

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY
Szlovák Kémiai Olimpiai Bizottság

KÉMIAI OLIMPIA

60. évfolyam, 2023/2024-es iskolai év

D kategória

Kerületi forduló

ELMÉLETI ÉS GYAKORATI FELADATOK

ELMÉLETI FELADATOK

Kémiai Olimpia – D kategória – 60.évfolyam – 2023/2024-es iskolai év
Kerületi forduló

Adriána Cisková, Jela Nociarová

Maximális elérhető 60 pontszám
A megoldás időtartama: 90 perc

1. Feladat Ionok az ivóvízben (22 pont)

Karin szereti a tisztaságot és a rendet, de nem tud megbirkózni a háztatásukban használt vízforralóban lévő nagy mennyiségű vízkővel. Ezért úgy döntött, hogy megvizsgálja az ivóvíz összetételét. A vízművek honlapján az alábbi táblázatot találta, amely a vízkezelés eredményeit tartalmazza. Az értékek mg/l vagy $\mu\text{g/l}$ mértékegységben adták, azaz a tömegkoncentrációt fejezik ki – a meghatározott ion tömegét 1 liter vízben.

Meghatározott ion	Mért érték [mg/l]	Meghatározott ion	Mért érték [$\mu\text{g/l}$]
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

- a) Írjátok le kémiai egyenlettel azt a folyamatot, amely kalcium-hidrogén-karbonátot tartalmazó víz forralásakor megy végbe!
- b) Karin, testvére Samu és szülei naponta kétszer teát vagy kávéfőznek egy 250 ml-es bögrében. Számoljátok ki, hány mg vízkő képződik naponta Karin vízforralójában! Az egyszerűség kedvéért tegyük fel, hogy az egyes italok elkészítéséhez mindenki pontosan 250 ml vizet forral fel a vízforralóban, és a víz keménységét csak a hidrogén-karbonátok okozzák, és ez a keménység forraláskor teljesen eltávolítható. Ugyanakkor tudjátok, hogy 1,00 g CaCO_3 0,400 g Ca^{2+} -t, és 1,00 g MgCO_3 0,290 g Mg^{2+} -ot tartalmaz.

- c) Írjátok le a kalcium-karbonát és ecetsav reakciójának kémiai egyenletét! Nevezzétek meg a keletkezett sót!
- d) Milyen más, általánosan beszerezhető, az élelmiszeriparban használt szerves savat lehet vízkő eltávolítására is használni? Írjátok le a nevét!

Az ivóvíz magas vas-tartalma nem okoz vízkövet, de negatívan befolyásolhatja a víz ízét és színét. Ezért az ivóvíz vastartalmának 0,200 mg/l-nél kisebbnek kell lennie.

- e) Írjátok le, hogy általában milyen színűek a vas(III)-kationt tartalmazó sók oldatai!
- f) Számoljátok ki, hogy Karin otthonában az ivóvíz vas-tartalma hányszor kisebb, mint a megengedett maximális érték!

2. Feladat Nem hagyományos kalcium- és magnézium ásványok (18 pont)

A. Dolomit

A **Dolomitok** egy jól ismert hegymasszívum, amely elsősorban Olaszországban található, de Szlovákiában is található dolomit-tartalmú kőzetek. A dolomit a mészkőhöz hasonlít, színe lehet fehér, sárga vagy szürke. Kémiai szempontból ez egy kettőssó - két kationt tartalmazó só. A dolomit kémiai neve magnézium-kalcium-karbonát, képlete $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. A darabos dolomit sósavval nem reagál, a dolomitpor viszont igen - a reakció során pezsgés figyelhető meg.

- a) Írjátok le a dolomitpor és híg sósav-oldat reakciójának egyenletét!
- b) Milyen arányban vannak a kémiai reakció során keletkező magnézium- és kalciumsók anyagmennyiségei az oldatban?
- c) 1 mol dolomitot olyan mennyiségű híg sósavban oldottunk fel, hogy 1 dm³ térfogatú oldat keletkezzen. Ez az oldat magnézium- és kalciumsókat tartalmaz. A magnézium moláris tömege 24,3 g/mol, a kalcium moláris tömege 40,1 g/mol. Karikázd be az **IGEN / NEM** válaszlehetőségből a helyeset!

A kalciumsó tömege az elkészített oldatban nagyobb, mint a magnéziumsó tömege.	IGEN / NEM
A kalciumsó tömegtörtje az elkészített oldatban nagyobb, mint a magnéziumsó tömegtörtje.	IGEN / NEM
Az elkészített oldatban a kalciumsó anyagmennyiség koncentrációja nagyobb, mint a magnéziumsó anyagmennyiség koncentrációja.	IGEN / NEM

- d) Válasszátok ki azon lehetőségek betűjelét, amelyek révén a dolomit és a sósav reakciójának sebessége lassítható!
- a reakcióelegy jeges fürdőbe való merítése,
 - nagyobb koncentrációjú sósav hozzáadása,
 - desztillált víz hozzáadása,
 - a reakcióelegy felmelegítése,
 - finom dolomitpor alkalmazása.

B. Hidroxiapatit

Egy másik érdekes kalciumtartalmú ásvány a **hidroxiapatit**. Megtalálható például a csontokban is, és a fogzománc fő alkotórésze. Kémiai szempontból ez egy vegyes só - azaz só, amely két aniont tartalmaz, nevezetesen egy foszfát aniont (ami a trihidrogén-foszforsavból származik) és egy hidroxid aniont.

- Írjátok le a trihidrogén-foszforsav és a belőle származó foszfát anion képletét!
- Írjátok le a hidroxiapatit képletét, ha tudjátok, hogy a képlet 1 hidroxid aniont, 3 foszfát aniont (trihidrogén-foszforsavból származó) és a kalcium atom olyan **x** mennyiségét tartalmazza, hogy ezáltal a hidroxiapatit teljes töltése nulla!
- Karikázzátok a helyes választ arra vonatkozóan, hogy vajon a hidroxidapatit oldódik-e vízben vagy sem!

3. Feladat Biztonságosak a fogkrémekben levő fluoridok?

A fluoridos fogkrém rendszeres használata 20-30%-kal csökkenti a fogszuvasodást. A fogszuvasodás elleni küzdelemben a leghatékonyabb anyagok a nátrium-fluorid vagy a ón(II)-fluorid. A biztonság szempontjából azonban a kalcium-fluorid jobb. A fogkrémekben a fluorid-anionok maximálisan megengedett mennyisége 0,150 %, ami 0,310 % kalcium-fluorid-tartalomnak felel meg. Fogmosáskor ajánlott borsónyi mennyiségű fogkrémet kinyomni a fogkefére, amelynek térfogata körülbelül 0,50 ml. A mennyiség megfelelő betartása esetén egy 75,0 ml fogkrém két és fél hónapig elegendő (reggeli és esti használat esetén). A fogkrém sűrűsége körülbelül 1,30 g/cm³.

- Számítsátok ki a fluorid-anionok tömegét a fogkrém napi adagjában!
- Számítsátok ki a kalcium-fluorid tömegét 1 tubus fogkrémekben!
- 25 °C-os hőmérsékleten telített oldatban a kalcium-fluorid koncentrációja 0,000210 mol/dm³. Számítsátok ki annak a telített oldatnak a térfogatát, amely ugyanannyi kalcium-fluoridot tartalmaz, mint amennyi 1 tubus fogkrémekben található (a 3b. feladat eredménye). A kalcium-fluorid moláris tömege 78,07 g/mol.
- A következő táblázat a kiválasztott fluoridokra vonatkozó adatokat tartalmazza. Ezen adatok egyike alapján magyarázzátok meg, miért biztonságosabb a fogkrémekben a kalcium-fluoridot használni a nagyobb hatékonyságú nátrium-fluorid és ón(II)-fluorid helyett.

	Móltömeg [g/mol]	Sűrűség [g/cm ³]	Oldhatóság vízben [feloldott anyag tömege / 100 g oldat]	Olvadáspont [°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

Az elméleti rész vége.

GYAKORLATI FELADATOK

Kémiai Olimpia – D kategória – 60.évfolyam – 2023/2024-es iskolai év
Kerületi forduló

Jana Chrappová

Maximális elérhető 40 pontszám A megoldás időtartama: 90 perc
--

1. Feladat: Kalcium-szulfát-dihidrát előállítása rézgálicból (20 pont)

A rézgálic forró oldatának kalcium-klorid-oldattal való reakciója során vízben kismértékben oldódó termék keletkezik. A reakciórendszerben a termék színét azonban az oldatban lévő réz só jelenléte félreérthetővé teszi. Mivel az etanol jelenléte az oldatban elősegíti a termék kicsapódását, és a keletkező réz só vízben és etanolban is oldódik, célszerű a terméket desztillált víz és etanol elegyével átmosni.

Munkamenet

1. Szórjátok át a fiolában levő rézgálic adagot egy 100 cm³ -es főzőpohárba. Töltsetek hozzá mérőhenger segítségével 20 cm³ desztillált vizet. Helyezzétek a főzőpoharat a gázégő fölé vasháromlábba helyezett dróthálóra, vagy elektromos melegítő főzőlapjára és kezdjétek melegíteni.

Az oldatot folyamatos keverés mellett hozzátok forrásba, majd fejezzétek be a melegítést. A forralás befejeztével, a főzőpoharat óvatosan vegyétek le a dróthálóról vagy az elektromos melegítő főzőlapjáról. **(Vigyázzatok, nehogy megégessétek magatokat! A biztonságos munkavégzés érdekében használjatok védőfelszerelést!).**

2. Mérőhenger segítségével mérjétek ki 20 cm³ kalcium-klorid-oldatot és öntsétek az oldatot a főzőpohárban lévő forró oldathoz. A reakcióelegyet keverjétek egy üvegbottal mindaddig, amíg a reakcióelegyben nem tapasztaljátok az oldhatatlan anyag kiválását. A mérőlombikot öblítsétek ki a desztillált vízzel.
3. A főzőpohárból vegyétek ki az üvegbotot, és várjátok meg, amíg az oldhatatlan anyag leülepszik a főzőpohár aljára. (Ha a leülepedett csapadék felett levő oldat kb. 5 perc elteltével is enyhén zavaros marad, akkor is folytassátok az eljárást.)
4. A csapadék feletti oldatot óvatosan távolítsátok el pipetta (vagy fecskendő) segítségével. A leszívott oldatot gyűjtsétek egy "hulladék" feliratú tárolóba.

Igyekezzenek az oldatot a lehető legalaposabban leszívni; a leszívást segítheti, ha a főzőpoharat kissé megdöntitek.

5. Egy mérőhenger segítségével adjatok a főzőpohárban lévő csapadékhoz 50 cm^3 -nyi atmosó-oldatot. Keverjétek meg az elegyet egy üvegbottal, és várjátok meg, amíg az oldhatatlan anyag ismét leülepszik a főzőpohár aljára. Ezután pipetta segítségével ismét szívjátok le a leülepedett csapadék felett levő oldatot, amilyen alaposan csak lehet.
6. Az 5. pontban leírtakat ismételjétek meg.
7. Állítsátok össze az egyszerű szűrőberendezést! A szűrlet felfogásához használjátok főzőpoharat! A szűrőpapírt alakítsátok úgy, hogy a szűrést sima szűrőn keresztül tudjátok megvalósítani!
8. A főzőpohárban leülepedett csapadékhoz mérőhenger segítségével adjatok 20 cm^3 etanolt. (**Figyelem, etanollal nem dolgozhattok nyílt láng közelében!**) Keverjétek meg az elegyet és szűrjétek le. A maradék csapadékot a főzőpohárból kis mennyiségű desztillált vízzel öblítsétek ki.
9. Szűrés után a szűrőpapírt a termékkel csipesz vagy spatula segítségével vegyétek ki a tölcsérből és óvatosan terítsétek szét óraüvegre! A terméket adjátok le a felügyelő tanárnak!

2 Feladat: Sóoldatok azonosítása kémcsövekben (20 pont)

Az 1-től 4-ig számozott kémcsövekben (nem a megadott sorrendben) a következő sóoldatok találhatóak: **NaCl**, **CaCl₂**, **K₂SO₄** a **MgSO₄**. Különböző kémiai reakciók segítségével be tudjátok azonosítani, hogy melyik oldat melyik kémcsőben található. Az egyik lehetőség az AgNO₃ és Na₂CO₃ oldattal való reakció alapján történő beazonosításuk.

Munkamenet

1. A kémcsőállványban sóoldatokat tartalmazó négy (1-től 4-ig) számozott kémcső, illetve **A** és **B** jelöléssel ellátott két üres kémcső található.
2. Az 1. kémcsőben lévő oldat kb. felét öntsétek az **A** jelölésű üres kémcsőbe, a másik felét pedig a **B** jelölésű üres kémcsőbe. Adjatok 5 csepp AgNO₃-oldatot az **A** kémcsőbe, és 10 csepp Na₂CO₃-oldatot a **B** kémcsőbe. A kémcsövek tartalmát alaposan keverjétek össze, és a megfigyelések eredményét jegyezzétek fel

a válaszadóív táblázatába. Ezután öntsétek ki az **A** és **B** kémcsövek tartalmát, mossátok ki őket alaposan, és végül öblítsétek ki desztillált vízzel.

3. A 2. pontban leírtak alapján járjatok el a **2**, **3** és **4**-es számú kémcsövekben levő oldatok esetében is.
4. A fentiekben leírt beazonosítás eljárás alapján határozzátok meg melyik oldat található az **1**-, **2**-, **3**- és a **4**. kémcsőben!

Töltsétek ki a szükséges adatokkal a válaszadó ívet!

Szerzők: RNDr. Jana Chrappová, PhD. (a szerzői kollektív vezetője)

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

Recenzensek: RNDr. Marika Blaškovičová, Mgr. Ladislav Blaško

Felelős szerkesztő: RNDr. Jana Chrappová, PhD.

Fordítás: Mgr. Katarína Szarka, PhD.

Slovenská komisia chemickej olympiády - Szlovák Kémiai Olimpiai Bizottság

Kiadó: NIVaM – Národný inštitút vzdelávania a mládeže - Nemzeti Oktatási és Ifjúsági Intézet, Bratislava 2024