

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

62. ročník, školský rok 2025/2026

Kategória D

Domáca príprava

Jela Nociarová, Marek Skupeň

Maximálne 60 bodov
Doba riešenia: časovo neobmedzená

Úvod

Milí žiaci, v úlohách chemickej olympiády sa v tomto ročníku stretneme s tromi oblasťami:

1. Testujeme základy chémie

Budeme si všímať časticové zloženie látok, počet protónov, neutrónov a elektrónov a to nielen v elektroneutrálnych atómoch (vrátane izotopov), ale aj v katiónoch a aniónoch. Pri riešení úloh využijeme chemické názvoslovie (vrátane názvoslovia hydrogensolí, hydrátov solí a najjednoduchších podvojných solí). Pozrieme sa na klasifikáciu chemických reakcií (exotermické / endotermické reakcie, chemické zlúčovanie / rozklad, neutralizačné / redoxné / zrážacie reakcie). Stretneme sa s elektrochemickým radom napätia kovov, elektrolýzou jednoduchých solí, s reakciami ušľachtilých a neušľachtilých kovov.

2. Skúmame chemické látky a ich zlúčeniny

Tento rok sú úlohy v teoretickej časti zamerané na meď, striebro a zlato – prvky 11. skupiny PSP, ktoré sa spoločne označujú aj ako mincové kovy. Tieto prvky patria medzi ušľachtilé kovy, ktoré sa môžu v prírode vyskytovať v rýdzom stave. Meď a striebro sa však vyskytujú aj ako minerály (napr. chalkopyrit, CuFeS_2 alebo argentit, Ag_2S). Meď je červenkastý kov, ktorý sa používa na výrobu rôznych zliatin (napr. bronzu, mosadze), a nachádza sa chemických zlúčeninách významných pre človeka (napr. modrá skalica). Všetky tieto kovy sú relatívne nereaktívne. Najmenej reaktívne je zlato, ktoré reaguje len s lúčavkou kráľovskou. Ide o komplikovaný proces, pri ktorom vzniká koordinačná zlúčenina (kyselina tetrachloridozlatitá, $\text{H}[\text{AuCl}_4]$), a preto sa v úlohách nestretneme s otázkou na zápis chemickej rovnice či pomenovanie tohto produktu. **Aj úlohy o reaktivite medi a striebra budú zamerané skôr na prácu s textom a všeobecné chemické vedomosti, než na znalosť rovníc konkrétnych chemických dejov.**

3. Spoznáваме chémiu vd'aka chemickým výpočtom

Už ste niekedy riedili hnojivo či postrek pre rastliny z koncentrátu, napríklad v pomere 1 : 10? Alebo ste dávkovali nejaký liek domácemu zvieratku podľa jeho hmotnosti? Možno ste si to ani neuvedomili, no vlastne ste uskutočňovali chemické výpočty! V úlohách chemickej olympiády sa často stretneme s výpočtami, ktoré súvisia s roztokmi. Budeme počítat' hmotnosť rozpustenej látky, objem roztoku, hmotnostný zlomok rozpustenej látky a jej koncentráciu látkového množstva. Je dôležité pripomenúť si aj látkové množstvo, molárnu hmotnosť a prepočty prostredníctvom hustoty. V niektorých úlohách využijeme zákon zachovania hmotnosti pri chemických reakciách. A hoci sa niektoré úlohy budú tváriť ako výpočtové, možno zistíte, že pri nich vôbec netreba vyťahovať pero, papier ani kalkulačku.

Počnúc týmto rokom sa z rozhodnutia NIVAM-u (Národného inštitútu vzdelávania a mládeže) premenovalo „domáce kolo“ na „domácu prípravu“. Keďže riešenie praktických úloh vyžaduje prístup do chemického laboratória a nie je možné sa naň pripraviť doma, rozhodli sme sa, že **praktická časť bude formálne súčasťou školského kola**. Túto časť je potrebné uskutočniť kedykoľvek podľa Vašich časových možností, no najneskôr do termínu konania školského kola (podľa termínovníka zverejneného na adrese <https://nivam.sk/terminovnik-predmetovych-olympiad/>). Body získané riešením praktickej časti sú však len internou informáciou o zvládnutí úloh pre Vás, žiakov a vyučujúcich, pretože postup na okresné kolo bude založený výlučne na výsledku teoretického testu školského kola, tak ako doteraz. **Z praktického hľadiska sa preto na riešení úloh chemickej olympiády nič nemení.**

Zadania tohtoročných úloh v tomto kole sú preto iné ako obvykle: obsahujú len teoretické úlohy. Veríme, že budú pre vás zaujímavé a po ich vyriešení budete dobre pripravení na riešenie úloh vyšších kôl, ktoré už budú mať obvyklý rozsah. Úlohy všetkých kôl (domácej prípravy, školského, okresného a krajského kola) sú spoločné pre žiakov základných škôl aj osemročných gymnázií. Pri riešení úloh domácej prípravy môžete využívať periodickú sústavu prvkov a akúkoľvek dostupnú literatúru (učebnice, encyklopédie, hodnoverné internetové zdroje...). V ďalších kolách môžete používať kalkulačku, nie však periodickú tabuľku prvkov ani žiadne ďalšie pomôcky. S pripomienkami k úlohám sa môžete obrátiť na vedúcu autorského kolektívu: jana.chrappova@uniba.sk.

Prajeme vám veľa dobrých nápadov pri riešení úloh!

Autori

Odporúčaná literatúra:

1. Vicenová H., Ganajová M.: Chémia pre 7. ročník základnej školy a 2. ročník gymnázia s osemročným štúdiom. 1. vyd. Bratislava: EXPOL PEDAGOGIKA, 2017. ISBN 978-890-8091-431-8
2. Vicenová H.: Chémia pre 8. ročník základnej školy a 3. ročník gymnázia s osemročným štúdiom. 1. vyd. Bratislava: EXPOL PEDAGOGIKA, 2018. ISBN 978-80-8091-492-9
3. Vicenová H., Ganajová M.: Chémia pre 9. ročník základnej školy a 4. ročník gymnázia s osemročným štúdiom. 1. vyd. Bratislava: EXPOL PEDAGOGIKA, 2019. ISBN 978-80-8091-574-2

Doplnková literatúra:

1. Adamkovič, E., Šimeková, J.: Chémia pre 9. ročník základných škôl. 8. vyd. Bratislava: SPN, 2006. ISBN 80-10-00991-1 – *len kapitoly 1 – 3 (názvoslovie, redoxné reakcie, látkové množstvo, mólová hmotnosť a látková koncentrácia)*

Úloha 1 Odkiaľ máme meď? (14 b)

V modernej periodickej tabuľke nájdeme veľa prvkov, no len 9 z nich bolo známych už v staroveku – a to uhlík, síra, železo, meď, striebro, cín, zlato, ortuť a olovo.

- a) Zistite, koľko prvkov tvorí súčasnú periodickú tabuľku prvkov.
- b) Ktorý prvok uvedený v texte je pri laboratórnej teplote v kvapalnom skupenstve?

Keďže skaly sú všade, je jasné, prečo boli prvé nástroje pravekých ľudí vyrobené z kameňa. Výroba medených, bronzových či želených predmetov však vyžadovala trochu chémie či hutníctva (i keď ani jedno nebolo známe pod týmto názvom). Meď, cín (potrebný na výrobu bronzu) aj železo sa totiž v prírode vyskytujú najmä v podobe rúd, z ktorých je potrebné tieto prvky získať.¹

Hoci medi je v zemskej kôre približne 1000-krát menej ako železa, doba medená bola skôr ako doba železná. Prečo? Na výrobu železa je totiž potrebné dosiahnuť oveľa vyššiu teplotu ako na výrobu medi. Striebro a zlato sú ešte vzácnejšie: na 50 miliónov atómov železa pripadá len približne 35 atómov striebra a 1 atóm zlata. Zároveň sú menej reaktívne ako meď. To je zlá aj dobrá správa: je ťažké ich nájsť, ale ich

¹ Meď sa môže zriedkavo vyskytovať aj v rýdzom stave.

nereaktivita spôsobuje, že sa v prírode vyskytujú ako rýdze kovy, a tak nie je potrebné ich získavať z nerastov.

- c) Koľko atómov medi pripadá na 1 atóm zlata v zemskej kôre?
d) Ako sa nazýva zariadenie, ktoré slúži na výrobu železa z rúd?

Meď sa v prírode vyskytuje v podobe rúd, najčastejšie s kyslíkom alebo so sírou. V niektorých prípadoch tieto minerály obsahujú okrem kationu medi ešte iný kation (vtedy ich nazývame podvojnými soľami). Poznáme aj minerály, ktoré obsahujú viacero aniónov – tie nazývame zmiešané soli. Ich názvy a vzorce tvoríme tak, že spomenieme oba kationy alebo oba anióny v abecednom poradí – napr. KMgCl_2 je chlorid draselno-horečnatý. Občas sa stretneme aj so zápisom vzorca v tvare $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2$.

- e) Do tabuľky doplňte chýbajúce chemické názvy alebo vzorce minerálov.

Názov minerálu	Chemický vzorec	Chemický názov
kuprit	Cu_2O	
tenorit		oxid meďnatý
bornit	Cu_5FeS_4	tetrasulfid pentamed'no-železitý
chalkopyrit		sulfid železnato-meďnatý
malachit	$\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$	dihydroxid-uhličitan meďnatý
chalkantit	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	

- f) Ak na jeden z uvedených minerálov kvapneme kyselinu chlorovodíkovú, šumí, pretože vzniká bezfarebný plyn bez zápachu. Napíšte názov tohto plynu a určte, o ktorý minerál ide.

Po vyťažení sa ruda melie, drví a ďalej spracováva.

Oxidové rudy (kuprit a oveľa vzácnejší tenorit) sa môžu spracovávať lúhovaním v zriedenom roztoku kyseliny sírovej. Účinkom zriedeného roztoku kyseliny sírovej na kuprit vzniká síran meďnatý, meď a voda. Pri rovnakej reakcii s tenoritom vznikajú len dva z uvedených produktov.

- g) Napíšte rovnice reakcií kupritu a tenoritu so zriedenou kyselinou sírovou.
h) Jedna z uvedených reakcií je redoxná. Ktorá?

Z vodného roztoku síranu meďnatého sa dá meď získať elektrolýzou, pri ktorej okrem medi vzniká ešte aj kyslík. V minulosti sa používala metóda so zvláštnym názvom – cementácia medi. Meď sa z roztoku síranu meďnatého môže vylúčiť použitím neušľachtilých kovov, najčastejšie železa. Podstatou tohto postupu je redoxná reakcia.

- i) Napíšte dve chemické rovnice cementácie medi s vami vybranými neušľachtilými kovmi.

Najdôležitejším minerálom medi je však chalkopyrit, ktorý patrí medzi **sulfidové rudy**. Tie sa spracovávajú pražením za prístupu kyslíka pri vysokej teplote, pričom vznikajú tri produkty: plyný oxid obsahujúci atómy s oxidačným číslom IV (**A**), tuhý oxid obsahujúci atómy s oxidačným číslom II (**B**) a tuhý sulfid obsahujúci atómy s oxidačným číslom I (**C**). Z látky **C** sa meď získa reakciou s kyslíkom, pričom ako vedľajší produkt vzniká aj plyn **A**.

- j) Napíšte rovnice reakcií praženia chalkopyritu a získavania medi z látky **C**.
k) V rovnici praženia chalkopyritu (sulfidu železnato-meďnatého) vyznačte oxidačné čísla atómov, pri ktorých počas tejto reakcie dochádza k zmene oxidačného čísla.
l) Napíšte, na akú farbu sa sfarbí navlhčený univerzálny indikátorový papierik vložený do plyného produktu **A**.
m) Na základe zákona zachovania hmotnosti určte, koľko ton plynu **A** sa uvoľnilo do atmosféry, ak viete, že spolu úplne zreagovalo 1,60 t látky **C** a 0,32 t kyslíka, pričom vzniklo 1,27 t medi.
n) Plyn **A** je nebezpečný pre životné prostredie. Uvedte aspoň 1 negatívny jav, ktorý spôsobuje v prírode.

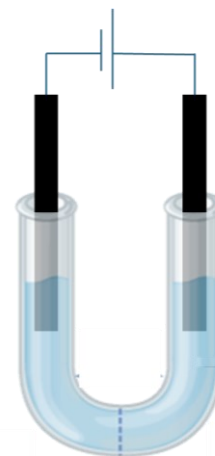
Úloha 2 Elektrolýza (24 b)

Princ Filip sa strojom času dostal až do dôb alchymistov. Po počiatkovej nedôvere sa skamarátil s alchymistom Severínom, naučil ho vyrábať jednosmerný elektrický prúd s použitím galvanických článkov a teraz mu chce pomôcť s pokusom *Elektrolýza chloridu meďnatého*. Severín prikázal Filipovi pripraviť nasýtený roztok chloridu meďnatého, no vo svojom laboratóriu našiel len dihydrát.

- a) Napíšte chemický vzorec chloridu meďnatého a dihydrátu chloridu meďnatého.
b) Vypočítajte molárnu hmotnosť chloridu meďnatého a dihydrátu chloridu meďnatého. $M(\text{Cu}) = 63,55 \text{ g/mol}$; $M(\text{Cl}) = 35,45 \text{ g/mol}$; $M(\text{H}) = 1,01 \text{ g/mol}$; $M(\text{O}) = 16,00 \text{ g/mol}$.

- c) Vypočítajte hmotnosť chloridu meďnatého potrebného na prípravu 250 ml jeho nasýteného roztoku. Rozpustnosť *bezvodého chloridu meďnatého* je 73 g na 100 g vody pri teplote 20 °C. Hustota nasýteného roztoku chloridu meďnatého je 1,45 g/cm³.
- d) Vypočítajte, koľko dihydrátu chloridu meďnatého má princ Filip odvážiť, ak 1,00 g dihydrátu chloridu meďnatého obsahuje 0,88 g chloridu meďnatého.
- e) Napíšte chemickú rovnicu disociácie chloridu meďnatého vo vode.
- f) Vypočítajte koncentráciu látkového množstva chloridu meďnatého a chloridových aniónov v pripravenom roztoku.

Alchymista nalial do trubice v tvare písmena U pripravený nasýtený roztok, do každého otvoru strčil uhlíkovú elektródu a pripojil zdroj elektrického napätia. Po čase si princ Filip všimol, že sa na záporne nabitej uhlíkovej elektróde vytvorila červenkastá vrstvička (produkt **A**) a v okolí kladne nabitej elektródy bublinky plynu (produkt **B**).



- g) Napíšte názvy produktov elektrolýzy chloridu meďnatého a určte typ chemickej väzby medzi atómami v nich.
- h) Vyberte správne možnosti o chemických reakciách prebiehajúcich počas elektrolýzy:
Na kladne nabitej elektróde *katóde* / *anóde* prebieha *redukcia* / *oxidácia*.
Na záporne nabitej elektróde *katóde* / *anóde* prebieha *redukcia* / *oxidácia*.
- i) Napíšte rovnice chemických reakcií prebiehajúcich na katóde a anóde a celkovú rovnicu elektrolýzy.
- j) Určte látkové množstvá oboch vzniknutých produktov, ak viete, že elektrolýza prebehla tak, že zreagovalo 0,02 mol chloridu meďnatého.
- k) Napíšte aspoň 3 vlastnosti produktu **A** vyplývajúce z jeho štruktúry.
- l) Prečo nie je bezpečné realizovať experiment mimo digestora? Vyhľadajte na internete aspoň 3 účinky produktu **B** na človeka.

Elektrolýza trvala dlhho... Pokiaľ čakali, kým sa niečo stane, Severín ukázal princovi Filipovi pokus s farebnými plameňmi. Podľa princa Filipa roztok chloridu meďnatého farbí plameň do tyrkysova, no podľa Severína do azúrova. Spoločne sa napokon zhodli, že farbí plameň do modro-zelena.

- m) Napíšte, ktorá častica nachádzajúca sa v dihydráte chloridu meďnatého spôsobuje modrozelenú farbu plameňa.
- n) Napíšte vzorce aspoň troch ďalších iónov, ktoré charakteristicky farbia plameň. Uvedte aj pozorované sfarbenia plameňa.

Úloha 3 Tajomstvá alchýmie (16 b)

Alchýmia spájala prvky súčasnej fyziky, chémie, medicíny a umenia s nevedeckými disciplínami ako astrológia či mystika. Hoci sa niektorí alchymisti venovali aj praktickým problémom vtedajšieho sveta (napríklad získavaniu kovov z rúd), nad inými dnes už len neveriacky pokrútime hlavou. Medzi ne patrila aj

Substanciu ☿ rozpúšťajúcu pripravíš, ak v sklenenej nádobe zoberieš 1 diel aqua fortis a 3 diely kyseliny soľnej. Opatrne túto substanciu miešaj kým nezožltne a nestane sa z nej lúčavka kráľovská. Nedotýkaj sa jej rukami, ale iba nástrojmi zo skla.

snaha vyrobiť kameň mudrcov, či premeniť neušľachtilé kovy na zlato. Pri svojich pokusoch objavili látku, ktorá „rozpúšťala“ najobľúbenejší kov alchymistov – a to už spomínané zlato, ktoré si spájali so Slnkom ☼. Táto substancija dostala názov lúčavka kráľovská. Starý alchymistický recept na jej prípravu hovorí:

Kto nemal práve po ruke silnú vodu, *aqua fortis*, mohol si ju poľahky pripraviť – a ešte aj vyrobiť pekelný kamienok, *lapis infernalis*, ktorý farbilo kožu alchymistov na čierne. Na to však potreboval striebro, ktoré bolo spájané zasa s Mesiacom:²

*...opatrne zmiešaj vitriol a sanitru v krivuli, potom z nej vydestiluj aqua fortis...
...Nalej aqua fortis na ☾, odpar prchavé látky a dostaneš tuhý lapis infernalis...*



² V alchýmii sa okrem Slnka a Mesiaca spomínalo všetkých 5 ďalších planét známych v stredoveku: Merkúr si alchymisti spájali s ortuťou ☿, ktorej dali názov tekuté striebro – z toho pramení aj jej latinský názov hydrargyrum a anglický názov mercury. Venušu si spájali s meďou ♀, Mars so železom ♂, Jupiter s cínom ♃ a Saturn s olovom ♄. Samozrejme, dnes už vieme, že tieto priradenia nemajú žiaden vedecký základ. Podivuhodné symboly pre prvky alchymisti používali aj vo svojich zápiskoch. Ešteže dnes máme značky, jednotné na celom svete!

Ale čo to je tá krivul'a, alebo aj undinka či retorta?³ No predsa predchodca dnešného destilačného prístroja. Do rozšírenej časti pripomínajúcej banku alchymisti vložili materiál, ktorý chceli destilovať. Cez dlhú, na konci zúženú sklenú rúrku unikali pary, ktoré sa skvapalnili a odkvapkávali do nádoby na zachytávanie destilátu (do predlohy). Destilácia bola bez pochyb najobľúbenejšia oddeľovacia metóda alchymistov – takto sa alchymistom z vína podarilo pripraviť dodnes veľmi známu organickú látku. Nemecký kupec a alchymista Hennig Brand dokonca izoloval nový prvok, a to z ľudského moču – a ako inak, destiláciou! Hoci dúfal, že takto pripraví zlato, pary z jeho krivule po ochladení v predlohe skondenzovali na bielu voskovitú látku, ktorá v tme svetielkovala, a tak dostala názov biely fosfor.

Hoci alchymisti neuskutočnili žiadnu zo svojich veľkolepých predstáv⁴, ich prínos pre chémiu spočíva v zdokonalení techník a metód prípravy a čistenia látok.

- a) Na základe textu vyplňte tajničku, v ktorej sa ukrýva meno a priezvisko slávneho chemika a fyzika 20. storočia. S využitím jadrovej fyziky spolu so svojim tímom objavil 10 nových prvkov a okrem iného aj úspešne uskutočnil premenu ortuti a bizmutu na zlato⁵ (s trochou zveličenia by sme ho teda mohli pomenovať moderným alchymistom).

Vzor vyplňania tajničky:

Vzorec chloridu hlinitého

Vzorec síranu draselného

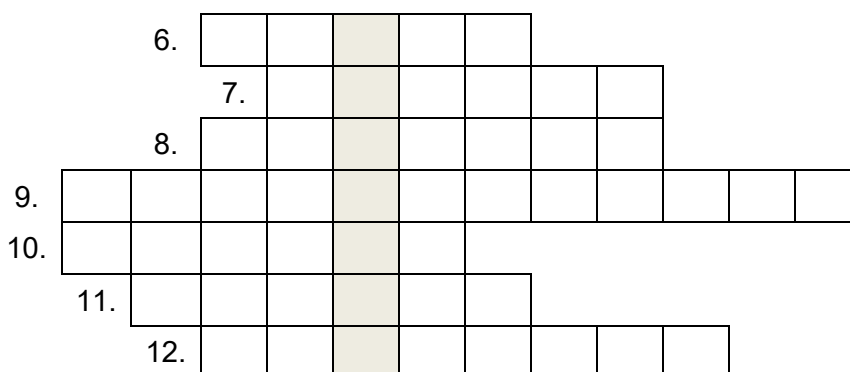
	A	L	2	O	3
K	2	S	O	4	

1.						
2.						
3.						
4.						
5.						

³ Možno poznáte emoji 🧪, ktorý symbolizuje chémiu, vedecké experimenty a laboratórne vybavenie, hoci sa krivul'a dnes v laboratóriu už nepoužíva.

⁴ Dnes už vieme, že to nebolo nepresnými zápiskami v ich „alchymysticko-laboratórnych denníkoch“, neochotou deliť sa o poznatky a snahou o zahmlievanie, ale absurdnosťou ich cieľov.

⁵ Výroba zlata touto cestou je však veľmi nákladná, navyše je takto pripravené zlato rádioaktívne, a preto nemá praktický význam.



1. chemický vzorec pekelného kamienka
2. chemický vzorec kyseliny soľnej
3. latinský názov lúčavky kráľovskej (2 slová)
4. chemický vzorec sanitry
5. chemický vzorec *aqua fortis*

6. chemický vzorec vitriolu
7. latinský názov železa
8. latinský názov cínu
9. dej, pri ktorom dochádza k premene pár priamo na tuhé skupenstvo
10. čistá chemická látka pripravená z vína destiláciou
11. latinský názov kovu spájaného s Venušou
12. latinský názov kovu potrebného na prípravu *lapis infernalis*

- b) Napíšte, z akých častí sa skladá moderná destilačná aparátúra.
- c) Zistite, v ktorom odvetví medicíny sa dodnes využíva *lapis infernalis*.
- d) V chemickom laboratóriu sa *lapis infernalis* používa na dôkaz chloridových iónov, pretože s nimi vytvára nerozpustnú zrazeninu. Napíšte rovnicu tejto reakcie v iónovom tvare.

Určite ste už počuli, že *ušľachtilé kovy nereagujú s kyselinami*. Správny chemik by však mal dodať: „...za vzniku plynného vodíka“. Prečo? Niektoré kyseliny (napríklad kyselina dusičná) totiž obsahujú kyselinotvorný prvok vo veľmi vysokom oxidačnom stave, ktorý sa môže redukovať, a „donútiť“ tak meď reagovať za vzniku dusičnanu meďnatého, vody a oxidu dusnatého (ak sa použije zriedená kyselina dusičná) alebo oxidu dusičitého (ak sa použije koncentrovaná kyselina dusičná). Podobne reaguje aj koncentrovaná kyselina sírová, ale len po zahriatí (vzniká oxid meďnatý, voda a oxid

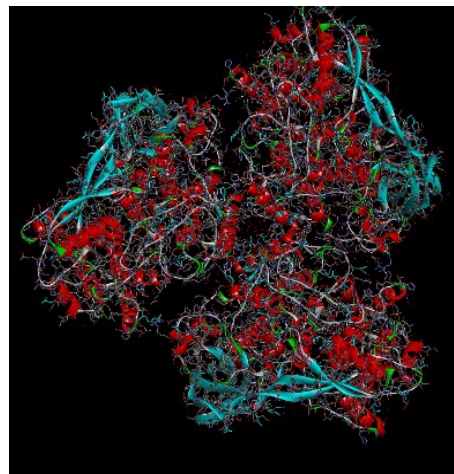
siričitý).⁶ S koncentrovanou kyselinou dusičnou môže podobne reagovať aj striebro. Zlato s týmito kyselinami nereaguje.

Princ Filip chce pomôcť Severínovi vybudovať „modernejšie“ alchymistické laboratórium. K dispozícii majú meď, síran meďnatý, koncentrovanú kyselinu dusičnú, oxid hlinitý⁷, hydroxid draselný, vodu, síce staromódne, ale použiteľné skúmavky a banky. V rohu horí oheň (zdroj tepla).⁸

e) Napíšte vzorce aspoň 7 ďalších látok, ktoré Filip môže s použitím Severínovho vybavenia a svojich vedomostí pripraviť. Ku každej látke napíšte príslušnú rovnicu prípravy.⁹

Úloha 4 Modrá krv (6 b)

Ľudia si označenie modrá krv často spájajú práve so šľachticmi, ale ani v cievach súčasného kráľa Spojeného kráľovstva Karola III, princa Williama z Walesu, či princeznej Catherine z Walesu, neprúdi modrá krv, ale červená. Farbu ľudskej krvi spôsobuje (1) (červené krvné farbivo v červených krvinkách), ktorý obsahuje (2) s oxidačným číslom II. Niektoré živočíchy (napr. chobotnice, sépie, vyššie kôrovce) majú namiesto toho **hemocyanín** (modré krvné farbivo, na obr.), ktorý obsahuje meď s oxidačným číslom I.



- Doplňte chýbajúce slová v texte.
- Napíšte, v ktorej perióde a skupine periodickej tabuľky prvkov sa nachádza prvok, ktorý je v červenom krvnom farbive.
- Napíšte schému vzniku meďného kationu z atómu medi.
- Určte počet protónov, neutrónov a elektrónov v časticiach ${}^{63}_{29}\text{Cu}$ a ${}^{63}_{29}\text{Cu}^{+}$.
- Zakrúžkujte správnu možnosť:
Hmotnosť častice ${}^{63}_{29}\text{Cu}^{+}$ je *väčšia* / *rovnaká* / *menšia* ako hmotnosť častice ${}^{63}_{29}\text{Cu}$.

⁶ Ak chcete tieto reakcie vidieť na vlastné oči, pozrite si napríklad toto video v čase od 5:55 do 8:40: <https://youtu.be/PxfNT3nhY4E?t=356>

⁷ Oxid hlinitý sa vyskytuje vo viacerých modifikáciách líšiacich sa štruktúrou a reaktivitou. Filip má k dispozícii amfotérnu modifikáciu $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, ktorá je dobre rozpustná v kyselinách aj zásadách.

⁸ Elektrický prúd Filip k dispozícii nemá: Severín mu zakázal vyrábať ďalšie galvanické články, keďže sa pri elektrolýze chloridu meďnatého takmer otrávil produktom **B**.

⁹ Produkt jednej reakcie je možné využiť ako reaktant v inej reakcii. Niektoré soli z roztokov kryštalizujú ako kryštalohydráty, ale o tom vo vašom riešení nemusíte uvažovať.

- f) Napíšte, aký význam má hemoglobín v krvi.
- g) Na základe hodnôt elektronegativity atómov uhlíka a kyslíka určte typ chemickej väzby (iónová, polárna kovalentná, nepolárna kovalentná) v molekulách kyslíka a oxidu uhličitého ($x(\text{C}) = 2,55$; $x(\text{O}) = 3,44$).

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

Mgr. Jela Nociarová, PhD., Bc. Marek Skupeň

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