

# GONDOLKODÓ



## Feladatok

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

**A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat 2014. december 15-ig postára adva a következő címre várjuk:**

### **KÖKÉL Feladatmegoldó pontverseny**

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

**A borítékon tüntesd fel a feladatsor betűjelét is!**

**Elektronikusan az [olimpia.chem.elte.hu](http://olimpia.chem.elte.hu) honlapon keresztül küldhetitek be a megoldásokat. Kérjük, minden feladatot külön pdf fájlban, feladatkód\_beküldő.pdf fájl névvel töltsétek fel. Beszkennelt kézírás esetén figyeljetek a minőségre és az olvashatóságra (tisztá fehér lapra jól látható tintával írjatok)!**

**A26.** A tiszafa mérgező hatása régóta ismeretes: például Cativolcus gall vezér tiszafa kérgéből főzött teával lett öngyilkos miután Julius Caesar legyőzte őt. A mérgező hatás azonban nem csak hátrányos lehet, a tiszafa alkaloidjai, a taxinok között találták meg az egyik leghatékonyabb rákellenes sejtmérget is.

A tiszafa még a krimiírók fantáziáját is megmozgatta. Agatha Christie Egy marék rozs című művében Mr. Fortescue-t taxinnal mérgezett narancsdzsemmel teszik el láb alól.

1000 tiszafamag tömege kb.  $65 \pm 5$  g és kb 0,9 tömegszázalék taxint tartalmaz. Egy embernek testsúly-kilogrammonként kb. 3 mg taxin jelenti a halálos adagot.

- a) *Hozzávetőleg legalább hány tiszafamagból kell készíteni a narancslekvárba tett kivonatot, hogy egy 80 kg tömegű emberrel végezzen akkor is, ha az illető csak a lekvár tizedrészét fogyasztja el?*
- b) *Halálos adag elfogyasztása esetén kb. hány taxinmolekula jutna egy emberi sejtre? (A sejtek átlagos tömegét vegyük 2 ng-nak. A taxin valójában több, rokon szerkezetű vegyület keveréke, átlagos moláris tömegét vegyük 600 g/mol-nak.)*

(Borbás Réka)

**A27.** A vulkánkitörések során a vulkánból távozó anyagok össztömegének kb. 1-5 %-át teszik ki a gázok, gőzök, ezeknek is kb. 70-90%-a vízgőz. A többi anyag főként szén-dioxid, kén-dioxid, nyomokban található még hidrogén, nitrogén, argon, szén-monoxid, illetve kén-hidrogén, hidrogén-klorid.

A Pu'u O'o nevű ma is aktív vulkán Hawaii szigetén kitörése előtt 150 tonna kén-dioxidot bocsátott ki átlagosan naponta. Az 1983-as kitörése során viszont három alkalommal összesen kb. 90 000 tonna kén-dioxidot eresztett a légkörbe. Ez a gáz a légkörbe kerülő por segítségével a légköri oxigénnel továbbalakul, majd a nedvesség hatására kénsavként jelenik meg és savas eső formájában le hull.

- a) *Ha a kitörés során az összes kén-dioxid kénsavvá alakult volna, mekkora tömegű kénsav keletkezett volna?*
- b) *Mi lett volna az esővíz kénsav-koncentrációja, ha ez a mennyiség 100 km<sup>2</sup> területen 50 mm-nyi csapadékban esik le?*
- c) *Ha a kitörés során az összes kén-dioxid kén-hidrogénnel reagált volna, mekkora tömegű kéntelep keletkezett volna?*

(Borbás Réka)

**A28.** A jodidionok biológiailag nélkülözhetetlenek mind az ember, mind az állatok számára: szükség van rájuk a megfelelő pajzsmirigy-

működéshez, a növekedéshez. Az ebihalak például nem növesztenek lábukat, ha a vízben nincs jelen jodion.

Vendel utánanézett, hogy egy embernek 150  $\mu\text{g}$  jodion bevitelére van szüksége naponta. A jódozott asztali sóban 25 mg jód van kilogrammonként.

a) *Ha Vendel annyi jódozott sót tervez enni egy nap, amennyi biztosítja a teljes jodion-szükségletét, hány gramm sót kell megennie? Ez hány teáskanálnak felel meg hozzávetőleg, ha a finomszemcsés jódozott asztali só sűrűsége  $1,3 \text{ g/cm}^3$ , és egy teáskanál 5 ml?*

Vendel úgy gondolta, hogy a szükséges jódmennyiséget inkább moszat-fogyasztással viszi be a szervezetébe. A *Laminaria* nevű barna tengeri moszat szárazanyagtartalmának 0,45 %-a jód.

b) *Mennyi szárított moszatot fogyasszon Vendel naponta, feltéve, hogy más forrásból nem kerül jód a szervezetébe?*

Vendel békatenyésztésbe fog, és mindenképp szeretné, ha ebihalainak lába is nőne, ezért úgy gondolta, hogy az óceán sótartalmának megfelelő jodion-koncentrációt állít be a 10  $\text{dm}^3$  térfogatú vizet tartalmazó akváriumában. Az óceán jodion-tartalma 0,05 ppm (azaz milliomodrész).

c) *Ha Vendel jódozott sóval állítja be az ebihalak vizének jódkoncentrációját, mennyi lesz a teljes sókoncentráció? Édesvíznek számít még az oldat? Az édesvíz 500 ppm-nél kevesebb sót tartalmaz.*

(Borbás Réka)

**A29.** Gyakran bemutatott kísérlet a tömény sósav és a tömény ammóniaoldat közötti reakció, amikor a folyadékokat tartalmazó üvegek között füst képződik, mivel az illékony HCl és ammónia a folyadékfázist elhagyva a gáztérben reagál. A füst nem pontosan a két üveg között félúton keletkezik, aminek az a magyarázata, hogy a két gázban a molekulák sebessége eltérő. A molekulák átlagsebessége fordítottan arányos a moláris tömegük négyzetével.

Egy 60 cm hosszú cső két végéhez tömény sósavval illetve tömény ammóniaoldattal átítatott vattát helyezünk.

- a) A sósavas végtől hány centiméterre várható a szilárd anyag képződése?
- b) Hogyan változna a szilárd anyag képződésének helye, ha a tömény sósavas vattát tömény hidrogén-bromid-oldatba mártott vattára cserélnénk?
- c) Hogyan változna a szilárd anyag képződésének helye, ha a tömény ammóniaoldatba mártott vattát tömény metil-amin-oldatba áztatott vattára cserélnénk? (A másik vatta hidrogén-bromidos. A metil-amin képlete  $\text{CH}_3\text{-NH}_2$ .)

(Borbás Réka)

**A30.** A fémeket elemi formában általában oxidjaik redukációjával állítják elő. Redukálószerként használhatnak elemi hidrogént, kokszt, alumíniumot stb., vagy végezhetik a redukciót elektromos áram segítségével is. Ebben a feladatban négy fém előállítását vizsgáljuk. Mind a négy esetben 1,000 kg fém-oxidból indulunk ki.

Az első fém-oxid sztöchiometrikus redukációjához  $317 \text{ dm}^3$  standard légköri nyomású  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ -os hidrogéngáz szükséges.

A második fém-oxid szenes redukciója során  $0,632 \text{ kg}$  elemi fém keletkezik.

A harmadik fém-oxidot  $1,000 \text{ kg}$  szilíciummal redukáltatva a visszamaradó anyag nem fémes részének tömege  $1,316 \text{ kg}$ .

A negyedik fém-oxid  $338 \text{ g}$  alumíniummal reagáltatva  $699 \text{ g}$  elemi fémet eredményez.

*Mi a négy fém-oxid képlete? Add meg a reakciók rendezett egyenleteit is!*

(Borbás Réka)

**K216.** Kristályvizes kalcium-nitrát és kristályvizes kalcium-klorid keverékének  $2,00 \text{ grammját}$  vízben oldva, majd fölös mennyiségű kénsavval reagáltatva  $1,39 \text{ g}$  csapadék válik le. Ugyanezen keverék újabb  $2,00 \text{ grammját}$   $140 \text{ }^\circ\text{C}$ -on hevítve a tömegveszteség  $36,7 \%$ . (Ezen a hőmérsékleten a teljes kristályvíztartalom távozik.)

Egy másik 2,00 grammos mintában azonos a két kristályvizes só tömege. Ennek 140 °C-ra történő hevítésekor a tömegveszteség 0,699 g.

*Mi a két kristályvizes só képlete, és mi az első sókeverék tömegszázalékos összetétele az adatok alapján?*

(Borbás Réka)

**K217.** A szervesetlen vegyületek kristályrácsába nem csak vízmolekulák épülhetnek be, hanem más molekulák is. Egy kémiaverseny gyakorlati fordulójában szerepelt már a NaI egy szolvátja, ahol 1 mol NaI 3 mólnyi szerves oldószerrel alkotott szolvátot. Egy kémiatanár a diákoknak szerette volna előállítani a kérdéses anyagot, így kiszámította, hogy 5,00 g NaI-val 3,20 g oldószer kristályosodna együtt.

*a) Mekkora az oldószer moláris tömege? Melyik lehet ez az oldószer?*

A preparátum elkészítéséhez háromszoros feleslegben tervezte alkalmazni az oldószert.

*b) Az 5,00 g NaI-ot hány cm<sup>3</sup> oldószerben oldotta fel?*

Az oldat bepárlása után a diákoknak kiadta, hogy határozzák meg a só összetételét, ha ismerik, milyen szerves és szervesetlen komponensből áll. Az egyik diák 120 °C-os homokfürdőn tömegállandóságig melegítette a só 1,28 g-ját, majd lemérte a visszamaradó szilárd anyag tömegét, amely 1,05 grammnak adódott.

*c) Összhangban van-e ez az eredmény a szolvát említett összetételével?*

(Borbás Réka)

**K218.** A robbanóanyag-iparban gyutacsok készítéséhez régóta használják az azidokat és a fulminátokat. (Utóbbiakat már egyre kevésbé.) Az azidok N<sub>3</sub><sup>-</sup> iont tartalmaznak, és igen robbanékonyak, ütésre vagy melegítésre heves reakció megy végbe, amely tetemes térfogat-növekedéssel is jár a gáz-halmazállapotú termékek miatt, amelyek a képződő nitrogén mellett általában az elemi fémet is tartalmazzák.

*a) Melyik az a fém, amelynek 8,00 grammnyi azidja 2,02 dm<sup>3</sup> térfogatú gáz-halmazállapotú terméket eredményez 25 °C-ra visszahűtve standard légköri nyomáson? (Ezen körülmények között az elemi fémet kondenzál.)*

A fulminátok a CNO- fulminációt tartalmazzák. Bomlásukat robbanás kísérí, amely végbemehet szintén ütés vagy melegítés hatására.

A higany(II)-fulminát robbanásszerű termikus bomlását általában egyszerű reakcióegyenlettel írják le, amelyben a termékek szén-monoxid, nitrogén és elemi higany, amelyek a robbanás hőmérsékletén természetesen mind gáz-halmazállapotúak.

Részletes vizsgálatok kimutatták, hogy valójában a légnemű termék az említetteken kívül még tartalmaz kevés szén-dioxidot is, mégpedig hozzávetőleg 1,3 térfogatszázalékban.

b) *Mi a gáz-halmazállapotú bomlástermék térfogat-százalékos összetétele?*

c) *A robbanás után némi szilárd anyag marad vissza. Mi ez az anyag? A kiindulási higany-fulminát tömegének hány százalékát teszi ki?*

(Borbás Réka)

**K219.** Két különböző térfogatú tartály egymástól egy csappal van elválasztva, és a tartályok együttes térfogata  $1,00 \text{ dm}^3$ . A hőmérsékletük  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , és mindkét tartályban  $101 \text{ kPa}$  a nyomás. Az egyikben nitrogén-monoxid, a másikban oxigén van. Kinyitjuk a gázcsapot, és miután a reakció végbement, a kapott gázkeveréket  $1,00 \text{ dm}^3$   $0,0997 \text{ mol/dm}^3$  töménységű NaOH-oldaton átbuborékolgatjuk. Az így nyert oldat  $10,0 \text{ cm}^3$ -ét  $0,0983 \text{ mol/dm}^3$  töménységű HCl-oldattal titrálva a fogyás átlagosan  $8,31 \text{ cm}^3$ .

*Mekkorák lehetnek a tartályok?*

**K220.** Egy nátriumsó anionja a szulfátióonnal analóg szerkezetű, és központi atomja egy fématom. Ha ezt a sót redukáljuk, különböző, nem sztöchiometrikus összetételű, rideg, kemény anyagokat („bronzot”) kapunk, melyeknek színe függ az összetételtől. Ezen anyagok általános képlete  $\text{Na}_x\text{AO}_3$ , ahol  $x$  0 és 1 közé esik. (A jelöli az ismeretlen fématomot.)

Kétféle összetételű bronzot vizsgálunk. A kék színű anyag nátriumtartalma  $2,89 \text{ m/m}\%$ , a sárga színű oxigéntartalma pedig  $19,0 \text{ m/m}\%$ . Tudjuk továbbá, hogy a sárga redukciótermékben  $x$  értéke háromszor akkora, mint a kékben.

a) *Határozd meg a fém anyagi minőségét, az anion képletét és a két vizsgált bronz összetételét!*

Az ismeretlen fém egyik oxidja 19,31 m/m% oxigént tartalmaz.

b) *Mi a képlete? Milyen analitikai szempontból fontos reakció fűződik hozzá?*

(Várda Ernák)

**H216.** Egy kristályvizét részben elvesztett fém-szulfát só ( $\text{MSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ) vizsgálunk, amiben a fém ionjai kétszeresen pozitív töltésűek.

60,00 g 50,0 °C-os vízben feloldunk 25,00 g mintát, majd az oldatot 20,0 °C-ra hűtve 8,771 g kristályvizes ( $\text{MSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  összetételű) só kiválását tapasztaljuk. (Az oldószer párolgásától a kísérlet során eltekinthetünk!)

A kihevített só segítségével meghatározhatóak az oldhatósági adatok: 20,0 °C-on 100,0 g víz 20,70 g, míg 50,0 °C-on 100,0 g víz 33,30 g vízmentes sót old.

Egy további kísérletben az eredeti  $\text{MSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  mintából 3,315 g-ot vízben oldunk és az oldat térfogatát 250,0 cm<sup>3</sup>-re egészítjük ki. Az így kapott oldat 10,00 cm<sup>3</sup>-ét 0,04680 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú EDTE-oldattal titráljuk. Az EDTE az ismeretlen fémionnal 1:1 arányban reagál. Három párhuzamos mérést végzünk, a fogyások értékei: 13,24 cm<sup>3</sup>, 13,27 cm<sup>3</sup>, 13,27 cm<sup>3</sup>.

*Milyen fémet jelöl M és mennyi volt a kiindulási kristályvizes sóban x értéke?*

(Vörös Tamás)

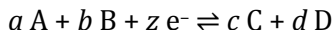
**H217.** Az **E** fém ionjait tartalmazó erősen mérgező vizes oldatokból választható le óvatos pH-növeléssel a fehér **A** vegyület, amit hevítve a reakciókörülményektől függően zöldessárgától vörösről át sötétbarnáig terjedő színben kaphatjuk a biner **B** anyagot. Ez utóbbit tömény KOH-val megömlesztve, majd az oldatot bepárolva kapjuk a **C** vegyületet. **C**-t vascsőben, 450 °C-on hosszasan hevítve kapjuk az **E** fém mellett a **D** anyagot, amelynek anionjában a központi atom szokatlan koordinációs és oxidációs számmal (2, illetve 1) szerepel. A **D** vegyület

**F** nikkelanalógja is előállítható a reakcióban nikkelcsövet használva (mindkét anyag háromféle elemet tartalmaz). A fémtartalom az **A** vegyületben 76,77 m/m%, az **F** vegyületben 84,62 m/m%, a **D** vegyületben 84,40 m/m%.

*Azonosítsd a vegyületeket!*

(Forman Ferenc)

**H218.** Az egyes fémek elektrokémiai aktivitása, az elektródpotenciál nem állandó, értéke függ az oldat töménységétől, a hőmérséklettől. (Pl. közismert, hogy mennyivel oxidálóbb hatású a tömény salétromsav, mint a híg.) Az elektródpotenciál értékét a Nernst-egyenlet adja meg. Az



félreakció elektródpotenciálja a következő egyenlettel számítható ki:

$$\varepsilon = \varepsilon^0 - \frac{RT}{zF} \cdot \ln\left(\frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b}\right)$$

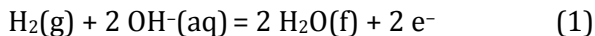
- $\varepsilon$  az aktuális elektródpotenciál,
- $\varepsilon^0$  a standard elektródpotenciál (rendszerint ez található a táblázatokban),
- $R$  a gázállandó,
- $T$  a hőmérséklet (K-ben),
- $F$  a Faraday-állandó,
- $\ln()$  a természetes alapú logaritmus,
- $z$  az elektródfolyamatban az elektronok együtthatója,
- $[C]$  a C anyag koncentrációjának és az egységnyi koncentrációnak (1 mol/dm<sup>3</sup>) a hányadosa. (Egyszerűbben fogalmazva: a mol/dm<sup>3</sup>-ben kifejezett koncentráció mérőszáma.)

A tiszta anyagok, ill. vizes oldatok esetén a víz koncentrációját egységnek tekintjük. Gáz-halmazállapotú anyagok esetén a koncentráció helyett a bar-ban kifejezett nyomásuk kerül.

Egyensúlyban az egyes félreakciók elektródpotenciálja megegyezik.

Jól ismert tény, hogy bizonyos fémek képesek redukálni a vizet. A víz redukcióját a következő félreakció írja le:





Ezzel gyakorlatilag ekvivalens a következő félreakció:



- a) A (2) félreakció standard elektródpotenciáljának ismeretében számítsd ki az (1) félreakció standard elektródpotenciálját!
- b) Van-e olyan ammóniaoldat, amiben számottevő mértékben (legalább 1 mg/l) oldódik a fémezüst hidrogén fejlődése mellett?

$T=298 \text{ K}$ ,  $\beta([\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]) = 2 \cdot 10^7$ ,  $\varepsilon^0(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,7991 \text{ V}$ ,  
 $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$

(Forman Ferenc)

**H219.** Egy ionvegyület vizes oldatát vizsgálva az alábbi megfigyeléseket jegyeztük fel:

- nátrium-tetrafenil-borát oldata fehér csapadékot választott le;
- reagens sósav hozzáadására ugyan csapadékképződés nem történt (még hosszú várakozás után sem), de gázfejlődés egyértelműen megfigyelhető volt; a gáz szúrós szagú, köhögtető, és a gáztérbe lógatott,  $\text{KIO}_3$ -oldattal átítatott, keményítővel megcseppentett szűrőpapír megkékült.

Tudjuk továbbá, hogy a vegyület kéntartalma  $28,85 \text{ m/m}\%$ .

- a) *Határozd meg a vegyület összegképletét (ahol tudod, írd fel a lejátszódó reakciók ionegyenletét), illetve minél többféleképpen add meg a nevét!*

Ebben az „otthon” is használatos vegyszerben a kiserelés szerint a hatóanyag-tartalom 96–98%. Kimértük a vegyszer 0,3688 g-ját, majd maradéktalanul mérőlombikba mostuk, és  $100,00 \text{ cm}^3$  törzsoldatot készítettünk belőle. Ennek  $10,00 \text{ cm}^3$ -es részletét desztillált vízzel kb.  $40 \text{ cm}^3$ -re hígítottuk, majd addig csepegtettünk hozzá brómos vizet, amíg annak sárga színe meg nem maradt az oldatban. Ezután addig forraltuk az oldatrészletet, míg a belecseppentett híg metilvörösoldat halványpiros színe már nem tűnt el. Végül egy újabb csepp metilvörös indikátoroldat hozzáadása után  $0,1 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú, 0,987 faktorú NaOH-oldattal titráltuk a sárga szín megjelenéséig. Még kétszer

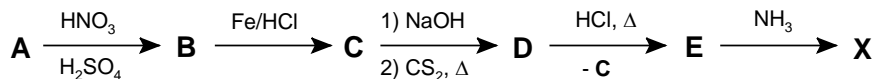
megismételtük az eljárást, és a három titrálás átlagfogyása  $9,75 \text{ cm}^3$ -nek adódott.

- b) *Megfelelő-e mérésünk alapján a feltüntetett hatóanyag-tartalom?*  
 c) *Mi történne, ha elhagynánk az oldat forralását a meghatározás menetéből? Mit és milyen folyamat alapján jelez számunkra, ha a metilvörös piros színe eltűnik (tehát a recept szerint még forralnunk kell)?*

(Varga Bence)

**H220.** Az **X** egy fehér, kristályos anyag. Genetikai tesztekben is használják, ugyanis ízének észlelése dominánsan öröklődik. Aki érzi az ízt, nagyon keserűnek találja, és ez feltehetően korrelál a káposztafélék rokon ízanyagainak kerülésével. Széntartalma  $55,24 \text{ m/m}\%$ .

A vegyület az alábbi módon állítható elő:



A kiindulási **A** anyag egy  $92,3 \text{ m/m}\%$  széntartalmú szénhidrogén. Gőzének sűrűsége standard körülmények között kisebb, mint  $4 \text{ g/dm}^3$ .

**D**  $14,05 \text{ m/m}\%$  ként és  $12,27 \text{ m/m}\%$  nitrogént tartalmaz.

- a) *Azonosítsd a vegyületeket! 1 kg A-ból hány kg termék állítható elő teljes átalakulást feltételezve?*

**X** előállítható **C**-t egy káliumsóval (**Y**) hevítve. A só széntartalma  $12,36 \text{ m/m}\%$ .

- b) *Azonosítsd Y-t és írd fel a reakció rendezett egyenletét!*

(belorusz feladat)