

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

60. ročník, školský rok 2023/2024

Kategória D

Krajské kolo

TEORETICKÉ A PRAKTICKÉ ÚLOHY

TEORETICKÉ ÚLOHY

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

Krajské kolo

Adriána Cisková, Jela Nociarová

Maximálne 60 bodov

Doba riešenia: 90 minút

Úloha 1 Ióny v pitnej vode (22 b)

Karin má rada čistotu a poriadok, ale nevie si poradiť s veľkým množstvom vodného kameňa v rýchlovarnej kanvici u nich doma. Rozhodla sa preto preskúmať zloženie pitnej vody. Na stránke vodární našla nasledovnú tabuľku, udávajúcu výsledky rozboru vody. Uvedené hodnoty sú udávané v jednotkách mg/l alebo $\mu\text{g/l}$, teda predstavujú hmotnostnú koncentráciu – hmotnosť stanovaného iónu v 1 litri vody.

Stanovovaný ión	Nameraná hodnota [mg/l]	Stanovovaný ión	Nameraná hodnota [$\mu\text{g/l}$]
Ca^{2+}	68,4	Fe^{3+}	20
Mg^{2+}	27,3	Hg^{2+}	<0,2
Na^+	2,9	As^{3+}	<1,0
K^+	0,9	Cr^{3+}	<1,0

- Chemickou rovnicou zapíšte dej prebiehajúci pri vare vody obsahujúcej hydrogenuhličitan vápenatý.
- Karin, jej brat Samo a ich rodičia si dvakrát denne uvaria čaj alebo kávu do hrnčeka s objemom 250 ml. Vypočítajte, koľko mg vodného kameňa denne vznikne v Karinovej kanvici. Pre zjednodušenie predpokladajte, že všetci na prípravu každého nápoja v kanvici prevaria presne 250 ml vody, a že tvrdosť vody je spôsobená len hydrogenuhličitanmi a pri prevarení je túto tvrdosť možné úplne odstrániť. Zároveň viete, že 1,00 g CaCO_3 obsahuje 0,400 g Ca^{2+} , 1,00 g MgCO_3 obsahuje 0,290 g Mg^{2+} .
- Napíšte rovnicu chemickej reakcie uhličitanu vápenatého s kyselinou octovou. Uveďte názov vzniknutej soli.
- Akú inú, bežne dostupnú, v potravinárstve používanú organickú kyselinu je možné použiť aj na odstránenie vodného kameňa? Napíšte jej názov.

Veľký obsah železa v pitnej vode síce nespôsobuje vodný kameň, ale môže negatívne ovplyvniť chuť a farbu vody. V pitnej vode preto musí byť obsah železa menší než 0,200 mg/l.

- e) Napíšte, aké sfarbenie obvykle majú roztoky solí obsahujúce železité katióny.
- f) Vypočítajte, koľkokrát je obsah železa v pitnej vode doma u Karin menší, ako maximálny povolený limit.

Úloha 2 Netradičné minerály vápnika a horčíka (18 b)

A. Dolomit

Dolomity sú známym horským masívom nachádzajúcim sa najmä na území Talianska, ale horniny obsahujúce dolomit nájdeme aj na Slovensku. Dolomit sa podobá na vápenec a môže byť sfarbený do biela, žltá alebo siva. Z chemického hľadiska ide o podvojnú soľ – soľ obsahujúcu dva katióny. Chemický názov dolomitu je uhličitan horečnato-vápenatý a má vzorec $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. Celistvý dolomit s kyselinou chlorovodíkovou nereaguje, ale dolomitový prášok áno – pri reakcii sa pozoruje šumenie.

- a) Napíšte rovnicu reakcie dolomitového prášku so zriedenou kyselinou chlorovodíkovou.
- b) Aký je pomer látkových množstiev vzniknutej horečnatej a vápenatej soli v roztoku po uskutočnení chemickej reakcie?
- c) Rozpustili sme 1 mol dolomitu v takom množstve zriedenej kyseliny chlorovodíkovej, aby vznikol roztok s objemom 1 dm^3 . Tento roztok obsahuje horečnatú a vápenatú soľ. Molárna hmotnosť horčíka je 24,3 g/mol, molárna hmotnosť vápnika je 40,1 g/mol. Zakrúžkujte správne možnosti ÁNO alebo NIE:

Hmotnosť vápenatej soli v pripravenom roztoku je väčšia ako hmotnosť horečnatej soli.	ÁNO / NIE
Hmotnostný zlomok vápenatej soli v pripravenom roztoku je väčší ako hmotnostný zlomok horečnatej soli.	ÁNO / NIE
Koncentrácia látkového množstva vápenatej soli v pripravenom roztoku je väčšia ako koncentrácia látkového množstva horečnatej soli.	ÁNO / NIE

- d) Vyberte možnosti, ktorými je možné spomaliť reakciu dolomitu s kyselinou chlorovodíkovou:
- a) ponorenie reakčnej zmesi do ľadového kúpeľa
 - b) pridanie kyseliny chlorovodíkovej s vyššou koncentráciou
 - c) pridanie destilovanej vody
 - d) zahriatie reakčnej zmesi
 - e) použitie jemne namletého dolomitu

B. Hydroxyapatit

Ďalším zaujímavým minerálom obsahujúcim vápnik je **hydroxyapatit**. Nachádza sa napríklad aj v kostiach a tvorí hlavnú zložku zubnej skloviny. Z chemického hľadiska ide o zmiešanú soľ – soľ obsahujúcu dva anióny, a to fosforečnanový anión (odvodený od kyseliny trihydrogenfosforečnej) a hydroxidový anión.

- e) Napíšte vzorec kyseliny trihydrogenfosforečnej a od nej odvodeného fosforečnanového aniónu.
- f) Napíšte vzorec hydroxyapatitu, ak viete, že sa vo vzorci nachádza 1 hydroxidový anión, 3 fosforečnanové anióny (odvodené od kyseliny trihydrogenfosforečnej) a taký počet atómov vápnika x , aby bol celkový náboj hydroxyapatitu rovný nule.
- g) Rozhodnite sa, či je hydroxyapatit rozpustný vo vode alebo nie. Správnu odpoveď zakrúžkujte.

Úloha 3 Sú fluoridy v zubných pastách bezpečné? (20 b)

Pravidelným používaním fluoridovej pasty sa znižuje kazivosť zubov o 20 až 30 %. V boji proti zubnému kazu sú najúčinnjšími látkami fluorid sodný alebo fluorid cínatý. Z hľadiska bezpečnosti je však lepším fluorid vápenatý. Najvyššie prípustné množstvo fluoridových aniónov v zubnej paste je stanovené na 0,150 %, čo zodpovedá obsahu fluoridu vápenatého na úrovni 0,310 %. Pri čistení zubov sa odporúča vytlačiť na kefku zubnú pastu o veľkosti hrášku s objemom približne 0,50 ml. Pri správnom dodržiavaní množstva by mala zubná pasta s objemom 75,0 ml vydržať dva a pol mesiaca (používanie ráno a večer). Hustota zubnej pasty je približne 1,30 g/cm³.

- a) Vypočítajte hmotnosť fluoridových aniónov, ktoré sa nachádzajú v dennej dávke zubnej pasty.
- b) Vypočítajte hmotnosť fluoridu vápenatého v 1 tube zubnej pasty.
- c) V nasýtenom roztoku pri teplote 25 °C je koncentrácia fluoridu vápenatého 0,000210 mol/dm³. Vypočítajte, aký objem má nasýtený roztok, ktorý obsahuje rovnaké množstvo fluoridu vápenatého, ako sa nachádza v 1 tube zubnej pasty (výsledok úlohy 3b). Molárna hmotnosť fluoridu vápenatého je 78,07 g/mol.
- d) V nasledujúcej tabuľke sú uvedené údaje o vybraných fluoridoch. Na základe niektorého z nich vysvetlite, prečo je v zubných pastách bezpečnejšie používať fluorid vápenatý namiesto účinnejšieho fluoridu sodného a cínatého.

	Molárna hmotnosť [g/mol]	Hustota [g/cm ³]	Rozpustnosť vo vode [hmotnosť látky / 100 g roztoku]	Teplota topenia [°C]
CaF ₂	78,07	3,18	0,0016	1418
NaF	42,00	2,56	4,04	988
SnF ₂	156,69	4,57	35	213

Koniec teoretickej časti

PRAKTICKÉ ÚLOHY

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

Krajské kolo

Jana Chrappová

Maximálne 40 bodov
Doba riešenia: 90 minút

Úloha 1: Príprava dihydrátu síranu vápenatého z modrej skalice (20 b)

Reakciou horúceho roztoku modrej skalice s roztokom chloridu vápenatého vzniká málo rozpustný produkt. Farbu produktu v reakčnom systéme skresľuje prítomnosť meďnatej soli v roztoku. Keďže prítomnosť etanolu v roztoku podporuje zrážanie produktu, a vzniknutá meďnatá soľ je rozpustná vo vode i v etanole, premývať produkt je najvhodnejšie zmesou destilovanej vody a etanolu.

Pracovný postup

1. Návažok modrej skalice presypte z liekovky do kadičky s objemom 100 cm³. K návažku pridajte pomocou odmerného valca 20 cm³ destilovanej vody. Kadičku položte na sieťku na trojnožke (príp. varič) a začnite zahrievať. Obsah kadičky za stáleho miešania nechajte zovrieť a potom zahrievanie ukončíte. Po ukončení varu kadičku opatrne zložte zo sieťky/variča (počas zahrievania a pri manipulácii s horúcou kadičkou si dávajte pozor, aby ste sa nepopálili, v prípade potreby použite ochranné pomôcky).
2. Do odmerného valca nalejte 20 cm³ roztoku chloridu vápenatého. Roztok prelejte do horúceho roztoku v kadičke. Reakčnú zmes miešajte sklenou tyčinkou dovtedy, kým sa v nej nezačne vylučovať nerozpustná látka. Odmerný valec vypláchnite destilovanou vodou.
3. Z kadičky vyberte sklenú tyčinku a počkajte, kým sa nerozpustná látka neusadí na dne. (Ak nad usadenou zrazeninou v roztoku ostane aj po asi 5 minútach mierny zákal, pokračujte v postupe.)
4. Roztok nad usadenou zrazeninou opatrne odstráňte pomocou pipetky (príp. injekčnej striekačky). Odsávaný roztok vypúšťajte do nádoby označenej „odpad“. Snažte sa odsáť roztok čo najdôslednejšie, odsávanie si môžete uľahčiť tým, že kadičku mierne nakloníte.
5. K usadenej zrazenine v kadičke pridajte pomocou odmerného valca 50 cm³ premývacieho roztoku. Zmes premiešajte sklenou tyčinkou a počkajte, kým sa

opäť nerozpustná látka neusadí na dne kadičky. Potom roztok nad usadenou zrazeninou opäť pomocou pipetky čo najdôslednejšie odsajte.

6. Bod 5. v pracovnom postupe zopakujte.
7. Zostavte aparáturu na jednoduchú filtráciu, filtrát budete zachytávať do kadičky. Upravte si filtračný papier tak, aby ste mohli uskutočniť filtráciu cez hladký filtračný papier.
8. Ku usadenej zrazenine v kadičke pridajte odmerným valcom 20 cm³ etanolu. (Pozor, etanol sa nesmie používať v blízkosti otvoreného ohňa.) Zmes premiešajte a prefiltrujte. Zvyšok zrazeniny z kadičky vypláchnite malým množstvom destilovanej vody.
9. Po ukončení filtrácie filtračný papier s produktom vyberte z lievika (použite pinzetu, príp. špachtľu) a rozložte na hodinové sklíčko. Produkt odovzdajte dozoru.

Úloha 2: Identifikácia roztokov solí v skúmavkách (20 b)

V očíslovaných skúmavkách (1 až 4) sú vodné roztoky: **NaCl**, **CaCl₂**, **K₂SO₄** a **MgSO₄** (v skúmavkách roztoky nie sú v uvedenom poradí). Identifikovať, ktorý z roztokov je v konkrétnej skúmavke môžete na základe rôznych chemických reakcií. Jednou z možností je identifikovať ich na základe reakcie s roztokmi AgNO₃ a Na₂CO₃.

Pracovný postup

1. V stojane sú 4 očíslované skúmavky s roztokmi solí (1 až 4) a dve prázdne skúmavky označené **A** a **B**.
2. Z roztoku v skúmavke **1** odlejte približne polovicu do prázdnej skúmavky označenej **A** a druhú polovicu do skúmavky označenej **B**. Do skúmavky **A** pridajte 5 kvapiek roztoku AgNO₃, do skúmavky **B** pridajte 10 kvapiek roztoku Na₂CO₃. Obsah skúmaviek opatrne premiešajte a výsledky pozorovania zapíšte do tabuľky v odpovedovom hárku. Potom skúmavky **A** a **B** vylejte, poriadne umyte a nakoniec vypláchnite destilovanou vodou.
3. S roztokmi v skúmavkách **2**, **3** a **4** pracujte rovnako ako v postupe v bode 2.
4. Na základe zistení identifikujte, ktorý z roztokov sa nachádzal v skúmavke **1**, ktorý v skúmavke **2**, ktorý v skúmavke **3** a ktorý v skúmavke **4**.

Do odpovedového hárku doplňte požadované údaje.

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 2024