

## GONDOLKODÓ



### Feladatok kezdőknek

*Szerkesztők: Nadrainé Horváth Katalin és Zagyi Péter  
(katalin.nadrai@gmail.com, zagyi.peter@gmail.com)*

*A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat 2011. december 19-ig postára adva a következő címre várjuk:*

#### **KÖKÉL Feladatok kezdőknek**

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

**K156.** Tegyük egy-egy kávéskanálnyi szódabikarbónát két kémcsőbe, adjunk hozzájuk annyi csepp vizet, hogy a kristályok éppen megnedvedsenek, majd mindkettőhöz öntsünk 1-2 ml mosogatószert.

Az egyik kémcsőbe öntsünk kevés (kb. 5 ml) háztartási ecetet, míg a másik kémcsövet kémcsőfogóba fogva melegítsük óvatosan.

Egy nagyobb rögnyi (néhány g) friss élesztőt keverjünk kevés vízzel csomómentesre, és tegyük egy harmadik kémcsőbe! Öntsünk rá néhány ml langyos (kb. 10-15 tömegszázalékos) cukoroldatot!

(A képződő hab magasságát figyelve, a gázfejlődés, vagyis a reakciók sebessége is követhető mindhárom esetben.)

*Mit tapasztalsz? Értelmezd megfigyeléseidet és a lejátszódó kémiai folyamatokat! Mi a hasonlóság és mi a különbség a három kísérlet között?*

*Írj fel mindegyik kísérletre reakcióegyenletet, és elemezd a reakció típusát! (Mi alapján dönthető el, hogy a harmadik kísérlet kémiai szempontból milyen típusú reakció?)*

(Róka András)

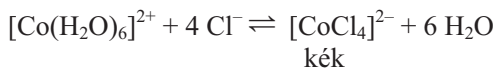
**K157.** Egy kristályvízmentes, kétféle elemből felépülő Co(II)-só kék színű, sűrűsége  $3,356 \text{ g/cm}^3$ , és 45,38 tömegszázalék fémet tartalmaz. Vízrel többféle eltérő színű kristályvizes só (kristályhidrátot) alkothat. Az egyik, lilásrózsaszín kristályhidrát 41,5 grammjának teljes feloldásához 27,6 g vízre van szükség  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ -on. A telített oldatban a só anyagmennyiség-törtje 0,1095.

Egy rózsaszínű kristályhidrát még több kristályvizet tartalmaz, sűrűsége  $1,87 \text{ g/cm}^3$ .

Ha a szilárd vízmentes sóból rózsaszínű hidrát képződik, akkor a szilárd anyag térfogata 3,28-szorosára nő.

- Mielőtt a vizsgált kobaltsó képletét számítással pontosan meghatároznánk, gondoljuk át, hogy elméletileg milyen vegyületek jöhetnek szóba!
- Mi a vizsgált három anyag képlete?
- Miért és hogyan lehet belőlük „kémiai hőmérőt” készíteni?
- Nemcsak a levegő hőmérsékletének, hanem páratartalmának változása is jól jelezhető velük. Hogyan?
- Hogyan használható a só titkosírás készítéséhez?

Ha a só vizes oldatához tömény sósavat csepegtetünk, akkor az alábbi, megfordítható reakció játszódik le:



- Hogyan változik meg az így előállított kék oldat színe akkor, ha egy részletét vízzel hígítjuk, majd egy másik részletéhez még több sósavat adagolunk?
- A kobalt régies magyar neve kékeny volt. Mi áll a névalkotás hátterében?

(Nadrainé Horváth Katalin)

**K158.** Egy elem három, különböző színű allotróp módosulátát vizsgáljuk. Elpárologatva mindhárom módosulat gőzében azonos számú atomból képezett elemmolekulák vannak. A gőz sűrűsége  $600 \text{ }^\circ\text{C}$ -on és  $200 \text{ kPa}$  nyomáson  $3,4169 \text{ g/dm}^3$ . Az elem legegyszerűbb hidrogénvegyületének sűrűsége  $15 \text{ }^\circ\text{C}$ -on és légköri ( $101325 \text{ Pa}$ ) nyomáson  $1,45 \text{ kg/m}^3$ .

- Határozd meg (számítással!), hogy melyik elemet vizsgáltuk!
- Értelmezd, hogy az allotróp módosulatok halmazában a polimerizáltság foka (hány atom kapcsolódik össze kovalens kötéssel) hogyan befolyásolja a három módosulat sűrűségét, olvadáspontját, reakciókészségét és oldhatóságát!

c) Töltsd ki az alábbi táblázatot!

Az egyik módosulat sűrűsége  $1,823 \text{ g/cm}^3$ , a másik két módosulat esetében pedig 0,844-szeres illetve 0,677-szeres térfogatban van ugyanannyi atom, mint az elsőként említett módosulatban.

	1. módosulat	2. módosulat	3. módosulat
A módosulat neve			
Sűrűsége ( $\text{g/cm}^3$ )			
Rácstípusa			
Szaga			
Olvadáspontja ( $^{\circ}\text{C}$ )	44,1	590	610
Oldhatósága			
Áramvezető képessége			
Reakciókészsége			
Tárolásának körülményei			

d) Szertárban tárolva a második módosulat állás közben gyakran elfolyósodik. Mi ennek a magyarázata?

(Nadrainé Horváth Katalin)

**K159.** Nemcsak a kémiai elemek körében ismert az a jelenség, hogy egy anyagnak különböző megjelenési formái léteznek (allotropia), számos vegyületre is jellemző, hogy többféle módosulata van (polimorfia). Ilyen a most vizsgált szilárd vegyület is, amelynek közönséges körülmények között az élénkvoros, magasabb hőmérsékleten pedig a citromsárga módosulata a stabilis. A vegyület molekulája lineáris, benne egy nagyobb tömegű atomhoz kapcsolódnak egy másik elem atomjai. A vegyület moláris tömege  $455 \text{ g/mol}$ . A vegyületet elemeiből előállítva a kiindulási anyagok  $1 : 1,264$  tömegarányban reagálnak egymással maradék nélkül.

a) *Mi a vizsgált vegyület? Írd le a szintézis egyenletét!*

A vegyület vízben gyakorlatilag oldhatatlan; előállítható úgy is, hogy egy klór-, illetve egy káliumvegyület telített vizes oldatát öntjük össze: ekkor vörös csapadék keletkezik. Ha a klór- illetve káliumvegyület többszörösére hígított oldatát elegyítjük, akkor citromsárga csapadék válik ki.

b) *Írd le a csapadékképződés egyenletét!*

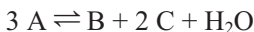
c) *A citromsárga csapadék színe állás közben megváltozik. Milyen színű csapadék keletkezik?*

A káliumvegyület oldhatósága 20 °C-on 144 g/100 g víz, a klórvegyületé pedig 6,5 g/100 g víz.

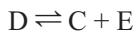
d) *Milyen tömegarányban kell a telített oldatokat elegyíteni ahhoz, hogy a csapadékképződési reakció maradéktalanul lejártsódjon?*

(Nadrainé Horváth Katalin)

**K160.** Egy szervesetlen oxosav (A) tisztán nem állítható elő, csak vizes oldatában létezik. Az oxosav molekulájában a központi atom oxidációs száma +3, és tudjuk azt is, hogy az atomok fele oxigénatom. Az oxosav vizes oldatában sem stabil, már szobahőmérsékleten is diszproporcionálódik:



A fenti reakcióban keletkező víz, C és B tömegaránya 1 : 3,333 : 3,5. Közöséges körülmények között C gázhalmazállapotú, kétféle elem vegyülete. Az A oxosav (legegyszerűbben levezethető) savanhidridje (D) is bomlékony, ezért csak alacsony hőmérsékleten lehet előállítani, mert a következő egyenlet szerint disszociál:



a) *Határozd meg A, B és C anyagok képletét, és írd le a diszproporció egyenletét!*

b) *Milyen színű A és B anyag vizes oldata?*

c) *Hosszabb állás után A és B anyag vizes oldatának is megváltozik a színe. Mi ennek az oka (egyenlet)?*

d) *Határozd meg D és E képletét és nevét, írd le a disszociáció egyenletét!*

e) *Milyen színű a tiszta D anyag, és hogyan változik a színe állás közben?*

(Nadrainé Horváth Katalin)

## Feladatok haladóknak

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

*A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat a következő címen várjuk  
2011. december 19-ig postára adva:*

### **KÖKÉL Feladatok haladóknak**

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

**H156.** a) Az alábbi videón (<http://goo.gl/GVXhJ>) az ausztriai Laxenburg város tűzoltói demonstrálják, hogy az égő nitrofilm gyakorlatilag elolthatatlan. *Miért? Indoklásodat kémiai reakcióegyenlettel támaszd alá!*

b) A tűzoltóknak nincs könnyű dolga azokkal az esetekkel sem, amikor bizonyos fémek (pl. a modern technika által egyre többet használt titán, magnézium, lítium, nátrium) gyulladnak meg. Ez esetben a hagyományos oltószerek (víz, szén-dioxid, halon, homok, nitrogéngáz) használata sokszor nem ajánlott. Az oltás során apró grafit- vagy konyhasó szemcsék szórása, vagy argonnal történő elárasztás válhat be.

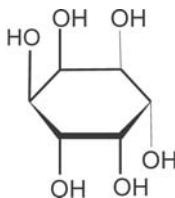
*Miért? Magyarázataidat kémiai reakcióegyenletekkel is támaszd alá!*

(Komáromy Dávid, Magyarfalvi Gábor)

**H157.** A ciklohexán-1,2,3,4,5,6-hexol és a hexán-1,2,3,4,5,6-hexol egyes sztereoisomerjei, valamint azok származékai egyaránt előfordulnak a természetben.

a) *Állapítsd meg, hogy hány térizomerje van a fent említett vegyületeknek! Hány enantiomerpár van az izomerek között?*

A ciklohexán-hexol esetén, mivel a gyűrű különböző konformációi könnyen egymásba alakulnak, meglehetősen nehéz azonosítani a különböző szerkezeteket. *Ezért a gyűrűt síkalkatúnak elképzelve, egyszerűsítve ábrázold az eltérő szerkezeteket! Karikázd be a királis molekulákat!*



A hexán-hexol esetén alkalmazd a Fischer-projekciót! (Ennek leírása megtalálható: KÖKÉL 2005/2, HO9. feladat, 114. o.) Az eltérő szerkezetek azonosításában pálcikamodell használata is segíthet.

b) *Hány térizomerje lehetséges a fent említett vegyületek monofoszfát-származékainak? (Minden lehetséges konstitúciót vizsgálj meg!)*

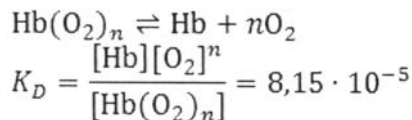
(Zagyai Péter)

**H158.** A légzés során a tüdőben a levegő és a vér között gázcsere játszódik le. Nyugalmi állapotban egy felnőtt percenként 15-ször 500 milliliteres lélegzeteket vesz.

a) *Mekkora tömegű oxigén jut el 1,000 bar nyomáson a tüdőbe percnként?*

A tüdőben 37 °C feltételezhető. A levegő (78% nitrogén, 21 % oxigén, 1% inert gáz) ideális gáznak vehető.

Egy hemoglobin-molekula akár 4 oxigénmolekulát is tud szállítani. A képződő komplex disszociációját Hill szerint a következő egyensúlyi összefüggés írja le.



A Hill-koefficiens,  $n$ , a hemoglobin esetében 2,80.

A hemoglobin telítettségi foka az oxigénnel kapcsolódó kötőhelyek százalékát adja meg:

$$\alpha = \frac{\left(\frac{p_{\text{O}_2}}{1,000 \text{ bar}}\right)^n}{\left(\frac{p_{\text{O}_2}}{1,000 \text{ bar}}\right)^n + K_D}$$

A vénás vérben a tüdőbe érkezés előtt az oxigén nyomása 0,0533 bar, a verőerekben a tüdő után 0,133 bar.

b) Számítsd ki a hemoglobin telítettségi fokát a kétféle vérben!

Egy liter vérben 150 g hemoglobin van. A molekulatömege 64500 g/mol.

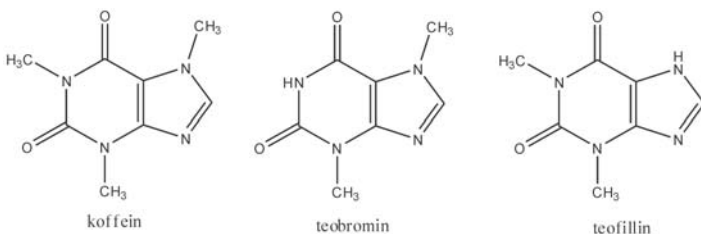
c) Mekkora térfogatú oxigént képes egy liter verőeres vér tárolni? Ennek hány százaléka használandik fel a testben?

Egy felnőtt átlagosan napi 8000 kJ energiát fogyaszt. Zsírok elégetésekor egy mol oxigén reakciója kb. 400 kJ energia felszabadulásával jár.

d) Becsüld meg a szív által percenként átpumpált vér térfogatát azt feltételezve, hogy az energiatermelés zsírélegetéssel jár!

(német feladat)

**H159.** A tea levele az alábbi alkaloidokat tartalmazza:



E három vegyületet tartalmazó **A** oldathoz szelektív meghatározás céljából feleslegben ammónia vizes oldatát, valamint 20,00 cm<sup>3</sup> 0,100 mol/dm<sup>3</sup>-es AgNO<sub>3</sub> oldatot adtunk. Ismert, hogy az AgNO<sub>3</sub> a fenti vegyületek közül kettővel reagál  $M = 287$  g/mol moláris tömegű anyagot adva, melyek közül a teobrominnal képzett vegyülete kiválik az oldatból. A kivált csapadékot szűrtük, majd szárítás után megmérve a tömegét 0,0975 g-ot kaptunk. Az AgNO<sub>3</sub> feleslegének titrálására (indikátorként Fe<sup>III</sup>-sót használva) 9,75 cm<sup>3</sup> 0,104 mol/dm<sup>3</sup>-es NaSCN oldat fogyott.

- Mely összetevők mennyisége határozható meg a fenti módszerrel? Mi a meghatározás alapja?
- Írd fel a lejátszódott reakciók egyenletét!
- Add meg azoknak az alkaloidoknak az anyagmennyiségét és tömegét az **A** oldatban, amelyeket a fenti módszerrel meg tudtunk határozni!

A gyakorlatban a fenti alkaloidok mennyiségét az ún. HPLC technikával határozzák meg. A módszer alkalmazása során – melynek ismertetésétől most eltekintünk – az adott anyag anyagmennyisége arányos a mérés során kapott ún. kromatográfiás csúcs területével.<sup>1,2</sup> Két újabb (**B** és **C**) oldat azonos térfogatú részleteit teljesen azonos körülmények között vizsgálva ezzel a módszerrel az alábbi értékeket kapták:

	Teobromin (B oldat)	Teofilin (B oldat)	Koffein (B oldat)	Teobromin (C oldat)	Teofilin (C oldat)	Koffein (C oldat)
Terület	2,45	1,16	12,66	3,67	0,58	11,45

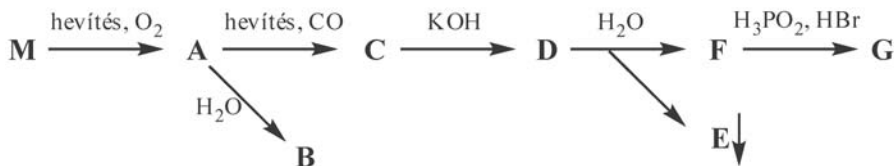
A fentiekkel megegyező térfogatú  $c_{\text{koffein}} = 0,05 \text{ g/dm}^3$  koncentrációjú koffeinoldatot azonos körülmények között vizsgálva a kapott csúcs területe 7,72.

d) Mekkora a **B** és **C** oldatok alkaloidkoncentrációja, ha tudjuk, hogy mindkét (**B** és **C**) oldatban az összes alkaloidkoncentráció  $c_{\text{alkaloid}} = 5,93 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$ ?

- [1] Azaz ha 1 mmol mennyiségű koffein esetén a kapott csúcs területének nagysága  $T$ , akkor 2 mmol mennyiségű koffein esetén a kapott csúcs területe  $2T$ ; de az előzőekkel teljesen azonos körülmények esetén mért érték 1 mmol teobromin vagy teofilin esetén  $T'$  és  $T''$  ( $\neq T$ ).
- [2] A csúcsok területének mértékegységét nem adtuk meg, de minden érték ugyanabban a mértékegységben értendő.

(Vörös Tamás)

**H160.** Az **M**-el jelölt elem levegőn történő hevítésével **A** oxid keletkezik, mely 76,88  $m/m\%$  **M**-et tartalmaz. A kapott oxiddal az alábbiak szerinti reakciókat hajtjuk végre:

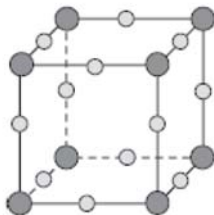


Ismert, hogy a **G**-vel jelölt só 33,08  $m/m\%$  **M** és 6,95  $m/m\%$  alkálifém alkotja, továbbá 1 moljában 2 mol **M** található.

a) Add meg, hogy milyen vegyületeket jelöl **A–G**, valamint írd fel a lejátszódott reakciók egyenletét!

**C** elemi cellája az ábrán látható, a cella élhossza  $\alpha = 3,734 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ .





- b) Mekkora ez alapján **C** sűrűsége?  
 c) 1,000 g **B**-t 0,500 dm<sup>3</sup> vízbe szórva mekkora lesz az oldat pH-ja?  
 d) Mekkora tömegű **B**-t kellene 0,100 dm<sup>3</sup> vízbe szórni, hogy a kapott oldat pH-ja 6,10 legyen?

$pK_s(\mathbf{B}) = -1,25$ , továbbá az oldás során bekövetkező térfogatváltozást c) és d) esetben is hanyagoljuk el!

(orosz feladat)

**HO-64.** A egy sárgásfehér, standard körülmények között szilárd szerves vegyület. **A**-t xilokok elegyében 139 - 140 °C-on forralva **B** anyag keletkezik, miközben **C** gáz távozik a rendszerből. Ha az **A** anyagot alacsony nyomáson és magas hőmérsékleten hőbontásnak vetjük alá, akkor viszont a **C** gáz távozása mellett a **D** anyag keletkezik. Melléktermékként kis mennyiségben **E** is kimutatható. Hevítés hatására a **D** vegyület **F** keletkezése mellett teljes mennyiségében **E**-vé alakul.

Mi lehet az **A**, **B**, **C**, **D**, **E** és **F** anyag, ha tudjuk, hogy:

- **A** 35,52 m/m %, míg **E** 13,54 m/m % oxigént tartalmaz.
- **B** aromás vegyület, valamint jellegzetes illatú aromaanyag is a szó köznapi értelmében, két másik izomerjéhez hasonlóan. A görög ouzo jellegzetes ízét és illatát is ez az aromacsalád adja. A **B** vegyületben az aromás gyűrű szubsztituensei 1,2 pozícióban helyezkednek el.
- A **D** és **E** biciklusos vegyületek, amelyekben az egyik gyűrű heteroatomot is tartalmaz. Az **E** vegyületben mindkét gyűrű aromás.
- Az **A** anyag gyenge savként viselkedik, viszont **B** nem.
- Standard körülmények között **C** gáz, míg **F** folyékony halmazállapotú.
- **E** egy szintelen, jellegzetes szagú olajos folyadék; a brómos vizet elszínteleníti.

Írd fel a betűvel jelölt anyagok képletét és a reakciók rendezett egyenletét! Jelöld az esetleges kiralitáscentrumokat!

(Sarka János)

**HO-65.** Az **A – F**-el jelölt, oxigéntartalmú anyagok az alábbi reakcióegyenletek szerint reagálnak vizes oldatban:

- 1)  $1 \mathbf{B} + 1 \mathbf{D} = 2 \mathbf{C}$
- 2)  $1 \mathbf{A} + 1 \mathbf{C} = 2 \mathbf{B}$
- 3)  $1 \mathbf{A} + 2 \mathbf{D} = 3 \mathbf{C}$
- 4)  $1 \mathbf{A} + 3 \mathbf{E} = 1 \mathbf{D} + 3 \mathbf{F}$
- 5)  $8 \mathbf{B} + 11 \mathbf{E} = 5 \mathbf{C} + 3 \mathbf{D} + 11 \mathbf{F}$

Továbbá tudjuk még:

- Az **A** anyagot növekvő mennyiségű **E**-vel reagáltatva **B**, **C**, majd **D** anyagot is megkaphatjuk.
- Szobahőmérsékleten, légköri nyomáson **B – F** anyag szintelen, **B – E** szilárd, **F** folyadék.

Az anyagok tömegszázalékos fémtartalma:

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
m/m%-os fémtartalom	0,00	19,16	32,39	42,07	57,48	0,00

- a) Milyen anyagokat jelölnek **A – F** betűk?
- b) Milyen egyszerű kísérlettel lehet eldönteni, hogy egy vizes oldat **B**, **C**, vagy **D** anyagot tartalmazza, ha azok közül csak az egyik van benne?
- c) Írj csak a fenti anyagokkal olyan reakcióegyenletet, amelyben a sztöchiometriai együtthatók összege i) 14 ii) 2011 (A sztöchiometriai együtthatók egész számok legyenek, legnagyobb közös osztójuk 1 legyen, és az egyenletben ne szerepeljen olyan anyag, amely nem vesz részt a reakcióban!)

(orosz feladat)

**HO-66.** Kalcium- és foszfátonokat tartalmazó vizes oldatból többféle vegyület is leválhat csapadékként:

kalcium-dihidrogén-foszfát	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	pL = 1,14
kalcium-hidrogén-foszfát	$\text{CaHPO}_4$	pL = 6,90
$\alpha$ -kalcium-foszfát	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	pL = 25,5
$\beta$ -kalcium-foszfát	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	pL = 28,9
oktakalcium-foszfát	$\text{Ca}_8(\text{HPO}_4)_2(\text{PO}_4)_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	pL = 96,6
hidroxiapatit	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$	pL = 58,4

A foszforsav savállandóinak negatív logaritmusai:

$$pK_1 = 2,16; \quad pK_2 = 7,21; \quad pK_3 = 12,32$$

- a)  $50 \text{ cm}^3$   $0,05 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ -oldathoz  $50 \text{ cm}^3$  foszforsavoldatot öntünk. *A csapadékokat egyenként vizsgálva, melyikükre nézve válhat az oldat telítetté az összeöntés után? Milyen foszforsav-koncentrációnál valósulhat ez meg? (A foszforsav-koncentráció a  $10^{-1} - 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$  tartományban változhat.)*
- b)  $50 \text{ cm}^3$   $0,01 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ -oldathoz  $50 \text{ cm}^3$   $0,01 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú foszforsavoldatot öntünk, majd nagyon kis részletekben szilárd NaOH-ot adagolunk a keverékhez (a térfogatváltozás elhanyagolható). *Elméletileg hány mg NaOH adagolásakor várható, hogy az oldat telítetté válik valamely csapadékra nézve?*

(Zagyi Péter)