

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

59. ročník, školský rok 2022/2023

Kategória D

Krajské kolo

TEORETICKÉ A PRAKTICKÉ ÚLOHY

TEORETICKÉ ÚLOHY

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

Krajské kolo

Lenka Šikulíncová, Jela Nociarová

Maximálne 60 bodov

Doba riešenia: 90 minút

Úloha 1 Chemik Samo opäť v akcii (36 b)

Chemik Samo nezaháľa a opäť sa pustil do vykonávania pokusov a pozorovaní.

Prvý pokus, ktorý uskutočnil, bol nasledovný: kov **A** ponoril do kadičky so zriedenou kyselinou chlorovodíkovou, pričom pozoroval vznik bublín bezfarebného plynu **B** a zmenu farby roztoku na svetlozelenú. Dané sfarbenie je zapríčinené prítomnosťou chloridu železa **C** (atóm železa je v oxidačnom stave II) (reakcia 1).

Tento chlorid železa **C** je za bežných podmienok svetlozelená kryštalická látka, avšak podlieha oxidácii vzdušným kyslíkom za vzniku chloridu železa **D**, v ktorom je atóm železa v oxidačnom stave III.

- Napište názvy látok **A** – **D**.
- Napište rovnicu chemickej reakcie 1.

Keďže Samo má vo svojom chemickom sklade aj spomínaný chlorid železa **D**, malé množstvo tohto chloridu rozpustil vo vode a postupne k nemu pridal roztok hydroxidu sodného. Pozoroval vznik zrazeniny hydroxidu železa **E** (atóm železa je v oxidačnom stave III). Chemickou reakciou okrem zrazeniny **E** vzniká ešte dobre rozpustná sodná soľ **F** (reakcia 2).

- Napište názvy látok **E** – **F**.
- Napište rovnicu chemickej reakcie 2.

Vzniknutú zrazeninu hydroxidu **E** Samo odfiltroval a následne rozpustil v roztoku kyseliny dusičnej za vzniku dusičnanu železa **G** (atóm železa je v oxidačnom stave III) a vody (reakcia 3).

- Napište názov látky **G**.
- Napište rovnicu chemickej reakcie 3.

Chemika Sama zaujímala aj reakcia kovu **A** so zriedeným roztokom kyseliny sírovej. Opäť pozoroval vznik bubliniek bezfarebného plynu **B**. Vzniknutý zeleno sfarbený roztok obsahuje síran železa **H** (atóm železa je v oxidačnom stave II) (reakcia 4).

g) Napíšte názov látky **H**.

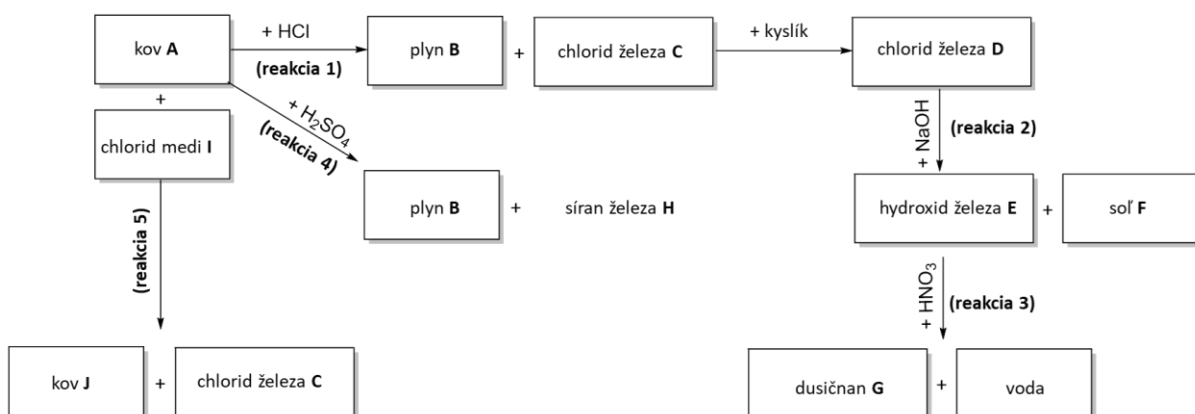
h) Napíšte rovnicu chemickej reakcie 4.

Posledná reakcia, ktorú Samo vykonal, spočívala v ponorení kovu **A** vo forme pliešku do roztoku chloridu medi **I** (atóm medi je v oxidačnom stave II). Po určitom čase Samo pozoroval zmenu farby roztoku z modrej na zelenú, kvôli prítomnosti chloridu železa **C** a tiež vznik kovu **J** na ponorenej časti plieška (reakcia 5).

i) Napíšte názov látok **I – J**.

j) Napíšte rovnicu chemickej reakcie 5.

Spomínané reakcie sú znázornené aj na nasledovnej schéme:



k) Rozhodnite, ktoré z chemických reakcií 1 – 5 predstavujú oxidačno-redukčné reakcie.

l) Určte, či železo pôsobí vo vybraných oxidačno-redukčných reakciách ako oxidovadlo alebo redukovadlo.

m) Zo všetkých oxidačno-redukčných reakcií zapíšte čiastkové rovnice oxidácie a redukcie. Vyznačte písmenami, ktorý redoxný dej predstavuje oxidáciu (O) a ktorý redukciu (R).

n) Napíšte:

- triviálny názov hydratovaného oxidu železitého,
- triviálny názov heptahydrátu síranu železnatého,
- minerálu, ktorý obsahuje uhličitan železnatý.

Sú známe aj chemické reakcie, ktorými je možné pripraviť zlúčeniny, kde je atóm železa súčasťou aniónu. Príkladom takejto zlúčeniny je železan sodný, ktorý obsahuje atóm železa v maximálnom možnom oxidačnom čísle.

- o) Napíšte vzorec železanu sodného a určte oxidačné číslo železa v tejto zlúčenine.
- p) Rozhodnite či majú železany oxidačné alebo redukčné účinky. Svoje tvrdenie zdôvodnite.

Úloha 2 Chemik Samo na výlete pri rieke Slaná (24 b)

Hoci železo patrí medzi biogénne prvky, jeho vysoký obsah v povrchových či podzemných vodách je pre rastliny a živočíchy škodlivý. Väčšina železa sa v zemskej kôre našťastie nachádza vo forme ťažko rozpustných zlúčenín. Problém nastáva, ak sa do prírody dostane znečistená podzemná voda, napríklad zo starých baní, v ktorých sa ťažila železná ruda. V jarných mesiacoch roku 2022 sa takáto voda dostala do rieky Slaná, čo spôsobilo zmenu jej farby a masívny úhyn rýb a iných vodných živočíchov.

- a) Napíšte, čo to je biogénny prvok.
- b) Napíšte názvy aspoň troch minerálov, ktoré sa nachádzajú v železnej rude.
- c) Spolu s rudami železa sa často vyskytujú aj minerály obsahujúce kobalt, nikel a arzén. Napíšte značky týchto prvkov.
- d) Napíšte, aké je obvyklé sfarbenie roztokov železitých solí.

K rieke Slaná sa vybral aj chemik Samo, spolu so starším kamarátom chemikom Rasťom, ktorý sa venuje analytickej chémii (skúma zloženie neznámych chemických látok a zmesí). Spolu odobrali vzorku znečistenej vody z rieky a Rasťo stanovil, že obsah železa v tejto vode (teda železnatých aj železitých katiónov spolu) je $0,000\ 430\ \text{mol/dm}^3$. Samo zistil, že maximálne prípustné množstvo železa v povrchových vodách je $2,00\ \text{mg}$ v $1,00\ \text{dm}^3$ vody. Vyriešte nasledovné úlohy:

- e) Vypočítajte hmotnosť železa (teda železnatých a železitých katiónov **spolu**) nachádzajúceho sa v $1,00\ \text{dm}^3$ odobratej vzorky. Výsledok uveďte v miligramoch a zaokrúhlite na jedno desatinné miesto.

$$M(\text{Fe}) = M(\text{Fe}^{2+}) = M(\text{Fe}^{3+}) = 55,8\ \text{g/mol}$$

- f) Vypočítajte, koľkokrát bolo prekročené maximálne prípustné množstvo solí železa vo vode z rieky Slaná.

Samo chcel preskúmať, ako by bolo možné odstrániť železité ióny z povrchovej vody. Keďže ale povrchová voda obsahuje aj iné katióny a anióny, ktoré by mu pri pokusoch mohli prekážať, pre zjednodušenie svojich pokusov si pripravil roztok heptahydrátu síranu železitého, v ktorom je $c(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0,020 \text{ mol/dm}^3$.

- g) Vypočítajte hmotnosť heptahydrátu síranu železitého potrebného na prípravu $250,0 \text{ cm}^3$ tohto roztoku. Molárna hmotnosť heptahydrátu síranu železitého je $M(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 526 \text{ g/mol}$.
- h) Vypočítajte hmotnostný zlomok heptahydrátu síranu železnatého v tomto roztoku, ak jeho hustota je $1,00 \text{ g/cm}^3$.
- i) V laboratóriu je možné železité soli z roztoku odstrániť napríklad zrážacou reakciou. Zakrúžkujte všetky látky, ktoré je možné použiť na vyvrážanie železitých solí z ich vodných roztokov:

HCl LiCl NaOH K_2CO_3 MgSO_4 Na_2S HNO_3

- j) Chemik Samo nakoniec na vyvrážanie železitých solí použil hydroxid draselný. Napíšte rovnicu tejto chemickej reakcie v iónovom tvare za predpokladu, že vzniknutá zrazenina je hydroxid železitý.

Koniec teoretickej časti

PRAKTICKÉ ÚLOHY

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

Krajské kolo

Jana Chrappová

Maximálne 40 bodov Doba riešenia: 90 minút

Úloha 1: Čistenie zelenej skalice (28 b)

Zelenkavé kryštáliky zelenej skalice na vzduchu ľahko podliehajú oxidácii: ióny atómu železa sa v látke menia z Fe^{2+} na Fe^{3+} . Kryštáliky čistej látky je možné získať prekryštalizovaním zelenej skalice z mierne kyslého roztoku, do ktorého sa pridajú železné klince, aby sa ióny Fe^{3+} zmenili na Fe^{2+} .

Pracovný postup

1. Do suchej a čistej kadičky (100 cm^3) nasypete návažok zelenej skalice. Postupne k nemu pridajte 15 cm^3 destilovanej vody (objem merajte pomocou odmerného valca) a $2,5 \text{ cm}^3$ roztoku H_2SO_4 (objem merajte pomocou pipety). Zmes v kadičke miešajte sklenou tyčinkou, kým sa návažok nerozpustí. Kadičku môžete mierne zahriať, aby ste rozpúšťanie urýchlili. Roztok prelejte do odparovacej misky.
2. Pripravte si vodný kúpeľ: do veľkej kadičky dajte asi 300 cm^3 vody z vodovodu, a dva-tri varné kamienky. Kadičku s vodným kúpeľom položte na sieťku (príp. varič) a dajte zahrievať.
3. Zistite pH roztoku v odparovacej miske pomocou pH papierika (roztok na pH papierik prenášajte pomocou sklenej tyčinky), výsledok zapíšte do odpovedového hárku. Potom odparovaciu misku s roztokom opatrne položte na kadičku s horúcim vodným kúpeľom (dávajte si pozor, aby ste sa nepopálili).
4. Do roztoku v odparovacej miske vložte kúsok železa (klinec) a nechajte zahrievať nad vodným kúpeľom. Sledujte, kedy začne voda vo vodnom kúpeľi vriieť. Roztok v odparovacej miske zahusťujte nad vriacou vodou 10 minút, potom zahrievanie ukončíte. Zmeny, ktoré budete pozorovať počas zahrievania zapíšte do odpovedového hárku.
5. Počas zahusťovania roztoku nad vriacim vodným kúpeľom pripravte aparatúru na filtráciu cez hladký filter. Filtrát budete zachytávať do kadičky, ktorú vložíte do väčšej nádoby s pripraveným ľadovým kúpeľom.
6. Zahustenú zmes opatrne prefiltrujte (pozor je horúca). Filtrát v kadičke premiešajte sklenou tyčinkou (dávajte pozor, aby sa obsah kadičky nevyliadol do ľadového

kúpeľa) a nechajte kryštalizovať asi 5 – 10 minút. V prípade, že vo filtráte nezačnú vznikať kryštáliky, k roztoku pridajte (pipetou) po kvapkách 1 cm³ etanolu a zmes premiešajte. Pozor, pri práci s etanolom sa uistite, že v okolí nie je zapálený žiadny kahan, ani iný otvorený oheň!

7. Pripravte si filtračný papier, aby ste mohli uskutočniť filtráciu cez skladaný filter a vykryštalizovaný produkt odfiltrujte. Kryštály na filtračnom papieri premyte malým množstvom etanolu (asi 10 cm³). Po ukončení filtrácie filtračný papier s produktom opatrne preneste a rozpresterte na hodinové sklo. Vzhľad produktu opíšte do odpovedového hárku.
8. Pracovné pomôcky poumývajte, produkt odovzdajte doзору.

Úloha 2: Identifikácia roztokov solí (12 b)

Máte dve označené skúmavky (**A** a **B**) a v nich vodný roztok: **Na₂CO₃** alebo **FeSO₄**. Identifikovať, ktorý z roztokov je v konkrétnej skúmavke môžete na základe rôznych chemických reakcií. Jednou z možností je zistiť ako roztok v skúmavke reaguje s roztokom H₂SO₄ a roztokom NaOH.

Pracovný postup

1. V stojane máte 2 označené skúmavky s roztokmi (**A** a **B**) a 2 prázdne skúmavky označené A a B. Z roztoku v skúmavke A odlejte približne polovicu do prázdnej skúmavky označenej A. Podobne spravte aj s roztokom B.
2. Do jednej skúmavky s roztokom **A** pridajte pipetkou 1 cm³ roztoku H₂SO₄, do druhej skúmavky s roztokom **A** pridajte pipetkou 3 cm³ roztoku NaOH. Výsledky pozorovania zapíšte do tabuľky v odpovedovom hárku. Rovnako postupujte s roztokom v skúmavke **B**.
3. Na základe zistení identifikujte, ktorý z roztokov sa nachádzal v skúmavke **A**, a ktorý v skúmavke **B**.

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