

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

59. ročník, školský rok 2022/2023

Kategória D

Okresné kolo

TEORETICKÉ ÚLOHY

TEORETICKÉ ÚLOHY

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

Okresné kolo

Jela Nociarová, Lenka Šikulíncová

Maximálne 60 bodov

Doba riešenia: 70 minút

Pri riešení úloh môžu žiaci používať kalkulačky, nie však periodickú sústavu prvkov ani tabuľky.

Úloha 1 Významné chemické reakcie železa a jeho zlúčenín (30 b)

a) V predchádzajúcich kolách chemickej olympiády ste sa oboznámili s niektorými významnými chemickými reakciami železa a jeho zlúčenín. Napíšte rovnice nasledujúcich chemických reakcií 1 - 4 (nezabudnite na správne stechiometrické koeficienty).

1. Príprava železa aluminotermicky – chemická reakcia oxidu železa (atóm železa je v oxidačnom stave III) s hliníkom za vzniku oxidu hliníka (atóm hliníka je oxidačnom stave III) a železa.
2. Priama redukcia hematitu (oxidu železitého) koksom za vzniku železa a oxidu uhlíka (atóm uhlíka je oxidačnom stave II).
3. Nepriama redukcia hematitu (oxidu železitého) oxidom uhoľnatým za vzniku magnetitu (oxidu železnato-diželezitého) a oxidu uhlíka (atóm uhlíka je v oxidačnom stave IV).
4. Chemická reakcia železa a síry za vzniku dvojprvkovej zlúčeniny železa (atóm železa je oxidačnom stave II) a síry (atóm síry je v oxidačnom stave –II).

b) Na základe chemických reakcií 1 – 4 zapíšte do tabuľky značky prvkov, ktorých atómy v príslušnom redoxnom deji podliehajú redukcii, prípadne oxidácii.

	Atóm podliehajúci redukcii	Atóm podliehajúci oxidácii
1. Aluminotermia		
2. Priama redukcia		
3. Nepriama redukcia		
4. Reakcia železa a síry		

c) Napíšte čiastkové rovnice redoxného deja, ktorý prebieha počas chemickej reakcie 4. Označte, ktorá čiastková rovnica znázorňuje oxidáciu a ktorá redukciu.

d) Vyberte všetky správne tvrdenia.

- a. hliník pôsobí v chemickej reakcii 1 ako redukovoadlo,
- b. hliník pôsobí v chemickej reakcii 1 ako oxidovoadlo,
- c. železo pôsobí v chemickej reakcii 4 ako oxidovoadlo,
- d. železo pôsobí v chemickej reakcii 4 ako redukovoadlo.

e) Vypočítajte hmotnosť síry, ktorú treba na reakciu s 55,85 g železa podľa rovnice chemickej reakcie 4, ak reakciou vznikne 87,91 g produktu. ($M_{(\text{Fe})} = 55,85 \text{ g/mol}$; $M_{(\text{S})} = 32,06 \text{ g/mol}$; $M_{(\text{produkt})} = 87,91 \text{ g/mol}$)

f) Železo zaraďujeme medzi:

- a. ušľachtilé kovy,
- b. neušľachtilé kovy,
- c. ťažké kovy,
- d. ľahké kovy.

g) Napíšte, ktorý/é z atómov: ${}^{56}_{26}\text{Fe}$, ${}^{59}_{27}\text{Co}$, ${}^{58}_{28}\text{Ni}$:

- a. má/majú najnižší počet neutrónov,
- b. má/majú najnižší počet elektrónov,
- c. má/majú najvyššie nukleónové číslo.

h) Vyberte, ktorá z uvedených zlúčenín má najvyššiu molárnu hmotnosť.

($M_{(\text{O})} = 16,00 \text{ g/mol}$; $M_{(\text{Fe})} = 55,85 \text{ g/mol}$; $M_{(\text{S})} = 32,06 \text{ g/mol}$)

- a. oxid železnatý,
- b. oxid železitý,
- c. sulfid železnatý,
- d. síran železnatý.

i) Chemickou reakciou železa s chloridom meďnatým vzniká:

- a. chlorid železitý,
- b. chlorid železnatý,
- c. chlorid meďný,
- d. chlór.

j) V nasledujúcich tvrdeniach zakrúžkujte správny pojem:

- a. Klince a nože sú vyrobené zo: *surového železa/ocele*.
- b. Na ničenie machov a lišajníkov v trávnikoch sa používa *zelená skalica/modrá skalica*.
- c. Na dezinfekciu a úpravu vody v bazénoch sa používala *zelená skalica/modrá skalica*.
- d. Z vápenca vo vysokej peci vzniká *troska/vsádzka*.

k) V nasledujúcich zlúčeninách určte oxidačné číslo atómu železa:

- a. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$,
- b. $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$,
- c. K_2FeO_4 ,
- d. $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

l) Vytvorte správne dvojice.

- | | |
|---|------------------------------|
| a. $\text{Fe} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$ | 1. chemické zlučovanie |
| b. $\text{HBr} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O}$ | 2. chemický rozklad |
| c. $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ | 3. oxidačno-redukčná reakcia |
| d. $2 \text{CaO} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Ca}(\text{OH})_2$ | 4. neutralizačná reakcia |

m) Chemikovi Samovi priniesol jeho kamarát dva minerály. Povedal mu, že ide o minerál **hematit** (Fe_2O_3) a minerál **siderit** (FeCO_3). Nanešťastie minerály neboli označené a preto sa chemik Samo rozhodol, že ich rozlíši pomocou chemickej reakcie s roztokom kyseliny sírovej. Najskôr si minerály označil písmenami **A** a **B**. Následne na oba minerály nakvapkal roztok kyseliny sírovej. Z minerálu **A** sa pôsobením roztoku kyseliny sírovej začali uvoľňovať bublinky plynnej látky, na mineráli **B** nepozoroval žiadne zmeny.

- a. Na základe uskutočneného pokusu určte, ktorý z minerálov **A** a **B** je hematit a ktorý siderit.
- b. Napíšte rovnicu chemickej reakcie minerálu s roztokom kyseliny sírovej, ktorá bola sprevádzaná únikom bubliniek plynu.

Úloha 2 Chemik Samo upratuje sklad chemikálií (16 b)

– Čo povie chemikovi, ktorý si pýta sodík?

– Na!

Dosť bolo zábavy, nasleduje práca. Chemik Samo sa totiž ponúkol, že pomôže svojej pani učiteľke upratať sklad chemikálií. Chemikálie v sklade boli usporiadané podľa kationov, a tak sa na jednej poličke spolu ocitli

látka	molárna hmotnosť
hydroxid sodný	40,00 g/mol
chlorid sodný	58,44 g/mol
síran sodný	142,04 g/mol
sulfid sodný	78,05 g/mol
uhličitan sodný	105,99 g/mol

zlúčeniny obsahujúce sodík – hydroxid sodný, chlorid sodný, síran sodný, sulfid sodný a uhličitan sodný. Bohužiaľ, s chemikáliami bol v zle utesennej fľaši uskladnený aj jód, ktorý zničil všetky štítky, a tak Samo už názvy chemikálií nedokáže prečítať. Rozhodol sa ich preto identifikovať tak, ako mu to ide najlepšie – experimentálne.

Z každej chemikálie pripravil roztok rozpustením 1,00 g látky v 100,0 cm³ destilovanej vody. Neznáme roztoky označil **1** – **5**. Z roztokov si do pripravených skúmaviek odliadol malé množstvá a uskutočnil nasledovné pokusy:

- Ku každému roztoku (**1** – **5**) pridal 2 cm³ zriedenej kyseliny chlorovodíkovej. Zo skúmavky s roztokom **1** sa uvoľňoval nepríjemný zápach pripomínajúci sírne minerálne vody. V skúmavke s roztokom **2** intenzívne vznikol plyn bez farby a vône. V ostatných skúmavkách nepozoroval žiadnu zmenu.
- K každému roztoku (**1** – **5**) pridal 1 cm³ roztoku chloridu železnateho. V skúmavke s roztokom **1** vznikla čierna zrazenina. V skúmavkách s roztokmi **2** a **3** vznikli modrozelené zrazeniny, v skúmavkách s roztokmi **4** a **5** Samo nepozoroval žiadnu zmenu.

- a) Napíšte vzorce plynných látok, ktoré sa z roztokov uvoľnili po pridaní kyseliny chlorovodíkovej:
- pri roztoku **1**;
 - pri roztoku **2**.
- b) Napíšte rovnice chemických reakcií, ktoré prebehli po pridaní roztoku chloridu železnatého v skúmavke s roztokom **1**, **2** a **3**.
- c) Na základe spomínaných pozorovaní napíšte vzorec látky, ktorá sa nachádzala:
- v roztoku **1**;
 - v roztoku **2**;
 - v roztoku **3**.

Samo si nevedel rady, ako zistiť, aká látka bola rozpustená v roztoku **4** a **5**. Jeho kamarátka Barborka však roztok **4** analyzovala pokročilejšou metódou a na druhý deň mu prezradila, že hustota tohto roztoku je $1,01 \text{ g/cm}^3$ a koncentrácia neznámej rozpustenej látky v roztoku **4** je $0,171 \text{ mol/dm}^3$.

- d) Na základe informácií od Barborky určte, ktorá látka sa nachádza v roztoku **4** a ktorá v roztoku **5**.

*Pomôcka: výpočtom zistíte molárnu hmotnosť rozpustenej látky **4**. Nezabudnite, že Samo pripravil všetky roztoky rozpustením $1,00 \text{ g}$ látky v $100,0 \text{ cm}^3$ destilovanej vody. (Hustota destilovanej vody je $1,00 \text{ g/cm}^3$).*

Úloha 3 Most Slovenského národného povstania (14 b)

Keď sa povie železo, mnohým napadne pevnosť a odolnosť tohto materiálu. To však nie je úplne tak! Čisté železo je relatívne mäkké a ľahko reaguje s vzdušným kyslíkom či vlhkosťou. Ak však zmiešame železo s malým množstvom iných látok, dostaneme odolnejší a pevnejší materiál – oceľ. Typická oceľ obsahuje (vo forme hmotnostného zlomku) asi 99 % železa, 0,5 % uhlíka, 0,3 % mangánu a zvyšok je tvorený prvkami ako kremík, fosfor alebo síra. Azda najznámejšou oceľovou dominantou Bratislavy je Most Slovenského národného povstania, ktorého oceľová konštrukcia váži približne 7500 ton.

a) Napíšte značky chemických prvkov spomínaných v texte.

b) Uvedené prvky rozdeľte na kovy, polokovy a nekovy.

c) Vyberte všetky správne možnosti:

Oceľ je:

- a. zliatina
- b. chemicky čistá látka
- c. zmes
- d. zlúčenina
- e. prvok.

Oxidačné číslo atómov železa v oceli je:

- a. 0
- b. I
- c. II
- d. III
- e. IV.

d) Vypočítajte hmotnosť železa, uhlíka a mangánu, ktoré sa nachádzajú v ocelovej konštrukcii Mostu SNP. Výsledok uveďte v tonách.

e) Vypočítajte hmotnosť železnej rudy, ktorú bolo potrebné spracovať na výrobu ocele potrebnej na výrobu konštrukcie pre Most SNP. Pre zjednodušenie predpokladajte, že:

- železná ruda obsahuje len magnetit ($w_{(\text{magnetit v rude})} = 0,85$), žiadne jej ďalšie zložky neobsahujú železo;
- obsah železa v magnetite je 70 %;
- pri výrobe železa nedochádza k žiadnym stratám.

Koniec teoretickej časti

PRAKTICKÉ ÚLOHY

Chemická olympiáda – kategória D – 59. ročník – šk. rok 2022/23

Okresné kolo

Jana Chrappová

Maximálne 40 bodov

Doba riešenia: 70 minút

Úloha 1: Príprava $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ zo železnatej soli (25 b)

Príprava bude prebiehať v dvoch krokoch. Najprv roztok železnatej soli zoxidujeme vhodným oxidačným činidlom, pričom vznikne roztok železitej soli. V druhom kroku pridáme k roztoku železitej soli roztok hydroxidu alkalického kovu. Reakciou vznikne nerozpustný oxid, ktorý obsahuje premenlivé množstvo vody, preto jeho zloženie najlepšie vystihuje vzorec $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$.

Pracovný postup

1. Do kadičky s objemom 250 cm^3 nalejte pomocou odmerného valca 50 cm^3 roztoku FeSO_4 .
2. K roztoku pridajte pomocou pipety 1 cm^3 roztoku H_2O_2 . Zmeny, ktoré ste pozorovali zapíšte do odpovedového hárku.
3. Kadičku s roztokom umiestnite na sieťku na trojnožke/ varič a začnite zahrievať za občasného miešania sklenou tyčinkou (dávajte si pozor, aby ste sa nepopálili).
4. Keď začne roztok v kadičke vriieť, zahrievanie ukončíte a kadičku opatrne zložte zo sieťky/ variča (použite ochranné pomôcky, aby ste sa nepopálili).
5. K horúcemu roztoku v kadičke pridajte pomocou pipety postupne po malých objemoch 25 cm^3 roztoku hydroxidu sodného. Po každom prídavku reakčnú zmes v kadičke premiešajte sklenou tyčinkou.
6. Sklenú tyčinku vyberte a kadičku s reakčnou zmesou nechajte stáť, kým sa nerozpustná látka neusadí na dne kadičky.
7. Do čistej kadičky dajte zahrievať 150 cm^3 destilovanej vody. Zahrievanie ukončíte ešte pred tým ako začne voda v kadičke vriieť (stačí keď bude voda horúca).

8. Roztok nad zrazeninou opatrne po tyčinke zlejte do umývadla, dávajte si však pozor, aby ste spolu s roztokom do umývadla neodliali aj časť zrazeniny. (Kvapalinu nad zrazeninou opatrne zlejte aj v prípade, že ostala trochu zakalená).
9. Následne do kadičky so zrazeninou prilejte 150 cm³ horúcej destilovanej vody. Zmes premiešajte sklenenou tyčinkou a zrazeninu nechajte usadiť na dne kadičky. Kvapalinu nad zrazeninou opatrne zlejte (ako v predchádzajúcom bode postupu).
10. Zostavte aparatúru na jednoduchú filtráciu, filtrát budete zachytávať do kadičky. Upravte si filtračný papier tak, aby ste mohli uskutočniť filtráciu cez skladaný filtračný papier.
11. Do čistej neoznačenej skúmavky v stojane odlejte z kadičky približne 1 cm³ suspenzie s Fe₂O₃·xH₂O. Zvyšok Fe₂O₃·xH₂O odfiltrujte.
12. Po ukončení filtrácie filtračný papier so získanou látkou rozložte na hodinové sklíčko. V odpovedovom hárku v časti výsledky opíšte vzhľad produktu. Produkt odovzdajte do dozoru.

Úloha 2: Vlastnosti Fe₂O₃·xH₂O (15 b)

Čerstvo vyzrážaný Fe₂O₃·xH₂O reaguje s roztokmi kyselín za vzniku príslušných železitých solí. Ak na Fe₂O₃·xH₂O pôsobí dostatočne vysoká teplota (napr. v peci), zlúčenina stráca vodu a mení sa na Fe₂O₃.

Pracovný postup

1. V stojane máte okrem neoznačenej skúmavky so suspenziou s Fe₂O₃·xH₂O aj tri označené skúmavky: **A**, **B**, a **C**. V každej je jedna z nasledujúcich látok: roztok hydroxidu sodného, roztok kyseliny sírovej alebo destilovaná voda. Pomocou pH papierikov zistíte pH roztokov v skúmavkách (sklenú tyčinku si vždy umyte a osušte). Výsledky zapíšte do tabuľky v odpovedovom hárku. Na základe zistení priradte jednotlivé látky k označeniam skúmaviek.
2. Do skúmavky so suspenziou opatrne prelejte celý obsah skúmavky s roztokom kyseliny. Skúmavku nechajte chvíľu stáť a pozorovanú zmenu zapíšte do výsledkov v odpovedovom hárku.

Do odpovedového hárka doplňte požadované údaje.

Autori: RNDr. Jana Chrappová, PhD. (vedúca autorského kolektívu),

Mgr. Jela Nociarová, PhD., Mgr. Lenka Šikulincová, PhD.

Recenzenti: RNDr. Marika Blaškovičová, Mgr. Ladislav Blaško

Redakčná úprava: RNDr. Jana Chrappová, PhD.

Slovenská komisia chemickej olympiády

Vydal: NIVaM – Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2023