

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

60. ročník, školský rok 2023/2024

Kategória D

Domáce kolo

TEORETICKÉ A PRAKTICKÉ ÚLOHY

TEORETICKÉ ÚLOHY

Chemická olympiáda – kategória D – 60. ročník – šk. rok 2023/24

Domáce kolo

Adriána Cisková, Jela Nociarová

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 atómoch, ale aj v katiónoch a aniónoch. Pri riešení úloh využijeme chemické názvoslovie (vrátane názvoslovía jednoduchších hydrogensolí a hydrátov solí). Pozrieme sa na klasifikáciu chemických reakcií (exotermické / endotermické reakcie, chemické zlučovania / rozklad, neutralizačné / redoxné / zrážacie reakcie).

2. Skúmame chemické látky a ich zlúčeniny

Tohtoročné úlohy budú zamerané na vlastnosti významných prvkov druhej skupiny v periodickej sústave prvkov – vápnik a horčík. Tieto prvky sa v prírode vyskytujú často, najmä ako súčasť hornín a minerálov, ale sú aj súčasťou schránok mnohých živočíchov (slimačie ulity alebo morské mušle) aj ľudského tela (kosti, zuby, ale aj rozpustné zlúčeniny vápnika v krvi a svaloch). Reakciou vápenca s dažďovou vodou s mierne zníženým pH dochádza k rozpúšťaniu vápencových hornín a minerálov, pričom vznikajú jaskyne, ale aj rôzne povrchové krasové javy (škrapy, závrty). V oblastiach s výskytom zlúčenín týchto prvkov sa často vyskytujú pramene chutných minerálnych vôd, ale aj tvrdá voda, ktorá spôsobuje škody na vodovodných rozvodoch a elektrospotrebičoch. Nechcený vodný kameň je v domácich podmienkach možné odstrániť napríklad octom, ktorý obsahuje kyselinu octovú (CH_3COOH), pričom vzniká rozpustný octan vápenatý. Zlúčeniny vápnika a horčíka majú významné

použitie v priemysle: zlúčeniny vápnika najmä ako stavebné materiály, zlúčeniny horčíka zasa všade tam, kde sú potrebné materiály schopné odolať vysokej teplote.

3. Spoznáваме chémiu vďaka chemickým výpočtom

Už ste niekedy riedili hnojivo či postrek pre rastliny z koncentrátu, napríklad v pomere 1 : 10? Varili ste vaše obľúbené jedlo alebo piekli zákusky z dvojnásobnej dávky surovín, pretože ste očakávali väčšiu návštevu? 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 stretáme s výpočtami, ktoré súvisia s roztokmi. Budeme počítat hmotnosť rozpustenej látky, objem roztoku, hmotnostný zlomok rozpustenej látky a jej koncentráciu látkového množstva. Pri výpočtoch budeme používať aj prepočty prostredníctvom hustoty. Je dôležité pripomenúť si aj látkové množstvo a molárnu hmotnosť. V niektorých výpočtových úlohách využijeme zákon zachovania hmotnosti pri chemických reakciách. A napokon, hoci sa niektoré úlohy budú tváriť ako výpočtové, možno zistíte, že pri nich vôbec netreba vyťahovať pero, papier, ani kalkulačku (pozrite napr. úlohu 2d).

Zadania tohtoročných úloh domáceho kola sú o niečo dlhšie ako obvykle, no veríme, že budú pre vás o to zaujímavejšie a po ich vyriešení budete dobre pripravení na riešenie úloh vyšších kôl, ktoré už budú mať obvyklý rozsah. Úlohy všetkých kôl (domáceho, školského, okresného a krajského) sú spoločné pre žiakov základných škôl aj osemročných gymnázií. Pri riešení úloh domáceho kola môžete využívať periodickú sústavu prvkov a akúkoľvek dostupnú literatúru (učebnice, encyklopédie, internet...). 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!

Autorky

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. 6. vyd. Bratislava: SPN, 2001. ISBN 80-08-03094-1.
2. Greb, E., Kemper, A., Quinzler, G.: Chémia pre základné školy. 1. vyd. Bratislava: SPN, 1995. ISBN 80-08-02291-4.

Úloha 1 Zlúčeniny horčíka a vápnika (25 b)

Na chemickom krúžku dostal chemik Samo od pani učiteľky kartičky, na ktorých sa nachádzali značky niektorých prvkov. Samo rozmýšľal, koľko rôznych vzorcov chemických zlúčenín je možné zapísať pomocou týchto značiek prvkov. Pomôžte mu vyriešiť nasledovné úlohy.

Mg	O	Ca	F	C	S	H	Cl
----	---	----	---	---	---	---	----

- a) S pomocou hore uvedených značiek prvkov napíšte čo najviac vzorcov chemických zlúčenín obsahujúcich vápnik alebo horčík (aspoň 8). Pozor, zlúčeniny, ktoré uvediete, musia reálne existovať (aspoň vo forme vodných roztokov).
- b) K uvedeným vzorcom napíšte príslušné názvy zlúčenín.

Pre prípadnú kontrolu chemik Samo použil aj internet, kde našiel aj mnoho iných zaujímavostí, napríklad o rozpustnosti niektorých zlúčenín vápnika a horčíka. Svoje zistenia zhrnul do nasledovnej tabuľky:

anión katión	SO₄²⁻	CO₃²⁻
Ca²⁺	0,202 g/100 g vody	0,00062 g/100 g vody
Mg²⁺	37,4 g/100 g vody	0,039 g/100 g vody

Rozpustnosť všetkých zlúčenín je uvedená pri laboratórnej teplote.

- c) Všetky zlúčeniny uvedené v tabuľke sa vyskytujú v prírode vo forme hornín a minerálov, avšak jedna z nich sa kvôli svojim vlastnostiam nemôže vyskytovať napr. v jaskyniach, ktoré sú pravidelne zaplavované vodou. Napíšte vzorec tejto zlúčeniny (vo forme hydratovanej soli) a uveďte, prečo sa tento minerál nemôže vyskytovať vo vlhkom prostredí.
- d) Napíšte triviálny názov hydratovanej soli z úlohy 1c).
- e) Vysvetlite rozdiel medzi horninou a minerálom.
- f) K nasledovným charakteristikám minerálov napíšte ich chemické vzorce:

Charakteristika minerálu	Vzorec
Sadrovec nadobúda bezfarebné, biele až sivasté sfarbenie. Zahrievaním sadrovca na 120 °C dochádza k uvoľňovaniu vody a vzniku práškovej sadry, ktorá sa používa v stavebníctve alebo na výrobu sadrových obväzov. Podstatou tvrdnutia sadry je opätovné naviazanie vody a vznik sadrovca.	
Minerál kalcit je súčasťou horniny vápenec, ktorá nadobúda biele sfarbenie. V prítomnosti CO ₂ sa rozpúšťa vo vode za vzniku hydrogenuhličitanu vápenatého. Využíva sa v stavebníctve na výrobu mramoru, vápna ale taktiež aj ako hnojivo. Vápenec sa nachádza v schránkach hlavonožcov aj koralov.	
Magnezit je minerál, ktorý má bezfarebné, biele, sivasté až hnedé sfarbenie. Rozpúšťa sa v teplej kyseline chlorovodíkovej a celý dej je sprevádzaný šumením. Využíva sa na výrobu magnezitových tehál, ktoré majú dobré izolačné a žiaruvzdorné vlastnosti.	
Aragonit je minerál, ktorý má biele, sivé, zelenkavé až modré sfarbenie. Aragonit sa rozpúšťa v zriedenej kyseline chlorovodíkovej a pod UV svetlom môže fluoreskovať. Aragonit vzniká v jaskyniach vápencových oblastí, v okolí termálnych prameňov.	

- g) Navrhňte, ako by ste pomocou zriedenej kyseliny chlorovodíkovej (s hmotnostným zlomkom $w(\text{HCl}) = 0,05$) rozlíšili sadrovec od kalcitu, aragonitu a magnezitu. Napíšte očakávané pozorovanie a rovnice príslušných chemických reakcií.
- h) Vypočítajte objem koncentrovanej kyseliny chlorovodíkovej (s hmotnostným zlomkom $w(\text{HCl}) = 0,36$), ktorú potrebujete na prípravu 250 ml roztoku HCl s hmotnostným zlomkom $w = 0,05$. Hustota koncentrovanej kyseliny chlorovodíkovej je $\rho(\text{HCl}, 36\%) = 1,18 \text{ g/cm}^3$, hustota zriedenej kyseliny chlorovodíkovej je $\rho(\text{HCl}, 5\%) = 1,025 \text{ g/cm}^3$ a molárna hmotnosť chlorovodíka je $M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ g/mol}$.
- i) Napíšte vzorec a chemický názov sadry vznikajúcej zahrievaním sadrovca.
- j) Napíšte chemickú rovnicu vzniku sadry.
- k) Napíšte koľko mólov vody sa uvoľní:
- rozkladom 5 mólov sadrovca.
 - rozkladom 172 g sadrovca, ak vznikne 145 g sadry.

Úloha 2 Nepozorovateľné voľným okom (10 b)

Mg	O	Ca	F	C	S	H	Cl
----	---	----	---	---	---	---	----

- a) Z prvkov, uvedených na kartičkách, vytvorte dvojice, ktoré majú na valenčnej vrstve rovnaký počet elektrónov. Nemusíte použiť všetky prvky.
- b) Napíšte vzorce iónov uvedených prvkov, ktoré majú na valenčnej vrstve rovnaký počet elektrónov ako atóm neónu (ak existujú).
- c) Zo skupiny častíc: $_{17}^{35}\text{Cl}^-$, $_{17}^{35}\text{Cl}$, $_{20}^{40}\text{Ca}^{2+}$, $_{16}^{34}\text{S}^{2-}$ vyberte tie, ktoré majú:
1. rovnaký počet protónov,
 2. rovnaký počet elektrónov,
 3. rovnaký počet neutrónov.
- d) Pripravili sme 2 roztoky:
- Roztok A obsahuje 1,0 g MgCl_2 a 100,0 g vody.
- Roztok B obsahuje 1,0 g CaCl_2 a 100,0 g vody.

Vyberte správnu možnosť:

1. Vyššiu molárnu hmotnosť má:
a) MgCl_2 b) CaCl_2 c) molárna hmotnosť je rovnaká.
2. Väčšie látkové množstvo katiónov sa nachádza v 1 grame:
a) MgCl_2 b) CaCl_2 c) obe látkové množstvá sú rovnaké.
3. Väčší počet katiónov sa nachádza v 1 grame:
a) MgCl_2 b) CaCl_2 c) počet častíc je rovnaký.
4. Väčší počet katiónov sa nachádza v 1 móle:
a) MgCl_2 b) CaCl_2 c) počet častíc je rovnaký.
5. Väčší hmotnostný zlomok rozpustenej látky je v roztoku:
a) MgCl_2 b) CaCl_2 c) hmotnostné zlomky sú rovnaké.
6. Predpokladajte, že objemy roztokov A a B sú rovnaké. Väčšia koncentrácia rozpustenej látky je v roztoku:
a) MgCl_2 b) CaCl_2 c) koncentrácie rozpustenej látky sú rovnaké.

Úloha 3 Pekný, užitočný a škodlivý vápenec (25 b)

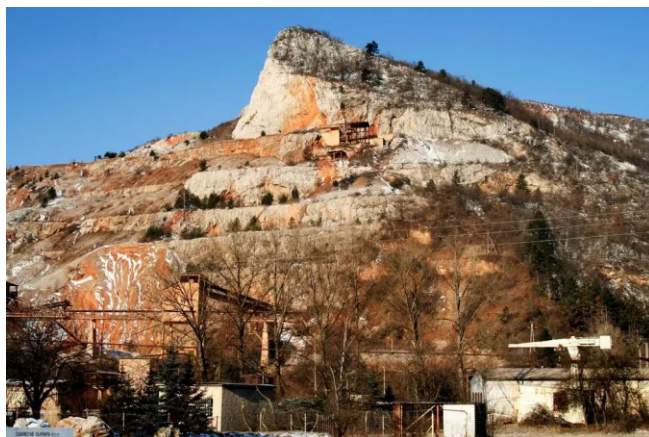
A) Pekný vápenec

Posledný prázdninový deň strávila Karin s rodičmi na výlete v Slovenskom krase, presnejšie v chotári obce Slavec, kde sa nachádza Gombasecká jaskyňa. Karinini rodičia sa pokúsili spojiť nádherný prírodný zážitok s chémiou. A čím je táto jaskyňa z chemického hľadiska zaujímavá? Gombasecká jaskyňa je krasová jaskyňa, ktorá sa pýši uprostred Slovenského krasu na západnom úpätí Silickej planiny. Jaskyňa je zdobená živými kvapľovými útvarmi. Ako takýto kras vôbec vzniká? Predovšetkým si musíme uvedomiť, že jaskyňa pozostáva zo siení, chodieb na niekoľkých úrovniach. Kras vznikne vtedy, ak sa začne rozpúšťať vápenec dažďovou vodou, ktorá obsahuje oxid uhličitý nachádzajúci sa vo vzduchu. Voda následne presakuje rôznymi puklinami, chodbičkami až do podzemia. Výsledkom je vznik hydrogenuhličitanu vápenatého, ktorý je rozpustený v podzemnej vode. Ten preniká do podzemných jaskýň, kde nastáva opačná reakcia: vylučovanie uhličitanu vápenatého v podobe kvapľov.

- Zapíšte pomocou chemickej rovnice dej, ktorý vzniká pri vytváraní krasových javov v jaskyni (2 rovnice).
- Pokúste sa vysvetliť, prečo kyslé dažde pôsobia negatívne na vápencové pohoria aj vápencové sochy.

B) Užitočný vápenec

V obci Slavec uvidela Karin okrem Gombaseckej jaskyne aj lom Gombasek, ktorý slúži na ťažbu vápenca, z ktorého následne získavame maltu. Ako tento proces prebieha?



(Lom Gombasek – ťažba vápenca, Mapio.net)

Rozklad vápenca, proces nazývaný aj pálenie vápna, prebieha pri vysokej teplote vo vysokej peci, ktorú nazývame vápenka. Tú je nutné naplniť zhora rozdrveným vápencom a koksom. Z chemického hľadiska je výsledkom pálenia vápna vznik dvoch oxidov, jedného zásadotvorného, druhého kyselinotvorného. Jeden oxid predstavuje užitočné pálené vápno, druhý oxid je problémom z hľadiska životného prostredia. Získané pálené vápno je stavebný materiál, ktorý sa používa na prípravu malty a betónu. Pred použitím je potrebné z páleného vápna vyrobiť hasené vápno reakciou s vodou. Pri tvrdnutí stavebných materiálov zohráva významnú chemickú úlohu aj okolité prostredie.

- c) Vysvetlite, čo je to koks.
- d) Napíšte chemické vzorce páleného vápna, haseného vápna a plynného vedľajšieho produktu.
- e) Napíšte chemickú rovnicu rozkladu vápenca.
- f) Uvedená reakcia je (zakrúžkujte všetky správne možnosti):
neutralizačná – zrážacia – redoxná – chemický rozklad – chemické zlučovanie
– endotermická – exotermická
- g) Vysvetlite, prečo vedľajší produkt pálenia vápna predstavuje problém pre životné prostredie a napíšte, aké výsledné pH reakčnej zmesi by ste očakávali, ak by tento vedľajší produkt reagoval s vodou:
A) väčšie ako 7 B) menšie ako 7 C) rovné 7
- h) Napíšte chemickú rovnicu reakcie, ktorou z páleného vápna získame hasené vápno.
- i) Vysvetlite, akú úlohu zohráva okolité prostredie pri tvrdnutí malty. Svoju odpoveď podložte chemickou rovnicou.
- j) Vieme, že hasené vápno je významný stavebný materiál. Napíšte aspoň 2 použitia haseného vápna v inej oblasti ako je stavebníctvo.
- k) Roztok „haseného vápna“ je možné v laboratóriu vyrobiť aj priamo z vápnika. Uveďte rovnicu príslušnej chemickej reakcie a napíšte akú farbu univerzálneho indikátora očakávate v tomto roztoku.

C) Škodlivý vápenec

Ľudia bývajúci v krasových oblastiach sa často sťažujú na takzvanú tvrdú vodu. V takejto vode sa nachádza veľké množstvo rozpustených solí, najmä s obsahom horečnatých a vápenatých katiónov. Tvrdá voda spôsobuje usádzanie vodného kameňa a teda nižšiu životnosť spotrebičov (napr. kotlov, práčok či rýchlovarných kanvíc), ale aj nižšiu účinnosť saponátov a mydiel. Mydlá sú totiž dobre rozpustné soli organických kyselín s katiónom **X**, ktoré sa však v tvrdej vode menia na nerozpustné horečnaté a vápenaté soli (a tie väčšinou spôsobujú aj pásik nečistôt na vani po kúpaní).

- l) Na obale mydla, ktoré máte doma, vyhľadajte zloženie a určte neznámy katión **X**, ktorý spolu s aniónmi vhodných organických kyselín tvorí účinnú zložku mydla. Pomôcka: v mydlách sa najčastejšie používajú soli kyseliny palmitovej, stearovej a laurovej. Ich anglické názvy, ktoré nájdete na obaloch sú *palmitate*, *stearate* a *laurate*.

V závislosti od obsahu aniónov v tvrdej vode rozlišujeme prechodnú tvrdosť vody (spôsobujú ju najmä hydrogenuhličitan a dá sa odstrániť varom) a trvalú tvrdosť vody (spôsobujú ju najmä sírany a chloridy, varom sa nemení, ale dá sa odstrániť prídavkom zmäkčovadiel s obsahom uhličitanu sodného). Celková tvrdosť vody pozostáva z prechodnej a trvalej tvrdosti.

- m) Napíšte vzorec zlúčeniny, ktorá je hlavnou zložkou vodného kameňa (niekedy sa používa aj názov kotolný kameň).
- n) Napíšte vzorce zlúčenín, ktoré spôsobujú prechodnú tvrdosť vody.
- o) Napíšte rovnicu chemickej reakcie odstraňovania prechodnej tvrdosti vody varom. Ako východiskovú látku spôsobujúcu prechodnú tvrdosť vody použite vhodnú vápenatú soľ.
- p) Napíšte vzorce zlúčenín, ktoré spôsobujú trvalú tvrdosť vody.
- q) Napíšte rovnicu chemickej reakcie znižovania trvalej tvrdosti vody reakciou so zmäkčovadlom obsahujúcim uhličitan sodný. Ako reaktant spôsobujúci trvalú tvrdosť vody použite vhodnú horečnatú soľ.
- r) Navrhňte, ako by ste s použitím doma dostupných chemikálií odstránili vodný kameň z rýchlovarnej kanvice.

Profesionálni chemici vo vodárňach vyjadrujú tvrdosť vody v takzvaných nemeckých stupňoch, označených °dH (*deutsche Härte* = *nemecká tvrdosť*). Tvrdosť vody sa rovná jednému nemeckému stupňu, ak sa v 1 dm³ vody súčet koncentrácií vápenatých a horečnatých katiónov rovná 0,1783 mmol/dm³ (1 °dH = $c(\text{Ca}^{2+}) + c(\text{Mg}^{2+}) = 0,1783$ mmol/dm³).

Chemik Samo odobral vodu z vodovodu na základnej škole v Sásovej pri Banskej Bystrici. Spolu s Karin na chemickom krúžku zistili, že v presne 1 litri odobranej vzorky vody sa nachádza 15 mg horečnatých katiónov a 108 mg vápenatých katiónov (teda hmotnostná koncentrácia Mg²⁺ je 15 mg/l a hmotnostná koncentrácia Ca²⁺ je 108 mg/l).

- s) Vypočítajte koncentráciu vápenatých a horečnatých katiónov v odobratej vzorke vody.
- t) Vypočítajte tvrdosť vody v nemeckých stupňoch a na základe doluuvedenej tabuľky určte, či je skúmaná voda veľmi mäkká, mäkká, stredne tvrdá, tvrdá alebo veľmi tvrdá.

°dH	< 3,9	3,9 – 7	7 – 14	14 – 21	> 21
Pitná voda	veľmi mäkká	mäkká	stredne tvrdá	tvrdá	veľmi tvrdá

- u) Vypočítajte, koľko vodného kameňa by vzniklo po prevarení 1 litra tejto vody. Pri tomto výpočte pre zjednodušenie predpokladajte, že prechodná tvrdosť vody je spôsobená len hydrogenuhličitanmi a pri prevarení je túto tvrdosť možné úplne odstrániť. Zároveň viete, že 1,00 g CaCO₃ obsahuje 0,40 g Ca²⁺, 1,00 g MgCO₃ obsahuje 0,29 g Mg²⁺.

Koniec teoretickej časti

PRAKTICKÉ ÚLOHY

Chemická olympiáda – kategória D – 60. ročník – šk. rok 2023/24

Domáce kolo

Jana Chrappová

Maximálne 40 bodov

Doba riešenia: časovo neobmedzená

Úvod

Realizácia úloh praktickej časti nie je časovo obmedzená, úlohy je potrebné uskutočniť do termínu školského kola.

Na úspešné zvládnutie úloh je potrebné ovládať základné laboratórne postupy a techniky: váženie, meranie objemu odmerným valcom a pomocou pipety, priame zahrievanie (nad plynovým kahanom, príp. na variči), chladenie a zostavenie ľadového kúpeľa, príprava roztokov s požadovaným zložením, dekantácia, zostavenie aparatúry na filtráciu a jednoduchá filtrácia cez hladký filter a skladaný filtračný papier (vrátane úpravy filtračného papiera, príp. premývania zrazeniny na filtračnom papieri), zahusťovanie roztokov v odparovacej miske nad vodným kúpeľom, meranie teploty a zisťovanie pH univerzálnym pH papierikom.

Predpokladom zvládnutia praktickej časti je vedieť pomenovať a používať laboratórne pomôcky, opísať použité laboratórne postupy a výsledky pozorovania. Potrebné je tiež poznať názvoslovie jednoduchých anorganických látok (oxidov, hydroxidov, kyselín, solí, hydrogensolí a hydrátov solí) a základné chemické výpočty (príprava roztokov zo solí a kryštalohydrátov solí – hmotnostný zlomok).

Základná študijná literatúra je uvedená v zadaní teoretických úloh.

Pri realizácii laboratórných úloh používajte potrebné ochranné pracovné pomôcky.

V tomto ročníku chemickej olympiády budú praktické úlohy zamerané na zlúčeniny horčíka a vápnika: na ich prípravu, vlastnosti (rozdiely v rozpustnosti vo vode, príp. v etanole), chemické reakcie a spôsoby ako dokázať ich prítomnosť v roztoku. Zároveň je potrebné poznať základné princípy acidobázických, redoxných a vylučovacích reakcií.

Úloha 1: Príprava vápenatej soli kyseliny citrónovej (7 b + 8 b)

V domácnosti je možné vodný kameň (obsahuje CaCO_3) odstrániť aj roztokom kyseliny citrónovej. Reakciu sprevádza šumenie a vzniká vápenatá soľ kyseliny citrónovej, citrónan vápenatý. Vápenatá soľ kyseliny citrónovej sa používa v potravinárskom priemysle, aj v medicíne – ako doplnok stravy pri nedostatku vápnika v ľudskom organizme. Priemyselne sa vyrába neutralizáciou Ca(OH)_2 kyselinou citrónovou. Pripraviť sa dá však aj reakciou uhličitanu s roztokom kyseliny citrónovej.

Pracovný postup

(7 b)

1. Na hodinových sklíčkach odvážite 3,10 g kyseliny citrónovej a 1,00 g CaCO_3 .
2. Návažok kyseliny citrónovej presypte do kadičky s objemom 250 cm³ a pridajte 60 cm³ destilovanej vody (objem merajte odmerným valcom). Rozpúšťanie môžete urýchliť miešaním sklenou tyčinkou.
3. Návažok CaCO_3 presypte do kadičky s roztokom kyseliny citrónovej. Z reakčnej zmesi sa začnú uvoľňovať bublinky plynu. Zmes miešajte sklenou tyčinkou (počas miešania sa bublinky uvoľňujú intenzívnejšie). Miešanie ukončíte po vyčírení roztoku v kadičke (nebudete v ňom pozorovať žiadne bublinky), cca po 5 minútach miešania.
4. Kadičku s roztokom umiestnite na sieťku nad plynový kahan (príp. na varič) a začnite zahrievať. Zmes v kadičke opatrne miešajte sklenou tyčinkou (dávajte si pozor, aby ste sa nepopálili) a zahrejte do varu. Zmes nechajte asi dve minúty vriieť, počas varu ju opatrne miešajte tyčinkou, potom zahrievanie ukončíte. Do odpovedového hárku zapíšte zmeny, ktoré ste pozorovali počas zahrievania.
5. Počas chladnutia sa vzniknutá zrazenina usadí na dne kadičky. Vychladnutý roztok nad zrazeninou opatrne zlejte po tyčinke do umývadla, príp. inej nádoby (dávajte pozor, aby ste spolu s roztokom nepreliali aj časť zrazeniny).
6. Do kadičky so zrazeninou prilejte asi 100 cm³ destilovanej vody. Zmes premiešajte sklenou tyčinkou a zrazeninu nechajte usadiť na dne kadičky. Roztok nad zrazeninou opatrne zlejte do umývadla.
7. Filtračný papier upravte nožnicami a poskladajte tak, aby ste získali hladký filter. Papier pred použitím na filtráciu odvážite, hmotnosť uveďte do odpovedového hárku.
8. Zostavte aparatúru na jednoduchú filtráciu. Zvyšok zmesi v kadičke prefiltrujte, filtrát zachytávajte do kadičky. Zrazeninu z kadičky môžete vypláchnuť primeraným množstvom destilovanej vody.

- Po ukončení filtrácie filtračný papier so zachytenou látkou opatrne pomocou pinzety preneste na hodinové sklíčko, papier rozprestrite a látku nechajte voľne vyschnúť.
- Papier s vysušeným produktom odvážite a hmotnosť produktu a opis jeho vzhľadu zapíšte do odpovedového hárku.

Úloha 2: Rozpúšťanie kyseliny citrónovej a jej vápenatej soli (5 b + 7b)

Kyselina citrónová je biela, kryštalická, vo vode veľmi dobre rozpustná látka. Jej vápenatá soľ, citrónan vápenatý je biela prášková látka. Vo vode sa rozpúšťa len málo, pri 18 °C sa rozpustí cca 0,85 g soli v 1 litry vody. Ľahšie sa rozpúšťa v kyslom prostredí, napríklad v roztoku kyseliny citrónovej.

Pracovný postup

(5 b)

- Pripravte si návažok 5,0 g kyseliny citrónovej a dva návažky s 0,1 g citrónanu vápenatého (použite soľ z predchádzajúcej úlohy).
- Do čistej kadičky (s objemom 100 cm³, označenie **A**) nalejte 50 cm³ destilovanej vody (objem merajte odmerným valcom). Zistite teplotu destilovanej vody v kadičke a hodnotu zapíšte do odpovedového hárku.
- Do kadičky **A** presypte návažok kyseliny citrónovej a rozpustite ho. Rozpúšťanie urýchlite miešaním sklenenou tyčinkou. Hneď po rozpustení látky zistite teplotu vzniknutého roztoku, hodnotu zapíšte do odpovedového hárku.
- Zistite pH roztoku v kadičke **A**, údaj zapíšte do odpovedového hárku. (pH papierik položte na hodinové sklo, pomocou sklenej tyčinky preneste kvapku roztoku na pH papierik a porovnajte jeho sfarbenie so stupnicou).
- Do čistej kadičky (s objemom 100 cm³, označenie **B**) nalejte 50 cm³ destilovanej vody (objem merajte odmerným valcom). Pomocou pH papierika zistite pH vody v kadičke **B**, údaj zapíšte do odpovedového hárku.
- Do kadičky **A** s roztokom kyseliny citrónovej presypte návažok citrónanu vápenatého. Zmes asi 1 minútu miešajte sklenenou tyčinkou a pozorujte, či sa soľ rozpustí. Výsledok zapíšte do odpovedového hárku.
- Do kadičky **B** s destilovanou vodou presypte návažok citrónanu vápenatého. Zmes asi 1 minútu miešajte sklenenou tyčinkou a pozorujte, či sa soľ rozpustí. Výsledok zapíšte do odpovedového hárku.

8. Zostavte filtračnú aparatúru, filtrát budete zachytávať do kadičky. Štvorec filtračného papiera upravte a poskladajte tak, aby ste mohli spraviť filtráciu cez skladaný filter.
9. Nerozpustený citrónan vápenatý, ktorý ostal v kadičke odfiltrujte cez skladaný filter. Po ukončení filtrácie filtračný papier preneste na hodinové sklo a látku nechajte vysušiť.

Úloha 3: Reakcie vápenatých a horečnatých zlúčenín (2 b + 13 b)

Pracovný postup

(2 b)

1. V stojane máte pripravených 6 čistých skúmaviek: dve sú označené číslami **I.** a **II.**, štyri ďalšie sú označené písmenami **A, B, C** a **D.**
2. Do skúmavky **I.** odpipetujte 4 cm^3 roztoku dusičnanu vápenatého. K roztoku v skúmavke pridajte 4 cm^3 roztoku uhličitanu sodného. Skúmavku uzavrite a zmes opatrne premiešajte. Pozorovanú zmenu opíšte v odpovedovom hárku a chemický dej vyjadrite pomocou chemickej rovnice.
3. Suspenziu zo skúmavky **I.** rozdeľte do skúmaviek **A** a **B** tak, aby v nich boli približne rovnaké množstvá.
4. Ku suspenzii v skúmavke **A** napipetujte 10 cm^3 roztoku H_2SO_4 . Obsah skúmavky opatrne premiešajte. Pozorovanú zmenu opíšte v odpovedovom hárku a chemický dej vyjadrite pomocou chemickej rovnice.
5. Ku suspenzii v skúmavke **B** napipetujte 10 cm^3 roztoku HCl . Obsah kadičky premiešajte sklenenou tyčinkou. Pozorovanú zmenu opíšte v odpovedovom hárku a chemický dej vyjadrite pomocou chemickej rovnice.
6. Do skúmavky **II.** v stojane odpipetujte 4 cm^3 roztoku dusičnanu horečnatého. K roztoku pridajte 4 cm^3 roztoku uhličitanu sodného. Skúmavku uzavrite a zmes opatrne premiešajte. Pozorovanú zmenu opíšte v odpovedovom hárku a chemický dej vyjadrite pomocou chemickej rovnice.
7. Suspenziu zo skúmavky **II.** rozdeľte do kadičiek **C** a **D** tak, aby v nich boli približne rovnaké množstvá.
8. Ku suspenzii v skúmavke **C** napipetujte 10 cm^3 roztoku H_2SO_4 . Obsah skúmavky opatrne premiešajte. Pozorovanú zmenu opíšte v odpovedovom hárku a chemický dej vyjadrite pomocou chemickej rovnice.

9. Ku suspenzii v skúmavke **D** napipetujte 10 cm^3 roztoku HCl. Obsah skúmavky opatrne premiešajte. Pozorovanú zmenu opište v odpovedovom hárku a chemický dej vyjadrite pomocou chemickej rovnice.
10. Do skúmaviek **A**, **B**, **C** a **D** pridajte po 2 cm^3 etanolu. Obsah skúmaviek opatrne premiešajte a do odpovedového hárku zapíšte svoje pozorovanie.

V odpovedovom hárku doplňte požadované údaje a odpovedajte na otázky. **(28 b)**

Pomôcky pre jedného žiaka:

- váhy, hodinové sklo (2 ks), sklená tyčinka (2 ks), kadičky (1 ks 250 cm³, 2 ks 100 cm³), strička s destilovanou vodou (1 ks), odmerný valec (1 ks, 100 cm³), pomôcky na zahrievanie: trojnožka (1 ks) + sieťka (1 ks) + plynový kahan + zápalky/zapaľovač alebo varič, laboratórny stojan (1 ks), filtračný kruh (1 ks), filtračný lievik (1 ks), štvorec filtračného papiera (2 ks), nožnice (1 ks), pinzeta, pH papieriky (2 ks), stojan na skúmavky + skúmavky (6 ks), pipeta (5 ks, alebo 1 ks ale pred každým pipetovaním je potrebné ju umyť, objem 10 cm³), nástavec na pipetu príp. balónik (1 ks), fixka na označovanie, ochranné rukavice na prácu s horúcimi predmetmi.

Chemikálie pre jedného žiaka:

- *Úloha 1:* 3,30 g kyseliny citrónovej, 1,00 g CaCO₃, cca 70 cm³ destilovanej vody.
- *Úloha 2:* 0,20 g citrónanu vápenatého (pripraví ho v úlohe 1), 5,00 g kyseliny citrónovej, 100 cm³ destilovanej vody
- *Úloha 3:* roztok Ca(NO₃)₂ (4 cm³, w = 0,05), roztok Mg(NO₃)₂ (4 cm³, w = 0,05), roztok Na₂CO₃ (10 cm³, w = 0,05), roztok H₂SO₄ (20 cm³, w = 0,05), roztok HCl (20 cm³, w = 0,1), etanol (cca 4 cm³)

Poznámky: V úlohe 1 pri menšom navažku kys. citrónovej navažok CaCO₃ reaguje pomalšie (reakcia trvá dlhšie, pred zahrievaním je možné zmes prefiltrovať), pri vyššom navažku kyseliny je prostredie príliš kyslé na to, aby vznikol nerozpustný citrónan vápenatý.

V úlohe 2 hmotnosť 0,10 g vápenatej soli kys. citrónovej môžete vážiť aj na filtračnom papieri, príp. ľahkej navažovacej nádobe.

Roztoky v úlohe 3 je potrebné pipetovať roztoky vždy čistou pipetou.

Namiesto Ca(NO₃)₂ možno použiť napr. CaCl₂, namiesto Mg(NO₃)₂ možno použiť MgSO₄ alebo inú vo vode rozpustnú horečnatú soľ.

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 2023