

## GONDOLKODÓ



### Feladatok

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

A megoldásokat 2019. április 9-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.

**K323.** A mindenütt gyulladó gyufa olyan keveréket tartalmaz, amelyben a kálium-klorát mellett egy foszforból és kénből álló szilárd vegyület található. A vegyület lobbanáspontja 100 °C. Bőrrel érintkezve viszont gyulladós betegségeket okozhat a bőrfelszínen. A vegyületnek 56,3 tömegszázaléka a foszfor.

a) *Mi a vegyület összegképlete?*

Ha ezt a foszfor-kén vegyületet elégetjük, 2,363-szer több energia szabadul fel, mintha a kálium-kloráttal reagáltatnák sztöchiometrikus arányban.

b) Írd fel a vegyület oxigénnel, illetve kálium-kloráttal való oxidációjának rendezett egyenleteit! Mennyi a szilárd vegyület képződéshője?

A képződéshő adatok:

$\text{SO}_2(\text{g})$   $-296,9$  kJ/mol,  $\text{P}_4\text{O}_{10}(\text{sz})$   $-2940$  kJ/mol,

$\text{KClO}_3(\text{sz})$   $-397,7$  kJ/mol.

Több a fentihez hasonló, gyűrűt is tartalmazó foszfor-kén vegyület van, ezekben a vegyületekben a két alkotó aránya vagy a szerkezete különbözik. Az egyik ilyen vegyületnek 2,00 grammját elégetve, és az égéstermégeket  $100,0 \text{ cm}^3$   $2,00 \text{ mol/dm}^3$  nátrium-hidroxid-oldatban elnyelve a nátrium-hidroxid 63,5 %-a elfogy.

c) Mi az összegképlete és a szerkezeti képlete(i) ez utóbbi molekulának?

(Borbás Réka)

**K324.** Egy fontos szervesetlen festékanyag előállításának első lépése, hogy a festékanyag fémét tartalmazó ásványt 65-95 m/m%-os kénsavval feltárják, ekkor a fém szulfátja képződik. A szulfátot tartalmazó keverékből hígítással állítanak elő egy köztiterméket, amely 26,9 m/m% fémiont, 1,12 m/m% hidrogént, 18,0 m/m% ként, és egy további elemet tartalmaz.

a) Mi ennek a köztiterméknek a képlete?

A köztiterméket  $310 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra hevítve 10,1 %-kal csökken a tömege. Tovább hevítve  $525 \text{ }^\circ\text{C}$ -ig, a festékanyag állítható elő, melynek tömege már csak 0,500-szerese a  $310 \text{ }^\circ\text{C}$ -on mérhető tömegnek.

b) Mi a két hőmérsékleten nyerhető anyag képlete? Milyen színű festékanyagot állítanak így elő?

(Borbás Réka)

**K325.** Vendel nagyon jól tudja, hogy az otthon végzett kísérletek nagyon veszélyesek is lehetnek, ezért inkább nem is tesz semmi megfontolatlant. Egyszer kíváncsiságból kiszámolta, hogy milyen veszély fenyegetné, ha egy literes lezárt palackban próbálna meg hidrogént fejleszteni.

*Ha egy 30 cm széles, 20 cm hosszú alufólia darabot (melynek vastagsága 10  $\mu\text{m}$ ) behelyezné a palackba, és erre 1,5 dl 20 m/m%-os 1,1 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű sósavat öntene, mekkora nyomás alakulna ki a palackban?*

(Olyan nagy nyomásértékre kell számítani, amelyet a háztartásokban található egyetlen palack sem bír el, és felrobban. Ezért a kísérletet TILOS elvégezni! A közelmúltban ebbe majdnem behalt valaki.)

(Borbás Réka)

**K326.** Van három 20 °C-os oldatunk. Az **A** oldat 5,00 m/m%-os nátrium-karbonát-oldat (sűrűsége 1,05 g/cm<sup>3</sup>), a **B** oldat 10,0 m/m%-os kénsavoldat (sűrűsége 1,07 g/cm<sup>3</sup>), a **C** oldat telített kalcium-hidroxid-oldat (sűrűsége tekinthető a vízével azonosnak). Különbéféle párosításban összeöntjük az oldatokat.

a) 10,0 cm<sup>3</sup> **A** oldat + 10,0 cm<sup>3</sup> **B** oldat

b) 1,00 cm<sup>3</sup> **B** oldat + 44,0 cm<sup>3</sup> **C** oldat

c) 2,00 cm<sup>3</sup> **A** oldat + 40,0 cm<sup>3</sup> **C** oldat

*Számítsd ki, hány tömegszázalékos lesz a kapott keverék az egyes komponensekre nézve!*

Az oldhatósági adatok 100 gramm vízre vonatkoztatva 20 °C-on: 0,185 g kalcium-hidroxid, 0,20 g kalcium-szulfát, 1,4 mg kalcium-karbonát, 4,76 g nátrium-szulfát. A kalcium-szulfát egy mólja ezen a hőmérsékleten két mólnyi vízzel kristályosodik.

(Borbás Réka)

**K327.** A magnézium ötvözeit például az elektronikai iparban, orvosi eszközökben, implantátumokban, az autó-, versenyautó-, repülőgépgyártásban szerkezeti fémként használják fel. Hexagonális rácsa megfelelő keménységet biztosít, nagy a szakítószilárdsága, ellenáll a korróziónak. Hátránya gyúlékonysága (a magnézium gyulladási hőmérséklete 473 °C), és vízzel nem lehet oltani, mivel a reakció csak még hevesebbé válik. Bár maga a fém kétszer olyan drága, mint az alumínium, az öntvényformában való feldolgozhatósága miatt a késztermékek esetében ez már nem jelent ekkora árkülönbséget. Az alumíniummal összehasonlítva jelentősen kisebb sűrűségű ötvözetek állíthatók elő magnéziumból (kb. 1,8 g/cm<sup>3</sup> összehasonlítva az alumíniumötvözetek 2,8 g/cm<sup>3</sup>-ével).

a) *Milyen reakció megy végbe, ha a forró magnézium vízzel érintkezik? Lehet-e az égő magnéziumot szén-dioxiddal oltani?*

A magnézium egy kevésbé éghető ötvözet (az AMCa602-es kódszámú) alumíniumot, cinket, mangánt és kalciumot tartalmaz ötvözőként. A kalcium adalék 2-300 °C-kal emeli meg az ötvözet gyulladási hőmérsékletét, mivel az oxigénnel való reakció során CaO bevonat képződik azelőtt, hogy a magnézium meggyulladhatna.

Az AMCa602 ötvözet 5,000 grammos mintáját fölös sósavban oldva 5,092 dm<sup>3</sup> standard nyomású, 25 °C-os gáz képződik. A feloldott fémionokat fölös kénsavoldattal reagáltatva 0,3400 g csapadék válik le. Az ötvözetet meleg vízben oldva az ötvözet 0,1000 tömegszázaléka nem oldódik fel. Az ötvözet 5,000 grammját gyulladási hőmérséklet fölé hevítve 8,327 gramm fém-oxid keverék képződik.

b) *Határozd meg az ötvözet összetételét a fenti kísérleti adatok alapján!*

(Borbás Réka)

**K328.** Az ENSZ a 2019. évet a Periódusos Rendszer Évének nyilvánította, mivel idén 150 éve jelent meg Mengyelejev első periódusos rendszere. Azóta több különböző periódusos rendszer is készült.

*Mutass be egy korábbi reprezentációt, kiegészítve a ma ismert, de esetleg akkor még fel nem fedezett elemekkel, vagy készíts és mutass be egy saját, nem a mai legismertebb, tankönyvekben is megtalálható elrendezést. A leírásban téj ki arra, hogy milyen információt ad az adott elrendezés, mi az elemek síkbeli/térbeli elhelyezésének rendező elve.*

(Borbás Réka)

**K329.\*** A káliummal való kísérletezés még laboratóriumi körülmények között is igen veszélyes lehet. A kálium nagy reakciókészségű anyag, levegőn eloxidálódna (pora meggyullad szobahőmérsékleten is, öngyulladás hőmérséklete 235-285 °C), ezért is tárolják petróleum alatt. Vízbe téve hevesen reagál gázfejlődés közben, és a reakció olyan mértékben exoterm, hogy a fémkálium megolvad, illetve a fejlődő gáz meggyullad. A kálium felületén állás közben (akár a petróleumban

oldott oxigénből) képződött oxid-, peroxid- és szuperoxid is reakcióba lép a vízzel, ezért akár robbanás is bekövetkezhet.

a) Számítsd ki, hogy egy tiszta káliumdarabka  $0,190 \text{ cm}^3$ -es darabkáját vízbe dobva mekkora hő fejlődik!

Tegyük fel, hogy egy olyan káliumdarabot vágunk le a petróleum alatt tárolt, de felületén oxidált káliumból, melynek tömege  $0,200 \text{ gramm}$ , és ennek legfeljebb  $85,0\%$ -a fémkálium, a többi kálium-oxid, kálium-peroxid és kálium-szuperoxid keveréke.

b) Mekkora a lehet legalább és legfeljebb a hőváltás ebben az esetben?

A kálium-peroxid vízzel való reakciójában kálium-hidroxid mellett hidrogén-peroxid képződik, a kálium-szuperoxid esetében pedig ezenkívül még oxigén is.

A képződéshők:

$\text{K}_2\text{O}$  (sz):  $-391,0 \text{ kJ/mol}$ ,

$\text{K}_2\text{O}_2$  (sz)  $-496,0 \text{ kJ/mol}$ ,

$\text{KO}_2$  (sz)  $-283,0 \text{ kJ/mol}$ ,

$\text{KOH}$  (aq)  $-482,4 \text{ kJ/mol}$ ,

$\text{H}_2\text{O}$  (f)  $-285,8 \text{ kJ/mol}$ ,

$\text{H}_2\text{O}_2$  (f)  $-187,8 \text{ kJ/mol}$ .

(Borbás Réka)

**K330.\*** Egy fehér, szilárd mintát (**X**) hevítettünk, több, különféle tiszta gáz áramában. A végeredményként kapott anyagok tömegét meghatároztuk. A kiáramló gázkeverék minden esetben tartalmazta ugyanazt a gáz-halmazállapotú vegyületet (**Y**). Az utolsó esetben egy vörösbarna anyag (**Z**) csapódott ki a berendezés hidegebb részein.

Gáz	Tömegváltás (%)
$\text{N}_2$	-37,9
$\text{NH}_3$	-51,7
$\text{O}_2$	-31,0
$\text{HCl}$	+9,5
$\text{HCl} + \text{Cl}_2$	-100,0

Milyen anyagokról van szó? Milyen reakciók játszódtak le?

(Magyarfalvi Gábor)

**H306.** A lúgos kémhatású vizes oldatát **B** savas kémhatású vizes oldatához adva egy alkálifémet (**C**) (27,05 m/m%) és oxigént (56,47 m/m%) tartalmazó terner só (**D**), egy széntartalmú **E** gáz, valamint víz keletkezése tapasztalható. A **D** vegyület háromszor akkora anyagmennyiségben tartalmazza az oxigént, mint a harmadik, ismeretlen elemet (**F**). **D** vegyületet 500 °C-ra hevítve bomlást szenved, amely során **G** vegyületté és **H** gázzá alakul át. **D**-t tovább hevítve 800 °C körül az eddigi **H** gáz képződésén kívül az **I** vegyület és **J** gáz keletkezése kíséri a termikus bomlási folyamatot. **G** vegyületet levegő kizárásával hevítve a **D** és **I** vegyülethez, illetve a **J** gázhoz jutunk. **G** vizes oldatát külön-külön tömény kénsavoldattal, illetve ammóniaoldattal reagáltatva gázfejlődés figyelhető meg. **D** és **I** vegyület több napig tartó, együttes hevítésével a levegő nedvességtartalmára érzékeny **K** vegyület jön létre, amelyet vízbe szórva visszaalakul egyrészt az ömlesztés előtti **D** vegyületté, másrészt az az **L** vegyület képződik ekkor, amely **I** vízzel történő reakciójával állítható elő. **K** vegyület elemanalízise a következő eredményeket szolgáltatta: 46,93 m/m% **C**, 43,54 m/m% **O** és 9,53 m/m% **F**.

*Határozd meg az A-L betűkkel jelölt anyagokat, illetve írd fel a feladatban előforduló összes reakció rendezett egyenletét!*

(Baglyas Márton)

**H307.** Az **A** gyűrűs vegyület összegképlete  $C_8H_{14}$ . Minden szénatom ugyanabban a gyűrűben található.

a) *Rajzold fel A lehetséges szerkezeteit (konstitúciós és sztereo-izomereket is beleszámítva)!*

Az **A** vegyületet reagáltatjuk brómmal (sötétben), ekkor a **B** termékhez jutunk, melynek összegképlete:  $C_8H_{14}Br_2$ .

b) *Rajzold fel B lehetséges szerkezeteit (konstitúciós és sztereo-izomereket is beleszámítva)!*

A **B** vegyületet 80 °C-on forraljuk kálium-terc-butilát jelenlétében, ekkor **C** vegyület keletkezik.

c) *Rajzold fel C lehetséges szerkezeteit (konstitúciós és sztereo-izomereket is beleszámítva)!*

(Varga Szilárd)

**H308.** Van 0,1 M kénsav- és 0,1 M NaOH-oldatunk.

*Milyen térfogatokat kell összekevernünk,*

*a) ha 300 ml pontosan 7-es pH-jú oldatot szeretnénk csinálni,*

*b) ha 300 ml pontosan 4-es pH-jú oldatot szeretnénk csinálni,*

*c) ha 300 ml pontosan 11-es pH-jú oldatot szeretnénk csinálni?*

Tekintsük a térfogatokat additívnak, és tekintsünk el a térfogat- és koncentrációmérés bizonytalanságaitól!

*Add meg az összefüggést, aminek segítségével megkaphatjuk a szükséges kénsavoldat  $V$  térfogatát a várt pH értékéből! Az összefüggés lehető legegyszerűbb formáját adja meg (amiben már csak az összeadás, kivonás, hatványozás műveleteit használja)!*

*d) ha 300 ml 4-6 közötti pH-jú oldatot szeretnénk csinálni a fenti oldatokból,*

*e) ha 300 ml 8-nál nagyobb pH-jú oldatot szeretnénk csinálni a fenti oldatokból,*

*f) ha 300 ml 6-8 közötti pH-jú oldatot szeretnénk csinálni a fenti oldatokból.*

A kénsav ilyen oldatokban kétértékű erős savnak tekinthető.

(Magyarfalvi Gábor)

**H309.** A nikkell(II)-ionok mennyiségének meghatározásához a következő eljárást tervezzük, ehhez ismert mennyiségű oldatot használunk próbaként.

Egy 0,0500 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú nikkell-klorid oldat 10,00 cm<sup>3</sup>-es részletéhez 5 cm<sup>3</sup> 5 M ammóniaoldatot adunk (a) és 0,100 mol/dm<sup>3</sup>-es KCN-oldatból 30,00 cm<sup>3</sup>-t (b). Az oldatot 100 cm<sup>3</sup>-re kiegészítjük, majd forraljuk (c).

Ezután 2 cm<sup>3</sup> 0,1 g/cm<sup>3</sup>-es KI-oldatot adunk hozzá, az oldat térfogatát újra 100 cm<sup>3</sup>-re kiegészítjük desztillált vízzel. Majd 0,0500 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú ezüst-nitrát-oldattal titráljuk (d).

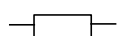
*a) Írd fel az a, b, és d folyamatok rendezett egyenleteit!*

*b) Miért van szükség a c forralásra?*

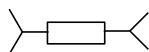
- c) Megvalósítható-e a titrálás? Az AgI csapadék megjelenésekor kapott fogyás értéke összhangban van a nikkell-klorid bemérési mennyiségével?
- d) Számítsd ki az így definiált végpontban az egyes ionok koncentrációját (az ammónia jelenlététől eltekintve)!
- e) Ez a mérés elvégezhető-e kadmium(II)-ionok meghatározására?
- Ag-CN  $\lg\beta_2 = 20,5$       Ni-CN  $\lg\beta_4 = 30,2$   
 Cd-CN  $\lg\beta_4 = 17,9$        $L(\text{AgI}) = 8,5 \cdot 10^{-17}$

(Varga Szilárd)

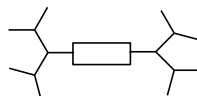
**H310.** A polimerkémia egyik aktívan kutatott területe az úgynevezett dendrimerek vizsgálata. Ezek olyan makromolekulák, amelyek szabályos módon épülnek fel, és ismétlődő elágazásokkal egyre nagyobbá tehetőek (ahogy egy családfa is elágazik). A folyamat sematikus ábrája:



mag

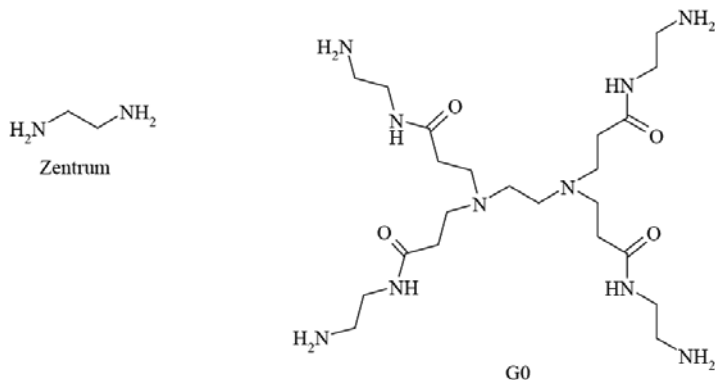


0. generáció (G0)



1. generáció (G1)

A továbbiakban az egyes generációs molekulákat GX néven jelöljük. Legyen a vizsgált molekulák magja egy  $(R_1)_2NCH_2CH_2N(R_1)_2$  egység, az egyes ágak pedig  $-CH_2CH_2CONHCH_2CH_2N(R_2)_2$  csoportok. Az  $R_2=H$ .





a) *Rajzold fel a G1 molekula konstitúcióját! Hány végcsoport (másként felületi csoport,  $N(R_2)_2$ ) van ennek a dendrimernek az X-dik generációjában?*

Első közelítésnek feltételezhetjük, hogy a dendrimer vizes oldatában a felületi  $-NH_2$  csoportok mind protonálódnak, de a molekula belsejében található nitrogének viszont nem.

b) *Mi lenne a 0,001 M G0, G2 és a G4 dendrimeroldatok pH-ja ezzel a feltételezéssel? Számítsd ki (a lehető legegyszerűbben) a G1, G2, és G7 moláris tömegét! Mi lenne a 0,01 g/liter dendrimert tartalmazó G1, G2 és G7 oldatának a pH-ja ezzel a feltételezéssel?*

A 0,01 g/l-es G7-oldat pH-ja 9,42.

c) *Mi a G7 molekulák felületi  $NH_2$  csoportjainak protonáltsági foka ebben az oldatban?*

10 ml 0,01 g/l-es G7-oldathoz annyi  $HAuCl_4$ -t adnak, hogy minden felületi csoporthoz egy tetrakloro-aurát csoport kapcsolódjon. Az így kapott oldatban lúgos  $NaBH_4$ -oldattal arannyá redukálják ezeket, aminek eredményeként az egy G7 molekulához kapcsolódó ionokból egy kis aranyrög képződik.

d) *Hány g  $HAuCl_4$  szükséges a telítéshez? Írja fel a redukció egyenletét! Hány g nátrium-borohidrid szükséges a redukcióhoz, ha a kitermelés csak 50%? Mi az így kapható aranyrög tömege és átmérője?*

(német feladat)