

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

61. ročník, školský rok 2024/2025

Kategória D

Okresné kolo

TEORETICKÉ ÚLOHY

TEORETICKÉ ÚLOHY

Chemická olympiáda – kategória D – 61. ročník – šk. rok 2024/2025

Okresné kolo

Adriána Cisková, Jela Nociarová

Maximálne 60 bodov

Doba riešenia: 70 minút

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

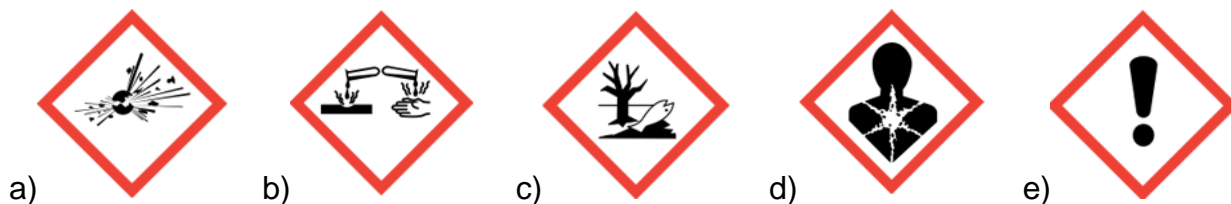
Úloha 1 Chemik Samo opäť experimentuje (20 b)

Chemik Samo pracoval v laboratóriu so žieravinou, ale nepracoval opatrne a podarilo sa mu niekoľkými kvapkami poškodiť učebnicu chémie tak, že sa niektoré slová alebo vzorce stali nečitateľnými:

Oxid sírový je kyselinotvorný oxid, ktorý reaguje s vodou za vzniku kyseliny **A**. Táto silná dvojsýtna kyselina tvorí dva typy solí: ak 1 mol kyseliny **A** zreaguje s 1 mol hydroxidu sodného, vzniká soľ **B** a látka **C** (oba produkty obsahujú aj atómy vodíka). Reakciou kyseliny **A** s väčším množstvom hydroxidu sodného vzniká soľ **D**, ktorá z vodných roztokov kryštalizuje ako kryštalohydrát **E**. Zahriatím 1 mol kryštalohydrátu **E** vznikne 1 mol soli **D** a 10 mol vody.

- a) Doplňte názvy a vzorce zlúčenín **A – E** spomínaných v texte.
- b) Napíšte, aké sfarbenie bude mať univerzálny indikátorový papierik, ak naň kvapneme:
- | | |
|-------------------------------|---------------------------|
| a) roztok kyseliny A , | c) vodu, |
| b) roztok hydroxidu sodného, | d) roztok soli D . |
- c) Molárna hmotnosť kyseliny **A** je 98 g/mol. Napíšte, akú molárnu hmotnosť by mala látka **A**, ak by namiesto atómov ${}^1_1\text{H}$ obsahovala iba atómy deutéria.
 $M({}^1_1\text{H}) = 1 \text{ g/mol}$, $M(\text{deutérium}) = 2 \text{ g/mol}$.

d) Z možností vyberte správny piktogram označujúci žieravé látky a napíšte, aké 3 ochranné pomôcky sú potrebné na prácu so žieravinami.



Úloha 2 Finančná chémia (16 b)

Dvadsaťhalierová minca na obrázku sa do roku 2009 na Slovensku používala ako platidlo s relatívne nízkou hodnotou: hodnota jednej takejto mince je približne dve tretiny jedného eurocentu. Minca je vyrazená zo zliatiny hliníka a horčíka.



Chemik Samo sa rozhodol stanoviť vzájomný pomer týchto prvkov v minci. Postupoval nasledovne:

- Mincu veľmi opatrne rozpustil v kyseline chlorovodíkovej. Takto vzniknutý roztok opatrne zriedil vodou tak, aby bol jeho celkový objem $0,250 \text{ dm}^3$.
- Analýzou zistil, že koncentrácia hlinitých katiónov v pripravenom roztoku je $0,136 \text{ mol/dm}^3$, koncentrácia horečnatých katiónov v pripravenom roztoku je $0,006 \text{ mol/dm}^3$.

$$M(\text{Mg}) = 24,3 \text{ g/mol}, M(\text{Al}) = 27,0 \text{ g/mol}$$

- Napíšte rovnice reakcie hliníka a horčíka s kyselinou chlorovodíkovou.
- Napíšte, ktorá látka sa pri reakcii hliníka s kyselinou chlorovodíkovou správa ako oxidovadlo a ktorá ako redukovo.
- Vypočítajte hmotnosť hlinitých a horečnatých katiónov v roztoku pripravenom zo skúmanej mince.
- Vypočítajte hmotnostné zlomky hliníka a horčíka v minci.
- Napíšte názvy aspoň 2 ušľachtilých kovov, ktoré sa používajú na výrobu mincí.

Úloha 3 Rozklad peroxidu vodíka (24 b)

Peroxid vodíka je zaujímavá zlúčenina vodíka a kyslíka, ktorá sa v laboratóriu používa na prípravu kyslíka. Okrem peroxidu vodíka je na túto reakciu potrebná ešte látka **X** (ide o oxid obsahujúci atómy Mn^{IV}). Táto látka sa však počas reakcie nemení, len ju urýchľuje.

- Napíšte chemický názov a vzorec látky **X**.
- Jedným slovom napíšte, akú funkciu má látka **X** pri spomínanej chemickej reakcii.
- Napíšte rovnicu rozkladu peroxidu vodíka.
- V každom z nasledujúcich tvrdení zakrúžkujte správnu možnosť:
 - 1 mol peroxidu vodíka váži *menej / rovnako / viac* ako 1 mol vody.
 - 1 mol peroxidu vodíka obsahuje *menší / rovnaký / väčší* počet molekúl ako 1 mol vody.
 - 1 mol peroxidu vodíka obsahuje *menší / rovnaký / väčší* počet atómov H ako 1 mol vody.
 - 1 mol peroxidu vodíka obsahuje *menší / rovnaký / väčší* počet atómov O ako 1 mol vody.

Rozklad peroxidu vodíka je aj podstatou efektívneho pokusu, ktorý sa nazýva slonia zubná pasta. Pri tomto pokuse sa do zmesi peroxidu vodíka a saponátu pridá vhodná látka na urýchlenie reakcie. Vznikajúci kyslík a prítomnosť saponátu spôsobí, že sa objem reakčnej zmesi veľmi zväčší – a vytvorí penu pripomínajúcu obrovské množstvo zubnej pasty.



Obr. 1 Slonia zubná pasta

Zdroj: <https://sciencephotogallery.com/featured/2-elephants-toothpaste-experiment-science-photo-library.html>

- e) Vypočítajte hmotnosť a látkové množstvo peroxidu vodíka, ktorý sa nachádza v 90 ml zriedeného roztoku s hmotnostným zlomkom peroxidu vodíka $w = 0,09$ a hustotou $1,05 \text{ g/cm}^3$. $M(\text{H}) = 1 \text{ g/mol}$, $M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$
- f) Vypočítajte, koľko litrov kyslíka (pri normálnych podmienkach) vznikne, ak zreaguje $0,250 \text{ mol}$ peroxidu vodíka, pričom vznikne $0,125 \text{ mol}$ kyslíka.
- g) Na základe výpočtu odhadnite, koľkokrát sa zväčší objem reakčnej zmesi pri experimente slonia zubná pasta.

Pri výpočte vychádzajte z nasledujúcich údajov:

- celkový objem zmesi pred reakciou (objem zriedeného peroxidu vodíka, saponátu a ďalších potrebných látok) je 150 ml ;
- pri pokuse sa uvoľní $0,125 \text{ mol}$ kyslíka;
- z celkového množstva uvoľneného kyslíka sa v bublinkách saponátu zachytí 40% .

Koniec teoretickej časti

PRAKTICKÉ ÚLOHY

Chemická olympiáda – kategória D – 61. ročník – šk. rok 2024/25

Okresné kolo

Jana Chrappová

Maximálne 40 bodov Doba riešenia: 70 minút

Úloha: Príprava a vlastnosti $\text{MnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$

Reakciou roztoku KMnO_4 s roztokom H_2O_2 vzniká hnedočierna, vo vode nerozpustná látka, ktorej zloženie vystihuje vzorec $\text{MnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$. Vznikajúci produkt môže začať rozkladať H_2O_2 , preto sa pri jeho príprave používa väčšie množstvo H_2O_2 . Nezreagovaný H_2O_2 sa rozloží pri zahriatí reakčnej zmesi do varu. Hnedočierny produkt sa najčastejšie vylučuje v podobe maličkých častíc a bol by problém oddeliť ho od reakčnej zmesi filtráciou. Hrubozrnnejší $\text{MnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, ktorý sa bude ľahko usádzať na dne kadičky, vzniká len v dostatočne alkalickom prostredí, preto sa do reakčnej zmesi na konci prípravy pridáva malé množstvo roztoku NaOH .

Pracovný postup

(20 b)

1. Pomocou odmerného valca odmerajte 20 cm^3 roztoku KMnO_4 . Roztok prelejte do vysokej kadičky s objemom 250 cm^3 . Odmerný valec poumývajte a vypláchnite destilovanou vodou.
2. V čistom odmernom valci odmerajte 10 cm^3 roztoku H_2O_2 . Roztok H_2O_2 opatrne prilejte ku roztoku KMnO_4 (okamžite sa začne vyvíjať plynná látka), prilievajte si rozdeľte na 2 dávky. Počkajte, kým sa plynná látka prestane vyvíjať a reakčnú zmes premiešajte sklenou tyčinkou.
3. Potom kadičku (sklenú tyčinku v nej môžete nechať) položte na sieťku (príp. varič) a zmes zahrejte do varu. Keď začne zmes vriieť, zahrievanie ukončíte a kadičku opatrne zložte zo sieťky (príp. variča). Pri manipulácii s horúcou kadičkou použite ochranné rukavice, aby ste sa nepopálili. Horúcu zmes v kadičke občas premiešajte sklenou tyčinkou a počkajte kým sa ochladí.
4. Na hodinové sklo položte kúsok pH papierika. Pomocou sklenej tyčinky preneste kvapku roztoku z kadičky na pH papierik a zistenú hodnotu pH zaznamenajte v odpovedovom hárku (v časti Výsledky).

5. Ku ochladenej reakčnej zmesi pridajte pipetou 1 cm^3 roztoku NaOH, zmes zamiešajte sklenenou tyčinkou a počkajte, kým sa začnú vytvárať zhluky nerozpustného $\text{MnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$.
6. Do kadičky k zmesi pridajte pomocou odmerného valca 100 cm^3 destilovanej vody. Zmes premiešajte sklenenou tyčinkou a počkajte, kým sa vzniknutá zrazenina usadí na dne kadičky (usádzanie môže trvať cca 5 minút).
7. Roztok nad usadenou zrazeninou opatrne zlejte po tyčinke do umývadla. Dávajte si pozor, aby ste nevyliali s roztokom aj časť nerozpustnej látky. (Pozor: roztok nad usadenou zrazeninou môže ostať slabo sfarbený do hnedá).
8. Zostavte aparatúru na jednoduchú filtráciu, filtrát budete zachytávať do kadičky. Upravte si filtračný papier tak, aby ste mohli uskutočniť filtráciu cez skladaný filtračný papier. (Ak si neviete sami upraviť filtračný papier, požiadajte dozor a ten vám za príslušnú stratu bodov upravený papier poskytne).
9. Zmes v kadičke premiešajte a do čistých skúmaviek označených **1** a **2** odlejte zo zmesi po približne 2 cm^3 . Obe skúmavky vložte do stojana. Zvyšnú zmes prefiltrujte a zvyšok suspenzie z kadičky vypláchnite pomocou stričky destilovanou vodou.
10. Po ukončení filtrácie filtračný papier so získanou látkou rozložte na hodinové sklo. Produkt odovzdajte dozoru.

V stojane na skúmavky máte okrem skúmaviek **1** a **2** ďalšie dve skúmavky (označené **H₂O₂**). Do skúmaviek označených **H₂O₂** nalejte približne po 2 cm^3 roztoku H_2O_2 .

11. Požiadajte dozor o tlejúcu špajdl'ú. Do skúmavky **1** prilejte roztok zo skúmavky **H₂O₂**. Okamžite začne prebiehať rozklad H_2O_2 . Tlejúcu špajdl'ú vložte k ústiu skúmavky, aby ste zachytili unikajúcu plynnú látku. Svoje pozorovanie zapíšte v odpoved'ovom hárku (v časti Výsledky).
12. Do skúmavky **2** pridajte asi 1 cm^3 (odhadom) roztoku H_2SO_4 . Obsah skúmavky jemne pretrepte a prilejte roztok zo skúmavky **H₂O₂**. Pozorovanie zapíšte v odpoved'ovom hárku (v časti Výsledky).
13. Po ukončení experimentu všetky pomôcky dôkladne poumývajte a uložte podľa pokynov dozoru.

Do odpoved'ového hárku doplňte požadované údaje.

(20 b)

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

Mgr. Jela Nociarová, PhD., Bc. Adriana Cisková

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 2025