

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

58. ročník, školský rok 2021/2022

Kategória D

Krajské kolo

TEORETICKÉ ÚLOHY

TEORETICKÉ ÚLOHY

Chemická olympiáda – kategória D – 58. ročník – šk. rok 2021/22

Krajské kolo

Jela Nociarová

Katedra anorganickej chémie, Prírodovedecká fakulta UK v Bratislave

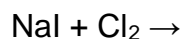
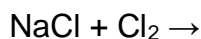
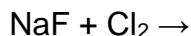
Maximálne 60 bodov

Doba riešenia: 90 minút

Úloha 1 Chemik Samo opäť v laboratóriu (24 b)

Náš starý známy chemik Samo pripravil roztok fluoridu sodného, chloridu sodného, bromidu sodného a jodidu sodného. Nanešťastie mu z kadičiek opadali štítky, ktorými ich mal označené, a teraz nevie, v ktorej kadičke má ktorý roztok. Keď tieto roztoky prebublával chlóróm, zmes v kadičkách **A** a **B** stmavla, v kadičkách **C** a **D** nepozoroval žiadnu zmenu. Následne do roztokov **A** a **B** po prebublání chlóróm pridal roztok škrobu – roztok v kadičke **A** sa sfarbil na modro, roztok v kadičke **B** sa nezmenil. Do kadičiek **C** a **D** pridal roztok dusičnanu vápenatého. V kadičke **C** sa začala okamžite tvoriť biela zrazenina, roztok v kadičke **D** sa nezmenil.

- a) Doplňte produkty a správne stechiometrické koeficienty v rovniciach nasledovných chemických reakcií. Ak reakcia neprebíha, napíšte „nereaguje“.



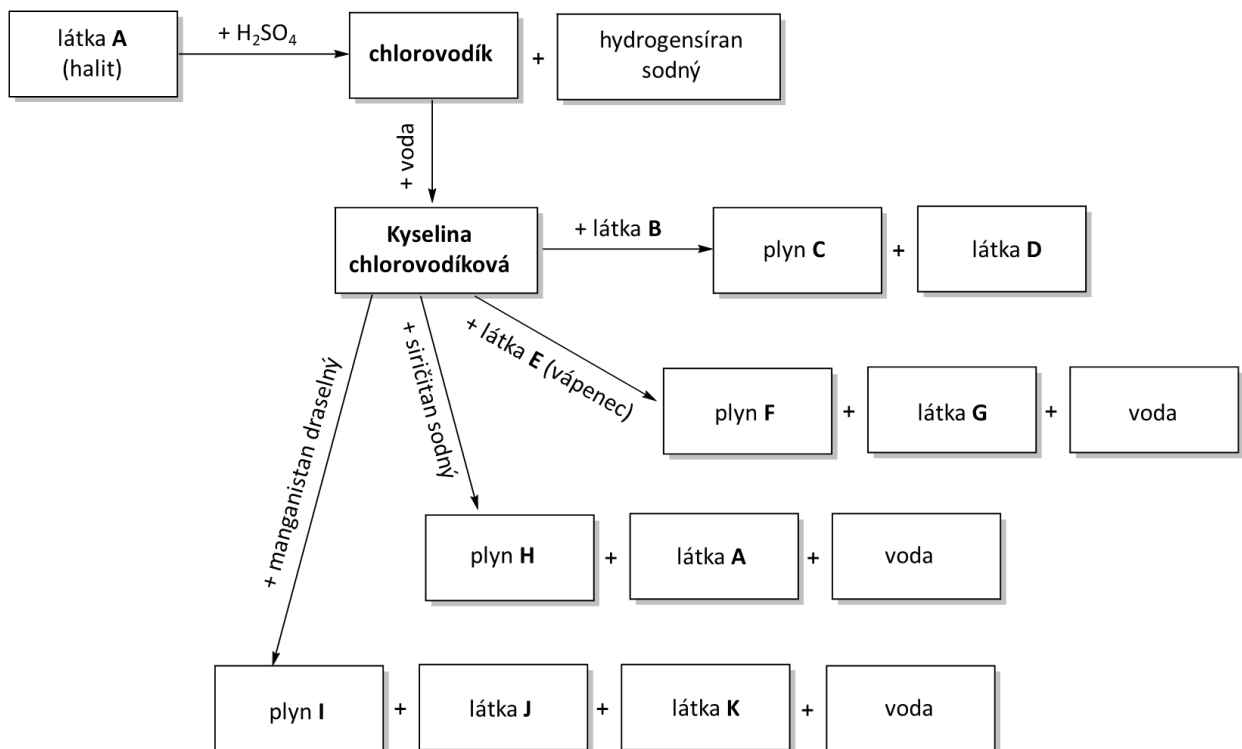
- b) Napíšte, ktorý prvok je možné dokázať pomocou roztoku škrobu.
- c) Napíšte názov a vzorec zrazeniny vznikajúcej v kadičke **C** po pridaní roztoku dusičnanu vápenatého. Táto látka sa v prírode vyskytuje ako minerál kazivec.
- d) Priradte spomínané látky k roztokom (kadičkám **A** – **C**), v ktorých sa nachádzajú.

Ďalšie úlohy sa týkajú látok: fluorid sodný, chlorid sodný, bromid sodný a jodid sodný.

- e) Napíšte, ktorá z týchto látok má najnižšiu molárnu hmotnosť.
- f) Napíšte, ktorá z týchto látok obsahuje v 1 g látky najmenší počet častíc.
- g) Pripravili sme štyri roztoky týchto látok tak, že v 100 ml vody sme rozpustili 0,01 mol látky. Napíšte vzorec alebo názov látky, ktorá má vo vzniknutom roztoku najnižší hmotnostný zlomok.
- h) Pripravili sme štyri vodné roztoky týchto látok tak, že 100 ml roztoku obsahuje 1,0 g príslušnej látky. Napíšte vzorec alebo názov látky, ktorá má vo vzniknutom roztoku najnižšiu koncentráciu.

Úloha 2 Kyselina chlorovodíková (24 b)

Kyselina chlorovodíková je významnou surovinou chemického priemyslu – ročne sa jej vyrobí okolo 20 miliónov ton. Vzniká rozpúšťaním chlorovodíka vo vode. Plynný chlorovodík je možné vyrobiť buď priamou syntézou z vodíka a chlóru (reakcia 1), alebo aj pôsobením koncentrovanej kyseliny sírovej na látku **A**, ktorá sa v prírode vyskytuje napríklad ako minerál halit (reakcia 2). Pri tejto reakcii vzniká okrem plynného chlorovodíka ešte hydrogensíran sodný. V laboratóriu je možné kyselinu chlorovodíkovú použiť na prípravu veľkého množstva plynov: reakciou zriedenej kyseliny chlorovodíkovej s niektorými kovmi (napr. **B**) vzniká plynná látka **C** a látka **D**, ktorá obsahuje kation kovu **B** (reakcia 3). Pôsobením kyseliny chlorovodíkovej na bielu tuhú látku **E**, ktorá sa v prírode vyskytuje ako vápenec, vzniká plynná látka **F**, soľ kyseliny chlorovodíkovej **G** a voda (reakcia 4). Ak kyselinu chlorovodíkovú nakvapkáme na siričitán sodný, vzniká ostro páchnuca plynná látka **H**, už spomínaná látka **A** a voda (reakcia 5). Reakciou kyseliny chlorovodíkovej a manganistanu draselného vzniká plynný halogén **I**, voda a dva rôzne halogenidy **J** a **K**. Halogenid **J** obsahuje kation s nábojovým číslom 1+ a halogenid **K** obsahuje kation s nábojovým číslom 2+ (reakcia 6). Spomínané chemické premeny sú schematicky znázornené na nasledovnom obrázku:



- Napíšte, aké skupenstvo má za bežných podmienok chlorovodík a koncentrovaná kyselina chlorovodíková.
- Aký je hmotnostný zlomok chlorovodíka v koncentrovanej kyseline chlorovodíkovej?
- Napíšte vzorec a názov látky **A**.
- Napíšte rovnicu reakcie kyseliny sírovej s látkou **A** (reakcia 2).
- Napíšte názvy aspoň 2 prvkov, ktoré by mohli byť prvkom **B**, teda môžu reagovať s kyselinou chlorovodíkovou za vzniku plynnej látky **C**.
- Napíšte vzorce a názvy látok **C, E, F, G, H, I, J a K**.
- Napíšte rovnicu reakcie kyseliny chlorovodíkovej s látkou **E** (reakcia 4).
- Napíšte rovnicu reakcie kyseliny chlorovodíkovej so siričitanom sodným (reakcia 5).
- Napíšte, ako sa sfarbí vlhký univerzálny indikátorový papierik, ak ho priložíme k unikajúcim parám látky **H**.
- Napíšte, ktoré z reakcií 1 – 6 patria medzi redoxné.

Úloha 3 Ako ukryť zlatú medailu? (12 b)

Počas 2. svetovej vojny v Nemecku platil zákaz vyviešť z krajiny akékoľvek zlato. Dvaja nositelia Nobelovej ceny za fyziku (Max Von Laue a James Franck) sa pokúšali ochrániť svoje nobelovské zlaté medaily pred ich zhabaním tak, že ich v spolupráci s kolegami chemikmi rozpustili. V čom ale rozpustiť zlato, ktoré patrí medzi ušľachtilé kovy, a teda nereaguje s vodou ani s bežnými kyselinami? Odpoveď znie: lúčavka kráľovská – zmes koncentrovanej kyseliny chlorovodíkovej a koncentrovanej kyseliny dusičnej v objemovom pomere 3 : 1. V ďalších úlohách predpokladajte, že na rozpustenie 1,00 g zlata treba 15,0 cm³ koncentrovanej kyseliny chlorovodíkovej a 5,00 cm³ koncentrovanej kyseliny dusičnej. Pri rozpúšťaní zlata v roztoku prebieha chemická reakcia a vzniká zlúčenina so sumárnym vzorcom H₂AuCl₄ (túto zlúčeninu nemusíte vedieť pomenovať).



Obr. 1 Zlatý roztok
Zdroj:

https://www.pngitem.com/middle/hJhTw_nose-erlenmeyer-flask-laboratory-flasks-cute-erlenmeyer-flask/

- a) Medaila udeľovaná nositeľom Nobelových cien má polomer 3,30 cm a hrúbku 3,00 mm. Vypočítajte hmotnosť medaily. Pomôcka: predpokladajte, že medaila má tvar valca, $V = \pi \cdot r^2 \cdot v$, kde π je 3,14, r je polomer podstavy a v je výška valca. Hustota zlata je 19,3 g/cm³.
- b) Vypočítajte objem koncentrovanej kyseliny chlorovodíkovej a kyseliny dusičnej, ktoré potrebujeme na rozpustenie spomínanej medaily.
- c) Chemickou reakciou medaily s potrebným množstvom lúčavky kráľovskej a následným pridaním vody vzniklo 5,00 dm³ vodného roztoku zlúčeniny H₂AuCl₄. Vypočítajte koncentráciu H₂AuCl₄ v tomto roztoku. Predpokladajte, že látkové množstvo H₂AuCl₄ je rovnaké ako látkové množstvo použitého zlata. Molárna hmotnosť zlata je 197 g/mol.

Koniec teoretickej časti

PRAKTICKÉ ÚLOHY

Chemická olympiáda – kategória D – 58. ročník – šk. rok 2021/22

Krajské kolo

Jana Chrappová

Katedra anorganickej chémie, Prírodovedecká fakulta UK v Bratislave

Maximálne 40 bodov

Doba riešenia: 90 minút

Úloha 1: Príprava roztoku CuCl_2 z modrej skalice

(27 b)

Pomerne čistý vodný roztok CuCl_2 z roztoku modrej skalice je možné pripraviť postupne, v niekoľkých krokoch. Zrážacou reakciou roztoku modrej skalice s alkalickým hydroxidom vznikne hydroxid. Následne, po jeho tepelnom rozklade, vzniknutý nerozpustný produkt necháme zreagovať s roztokom HCl.

Pracovný postup

1. Vypočítajte hmotnosť vody, ktorú je potrebné pridať ku 2,0 g modrej skalice, aby vznikol roztok s hodnotou $w(\text{modrá skalica}) = 5\%$. Vypočítanú hmotnosť vody prepočítajte na objem (v cm^3) ak viete, že hustota vody pri laboratórnej teplote má hodnotu $1,00 \text{ g/cm}^3$. Celý postup výpočtu uveďte v odpovedovom hárku, vypočítané množstvo vody nahláste dozoru. V prípade, že neviete výpočet uskutočniť, požiadajte dozor, aby vám povedal s akým objemom vody máte pracovať. (Potom za výpočet body nebudú udelené).
2. Na pracovnom stole máte návažok 2,0 g modrej skalice. Návažok rozpusťte v menšej kadičke vo vypočítanom množstve destilovanej vody. Objem destilovanej vody merajte odmerným valcom.
3. K roztoku v kadičke pridajte 32 cm^3 roztoku KOH (objem merajte odmerným valcom). Zmes v kadičke premiešajte sklenou tyčinkou. V odpovedovom hárku (otázka 2) opíšete zmenu, ktorú budete pozorovať po prídavku KOH.
4. Kadičku so zmesou umiestnite na trojnožku, prípadne na varič a začnite pomaly zahrievať. Počas zahrievania zmes v kadičke miešajte sklenou tyčinkou (dávajte si pozor, aby ste sa nepopálili).
5. Keď zmes v kadičke začne vriieť, zahrievanie ukončíte. V odpovedovom hárku (otázka 3) opíšete zmenu, ktorú budete pozorovať počas zahrievania.
6. Horúcu kadičku opatrne zložte (použite rukavicu) zo sieťky, prípadne variča, sklenú tyčinku vyberte a počkajte, kým sa čiastočky nerozpustnej látky neusadia na dne kadičky. Potom roztok nad usadeninou zlejte po tyčinke do umývadla (opatrne, aby ste pri zlievaní roztoku nevyliali aj časť usadeniny).

7. Do veľkej kadičky dajte približne 300 cm³ destilovanej vody. Kadičku s vodou položte na sieťku, prípadne varič a začnite zahrievať. Zahrievanie ukončíte vtedy, keď bude voda horúca (vodu zahrejte takmer do varu).
8. Z veľkej kadičky odlejte do kadičky s usadeninou približne 150 cm³ horúcej destilovanej vody. (Použite rukavicu, aby ste sa nepopálili.). Zmes dobre premiešajte sklenenou tyčinkou a nechajte usadiť na dne kadičky. Potom roztok nad usadeninou opäť zlejte po tyčinke do umývadla. Tento postup zopakujte ešte raz. V odpovedňovom hárku v otázke 4 uveďte názov použitej čistiacej metódy.
9. Do kadičky s premytou usadeninou pridajte pomocou pipety 12 cm³ roztoku HCl. Zmes v kadičke miešajte sklenenou tyčinkou dovtedy, kým sa usadenina nerozpustí. V odpovedňovom hárku (otázka 5) opíšte zmenu, ktorú ste v kadičke pozorovali.
10. Z roztoku v kadičke odlejte do skúmavky **A** v stojane približne 2 cm³. K roztoku v skúmavke pridajte 6 - 7 kvapiek roztoku AgNO₃. Na základe pozorovania doplňte údaje v odpovedňovom hárku v otázke 6.
11. Všetky použité laboratórne pomôcky umyte a odložte na určené miesto.

Úloha 2 Skúmavkové reakcie

(13 b)

1. V stojane na skúmavky máte tri skúmavky označené písmenami **B**, **C** a **D**. V každej máte naliate 3 cm³ roztoku KI.
2. Do skúmavky **B** pridajte približne 3 cm³ okysleného roztoku KMnO₄. V odpovedňovom hárku (otázka 1) opíšte výsledok pozorovania zmeny v skúmavke.
3. Do skúmavky **C** pridajte 6 - 7 kvapiek roztoku AgNO₃. V odpovedňovom hárku (otázka 1) opíšte výsledok pozorovania zmeny v skúmavke.
4. Do skúmavky **D** pridajte približne 3 cm³ okysleného roztoku H₂O₂. V odpovedňovom hárku (otázka 1) opíšte výsledok pozorovania zmeny v skúmavke.
5. Do všetkých troch skúmaviek pridajte 2 – 3 kvapky roztoku škrobového mazu. Výsledok pozorovania v skúmavkách opíšte v odpovedňovom hárku (otázka 1).
6. Roztoky zo skúmaviek vylejte, poriadne poumývajte obyčajnou vodou a nakoniec vypláchnite destilovanou vodou.
7. V odpovedňovom hárku (otázky 2 – 4) doplňte požadované údaje.

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

Mgr. Jela Nociarová

Recenzenti: RNDr. Marika Blaškovičová, Mgr. Ladislav Blaško

Redakčná úprava: RNDr. Jana Chrappová, PhD.

Slovenská komisia chemickej olympiády

Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2022