

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY
Szlovák Kémiai Olimpiai Bizottság

KÉMIAI OLIMPIA

59. évfolyam, 2022/2023-as iskolai év

D kategória

Kerületi forduló

ELMÉLETI ÉS GYAKORATI FELADATOK

ELMÉLETI FELADATOK

Kémiai Olimpia – D kategória – 59.évfolyam – 2022/2023-as iskolai év
Kerületi forduló

Lenka Šikulíncová, Jela Nociarová

Maximális elérhető 60 pontszám

A megoldás időtartama: 90 perc

1. Feladat Vegyész Samu ismét akcióban (36 pont)

Vegyész Samu nem tétlenkedik, és ismét kísérletezik és megfigyeléseket végez. Első kísérlet, amit végrehajtott a következő volt: Az **A** fémet híg sósavval töltött főzőpohárba merítette, miközben megfigyelte a színtelen **B** gáz buborékok képződését és az oldat színének változását világoszöldre. Az adott elszíneződést a **C** vas klorid-vegyületének jelenléte okozza, amelyben a vasatom oxidációs állapota II. (1. reakció).

A **C** vas klorid-vegyülete normál körülmények között egy világoszöld kristályos anyag, de a légköri oxigén hatására oxidálódik, és **D** vas klorid-vegyület keletkezik, amelyben a vasatom oxidációs állapot III.

- Írjátok le az **A** – **D** anyagok nevét!
- Írjátok le az 1. reakció kémiai egyenletét!

Mivel a fent említett **D** vas klorid-vegyület megtalálható Samu vegyszerraktárában, így az adott vegyületből kis mennyiséget vízben feloldott, és fokozatosan nátrium-hidroxid-oldatot adott hozzá, miközben megfigyelte az **E** vas hidroxid-vegyületének csapadékképződését, amelyben a vas oxidációs állapota III. A kémiai reakció során az **E** csapadékon kívül, egy jól oldódó **F** nátrium-só is képződik (2. reakció).

- Írjátok le az **E** – **F** anyagok nevét!
- Írjátok le a 2. reakció kémiai egyenletét!

Samu a keletkező **E** hidroxid csapadékot leszűrte, majd salétromsav oldatban feloldva **G** a vas nitrát-vegyülete, amelyben a vasatom oxidációs állapota III és víz (3. reakció) képződött.

- Írjátok le a **G** anyag nevét!
- Írjátok le a 3. reakció kémiai egyenletét!

Vegyész Samut az **A** fém és a kénsav híg oldatának reakciója is érdekelte, amely során ismét a színtelen **B** gáz buborékok képződését figyelhette meg. A keletkezett zöldes színű oldat **H** vas szulfát-vegyületet tartalmazott, amelyben a vas oxidációs állapota II (4. reakció).

g) Írjátok le a **H** anyag nevét!

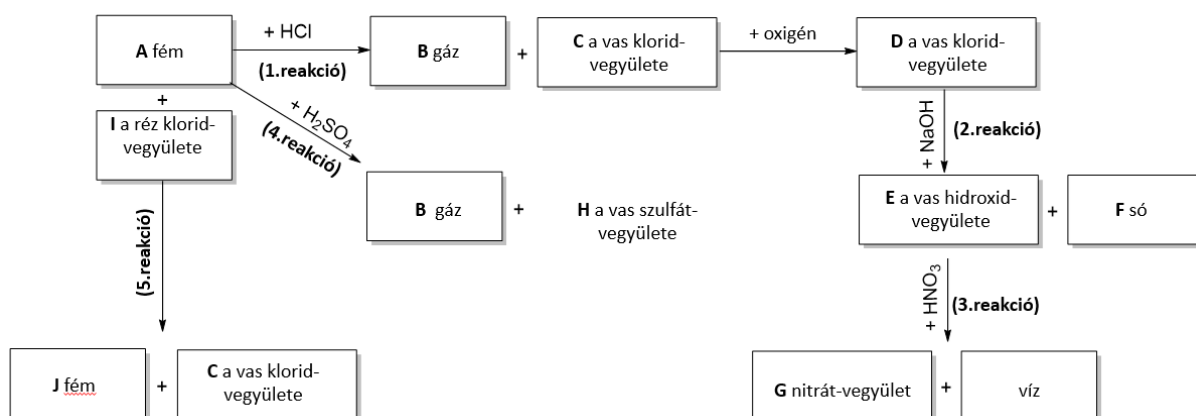
h) Írjátok le a 4. reakció kémiai egyenletét!

Az utolsó reakció, amelyet Samu végrehajtott abból állt, hogy az **A** fémből készült lemezt **I** réz klorid-vegyület oldatba merítette (a rézatom oxidációs állapota II), majd egy bizonyos idő elteltével Samu az oldat színének kékről zöldre változását figyelte meg, amit a **C** vas klorid-vegyületének jelenléte okozott, valamint a féMLEmez elmerült részén a **J** fém képződése (5. reakció).

i) Írjátok le a **I – J** anyag nevét!

j) Írjátok le az 5. reakció kémiai egyenletét!

A fentiekben leírt kísérletek kémiai reakcióit ábrázolja a következő séma:



k) Döntsétek el, hogy az **1 – 5** kémiai reakciók közül melyik redoxi reakció!

l) Határozzátok meg, hogy a vas oxidáló- vagy redukálószerként van jelen a kiválasztott redoxi reakciókban!

m) Írjátok le az összes redoxi reakció félreakcióit! Jelöljétek meg, hogy melyik félreakció fejezi ki a redoxi folyamatban az oxidációt (O) és melyik a redukciót (R)!

n) Írjátok le a:

- hidratált vas(III)-oxid triviális nevét,
- vas(II)-szulfát-heptahidrát triviális nevét,
- az ásvány nevét, ami vas(II)-karbonátot tartalmaz.

Ismertek olyan kémiai reakciót is, amelyekkel olyan vegyületeket lehet előállítani, amelyekben a vasatom az anion része. Ilyen vegyület például a nátrium-ferrát, amelyben a vas a lehető legnagyobb oxidációs állapotában jelenik meg.

- o) Írjátok le a nátrium-ferrát képletét és határozzátok meg a vegyületben a vas oxidációs számát!
- p) Döntsétek el, hogy a ferrátok oxidáló vagy redukáló hatásúak-e! Indokoljátok meg a válaszotokat!

2. Feladat Vegyész Samu a Sajó (Slaná) folyó mentén kirándul (24 pont)

Bár a vas a biogén elemek közé tartozik, a felszíni vagy felszín alatti vizekben található magas vas-tartalom káros a növényzetre és az állatvilágra. Szerencsére a vas nagy része a földkéregben vízben kis mértékben oldódó vegyületek formájában található. Sokkal nagyobb problémát jelent, ha régi bányákból, ahol vasércet bányásztak, szennyezett talajvíz kerül a természetbe. Ez történt 2022 tavaszán, amikor ilyen szennyezett víz ömlött a Sajó (Slaná) folyóba, amelynek emellett, hogy színe megváltozott, a halak és más vízi állatok tömeges pusztulását is okozta.

- a) Jellemezzétek röviden a *biogén elem* fogalmát!
- b) Írjátok le legalább 3 olyan ásvány nevét, amelyek a vasércben találhatóak!
- c) A vasércet gyakran kísérik más kobaltot, nikkelt és arzént tartalmazó ásványok is. Írjátok le az említett elemek vegyjelét!
- d) Írjátok le, a vas(III)-sók oldatainak szokványos színét!

Samu, a bátyjával, Róberttel, a Sajó folyónál kirándultak. Róbert szintén vegyész, aki analitikai kémiával foglalkozik, ismeretlen vegyi anyagok és keverékek összetételét vizsgálja. Együtt mintát vettek a folyó szennyezett vizéből, és Róbert megállapította, hogy a víz vastartalma (vagyis a vas(II) - és a vas(III)-kationok együttesen) $0,000430 \text{ mol/dm}^3$. Samu megtudta, hogy a felszíni vizekben a legnagyobb megengedett vas mennyisége $2,00 \text{ mg}$ lehet $1,00 \text{ dm}^3$ vízben.

Oldjátok meg a következő feladatokat!

- e) Számítsátok ki az 1,00 dm³ mintában lévő **vas** (azaz **a vas(II) - és a vas(III)-kationok együttes**) **tömegét**. Az eredményt adjátok meg milligrammban, és kerekítsétek egy tizedesjegynyi pontosságra!

$$M(\text{Fe}) = M(\text{Fe}^{2+}) = M(\text{Fe}^{3+}) = 55,8 \text{ g/mol}$$

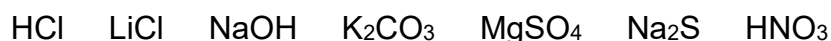
- f) Számítsátok ki, hogy hányszor lépte túl a Sajó folyó vízében kimutatott vas sók tartalma a megengedett határértéket!

Samu azt is meg szeretne volna vizsgálni, hogy hogyan távolíthatók el a vas(III)-ionok a felszíni vizekből. Mivel azonban a felszíni vizek más kationokat és anionokat is tartalmaznak, amelyek zavarhatják kísérleteit, az eljárás egyszerűsítése érdekében vas(III)-szulfát-heptahidrát oldatot készített, amelyben $c(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0,020 \text{ mol/dm}^3$ volt.

- g) Számítsátok ki a vas(III)-szulfát-heptahidrát tömegét, amely 250,0 cm³ oldat elkészítéséhez szükséges! A vas(III)-szulfát-heptahidrát moláris tömege $M(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 526 \text{ g/mol}$.

- h) Számítsátok ki az adott oldat vas(III)-szulfát-heptahidrát tömeghányadát, ha az oldat sűrűsége 1,00 g/cm³!

- i) Laboratóriumban a vas(III)-sók oldataiból való eltávolítása csapadékképző reakciókkal történhet. Karikázzátok be az összes olyan anyagot, amellyel a vas(III)-sókat a vizes oldataikból kicsapatással el lehet választani!



- j) Samu végül kálium-hidroxidot használt a vas(III)-sók kicsapatására. Írjátok le ennek a kémiai reakciónak az ioneqyenletét, feltételezve, hogy a képződött csapadék vas(III)-hidroxid!

Vége az elméleti résznek

GYAKORLATI FELADATOK

Kémiai Olimpia – D kategória – 59.évfolyam – 2022/2023-as iskolai év
Kerületi forduló

Jana Chrappová

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

1. Feladat A zöldgálic tisztítása (28 pont)

A zöldgálic zöldes kristályai a levegőn könnyen oxidálódnak: az anyagban levő vas ionjai Fe^{2+} -ről Fe^{3+} -ra változnak.

Tiszta zöldgálic kristályait a zöldgálic savas oldatból nyerhetjük átkristályosítással, úgy, hogy az oldathoz vasszögek adunk, amelyek a Fe^{3+} -ionokat Fe^{2+} -ionokká alakítják.

Munkamenet

1. Egy száraz és tiszta főzőpohárba (100 cm^3) szórjátok bele a bemért mennyiségű zöldgálicot, és fokozatosan adjatok hozzá mérőhengerrel előzetesen kimért 15 cm^3 desztillált vizet és pipetta segítségével $2,5 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{SO}_4$ oldatot. A főzőpohárban az így kapott keveréket keverjétek üvegbottal, amíg a zöldgálic fel nem oldódik. A főzőpohárban levő elegyet kissé fel is melegíthetitek, felgyorsítva így az oldódás folyamatát. Majd az oldatot töltsétek át bepárló csészébe.
2. Készítsetek vízfürdőt: töltsétek egy nagy főzőpohárba körülbelül 300 cm^3 csapvizet és két-három horzsakövet. Helyezzétek a főzőpoharat a vízfürdővel gázégő fölé vasháromlábra helyezett dróthálóra, vagy elektromos melegítő főzőlapjára és kezdjétek melegíteni.
3. Határozzátok meg a bepárló csészében lévő oldat pH-értékét pH-papír segítségével úgy, hogy üvegbot segítségével vigyetek fel egy csepp oldatot a pH-papírra, és a pH mérés eredményét jegyezzétek le a válaszadó ívre! Ezután óvatosan helyezétek a bepárló csészét az oldattal a főzőpohárba a forró vízfürdővel. Vigyázzatok, nehogy megégessétek magatokat!
4. A bepárló csésze oldatába helyeztetek egy vas darabot (pl. egy vasszöveget), és hagyjátok melegedni vízfürdő felett! Figyeljétek meg, mikor kezd forni a víz a vízfürdőben. A bepárló csészében lévő oldatot forrásban lévő vízfürdő felett sűrítsétek be 10 percig, majd a vízfürdő melegítését fejezzétek be. A válaszadó ívre írjátok le, hogy milyen változásokat figyeltetek meg a melegítés során.

5. Az oldat vízfürdő felett történő besűrítésének ideje alatt állítsatok össze az egyszerű szűrőberendezést! A szűrletet begyűjtésére használjatok egy főzőpoharat, amit helyeztetek egy nagyobb edénybe előkészített jégfürdővel.
6. A besűrített keveréket (**Vigyázat, forró!**) óvatosan szűrjétek le! A jégfürdőbe helyezett főzőpohárban begyűjtött szűrletet üvegbottal óvatosan keverjétek meg egy, hogy a főzőpohár tartalma ne kerüljön a jégfürdőbe, és hagyjátok kristályosodni körülbelül 5-10 percig! Ha a szűrletben nem kezdődik meg kristályosodás, az oldathoz adjatok cseppenként (pipettával) 1 cm^3 etanolt és keverjétek össze a főzőpohár tartalmát! **Figyelem, etanollal nem dolgoztok nyílt láng közelében!**
7. Készítsetek szűrőpapírból redős szűrőt, és szűrjétek át a kikristályosodott terméket. A kristályokat a szűrőpapíron mossátok át kis mennyiségű (kb. 10 cm^3) etanollal. Szűrés után a szűrőpapírt a termékkel vegyétek ki a tölcsérből és óvatosan terítsétek szét óraüvegre! A válaszdó ívben jellemezzétek a termék küllemét!
8. A segédeszközöket mossátok el és adjátok a felügyelő tanárnak!

2. Feladat Sók oldatának azonosítása (12 pont)

Két kémcső van előttek, **A** és **B** betűjelek címkéjével, amelyekben Na_2CO_3 - vagy FeSO_4 -oldat van. Az oldatok azonosítása az **A** és **B** kémcsőben különböző kémiai reakciók révén történhet. Az egyik lehetőség az, hogy a kémcsőben lévő oldatok hogyan reagálnak a H_2SO_4 -oldattal illetve a NaOH -oldattal.

Munkamenet

1. A kémcsőállványon 2 (**A** és **B**) címkével ellátott kémcső található oldattal és 2 üres A és B jelzésű kémcső. Öntsétek az A kémcsőben lévő oldat felét az A jelzésű üres kémcsőbe, és tegyétek ugyanezt a B jelzésű oldattal is!
2. Az egyik **A** jelölésű kémcső oldatához adjatok pipettával 1 cm^3 H_2SO_4 -oldatot, és másik **A** jelölésű kémcső oldatához pedig szintén pipettával 3 cm^3 NaOH -oldatot! Majd a megfigyeléseitek eredményét írjátok be a válaszdó ív táblázatába! Járjatok el azonos módon a **B** jelölésű kémcsővek oldataival is!
3. Az eredmények alapján azonosítsátok be, hogy melyik oldat van az **A** és **B** jelölésű kémcsőben!

Töltsétek ki a szükséges adatokkal a válaszadó ívet!

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

Mgr. Jela Nociarová, PhD., Mgr. Lenka Šikulíncová, PhD.

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 2023