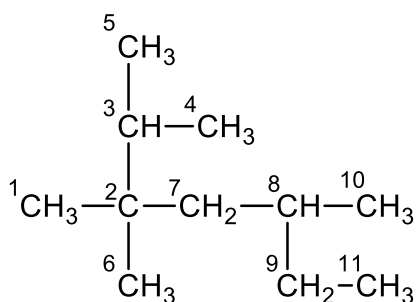
2.8 (1 b.)

Vysvetlite, prečo sa medené predmety (strechy, rúry) aj bronzové sochy po určitom čase pokrývajú zelenou vrstvou „nečistoty“.

Úloha 3 (spolu 15 bodov)

3.1 (7 b.)

- a) Napíšte všeobecný vzorec homologického radu alkánov:
- b) Napíšte racionálne vzorce a systémové názvy všetkých alifatických alkánov so šiestimi uhlíkmi.
- c) V nasledujúcom uhľovodíku určte primárne, sekundárne, terciárne a kvartérne uhlíky.



3.2 (1 b.)

Vyberte správne odpovede.

Jeden mól etánu:

- a) obsahuje $6,022 \cdot 10^{23}$ molekúl
- b) obsahuje polovicu atómov vodíka ako jeden mól pentánu
- c) zaberá za normálnych podmienok objem $22,4 \text{ dm}^3$
- d) má dvojnásobnú hmotnosť ako jeden mól metánu.

3.3 (2 b.)

Rozhodnite, ktorý z uvedených alkánov má vyššiu teplotu varu a vysvetlite svoj výber.

- a) hexán alebo oktán
- b) pentán alebo izopentán

3.4 (1 b.)

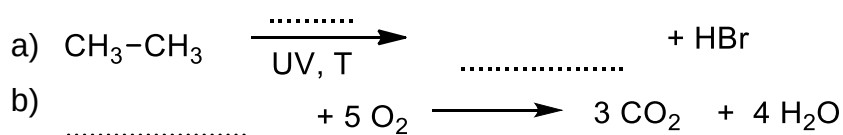
Doplňte do textu chýbajúce slová alebo slovné spojenia:

Fosílna palivá sú energetické zdroje, ktoré sa vytvorili z organických látok počas miliónov rokov. Základnými typmi fosílnych palív sú uhlie, a zemný plyn.

- Uhlie obsahuje prevažne uhlík, ale aj rôzne minerály a viaceré prvky, ako sú síra, kyslík a vodík.
- je zložená zo zlúčenín uhľovodíkov, ktoré môžu obsahovať aj rôzne prísady, ako sú síra a dusík. Jednotlivé frakcie sa oddeľujú pomocou
- Zemný plyn je prevažne....., ale môže obsahovať aj iné uhľovodíky, ako je etán, propán a bután.

3.5 (2,5 b.)

Doplňte chýbajúce časti do reakčných schém a pomenujte typ reakcie.



3.6 (1,5 b.)

Empirický vzorec organickej zlúčeniny je C_5H_3 , jej relatívna molekulová hmotnosť je 252. Určte sumárny vzorec tejto zlúčeniny. ($M_r(\text{C}) = 12$, $M_r(\text{H}) = 1$)

Úloha 4 (15 bodov)

K roztoku síranu meďnatého (A) s hmotnostným zlomkom 0,0900 sa pridal roztok hydroxidu sodného (B) s hmotnostným zlomkom 0,150. Vznikla modrá zrazenina (C). Po jej usadení sa nad ňou nachádzal bezfarebný roztok (D). Bezfarebný roztok sa zliat a zrazenina sa zahriala. Vznikol pri tom červenohnedý prášok (E) a bezfarebná kvapalina (F). Produkt E sa odfiltroval, premyl, vysušil a odvážil. Jeho hmotnosť bola 10,40 g.

- Napíšte chemické rovnice prebiehajúcich reakcií v stechiometrickom tvare.
- Určte látky C – F, napíšte ich vzorce a systematické názvy.
- Vypočítajte molárne hmotnosti zlúčenín A – F z atómových hmotností prvkov, z ktorých sa skladajú.

- d) Vypočítajte hmotnosť roztoku síranu meďnatého, ktorý sa použil pri realizácii pokusu.
- e) Vypočítajte objem roztoku hydroxidu sodného potrebného na kvantitatívne zreagovanie všetkého síranu meďnatého.
- f) Vypočítajte koncentráciu použitého roztoku hydroxidu sodného.

Údaje potrebné pre výpočty:

Atómová hmotnosť medi je $63,54 \text{ g mol}^{-1}$, atómová hmotnosť síry je $32,06 \text{ g mol}^{-1}$, atómová hmotnosť kyslíka je $16,00 \text{ g mol}^{-1}$, atómová hmotnosť vodíka je $1,008 \text{ g mol}^{-1}$, atómová hmotnosť sodíka je $22,99 \text{ g mol}^{-1}$, hustota 15,0 % roztoku hydroxidu sodného je $1,1641 \text{ g cm}^{-3}$.

Autori: doc. 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 2025