

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY
Szlovák Kémiai Olimpiai Bizottság

KÉMIAI OLIMPIA

59. évfolyam, 2022/2023-as iskolai év

D kategória

Járási forduló

ELMÉLETI ÉS GYAKORLATI FELADATOK

ELMÉLETI FELADATOK

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

Jela Nociarová, Lenka Šikulíncová

Maximális elérhető 60 pontszám A megoldás időtartama: 70 perc

A feladatok megoldása során a tanulók csak számológépet használhatnak. Bárminemű táblázat, illetve a periódusos rendszer használata nem engedélyezett.

1. Feladat A vas és vegyületeinek jelentős kémiai reakciói (30 pont)

- a) A kémia olimpia előző fordulóiban megismerkedtetek a vas és vegyületeinek néhány, jelentősebb kémiai reakciójával. Írjátok le a következő (1-4. pontokban) kémiai reakciók reakcióegyenleteit! Ne feledkezzetek meg feltüntetni a helyes sztöchiometriai együtthatókat!
1. A vas aluminotermikus előállítása – a vas(III)-oxid (amelyben a vasatom oxidációs száma III) alumíniummal reagál, miközben alumínium-oxid (amelyben az alumíniumatom oxidációs száma III) és vas keletkezik.
 2. A hematit (vas(III)-oxid) és kokszt közvetlen redukciója, amely során vas és szén-dioxid (amelyben a szénatom oxidációs száma II) keletkezik.
 3. A hematit (vas(III)-oxid) közvetett redukciója szén-monoxiddal, miközben magnetit (vas(II)-vas(III)-oxid) és szén-dioxid (amelyben a szénatom oxidációs száma IV) keletkezik.
 4. A vas és kén reakciója, amelynek terméke a vas és a kén által alkotott kételemű- (binér) vegyület (amelyben a vasatom oxidációs száma II a kénatomé pedig -II).
- b) Az előző (1-4. pontokban) kémiai reakciók alapján, írjátok be a táblázatba azoknak az elemeknek a vegyjelét, amelyek atomjai az adott redoxi folyamatban redukálódtak vagy oxidálódtak.

	A redoxi folyamatban redukálódott atom	A redoxi folyamatban oxidálódott atom
1. Aluminotermia		
2. Közvetlen redukció		
3. Közvetett redukció		
4. A vas és a kén reakciója		

c) Írjátok le a 4. kémiai reakció redoxi folyamatának félreakcióit. Jelöljétek meg, hogy melyik félreakció jellemzi az oxidációs- és melyik a redukciós folyamatot.

d) Válasszátok ki a helyes állításokat!

- a. Az 1. kémiai reakcióban az alumínium redukálószer,
- b. Az 1. kémiai reakcióban az alumínium oxidálószer,
- c. A 4. kémiai reakcióban a vas oxidálószer,
- d. A 4. kémiai reakcióban a vas redukálószer.

e) Számítsátok ki a 4. kémiai reakcióegyenlet szerint 55,85 g vassal történő reakcióhoz szükséges kén tömegét, ha a reakció során 87,91 g termék keletkezik ($M_{(\text{Fe})} = 55,85 \text{ g/mol}$; $M_{(\text{S})} = 32,06 \text{ g/mol}$; $M_{(\text{termék})} = 87,91 \text{ g/mol}$).

f) A vas a következő kategóriákba sorolható:

- a. nemes fémek,
- b. nem nemes fémek,
- c. nehéz fémek,
- d. könnyű fémek.

g) Vizsgálj meg a következő atomokat: ${}^{56}_{26}\text{Fe}$, ${}^{59}_{27}\text{Co}$, ${}^{58}_{28}\text{Ni}$

Írjátok le, hogy melyiké(ük)re érvényes:

- a. a legkevesebb neutron tartalmaz(nak),
- b. a legkevesebb elektront tartalmaz(nak),
- c. a legnagyobb nukleonszámú(ak).

h) Válasszátok ki a következő vegyületek közül a legnagyobb moláris tömegű vegyületet!

$(M_{(O)} = 16,00 \text{ g/mol}; M_{(Fe)} = 55,85 \text{ g/mol}; M_{(S)} = 32,06 \text{ g/mol})$

- a. vas(II)-oxid,
 - b. vas(III)-oxid,
 - c. vas(II)-szulfid,
 - d. vas(II)-szulfát.
- i) Válasszátok ki a következő anyagok közül, hogy melyik keletkezik vas és réz(II)-klorid reakciójával!
- a. vas(III)-klorid,
 - b. vas(II)-klorid,
 - c. réz(I)-klorid,
 - d. klór.
- j) A következő állításokban karikázzátok be a helyes fogalmat!
- a. A szögek és a kések *nyersvasból / acélból* készülnek.
 - b. A fűpázsitban növekedő mohák és zuzmók elpusztítására használják: *zöldgálic / kékgálic*.
 - c. Az úszómedencék vizének fertőtlenítésére és kezelésére használták: *zöldgálic / kékgálic*.
 - d. A nagyolvasztóban a mészkőből *salak / töltet* keletkezik.
- k) A következő vegyületekben határozzátok meg a vasatom oxidációs számát!
- a. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$,
 - b. $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$,
 - c. K_2FeO_4 ,
 - d. $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.
- l) Rendeljétek a reakcióegyenletekhez a helyes reakciótípust!
- | | |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| a. $\text{Fe} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$ | 1. kémiai egyesülés |
| b. $\text{HBr} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O}$ | 2. kémiai bomlás |
| c. $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ | 3. redoxi reakció |
| d. $2 \text{CaO} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Ca}(\text{OH})_2$ | 4. semlegesítés (neutralizáció) |

m) Vegyész Samu barátja két ásványt hozott Samunak. Azt állította, hogy ez egyik ásvány **hematit** (Fe_2O_3) a másik pedig **sziderit** (FeCO_3). Sajnos az ásványok nem voltak címkézve, ezért Samu úgy döntött, hogy kénsavoldattal végzett kémiai reakcióval megkülönbözteti őket. Először **A** és **B** betűkkel megjelölte az ásványokat, majd mindkét ásványra kénsav-oldatot csepegtetett. Az **A** ásványból a kénsavoldat hatására buborékok formájában gáznemű anyag szabadult fel, a **B** ásványon kénsavoldat hatására nem észlelt változást.

- A kísérlet alapján határozzátok meg, hogy az **A** és **B** ásványok közül melyik a hematit és melyik a sziderit!
- Írjátok fel az ásvány és a kénsavoldat kémiai reakciójának egyenletét, amelyet gázbuborékok távozása kísért.

2. Feladat Vegyész Samu a vegyszerraktárt takarítja (16 pont)

– Mit válaszoltok a vegyésznek, aki nátriumot kér?

– Na!

De elég volt a szórakozásból, vár a munka!

Vegyész Samo felajánlotta, hogy segít a tanárának kitakarítani a vegyszerraktárt. A raktárban a vegyszerek kationok szerint voltak rendezve, így egy polcon együtt voltak

látka	molárna hmotnost'
hydroxid sodný	40,00 g/mol
chlorid sodný	58,44 g/mol
síran sodný	142,04 g/mol
sulfid sodný	78,05 g/mol
uhličitan sodný	105,99 g/mol

a nátriumtartalmú vegyületek – a nátrium-hidroxid, a nátrium-klorid, a nátrium-szulfát, a nátrium-szulfid és a nátrium-karbonát. Sajnos a jódot is a vegyszerekkel együtt tárolták egy rosszul lezárt palackban, ami tönkretette az összes címkét, így Samu nem tudja leolvasni a vegyszerek nevét. Ezért úgy dönt, hogy a legjobb tudása szerint azonosítja őket - kísérleti úton.

Minden egyes vegyszerből oldatot készített 1,00 g anyag 100,0 cm³ desztillált vízben való feloldásával. Az ismeretlen oldatokat **1 – 5** -ig jelölte. Az oldatokból kis mennyiségeket öntött az előkészített kémcsövekbe, és a következő kísérleteket végezte el:

- Minden egyes oldathoz (1 – 5) 2 cm³ híg sósav-oldatot adott. Az 1. oldatot tartalmazó kémcsőből kénes ásványvízre emlékeztető kellemetlen szag áradt. A 2. oldatot tartalmazó kémcsőben színtelen és szagtalan gáz intenzív fejlődése volt figyelhető. A többi kémcsőben nem történt változás.
- Minden egyes oldathoz (1 – 5) 1 cm³ vas(II)-klorid-oldatot adott. Az 1. oldatot tartalmazó kémcsőben fekete csapadék keletkezett. A 2. és 3. oldatot tartalmazó kémcsőekben kékeszöld csapadék keletkezett, a 4. és 5. oldatot tartalmazó kémcsőekben Samu nem észlelt változást.

a) Írjátok fel a sósav hozzáadása után az oldatokból felszabaduló gáznemű anyagok képletét!

az 1. oldatból felszabaduló gáz képlete:

az 2. oldatból felszabaduló gáz képlete:

b) Írjátok fel a kémiai reakciók egyenleteit, amelyek az 1., 2. és 3. kémcsőekben játszódtak le vas(II)-klorid-oldat hozzáadásával.

c) Az említett megfigyelések alapján írjátok le a kémiai anyagok képletét, amely a/a

- 1. oldatban található:

- 2. oldatban található:

- 3. oldatban található:

Samu csak arra nem tudott rájönni, hogy a 4. és 5. oldatban milyen anyag oldódott fel. Barátja, Barbara azonban egy fejlettebb módszerrel elemezte a 4. oldatot, és másnap kiderült számára, hogy ennek az oldatnak a sűrűsége 1,01 g/cm³, a 4. oldatban lévő ismeretlen oldott anyag koncentrációja pedig 0,171 mol/dm³.

d) A Barbarától kapott információk alapján határozzátok meg, hogy melyik anyag van a 4. oldatban és melyik az 5. oldatban.

Segítség: határozzátok meg számítással a 4. oldatban feloldott anyag moláris tömegét. Emlékezzetek arra, hogy Samu minden oldatot úgy készítette el, hogy 100,0 cm³ desztillált vízben 1,00 g anyagot oldott fel! (A desztillált víz sűrűsége 1,00 g/cm³)

3. Feladat A Szlovák Nemzeti Felkelés hídja (14 pont)

Amikor a vasat említik, sokan az anyag szilárdságára és tartósságára gondolnak. Ez azonban nem teljesen így van! A tiszta vas viszonylag lágy, és könnyen reagál a levegőben lévő oxigénnel vagy nedvességgel. Ha azonban a vasat kis mennyiségű más anyaggal keverjük össze, akkor egy sokkal ellenállóbb és szilárdabb anyagot kapunk - az acélt. Egy tipikus acél (tömegarányát tekintve) körülbelül 99% vasat, 0,5% szenet, 0,3% mangánt tartalmaz, a maradék százalékos részét pedig olyan elemek alkotják, mint a szilícium, a foszfor vagy a kén. Pozsony talán leghíresebb acélból készült nevezetessége a Szlovák Nemzeti Felkelés (SzNF) hídja, amelynek acélszerkezete körülbelül 7 500 tonna tömegű.

- a) Írjátok le a fenti szövegben említett kémiai elemek vegyjelét!
- b) Az adott elemeket soroljátok be a fémek, félfémek vagy a nem fémek csoportjába!
- c) Karikázzátok be a helyes válaszokat!

Az acél:

- a. ötvözet
- b. kémiai tiszta anyag
- c. keverék
- d. vegyület
- e. elem.

A vas oxidációs száma az acélban:

- a. 0
- b. I
- c. II
- d. III
- e. IV.

- d) Számítsátok ki az SzNF-híd acélszerkezetében található vas, szén és mangán tömegét! Az eredményt tonnában adjátok meg!
- e) Számítsátok ki a vasérc tömegét, amelyet az SzNF-híd szerkezetének elkészítéséhez szükséges acél előállításához kellett feldolgozni. Az egyszerűség kedvéért tegyünk fel, hogy:

- a vasérc csak magnetitet tartalmaz ($w_{(\text{magnetit az ércben})} = 0,85$), és más egyéb összetevők nem tartalmaznak vasat;
- a magnetit vastartalma 70%;
- a vasgyártás során nincs veszteség.

Vége az elméleti résznek

GYAKORLATI FELADATOK

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

Jana Chrappová

Maximális elérhető 40 pontszám
A megoldás időtartama: 70 perc

1. Feladat Az $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ előállítása vas(II)-sójából (25 pont)

Az előállítás két lépésben történik. Először a vas(II)-sóoldatot megfelelő oxidálószerrel oxidáljuk, hogy vas(III)-sóoldatot kapjunk. Majd a második lépésben egy alkálifém-hidroxid-oldatot adunk a vas(III)-sóoldathoz. A reakció során egy a vízben nem oldódó oxid keletkezik, amely változó mennyiségű vizet tartalmaz, így összetételét legjobban a $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ képlet fejezi ki.

Munkamenet

1. 250cm^3 -es főzőpohárba mérőhenger segítségével mérjétek ki 50cm^3 FeSO_4 -oldatot.
2. Az oldathoz pipetta segítségével adjatok 1cm^3 H_2O_2 -oldatot. A megfigyelt változást jegyezzétek le a válaszadó ívre!
3. A főzőpoharat az oldattal helyezétek vasháromlábba helyezett dróthálóra gázégő fölé vagy elektromos melegítő főzőlapjára, és melegítsétek. Időnként keverjétek meg üvegbottal, vigyázva arra, hogy ne égessétek meg magatokat!
4. Ha az oldat a főzőpohárban forni kezd, fejezzétek be a melegítést és vegyétek le a főzőpoharat a dróthálóról. Használjatok védőeszközöket, az égési sérülések megelőzése érdekében!
5. A főzőpohár forró oldatához pipetta segítségével fokozatosan, kis mennyiségek adagolásával adjatok 25cm^3 nátrium-hidroxid-oldatot úgy, hogy minden adag hozzáadása után üvegbottal keverjétek el a reakcióelegyet!
6. Az üvegbotot vegyétek ki a főzőpohárból és hagyjátok reakcióelegyet állni, amíg a vízben nem oldódó anyag le nem ülepedik a főzőpohár aljára.

7. Egy tiszta főzőpohárba tegyetek fel melegíteni 150cm^3 desztillált vizet. A melegítést fejezzétek be, még mielőtt a víz a főzőpohárban forni kezd (elég, ha a víz csak forró lesz).
8. A csapadék felett levő oldatot óvatosan, az üvegbot mentén öntsétek le a mosdóba, odafigyelve, hogy az oldattal együtt ki ne öntsétek a csapadék egy részét is. (A csapadék felett levő folyadékot óvatosan öntsétek le még akkor is, ha egy kicsit zavaros!)
9. Ezután adjatok a főzőpohárban maradt csapadékhoz 150 cm^3 forró desztillált vizet! A keveréket keverjétek meg üvegbottal, majd hagyjátok a csapadékot leülepedni a főzőpohár aljára. A csapadék felett levő folyadékot óvatosan öntsétek le (a munkamenet előző pontjában leírtak alapján).
10. Állítsátok össze az egyszerű szűrőberendezést! A szűrlet felfogásához használjatok főzőpoharat! A szűrőpapírt alakítsátok úgy, hogy a szűrést redős szűrőn keresztül tudjátok megvalósítani!
11. A kémcsőállványban levő tiszta kémcsőbe öntsetek a főzőpohár $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ szuszpenziójából 1 cm^3 -t, a maradékot pedig szűrjétek le.
12. A szűrés befejeztével a szűrőpapírt a kinyert anyaggal terítsétek szét óraüvegre. A válaszdóív „Eredmények” részébe jellemezzétek a termék küllemét. Majd a terméket adjátok a felügyelő tanárnak.

2. Feladat **Az $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ tulajdonságai (15 pont)**

A frissen csapadékként kivált $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ sav-oldattal reagálva az adott sav vas(III)-sója keletkezik. Ha az $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ -ra kellően magas hőmérséklettel hatunk (pl. kemencében), a vegyület elveszíti kristályvizét és Fe_2O_3 -á alakul.

Munkamenet

1. Az állványban a $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ szuszpenziót tartalmazó feliratozatlan kémcsövön kívül három **A**, **B** és **C** jelöléssel ellátott kémcső is van. A kémcsövekben a következő anyagok egyike lehet: nátrium-hidroxid-oldat, kénsav-oldat vagy desztillált víz. A pH-papírcsík segítségével állapítsd meg a kémcsövekben lévő oldatok pH-ját! Az üvegbotot mindig mossátok le és töröljétek szárazra! A megfigyelt eredményeket jegyezzétek fel a válaszdóív táblázatába, majd

az eredményeid alapján párosítsd az anyagokat a kémcsövek címkéjének betűjéhez!

2. A jelöletlen kémcsőben levő szuszpenzióhoz óvatosan öntsétek az előző lépésben beazonosított sav-oldatot tartalmazó kémcső teljes tartalmát! Hagyjátok a kémcső tartalmát egy pillanatig állni, majd jegyezzétek le a megfigyelt változást!

A válaszadóívet egészítsétek ki a szükséges adatokkal!

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