

# GONDOLKODÓ



## Feladatok

*Szerkesztő: Borbás Réka, Magyarfalvi Gábor, Varga Szilárd,  
Zagyai Péter*

A megoldásokat 2019. december 16-ig lehet a [kokel.mke.org.hu](http://kokel.mke.org.hu) honlapon keresztül feltölteni, vagy postára adás után regisztrálni. A formai követelmények figyelmes betartását kérjük. A postacím:

**KÖKÉL Gondolkodó**

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

A **K** feladatsorra beküldött megoldásokból a legjobb 5 feladatot számítjuk csak be fordulónként. A 11-12. évfolyamos diákok esetében a nehezebb (csillagozott) példák mindenképp bekerülnek az 5 közé.

**K339.** A XIX. század közepén az urán atomtömegeként eltérő értékeket jelentettek meg kutatók. Berzelius szerint 120, Armstrong szerint 180, Mengelejev szerint 240. Mindhárom értéket az urán ugyanazon, ásványként is fellelhető oxidjának analíziséből kapták. Az oxid tömegszázalékos urántartalma 84,8%.

a) *Mit gondolt az ásvány képletének a három tudós?*

b) *Mi a vegyület igazi képlete, és mi benne az elemek oxidációs száma?*

(ukrán feladat)

**K340.** A tanár aluminotermiás reakciót mutatott be a kémiaórán. Ehhez 30 gramm vas(III)-oxidot kevert össze 8,0 gramm alumíniumporral. Az órán látványosan lezajlott a kísérlet, és nem is kevés olvadt vas keletkezett, ami a kísérletes edényből szépen kicsepegett. A kísérletes

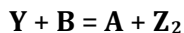
edényben visszamaradt szilárd anyagot aztán bevitte szakkörre kísérletezni.

A szakkörösök a szilárd keverék 3,55 grammos mintáját fölös HCl-oldatban oldották. Ekkor  $87,5 \text{ cm}^3$  gáz keletkezett ( $25 \text{ }^\circ\text{C}$ -on és standard nyomáson). A feloldott mintához ekkor feleslegben NaOH-oldatot adtak, levegőn kevergetve, majd leszűrték a csapadékot, és megszáritották. A száraz csapadék tömege  $2,67$  grammnak adódott. A szakkörösök a száraz csapadékot  $\text{FeO(OH)}$ -nak tekintették, hogy meg tudják becsülni az összetételt.

*Számításuk szerint mi volt a szakkörre bevitt szilárd minta tömegszázalékos összetétele?*

(Borbás Réka)

**K341.** Az  $\text{X}_2$  elem  $\text{Y}$  elemmel heves, exoterm reakcióban reagál, sárga fénytűnemény közben. A reakció során a vízben jól oldódó  $\text{A}$  vegyület képződik, amelyben az alkotók molaránya  $1:1$ .  $\text{Y}$  a  $\text{Z}_2$  elemmel is reagál, miközben  $\text{YZ}$  vegyület képződik.  $\text{YZ}$  vegyület vízzel hevesen reagál, miközben gyúlékony gáz keletkezik. A  $\text{B}$  vegyületet elő lehet úgy állítani, hogy az  $\text{X}_2$  elem reagál robbanásszerűen  $\text{Z}_2$ -vel. A keletkező  $\text{B}$  vízben nagyon jól oldódik,  $1 \text{ cm}^3$  víz szobahőmérsékleten kb.  $470 \text{ cm}^3$   $\text{B}$ -t képes oldani. Az alábbi (nem rendezett) egyenlet is végbemegy:



Az  $\text{U}$  elem nem lép reakcióba  $\text{Z}_2$ -vel, de  $\text{B}$ -vel igen. Ekkor a keletkező  $\text{C}$  vegyület százalékos fémtartalma  $44,06 \text{ m/m}\%$ . Ha  $\text{U}$ -t  $\text{X}_2$ -vel reagáltatjuk, nem  $\text{C}$  keletkezik, hanem annak egy rokon vegyülete, de abban kisebb a fémtartalom.

*Add meg  $\text{A}$ ,  $\text{B}$ ,  $\text{C}$  vegyületek képletét,  $\text{X}$ ,  $\text{Y}$ ,  $\text{Z}$ ,  $\text{U}$  elemek vegyjelét, és a lejátszódó reakciók egyenletét!*

(Borbás Réka)

**K342.** A laborban találtunk némi régebbi fehérgálicot ( $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), és úgy gondoltuk, érdemes lenne átkristályosítani. Ezért kb.  $70 \text{ }^\circ\text{C}$ -os meleg vízben feloldottuk a sót, majd  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra lehűtve  $46,06$  gramm kristályos fehérgálic vált ki.  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra tovább hűtve újabb  $10,08$  gramm

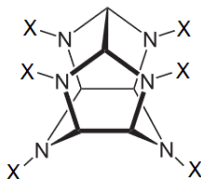
só vált ki. Az oldatot még melegen megsűrve 0,24 g oldhatatlan szennyezést szűrtünk ki, és oldható szennyezésre nem számítunk.

- a) Mekkora tömegű sóból és vízből indultunk ki?  
 b) Mekkora tömegű só válna még ki, ha az oldatot tovább hűtenénk 0 °C-ra? Az eredeti só tömegének hány százalékát tudtuk 0 °C-ig való hűtéssel visszanyerni?

100 gramm víz 0°C-on 41,6 g, 10°C-on 47,2 g, 20°C-on 53,8 g, 70°C-on 75,4 g ZnSO<sub>4</sub>-ot old.

(Borbás Réka)

**K343.** Egy robbanószer, amely rakéta-hajtóanyagba keverve füstcsökkentő hatású lehet, szerkezete az ábrán látható. Az X hat egyforma csoportot jelöl, amely egy központi atomon keresztül csatlakozik a nitrogénhez. (Ebben az ún. vonalképletben a vonalak – kovalens kötések – találkozásánál szénatomokat kell elképzelnünk, a megfelelő számú hidrogénatommal.)



A vegyület 38,36 tömegszázalék nitrogént tartalmaz, és 1 móljának tökéletes égéséhez 1,5 mol oxigénre van szükség.

- a) Milyen csoportot jelöl X? Írd fel a tökéletes égés egyenletét!

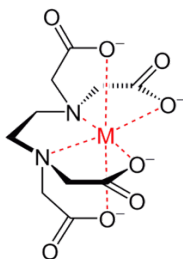
Égéspróbát végeznek a vegyülettel. Egy 2,00 grammos mintát egy 10 dm<sup>3</sup>-es nyomásálló tartályban helyeznek el, amely standard nyomású, 25 °C-os levegővel van töltve, majd a mintát meggyújtják. Az égetés végén a hőmérséklet 410 K.

- b) Mekkora a nyomás a tartályban az égés végén?

(Borbás Réka)

**K344.\*** A kezdő élelmiszermérnöknek 600 dm<sup>3</sup> oldatot kell készítenie, amelyben a kalciumionok koncentrációja 0,70 g/dm<sup>3</sup>. Ki is számolta, hogy mekkora tömegű CaCl<sub>2</sub>-ot kell ehhez bemérnie. Ekkor eszébe jutott, hogy nem desztillált vízzel készíti az oldatot, hanem csapvízzel,

amely tartalmaz oldott kalciumionokat. Így megmérte, mennyi az összes kalcium- és magnéziumion koncentrációja a csapvíznek. Ezért  $10,0 \text{ cm}^3$  csapvizet tett titrálólombikba, majd ehhez lúgos kémhatású pufferoldatot öntött, és  $0,010 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú EDTA mérőoldattal titrálta, eriokrómfekete T indikátor mellett. Az EDTA az etilén-diamin-tetraecetsav nátriumsója, ami lúgos közegben komplexet képez a kalcium- és magnéziumionokkal 1:1 arányban, azaz egy EDTA egy fémiont tud megkötni.



Az etilén-diamin-tetraecetsav anionja a megkötött fémionnal

A mérések során az átlagos fogyás  $2,20 \text{ cm}^3$  volt. Tudja, hogy a  $\text{Ca}^{2+}$  és  $\text{Mg}^{2+}$  anyagmennyiség-aránya átlagosan 2:1 körüli érték szokott lenni Magyarország vizeiben. A mérések eredményét figyelembe véve kiszámította, így mennyi lesz a bemérendő  $\text{CaCl}_2$  tömege.

- Hány százalék az eltérés, ha nem számol a csapvízben található kalciumionokkal a desztillált vízhez számított értékhez képest?
- Mekkora (százalékban kifejezett) hibát követ el akkor, ha nem veszi figyelembe, hogy az oldatkészítéshez kalcium-klorid-dihidrát áll rendelkezésére, nem vízmentes  $\text{CaCl}_2$ ?

(Borbás Réka)

**K345.\*** Vas(II)-szulfidot oldunk fel sztöchiometrikus mennyiségű  $150 \text{ cm}^3$  térfogatú 35,0 tömegszázalékos  $1,26 \text{ g/cm}^3$  sűrűségű kénsavoldatban.  $100 \text{ g}$  víz  $28,8 \text{ g}$  vas(II)-szulfátot old a kísérlet hőmérsékletén. A telített oldat  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  kristályokkal tart egyensúlyt.

Mennyi a szilárd fázis és folyadékfázis tömegaránya a reakció teljes lezajlása után?

(Borbás Réka)

**K346.\*** A nyers sajtokat préselés után olyan sóoldatban kell áztatni hosszabb időn át, amely nátrium-kloridra nézve 23  $m/m\%$ -os, és enyhén savas a kémhatása. A kezdő élelmiszermérnöknek egy ilyen oldatot kell elkészítenie. A 700 kg oldatot úgy készíti, hogy a NaCl-ot olyan ecetsavoldatban oldja, amelynek pH-ja 5,2 (hidrogénion-koncentrációja  $6,31 \cdot 10^{-6}$  mol/dm<sup>3</sup>). Ennek elkészítéséhez 20%-os ecetet használ, melynek ecetsavtartalma 200 g/dm<sup>3</sup>. Az ecetsav savállandója  $1,75 \cdot 10^{-5}$ .

- Mekkora térfogatú 5,2 pH-jú ecetsavoldatra lesz szükség?*
- Mekkora térfogatú 20%-os ecetre van szükség az oldat elkészítéséhez?*
- Mi lesz a  $m/m\%$ -ban és mol/dm<sup>3</sup>-ben kifejezett koncentrációja a sajtok sófürdőjének konyhasóra és ecetsavra nézve, ha az ecetsavas sóoldat sűrűsége 1,1 g/cm<sup>3</sup>?*

(Borbás Réka)

**H316.** A nátrium-klorát ipari előállítása vizes nátrium-klorid-oldat elektrolízisével történik. Az ekkor lezajló kémiai reakciók egyik gyakori felírás módja az, hogy az ilyenkor szokásos elektródreakciókat két diszproporciós reakció is követi az oldatban, s ezek közül a második terméke a klorátion.

- Írd fel az elektródreakciók és a diszproporciók kémiai egyenletét!*
- Legalább mekkora az áramerősség egy folyamatosan működő üzemben, amely naponta 1 tonna nátrium-klorát előállítására képes?*
- Naponta hány kWh energiát használ fel egy ilyen üzem, ha az elektrolizáló feszültség 1,9 V?*

(Lente Gábor)

**H317.** A vízben oldhatatlan **B** vegyület 2,5 grammját adták az **A** vegyület 20 tömegszázalékos oldatának 10,0 grammjához. Így 3,232 gramm csapadékot és 0,898 g szagtalan gázt kaptak. A csapadék feletti oldat gyakorlatilag tiszta víznek, a csapadék pedig kristályvízmentesnek bizonyult az analízis során. A két anyag reakciója nem redoxireakció.

*Add meg a kiindulási anyagok és a kapott csapadék összetételét!*

(orosz feladat)

**H318.** (Elképzelt részlet Dr. Watson naplójából)

– Jó reggelt, Holmes! Még mindig a sovány bankár esetén dolgozik?

– Természetesen. Biztos vagyok benne, hogy mérgezés okozta a halálát, és mivel a piros paprikát csak ő szerette a családban, abban is biztos vagyok, hogy ebbe a paprikába rejtették el a mérget. Előző este csirkét ettek, amit a bankár alaposan megfűszerezett. A család elmondása szerint panaszkodott, hogy ízetlen a paprika, és tetemes mennyiséget szórt az ételére, de még a színe is mintha sárgásabb lett volna az ételen, mint szokott. Nem is hagyott számomra túl sok mintát, de ezzel a mennyiséggel is elvégezhető néhány kísérlet.

Ekkor Holmes 0,400 unciányi piros port mért le, amelyet vízben próbált feloldani. A piros por egy része leülepedett az edény aljára.

– De Holmes, a paprika nem oldódik vízben!

– Drága Watsonom, ezt én is tudom, és ha jól sejtem, a mérge sem, így a port leszűrve az eredeti tömeget kell majd visszakapnom.

Ezután a piros port leszűrte, megszáritotta, majd a tömegét lemérve 0,074 unciának találta. Bár Holmes-on ritkán látszik a meglepődés, most mégis úgy gondoltam, a dolog kissé megdöbbenetete.

– Úgy tűnik, gyilkosunk rafináltabb, mint gondoltam. Kérem, barátom, szerezzen Mrs. Hudson-tól egy tojást.

Bár nem értettem, hogy mi szüksége lehet egy tojásra, természetesen hoztam egyet. Először a szűrés utáni oldatot gondosan két egyenlő részre osztotta, egyik felét gondosan ledugaszolva félretette. Azután a tojást felütötte, majd a fehérjét elválasztva ahhoz egy keveset adott az oldat másik feléből, amely ettől összecsomósodott, mintha túró lenne.

Rövid töprengés után a szűrlethez halvány sárga, kellemetlen szagú folyadékot adott.

– Mi ez a fertelmes folyadék? – kérdeztem.

– Ne nevezze fertelmesnek, sok anya életét mentették meg ezzel! Bár kétségtelen, hogy hosszan belélegezve irritálni fogja a torkát.

Eközben a folyadék barna színűvé változott. Holmes elővett egy keveset abból az anyagból, amelyet fényképeinek rögzítéséhez használt, és ezt hozzáadta a barna oldathoz, ami ezek után színtelenné vált.

– Azt hiszem, tudom, milyen anyagot használt a gyilkos, hogy a mérreg feloldódjék vízben. De még egy kísérletet elvégeztek, hogy biztos legyen benne.

Ezek után Holmes egy kevéske port egy kanálron beletartott a meggyújtott lángba. Az égett paprika szaga elviselhetetlen volt, de a kanálból mintha egyszerűen eltűnt volna az anyag egy része. A maradékot a lángba szórta, és ibolyaszínre festette a lángot.

Némi idő elteltével visszamentem a laborba. Ekkorra Holmes kiszellőztetett.

– Mit sikerült kiderítenie? – kérdeztem a barátomat.

– Hogy milyen anyag hozzákeverésével tette a mérregét oldhatóvá. Most pedig lássuk, hogy mennyi van abból a mérregből a fűszerhez keverve, amely piros, mint a paprika, és amelyből 43 ezred uncia is elég ahhoz, hogy egy 150 fontos embert eltegyenek láb alól.

Amíg ezeket elmondta, addig a korábban félretett szűrletet egy lombikba öntötte, egy készülékben gázt fejlesztett, amelyet az oldatba vezetett. Az oldat zavarosodni kezdett.

– Holmes, ma el akar innen üldözni? Olyan szag van, mintha a reggeli tojásunkat Mrs. Hudson záptojásból készítette volna! Meddig csinálja még ezt?

– Ameddig ez a fehér csapadék fokozatosan el nem sötétedik. Először sárga, majd narancs, utána piros, később barna lesz, majd akkor hagyhatjuk abba, amikor már teljesen fekete.

Én ezt már nem vártam meg a laborban, csak akkor mentem vissza, amikor barátom a száraz, fekete csapadék tömegét mérte a mérlegen.

– Pontosan 0,0295 uncia. Mivel a bankár aligha lehetett több 100 fontnál, számításaim szerint tetemes mennyiségű paprikát kellett elfogyasztania, de hát kinek milyen az ízlése...

a) *Milyen anyaggal mérgezték meg a bankárt? Válaszodat indokold!*

b) *Mit tartalmazott a paprikán kívül a keverék? Hogyan segítette ez elő a mérreg oldódását?*

c) *Mi volt a „fűszer” tömegszázalékos összetétele?*

d) *Mekkora mennyiséget kellett elfogyasztania a bankárnak a halálos dózishoz?*

(Borbás Réka)

**H319.** A  $C_6H_{10}O$  összetételű vegyület gyakorlatilag tisztán előállítható a következő módon. Egy gömblobbikba acetont tesznek, a lombikra egy papírhüvelyben bárium-oxidot tartalmazó feltét, és annak tetejére pedig egy visszafolyó hűtő kerül (ld. az ábrát, a papírhüvely helyét a csillag jelzi). Az acetont vízfürdőn forrásban tartva a lecsapódó folyadék az oxiddal érintkezve kerül vissza a lombikba. Néhány óra után jó termeléssel a várt vegyület marad vissza a lombikban.

- Rajzold fel a termék szerkezetét! Mivé alakul a  $BaO$  a reakció során?
- Hol játszódik le a reakció: a lombikban, a feltétben vagy a hűtőben? Hogyan és miért változik a kitermelés, ha a  $BaO$  közvetlenül a lombikba kerül?

(orosz feladat)



**H320.** A fémionok és a különböző ligandumok között vizes oldatban kialakuló koordinációs komplexek egymást követő egyensúlyok sorozatában alakulnak ki. Még ha ismerjük is az egyes lépések egyensúlyi állandóit, a különféle komplex ionok koncentrációit nem egyszer csak közelítésekkel használva vagy pedig számítógépes, numerikus módszerekkel tudjuk kiszámítani.

Tekintsük egy hexafluoro-aluminát só 0,1 M koncentrációjú vizes oldatát, amelyben a különféle alumínium-fluorid komplexek koncentrációit az alábbi kumulatív stabilitási állandók határozzák meg, ha eltekintünk az egyes ionok hidrolízisétől és a víz autodisszociációjától.

$$\beta_1 = 10^{6,1}, \beta_2 = 10^{11,2}, \beta_3 = 10^{15,0}, \beta_4 = 10^{17,7}, \beta_5 = 10^{19,4}, \beta_6 = 10^{19,7}$$

A KÖKÉL 2008/5. számának 360. oldalán megjelent összefoglaló pl. tartalmazza az állandók definícióját.

- Írd fel az egyes kumulatív stabilitási állandók kifejezéseit! Írj fel egy összefüggést, amiben csak az oldat teljes alumíniumkoncentrációja ( $C_{Al}$ ) és a szabad fluoridion egyensúlyi koncentrációja ( $[F^-]$ ) szerepel az állandók mellett!



A fent kapott összefüggés egyszerűen nem oldható meg. Két közelítéssel lehet élni ilyenkor. Az egyik szerint csak a kiindulási komplex ionja, valamint szabad alumínium- és fluoridionok vannak jelen az oldatban. A másik közelítés viszont csupán a komplex disszociációjának első lépését veszi figyelembe.

- b) *Becsüld meg a fenti oldatban a szabad fluoridion koncentrációját mindkét közelítés segítségével! Melyik lehet közelebb a tényleges megoldáshoz?*
- c) *A kalcium-fluorid oldhatósági szorzata  $K_{sp} = 10^{-10,5}$ . Milyen eredményt kapunk a kalciumionok csapadékképződés nélküli maximális koncentrációjára a fenti oldatban, ha a két közelítést használjuk?*

(lengyel feladat)