

Feladatok haladóknak

Szerkesztő: Magyarfalvi Gábor és Varga Szilárd
(gmagyarf@chem.elte.hu, szilard.varga@bolyai.elte.hu)

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat a következő címen várjuk 2011. március 1-ig postára adva:
KÖKÉL Feladatok haladóknak

ELTE Kémiai Intézet
Budapest 112
Pf. 32
1518

H141. Egy gumidarabot kinyújtva tartunk (pl. egy rugó vagy egy súly segítségével). Ha megmelegítjük, akkor azt tapasztaljuk, hogy a gumi összehúzódik (felemeli a súlyt, vagy meghúzza a rugót).

a) Adjunk egy példát más olyan anyagra, ami melegítés hatására összehúzódik!

b) Mi a molekuláris szintű magyarázata a gumi fenti viselkedésének?

c) Bizonyítsuk be, hogy bármilyen molekulában a páratlan vegyértékű atomok száma páros! (Egy atom aktuális vegyértékén itt az atom által létesített kötések számát értjük, és értelemszerűen ez mindig egész szám.)

(Stirling András)

H142. Az A és B elemek egyesülése a C betűvel jelzett élénkvrös színű szilárd anyagot eredményezi (1). C feleslegben lévő B-vel – megfelelően magas hőmérsékleten – tovább tud reagálni, ekkor a narancssárga színű D vegyület keletkezik (2). A D vegyület moláris tömege 38,35%-kal nagyobb C-énél. A C vegyület hevesen reagál vízzel (3), és a keletkező színtelen oldat kémhatása savas. Zárt edényben 10,00 gramm C-hez 90,00 gramm vizet adva és összerázva a keletkező oldat 1,99 tömeg% E-t és 9,32 tömeg% F-et tartalmaz. Az E vegyület 3,66 tömeg%-a hidrogén, míg oxigéntartalma 58,53 tömeg%, F sav pedig nem oxosav.

Adja meg az A, B, C, D, E és F anyagok képletét és írja fel a fent említett három reakció rendezett egyenletét!

(Benkő Zoltán)

H143. 100-100 cm³ ismeretlen koncentrációjú MgSO₄- és Ba(OH)₂-oldatot összeöntünk. Fehér csapadék leválását észleljük.

Oldhatósági szorzatok: pL(Mg(OH)₂)= 10,74, pL(BaSO₄)= 9,87. A telített Ba(OH)₂-oldat 0,21 mol/dm³-es koncentrációjú.

a) Lehetséges-e hogy a leváló csapadék csak Mg(OH)₂-t tartalmaz?

A csapadék feletti oldat pH-ját 10,52-nek mérjük.

b) Emellett a pH mellett lehetséges-e, hogy a leváló csapadék csak Mg(OH)₂-ből áll?

Az elegyhez újabb 100 cm³, az előzővel megegyező koncentrációjú Ba(OH)₂-oldatot öntünk. Ekkor a csapadék feletti oldat pH-ját 10,85-nek mérjük.

c) Mekkora az oldatok koncentrációja?

d) Legalább mekkora tömegű NH₄Cl-t kellene oldani a 300 cm³-es térfogatú oldatban ahhoz, hogy a levált csapadék csak BaSO₄-ból álljon? K_b(NH₃)=1,8·10⁻⁵

A térfogatok additívak, és feltételezzük, hogy a csapadékleválás nem befolyásolja őket számottevően.

(Kramarics Áron)

H144. Egy, a fehérjealkotó aminosavak közül kettőt tartalmazó porkeverék 1,474 g-ját vizes ecetsav oldatban feloldjuk és nátrium-nitrit-oldatot csepegtetünk hozzá. A keletkezett gázokat lúgos kálium-permanganát-oldatot tartalmazó gázmosón vezetjük át, így 192 cm³ 22,0°C-os 102,3 kPa nyomású inert gázt tudunk felfogni. Ha az előzővel azonos tömegű keveréket sztöchiometrikus mennyiségű oxigénben elégetünk, akkor az égéstermék szobahőmérsékletre hűtve a gázfázisban az összetevők térfogataránya 14,0 : 2,00 : 1,00. Az égés körülményei között a vegyületekben található nitrogén molekuláris nitrogénné alakul.

a) Milyen aminosavak alkották a keveréket és milyen n/n%-os és m/m%-os összetételben?

b) Miért van szükség a permanganátos gázmosóra? Melyek a lejátszódó folyamatok egyenletei?

c) Írjuk fel az égés reakcióegyenleteit! Mekkora térfogatú 22°C-os 102,3 kPa nyomású oxigén szükséges az égéshez?

- d) Ha a keletkezett, szobahőmérsékleten gáz halmazállapotú égésterméküket $Ba(OH)_2/H_2O_2$ -os mosón vezetnénk keresztül, mennyivel nőne annak tömege?
- e) Ha a nagyobb moláris tömegű aminosavból 1,000 g-ot 1,00 dm³ desztillált vízben oldanánk, akkor mekkora lenne az oldat pH-ja? (A megfelelő adatot táblázatból keressük meg, valamint tekintsünk el az oldódás során bekövetkező térfogatváltozástól!)

(Vörös Tamás)

H145. Egy réztartalmú érc szilícium-dioxidból és egy rezes, vasat és ként tartalmazó ásványból áll. Az érc 2,00 g-os részletét oxigén áramban hevítjük. A keletkező gázokat KOH-oldatban nyeljük el, majd a lúg feleslegét kénsav segítségével semlegesítjük. Az oldatot ugyancsak kénsav segítségével savanyítjuk és desztillált vízzel 100,0 cm³-re hígítjuk. Ezen oldat 50,00 cm³-es részletét 0,100 mol/dm³-es KMnO₄-oldattal titráljuk; a fogyás ekkor 21,80 cm³.

Az oxigénáramban történő hevítés után visszamaradó szilárd anyagot feleslegben vett tömény kénsavval kezeljük és így egy része fel is oldódik. A fel nem oldódott részt kiszűrjük és a szűrlethez feleslegbe vett ammónia-oldatot adunk, ekkor az oldat kék színű lesz, és barna csapadék válik ki. A csapadékot kiszűrjük, szárítjuk majd 600°C körüli hőmérsékleten hevítjük. E kezelés után 0,435 g vörös port kapunk.

A kék színű szűrletet kénsavval semlegesítjük, majd desztillált vízzel 100,0 cm³-re hígítjuk és egy 20,00 cm³-es részletéhez feleslegben vett KI-t adunk. A kiváló jódteljes elreagáltatásához 21,80 cm³ 0,050 mol/dm³-es Na₂S₂O₃-oldat szükséges.

- a) Írd fel a lejátszódó kémiai átalakulások egyenleteit!
- b) Add meg az ásvány tapasztalati képletét!
- c) Hány tömegszázalékot tartalmaz az ásványból az érc?

(bolgár feladat)

HO-67. Az **A** királis szerves vegyületet savas közegben etanollal reagáltatjuk. Az így kapott **B** anyagot főzzük 100 °C-on HBr-oldatban, ekkor a **C** vegyületet keletkezik. **C**-t sztöchiometrikus összetételben reagáltatjuk az **M** fémmel, így a **D** vegyületet kapjuk. **D**-t továbbreagáltatjuk a szerves **E** vegyülettel, majd a keletkezett anyagot savasan hidrolizálva jutunk az **F** vegyülethez. **E** előállítható **G** és etanol savas közegben történő főzésével.

Ezekon kívül a következőket tudjuk még:

- az **A** és **G** természetben előforduló, közismert anyag
- az **A** vegyület 53,28% (m/m), a **G** 54,50% (m/m) és az **F** 49,33% (m/m) O-t tartalmaz
- a **D** 26,54% (m/m) fémet tartalmaz
- az **A** vegyület 0,1000 g-ját reagáltatjuk Na-mal, 27,20 cm³ standard állapotú H₂ gáz fejlődik
- az **F** vegyület 0,5000 g-ját $c = 0,5000$ mol/dm³-es, $f = 0,8911$ faktorú NaOH oldattal reagáltatjuk, 13, 84 cm³ fogyást tapasztalunk.

Írjuk fel az **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G** és **M** anyagok tapasztalati képletét és az összes reakció rendezett egyenletét.

Rajzoljuk fel az **A**, **B**, **C**, **E**, **F** és **G** anyagok összes lehetséges szerkezeti képletét, és nevezzük el őket. Jelöljük a sztereokémiát és az esetleges kiralitás centrumokat. Hol fordul elő a természetben az **A** és **G** vegyület?

(Sarka János)

HO-68. Hevesy György 1913-ban végezte el azt a kísérletét, ami az izotópos nyomjelzés első példájának tekinthető. Kiindulási anyaga egy erősen sugárzó, egyáltalán nem reaktív gáz volt, amit rádium felett lehetett felfogni. Akkoriban felfedezője nyomán Curie-emanációként ismerték. A gáz relatív atomtömege 222 volt.

- a) Miként ismerjük ma ezt a gázt?

A gázról ismert volt, hogy radioaktív bomlások sorozatán megy át. A termékeket sorban rádium A, B, C, D, E, F, G névvel illették. Ha a Curie-emanációt víz felett zárt edényben néhány napig állni hagyták, akkor az oldatban elsősorban rádium D volt fellelhető. Néhány hétig vizsgálva ezt az oldatot, a rádium F által kibocsátott α sugárzás lassan növekedett és egy elért egy állandó értéket, de a rádium D mennyisége nem csökkent számottevő mértékben.

- b) A bomlási sor melyik lépése lehet a leglassabb? Miért?

Hevesy már korábban dolgozott Cambridge-ben a rádium D-vel. Semmiféle kémiai eljárással sem tudta a rádium D-t elválasztani a vele együtt előforduló inaktív ólomtól. A 206-os atomtömegű rádium G is teljesen azonos kémiai viselkedést mutatott az ólommal.

A rádium A, B és G keletkezése α -bomlás, a rádium C, E és F keletkezése β -bomlási folyamat.

c) Milyen bomlási folyamat a rádium D keletkezése rádium C-ből?

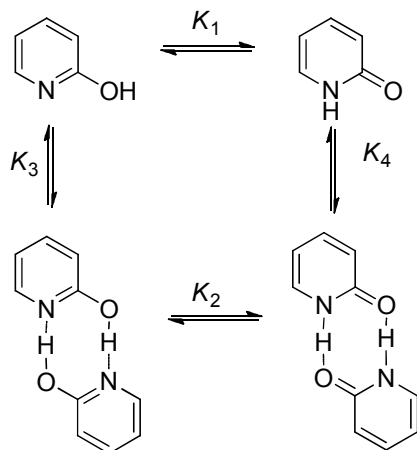
Nyomjelző kísérletében Hevesy híg ólom-klorid oldatot (9,69 mg PbCl_2 tartalommal) kevert rádium D oldatához. A 120,0 cm^3 keverék 1,00 cm^3 -ének β -aktivitását megmérve 16,90 egység volt a mért intenzitás.

Egy azonos berendezésben ugyanakkor 0,15 egységnyi sugárintenzitást mért a következő módon előkészített mintával. Az ólomtartalmú oldathoz kálium-kromátot adott, hogy az ólom-kromát kvantitatív módon lecsapódjon. A csapadékot leszűrve 1 napig kb. 100 cm^3 desztillált vízzel állni hagyta egy napig 25°C-on. Ezt a vizet gondosan leszűrte. 70,0 cm^3 térfogatú részletét elkülönítve szárazra párolta, és a bepárlási maradék β -aktivitását mérte meg.

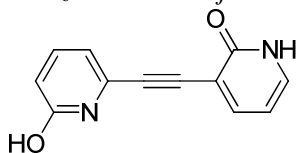
d) Becsülje meg az ólom-kromát oldhatósági szorzatát a mérések alapján!

(Magyarfalvi Gábor)

HO-69. A 2-hidroxi-piridin egy könnyen tautomerizáló és dimerizáló vegyület. Az alábbi ábrán feltüntetett egyensúlyok játszódnak le kloroformos közegben, szobahőmérsékleten. Az egyes lépések egyensúlyi állandói a következők: $K_1=4,8$; $K_2=4,3$; $K_3=7000$; $K_4=7000$.



- Egy 0,10 mol/dm^3 -es oldatban mennyi az egyes specieszek koncentrációja?
- Becsüljük meg egy hidrogén-híd kötés kialakulásának a szabad entalpia változását (ΔG)!
- Becsüljük meg a következő vegyület dimerizációs állandóját!



- Milyen példák találhatók a természetben ilyen típusú kötésekre. Sorolj fel legalább 2 példát!

(Varga Szilárd)