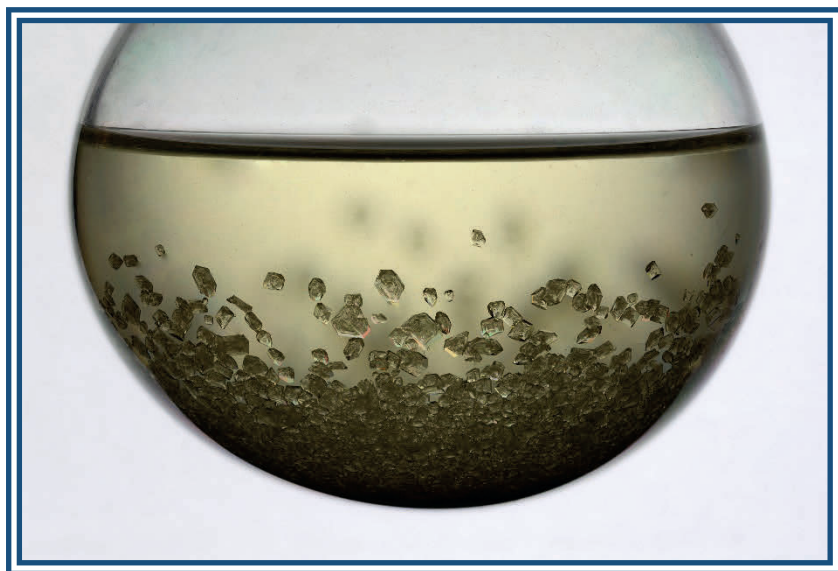
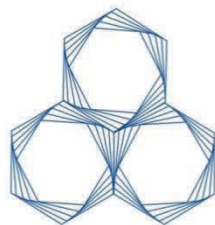


# Középiskolai Kémiai Lapok



XLVI.

2019/2.



A lap megjelenését a Nemzeti Kulturális Alap, az Emberi Erőforrások Minisztériuma, a Nemzeti Tehetség Program és a Magyar Tudományos Akadémia támogatja.

# Középiskolai Kémiai Lapok

A Magyar Kémikusok Egyesülete  
Kémia tanári Szakosztályának folyóirata

2019. március	XLVI. évfolyam	2. szám
---------------	----------------	---------

**Alapító:** Dr. Várnai György

**Főszerkesztő:** Zagyai Péter

**A szerkesztőbizottság:**

**Elnöke:** Dr. Magyarfalvi Gábor

**Tagok:** Dr. Borbás Réka, Dr. Horváth Judit, Dr. Keglevich Kristóf, Dr. Ősz Katalin, Tóth Edina, Dr. Tóth Zoltán, Dr. Varga Szilárd, Zagyai Péter

<b>Szerkesztőség:</b>	Magyar Kémikusok Egyesülete, 1015 Budapest Hattyú u. 16. E-mail: kokel@mke.org.hu      06-1-201-6883
-----------------------	---

**Kiadja:** Magyar Kémikusok Egyesülete

**Felelős kiadó:** Androsits Beáta

**Terjeszti:** Magyar Kémikusok Egyesülete

**Előfizethető:** postai utalványon a Magyar Kémikusok Egyesülete, 1015 Budapest Hattyú u. 16. II. 8. címre vagy átutalással a CIB Bank Zrt. 10700024-24764207-51100005 pénzforgalmi jelzőszámon „MKE9068” megjelöléssel.

**Készült:** Europrinting Kft.

**Megjelenik** évente ötször.

**Előfizetési díj** a 2019. évre: 4000 Ft, mely összeg magában foglalja az áfát.

A Magyar Kémikusok Egyesülete tagjai számára kedvezményes előfizetési díj: 3000 Ft.

**ISSN 0139-3715 (nyomtatott)**

**ISSN 2498-5198 (online)**

<http://www.kokel.mke.org.hu>

A lapot az MTA MTMT indexeli és a REAL archiválja, továbbá az Országos Széchényi Könyvtár (OSZK) Elektronikus Periodika Adatbázisa és Archivuma (EPA) archiválja.

A címlapfotó Hegedüs Kristóf munkája.

A kiadó számára minden jog fenntartva. Jelen kiadványt, illetve annak részleteit tilos reprodukálni, adatrendszerben tárolni, bármely formában vagy eszközzel – elektronikus, fényképezési úton vagy módon – a kiadó engedélye nélkül közölni.

## **SUFNILABOR**



**Vámos István**

### **LED-diódás fotométer házilag**

A fotométer egy egyszerű felépítésű kéziműszer, melynek segítségével a legtöbb vízanalitikában használatos mérés elvégezhető.

A bemutatott készülék 9 voltos elemről működik, így nemcsak laboratóriumban, hanem helyszíni vízminta-vizsgálatok is elvégezhetők (hálózati áramforrástól függetlenül). A készülék kijelző egysége egy 3,5 digités LCD display, melyről közvetlenül transzmittancia értékek olvashatók le.

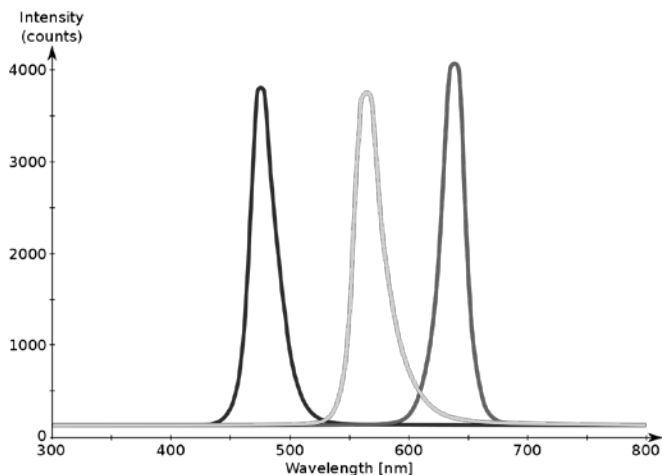
A készülék érdekessége, hogy 3 db különböző színű (piros-zöld-kék) LED dióda segítségével gyakorlatilag a teljes látható tartomány lefedhető. A teljes elektromágneses hullámok spektruma 400 és 800 nm közé esik. Az általunk használt LED diódák emittált fényének maximumai: kék – 460 nm ; zöld – 565 nm ; piros – 680 nm. Természetesen a 3 LED dióda sárga színűvel kiegészítve még jobb „felbontást” ad. A LED diódák spektruma az alábbi ábrán látható.

A három LED dióda a fotométerben egy háromállású kapcsolóval állítható a fényútba.

A készüléken találunk még egy főkapcsolót, egy potenciométer forgató gombot, melynek segítségével a vakmintára, ill. tiszta oldószerre (víz) a kijelzőn 100%-os transzmittanciát állítunk be. A fotométerünk bal alsó felén egy négyszögletes (1,1×1,1 cm-es) nyílást látunk. Ide helyezhetjük be a vizsgálati mintánkat egy 1×1 cm-es küvettában.

Fotométerünkkel a következő vízanalitikai vizsgálatokat próbáltuk ki: ammónium-, foszfát-, klorid-, mangán-, nitrát-, nitrit-, szulfid-, szulfát-, vastartalom meghatározása. Ezek olyan fotometriás mérések, melyekben különböző vegyszerek adagolásával a vizsgálati mintát színreakcióra készítenek, és a kialakult színes oldat fényelnyelését

mérjük. Az egyes méréseknél mindig azt a LED diódát kapcsoljuk, ahol a legnagyobb fényelnyelést mérhetünk (ez a vizsgálati minta színének komplementere).



A LED-diódák spektruma

### A fotometria alaptörvénye

A fotometriás mérési módszer azon az elven alapszik, hogy a különböző színű vegyületek oldatai a rajtuk átbocsátott fény egy részét elnyelik. Az intenzitás csökkenéséből lehet következtetni a vizsgálandó oldatban levő ion koncentrációjára. Mérhető fényelnyelése a színes oldatoknak van a látható fény tartományában. Megfelelő kémiai reakciókkal alakítjuk ki a „színtelen” ion színes „változatát”.

A fényelnyelés törvényét az ún. Lambert–Beer-törvény írja le.

A Lambert–Beer-törvény szerint az abszorbancia (fényelnyelés) egyenesen arányos a koncentrációval:

$$\lg \frac{I_0}{I} = A = \varepsilon \cdot c \cdot l$$

ahol  $\varepsilon$  a moláris abszorpciós együttható,  $l$  az úthossz (rétegvastagság),  $c$  a vizsgált oldat koncentrációja.

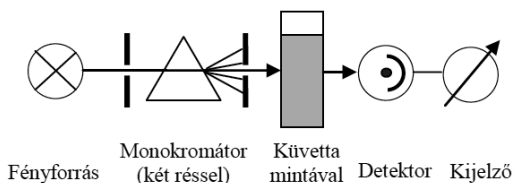
Fényáteresztéssel kifejezve:

$$A = -\lg T$$

$$T = \frac{I}{I_0}$$

ahol  $I_0$  és  $I$  rendre a beeső és az átbocsátott fény intenzitása,  $T$  pedig a transzmittancia (többnyire %-ban adják meg).

Egy fényutas fotométer vázlatja:



*Fényforrás* – látható fény tartományára többnyire wolframlámpa, UV tartományban deutériumlámpa.

*Monokromátor* – az összetett fényt hullámhossz szerint felbontja. Többnyire prizákat, optikai rácst (esetleg színszűrőt) használnak.

*Küvetta* – mintatartó eszköz. Többnyire 1 cm-es fényút hossza. Látható tartományban üvegből vagy műanyagból készül, UV tartományban kvarcküvetát használunk.

*Detektor* – a fénysugárzást elektromos jellé alakítja – fotocella, fotodióda (diódasor).

A spektrofotométerben folytonosan tudjuk változtatni a mintára jutó fény hullámhosszát. A fotométerekben csak meghatározott hullámhosszak állíthatók be (színszűrők, LED-dióda fényforrás).

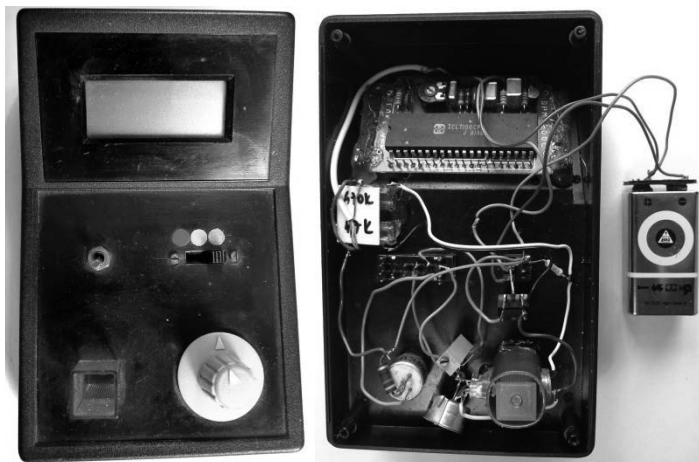
Az általunk építendő fotométerben a fényforrások a LED-diódák, és nincs szükség külön monokromátorra, mert a LED-diódák eleve közel monokromatikus fényt bocsátanak ki. A fotométerünk transzmittanciát fog mérni. Ez a fentiek szerint az abszorbancia tízes alapú negatív logaritmus. A transzmittancia értékek 0 és 100 közé esnek.

A fotometria lényege tehát, hogy állandó rétegvastagság mellett az oldat fényelnyelése miatti fényintenzitás csökkenést mérjük. Gyakorlatban többnyire úgy járunk el, hogy a vizsgált anyag (ion) több ismert koncentrációjánál meghatározzuk a fényáteresztést, illetve ebből meghatározzuk a fényelnyelést, és a kapott értékeket a koncentráció függvényében ábrázoljuk. Híg oldatok esetén a mért

pontok egy egyenesbe esnek. Ezen kalibrációs görbe segítségével határozhatjuk meg ismeretlen oldatok koncentrációját.

### A fotométer megépítése

A fotométert egy tenyérnyi nagyságú dobozba építhetjük meg. Az alábbiakban látható a kész fotométer összeszerelt, ill. szétnyitott állapotban.

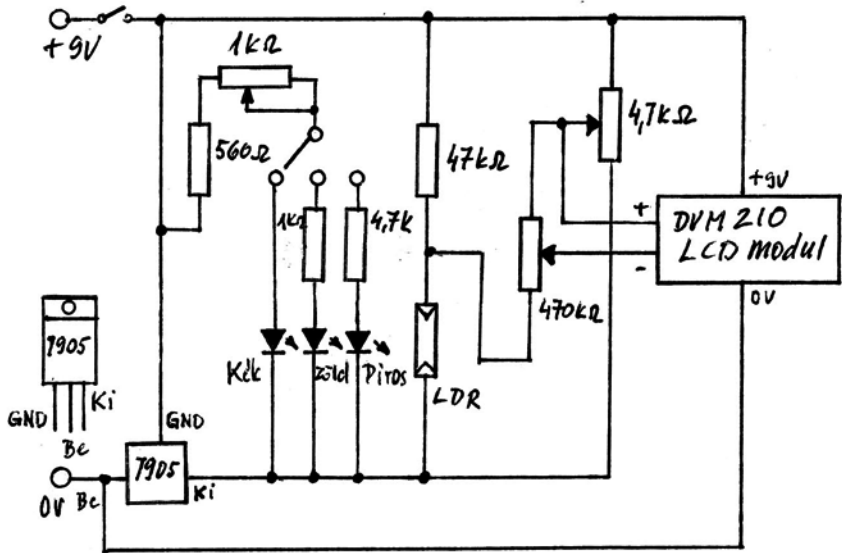


A doboz készen megvásárolható, de természetesen kereshetünk kallódó kacetjaink között is valami e célra megfelelő méretű műanyag dobozkat. A bevezetőben említettek szerint az LCD kijelzőnek ebben az esetben nekünk kell megfelelő méretű nyílást vágni. A 3,5 digités LCD kijelzőt, ill. LCD-voltmérőt meg kell vásárolnunk. Ha alkatrész-beszerzésre indulunk, akkor lássuk mi kell még...

Előtte nézzük meg a fotométerünk kapcsolási rajzát. Ebből világosan kiderül a beszerzendő alkatrészek listája.

1. LCD-voltmérő modul DVM 210. Ez az egység a bementre kapcsolt 0-200 mV egyenfeszültség kijelzésére alkalmas. A méréshatár természetesen a hozzá csatlakoztatott előtét, ill. sönt ellenállással változtatható. Ára 2700.- Ft körüli.
2. Kék, zöld, (sárga) illetve piros színű LED-diódák; zöld-piros LED-dióda közös tokban is kapható. Ez némiképp egyszerűsíti a

szerelést.



3. Háromállású kapcsoló
4. Mini főkapcsoló
5. Trimmer potméterek: 470 kΩ, 4,7 kΩ ; 47 kΩ; 1 kΩ (ez normál potenciométer)
6. 7905 feszültség stabilizátor IC
7. Fotoellenállás LDR 10
8. Ellenállások: 560 Ω; 47 kΩ; 1 kΩ; 4,7 kΩ (az ellenállások 0,125 vagy 0,25 W-osak)
9. 9 V-os telepcsatlakozó

Javasolt szerelési sorrend: A szerelődoboz kiválasztása után fúrjunk lyukakat a főkapcsolónak, a háromállású kapcsolónak, illetve az 1 kΩ potenciométernek.

Vágjuk ki a helyet az LCD kijelzőnek és az 1,1×1,1 cm nyílású küvetatartónak. A küvetatartó négyzetes alakú kivágásához a dobozban belülről ragasszunk egy 1,8-1,9 cm átmérőjű, kb. 2 cm hosszú műanyag csövet. Ebbe fogunk oldalról lyukakat fúrni, és ebbe illesztjük bele a LED-diódáinkat, és vele szembe a fotoellenállást.

Ha ezeket az alkatrészeket rögzítettük, már csak némi huzalozásra és forrasztásra van szükség a kapcsolási rajz alapján. Külön szerelőpanel nem szükséges, olyan kevés az összekötendő alkatrész, hogy azt kb. fél méter vezetékkel, ún. lengőhuzalozással meg tudjuk oldani. A forrasztáshoz jó, ha van egy kis előzetes tapasztalatunk!

A 470 k $\Omega$  és 4,7 k $\Omega$ -os (trimmer) potméterek beállító csavarjainak a műszerdoboz oldalára fúrhatunk lyukakat. Ezzel tudjuk beszabályozni, hogy az LCD-voltmérőnk 0 és 100 %-nak megfelelő értéket mutasson.

Ha minden kész, még egy ellenőrzés nem árt meg, hogy mindent jó helyre forrasztottunk-e!

Telepcsatlakoztatás után bekapcsolás, ellenőrizzük, hogy a háromállású kapcsoló tologatásával mindegyik LED-diódánk világít-e! A potméterekkel való behangolás következik. Helyezzünk egy üres küvettát a fényútba és a 4,7 k $\Omega$ -os trimmer potméterrel állítsunk „0”-át a kijelzőn, majd a 470 k $\Omega$ -ossal 100-as értéket.

### **Egy egyszerűen kivitelezhető fotometriás mérés: vastartalom meghatározása (MSZ 448/4-83 alapján)**

*Határkoncentráció:* felszíni víz: 0,5 mg/ dm<sup>3</sup>, ivóvíz: 0,2 mg/ dm<sup>3</sup>

*Mérési tartomány:* 0,05 - 3,5 mg/ dm<sup>3</sup>

*Mérési módszer:* A háromértékű vasion savas közegben tiocianáttal piros színű vegyületet képez. Ha a tiocianát-koncentráció megfelelően nagy, akkor a színintenzitás a vasion, illetve az eredeti minta összes vaskoncentrációjával arányos.

*Reakcióegyenlet:*  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- = \text{Fe}(\text{SCN})_3$

*Vegyszerek, oldatok:* kálium-tiocianát-oldat (kálium-rodanid), 40 g/200 cm<sup>3</sup>, 5%-os H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-oldat; cc. HNO<sub>3</sub>

*Eszközök:* 100 cm<sup>3</sup>-es mérőlombik, 7 db; büretta, főzőpohár, LED-diódás fotométer

*Vas-törzsoldat:* 1,404 g Mohr-sót [Fe(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O] feloldunk 50 cm<sup>3</sup> desztillált víz és 20 cm<sup>3</sup> cc. HCl elegyében. 60-80 °C-ra melegítjük, és cseppenként hozzáadunk annyi 0,02 mol/ dm<sup>3</sup> koncentrációjú KMnO<sub>4</sub>-oldatot, hogy gyengén rózsaszín maradjon, majd desztillált vízzel 1 dm<sup>3</sup> mérőlombikban jelig töltjük. Az oldatot műanyag palackban tároljuk.



1 cm<sup>3</sup> törzsoldat 0,2 mg Fe<sup>3+</sup> iont tartalmaz.

*Vas-munkaoldat:* 25 cm<sup>3</sup> vas-törzsoldatot 250 cm<sup>3</sup>-es mérőlombikba pipettázunk (10-szeres hígítás), majd ioncserélt vízzel jelig töltjük. 1 cm<sup>3</sup> munkaoldat 20 µg Fe<sup>3+</sup>-t tartalmaz.

*Hitelesítő oldatsorozat és a mérés menete:*

Bürettával 100 cm<sup>3</sup>-es mérőlombikokba 0, 4, 8, 12, 16, 20 cm<sup>3</sup> munkaoldatot mérünk, és ioncserélt vízzel kiegészítjük kb. 50 cm<sup>3</sup>-re (a 100 cm<sup>3</sup>-es lombik kb. félig legyen). Az ismeretlen vízmintát is kiegészítjük kb. 50 cm<sup>3</sup>-re ioncserélt vízzel.

A vízminta és az oldatsorozat valamennyi tagjához hozzáadunk 2 csepp cc. HNO<sub>3</sub>-at, 2 csepp 5%-os H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-ot és 1,0 cm<sup>3</sup> tiocianát-oldatot, majd mindegyik lombikot jelig töltjük. A jelre töltés után a hitelesítő oldatsorozat koncentrációi rendre: 0(vak); 0,8; 1,6; 2,4; 3,2; 4,0 mg/dm<sup>3</sup> Fe<sup>3+</sup>.

A mintát és az oldatsorozatot 60 percen belül, a kék LED-diódát bekapcsolva 460 nm hullámhosszon fotometráljuk (előtte a vakmintával nullázunk).

Kalibrációs görbét szerkesztünk. A függőleges tengelyre abszorbanciákat (amit a készülékünk által mutatott transzmittanciából számolunk ki!), a vízszintes tengelyre a koncentrációkat mérjük föl. Ha jól mértünk, akkor a pontjaink egy egyenesre esnek. Ezen kalibrációs görbe segítségével határozhatjuk meg az ismeretlen minta koncentrációját.

## **Mi lett belőled ifjú vegyész? – Demeter Attila, MTA AKI tudományos tanácsadó, ELTE TTK címzetes egyetemi tanár**

*Mikor nyertél vagy értél el helyezést kémiai versenyeken?*

1970-74 között a békéscsabai Rózsa Ferenc Gimnázium kémia-fizika (f) tagozatos osztályában, annak a kémiai felében tanultam. 1973-ban az OKTV kémia tagozatos versenyében hetedik, 1974-ben harmadik lettem, míg az 1973-as szófiai diákolimpián 10. (24 résztvevő), a 1974-es bukarestin 16. (32 résztvevő) helyezést értem el. Az én időmben az Irinyi verseny a dunántúliak bulija volt, így én nem indulhattam.



*Ki volt a felkészítő tanárod? Hogyan gondolsz vissza rá?*

Pándy Margit tanárnő egyetemi tanulmányi után másodéves korunkban vett át minket, lelkesen, a kémia iránti szeretettel és hozzáértéssel foglalkozott velünk. Persze egy kicsit elkésérítette az ismert csoportdinamikai jelenség, hogy egy idő után a kémia tagozatosok egy része se érdeklődött túlzottan a kémia iránt. Ráadásul abban az időben is megérkezett egy TACS (tananyag csökkentés), ami az óraszám csökkentéssel, illetve a laborgyakorlat megszüntetésével járt, amit csak részben lehetett a szakkörökkel pótolni. Mindenesetre az akkori kémia szakos diákok kb. harmada vegyész lett, és például diáktársam, Prókai László jelenleg a University of North Texas egyetem ismert és sikeres professzora.

*Milyen indíttatásból kezdtél el a kémiával komolyabban foglalkozni?*

Igazából nem tudom miért lett a kémia fontos számomra. Talán azt lehet mondani, mindig is az érdekelt, hogy miért történnek a dolgok, és hogyan. A történelem is érdekel (nyolcadikosként országos 6. lettem), de a kémia jobban megismerhetőnek, egzaktabbnak tűnt. Világlátásom is elég determinisztikus volt abban az időben, még a struktúrákat (társadalom, biológia, kémia, fizika) is mesterségesnek éreztem. Azóta

persze beláttam, hogy az összetettség, bonyolultság a megismerés új törvényszerűségeit indukálja, a jelenségeket leíró csatolt nemlineáris differenciálegyenletek kaotikus tulajdonságairól nem is beszélve.

*Hozzásegítettek-e a pályaválasztásodhoz a versenyeken elért eredmények?*

Eléggé direkt módon, mivel amellett, hogy amúgy is a kémia érdekelt, a szaktárgyi verseny eredmények alapján, abban az évben nem kellett felvételizni a kémia szakokra. Persze normál esetben is lett volna esélyem, de így kényelmesebb volt, és mivel akkor vezették be ezt a rendszert, így két olimpiára is eljuthattam. Abban az időben, még a béketáboron belül sem volt szokásos a külföldi utazgatás, úgyhogy ez is egyfajta jutalom volt a versenyzés élménye mellett.

*Mi a végzettséged és a pillanatnyi foglalkozásod? Maradtál-e a kémiai pályán?*

Az ELTE vegyész szakán végeztem 1980-ban, majd két és fél évre doktori ösztöndíjas lettem az MTA KFKI AEKI-ben, ahol az atomreaktornál neutron aktivációs analitikai kutatásokat végeztem. 1983-tól az MTA KKKI-ben (Központi Kémiai Kutatóintézet, valamint változatos nevű jogutódjaiban) fotofizikával (fluoreszcencia spektroszkópiával) és fotokémiai kinetikával foglalkozom. Ebből lettem előbb kandidátus, majd az MTA doktora is. E témakörökből az ELTE-n speciálkollégiumot és laborgyakorlatot is tartok.

*Nyertél-e más versenyt, ösztöndíjat (hazait, külföldit)?*

Igazából nem nyertem versenyeket, úgy tűnik nem vagyok nyerő alkat. Utoljára az Akadémia Ifjúsági Díjat kaptam, amit persze jó lenne még egyszer megkapni. 1989-ben NRCC (Canada) ösztöndíjjal a montreáli BRI-ben kutattam környezetkémiai fotokémiai témában, míg 1996-tól előbb egy évig kint, majd 2011-ig sok kisebb részletben a göttingeni MPI BPC-vel volt kutatási együttműködésem, ami segített abban, hogy versenyképes kutatásokat tudjak végezni. Hasonlóképpen a szülői támogatás mellett a kinti magasabb ösztöndíjak, is segítettek, hogy a kutatói pályán tudjak maradni.

*Van-e kémikus példaképed (akár kortárs is)? Miért pont ő?*

Manapság valahogy furcsán hat ez a kérdés, inkább a hetvenes éveket (vagy a fiatal kutatók mentalitását) idézi. Azt persze hamar felismeri az ember, hogy a tudomány se egy „igazságos” diszciplína: hiába szorgalmas valaki, tanul és dolgozik sokat, lesznek olyanok, akik sokkal jobbak nála (emellett persze tudományos szélhámosok is vannak özönével). Viszont az ilyen, kivételesen eredményes, nagy tudású emberekre nagy tisztelettel és megbecsüléssel kell tekinteni, de példaképnek választani nincs sok értelme. Fel kell tudni mérni az embernek saját korlátait, és a reálisan megteremthető lehetőségeket is, persze mindkettő valamennyire tágítható. Nagyon fontos, hogy a fiatal kutatónak legyen egy-két színvonalas referenciája, akik véleményére ad, de egy idő után magával kell rendben lennie, egy olyan értékrend alapján, ami vállalható. Maga a tudomány egy furcsa konstrukció, amit nehéz kívülről (pl. mérnökembernek, vagy politikusnak) megérteni, mert valódi eredményt nem igen lehet kierőszakolni, másrészt az igazi kutatókat a munkaidőn túl is hajtja a megismerés vágya.

*Mit üzensz a ma kémia iránt érdeklődő diákoknak?*

Általánosságban azt mondanám, hogy bár semmi garancia nincs rá, hogy a több tudás több boldogsággal, vagy jobb étellel járna, viszont a tanult ember árnyaltabban látja a dolgokat, és érzékeli azt, hogy ha kevesebbet tudna a világról, talán könnyebb lenne az élete, de semmiképp se jobb.

Ami a kémiát illeti, mint annyi más terület, robbanásszerű fejlődése talán lassul (a kémiai ipar részben áthelyeződik keletre, és kémia tanszékek zárnak be Angliában és Németországban is), de annyira része életünknek, hogy rengeteg megoldandó feladat maradt, bár ezek egyre nehezebbek.

A tudománnyal kapcsolatban a fiatalkori képem egy kicsit eltért a valóságtól, ráadásul a tudomány karaktere is jelentősen megváltozott a 90-es évek eleje óta. Érdemes két rövid könyvet elolvasni, annak, akit ilyesmi érdekel (Thomas Kuhn: A tudományos forradalmak szerkezete; Bródy András: Lassuló idő). A tudomány sokban hasonlít a sportokhoz is (csak itt a versenyzők nem tudnak magasra ugrani), részben ez az eredményességének az oka is: szenvedélyesen csinálják, legalábbis a résztvevők legsikeresebb része. Ugyanakkor, sajnos részben rá is

vonatkozik George Orwell meglátása, hogy komoly sportokban a fair-play nem mindig játszik komoly szerepet (bár ugyanakkor van a tudománynak korporatív, közösségi jellege is, és a szigorú eljárási szabályokat elvileg be kell tartani).

Azt szoktam mondani a diákoknak, hogy persze nem árt az, ha valaki okos (bár az igazi kiválóságához valami speciális okosság kell, hogy olyat is meglásson az ember, amit más nem), fontos a szívósság, de legfontosabb a kudarctűrő képesség. Személy szerint az a véleményem, hogy mint a jéghegynél is a csúcsa a legmutatósbab és legértékesebb, de ha talapzatot felolvasztjuk, az is egyre kisebb magasságú lesz. Széchényit követve, úgy látom sok területen és sok kiművelt (autonóm) emberfőre van szüksége az országnak.

Leo Kadanoff kristálytisztn fogalmazta meg, hogy "a legjobb dolog, ami történhet egy kutatóval, hogy látja, hogy valami, amit kitalált, pontosan megfelel a természetben előfordulónak. ...". A probléma az, hogy ez az érzés elég ritkán fordul elő. Fontos, hogy egy kultúrában fennmaradjon annak a bizonyossága, hogy nem minden véleményes, hogy bizonyos kérdéseket meg lehet úgy válaszolni, hogy evidensen helyes a válasz.

*Mi az, amit még szívesen megosztanál a KÖKÉL olvasóival?*

Talán pár szót arról, hogy harmincöt éve elkezdtünk vizsgálni egy kicsit bonyolult reakciórendszert, a benzofenon fotoredukcióját 2-propanollal, ami egy tanreakció, és ezért is érdekelt minket. A reakció egyike volt azoknak, amelyeket a modern fotokémia születésekor 1900 körül vizsgáltak a bolognai egyetemen, és az igazán fontos jellemzői, hogy mik a termékek, már akkor ismertté váltak. A nyolcvanas évek végére, sok munkával és küzdelemmel, sikerült egy elég szép és kompakt leírást adni, amivel nagyon elégedettek voltunk. Azóta újra elő kellett vennünk a rendszert, és bár a korábbi leírás érvényben maradt, kiderült, hogy az elemi folyamatoknak, a körülményektől függően lehet mélyebb szerkezete, mint ahogy az atomnak is vannak részei, és ezeket is érdemes megérteni.

A kémiaversenyekről is szeretnék pár szót ejteni: le kell szögezni, hogy amit a kémiaversenyeken mérnek az nem igazán a kémia, hanem egyfajta pontozható, kémiához kapcsolódó készség és tudás. Ugyanakkor, sok barátomból, aki részt vett ezeken a versenyeken később jó vegyész lett, mert a verseny segíti a plusz erőbedobást a

tanulásban, és a siker a tanulás megszerettetését. Szerintem nagyon hasznos volt, hogy iskolánkban a kémia tanárnők házi feladatmegoldó versenyt szerveztek (hétfői megoldásbeadással), amit az is jelez, hogy szerda reggel sokan várták a faliújságnál, hogy mi a verseny állása. Az alapszintű versenyek nagyon fontosak, (mint régen a városi és megyei labdarugó, kézilabda vagy kosárlabda találkozók), mert ezeken sokan vesznek részt, és újabb és újabb „versenyzők” érhetnek el sikereket, és akik sose lesznek olimpikonok, azok is nagyon élvezik. A jó tanárok mellett, a sportszerűen versengő, lelkes kortárscsoport is fontos az eredmények eléréséhez, mint ahogy a Fasori Evangélikus Gimnázium esete is bizonyítja, ahol a háború előtt, egyes osztályokból igen sok eltérő háttérű, de később nagyon sikeres ember került ki.

Végül a nemzet napszámosságait azzal biztatnám (magamat is), amit Leo Tolsztoj mondott, hogy „attól hogy bizonytalan az aratás, még vetni kell”. Gondolom a gróf úr inkább a mezőgazdasági munka irányításában vett részt, ami szintén fontos.

## Mestersége kémiantanár – Balázs Katalin

### *Bemutakozás*

Balázs Katalin, kémia vezetőtanár vagyok.

Abban a korszakban jártam iskolába, amikor a táborozás az úttörőtábor és az építőtábor jelentette, szombaton tanítási nap volt, kötelezően egyforma köpenyt viseltek a diákok, és a tanári pálya társadalmilag valamelyest nagyobb megbecsülést kapott. Az általános és a középiskola nagyon meghatározó szerepet töltött be az életemben: 12 évig az ELTE Radnóti Miklós Gyakorlóiskolába jártam, oda, ahol később tanárjelöltként is gyakoroltam, és az egyetem elvégzése után tanárként is itt tanítok a mai napig – így a Radnótiban szerzett élményeimből építkeztem a tanári pályámon is. Ráadásul édesanyám (dr. Balázs Lórántné dr. Kukorelli Katalin) is a Radnótiban tanított, így „tanárgyerekként” kellett átvészelnem az iskolai éveimet, majd később kollégákként dolgoztunk együtt ugyanabban a munkaközösségben – szép kihívás volt mindkettőnknek! Fő mentorom Kiss Zsuzsa néni volt, aki kémiára tanított diákként, akinél gyakoroltam tanárjelöltként, és akinek köszönhetem, hogy végül is a Radnótiban maradtam tanárként is.



Mivel a szüleim kémikusok voltak (édesapám, dr. Balázs Lóránt, a kémiai tudományok kandidátusa, szintén az ELTE-n dolgozott, tanított). Bátran mondhatom, hogy kémiai problémák között nőttem fel, hiszen mindennaposak voltak a szüleim közötti szakmai párbeszéd, néha szakmai viták. A gimnáziumban azonban engem elsősorban a biológia érdekelt, biológia-angol tagozatra jártam, a kémiát csak „kényszerből” tanultam, a biológia kedvéért. Emlékszem, otthon, ha előálltam valamilyen kémiai kérdéssel, a szüleim – boldogságukban, hogy mégis csak érdekel a tantárgy – olyan bő lére eresztették a magyarázatot, hogy elment a fél délután. Kénytelen voltam nagyon célirányos kérdéseket feltenni, és ezzel határozottan

csiszolódt a kérdezéstechnikám, – ami nagy segítséget jelentett a későbbiekben :-)

35 éve tanítok, főbb elismeréseim:

2002-ben Trefort Ágoston emléklapot kaptam (az ELTE Tanácsától „kimagasló egyetemi tevékenységéért”).

2015-ben Elismerő Oklevelet kaptam (az Emberi Erőforrások Minisztériumától a Nemzetközi Kémiai Diákolimpián sikeresen szereplő tanulók felkészítésében végzett tevékenységéért).

2015-ben elnyertem a Rátz Tanár Úr Életműdíjat, mely a természettudományokat tanító pedagógusok legrangosabb díja.

*Milyen diák volt? Voltak például csínytevései, kapott-e intőket?*

Ha annak idején megkérdeztek volna, hogy véleményem szerint milyen diák vagyok, kapásból azt feleltem volna, hogy nagyon jó, mivel az év végi bizonyítványom általában jeles rendű volt. Ma már – szülőként és tanárként is – árnyaltabban látom a dolgot. Most azt mondanám, hogy öntörvényű kamasz voltam, sok minden érdekelt a világból, de ha valamihez nem volt kedvem, akkor a kisujjamat sem mozdítottam. Jó példa erre, hogy III. gimnáziumban (a mostani 11. évfolyamot jelenti) 1. félév végén majdnem megbuktam történelemből, mert úgy gondoltam, hogy erre éppen nincs szükségem, – egészen más dolgok érdekelték. Persze aztán mégis csak meg kellett tanulni a történelmet is, annak ellenére, hogy mi nem érettségiztünk történelemből, mert akkor eltörölték ezt az érettségi tárgyat.

*Miért választotta a tanári pályát? Miért éppen a kémia tantárgyat választotta?*

Mindenképpen az ELTE-re szerettem volna járni – többek között azért, mert ELTE gyakorlóiskolába jártam, és tetszett, hogy nálunk próbálják ki magukat a tanárjelöltek, akikkel általában jóban voltunk. Kutató biológusnak akartam jelentkezni, a szüleim azonban azt javasolták, hogy ha komolyan akarok a biológiával foglalkozni, akkor mindenképpen válasszam mellé a kémiát, és tanári diplomával kutató is lehetek, de akár taníthatok is. Így lettem biológia-kémia szakos középiskolai tanár, amit egyáltalán nem bántam meg.



*Milyen tervekkel vágott neki a pedagógusi pályának? Mennyiben valósultak meg ezek?*

Emlékszem, kezdő tanárként majdnem rögtön pályaelhagyó lettem. Bedobtak a mélyvízbe, heti 26 órában 42 fős osztályokat tanítottam biológiára és kémiára (megjegyzem, jelenleg vezetőtanárként fele ennyi órám van, és osztott csoportokban tanítok). 8-tól délután 4-ig tanítottam, és miután hazamentem, leültem készülni a következő napra, majd hulla fáradtan lefeküdtem aludni, hogy másnap ugyanezekre legyen energiám. Szerencsére nem tartott sokáig ez a „zombi” állapot. A tanításba bele lehet rázódni, a gyakorlat során jönnek a módszertani ötletek, mit hogyan érdemes tanítani, magyarázni, milyen kísérleteket érdemes bemutatni stb. Minél lelkesebbek a diákok, annál lelkesebb a tanár is, és fordítva – ez az egymásra hatás sokszor lendített előre a pályám során.

*Volt-e az életében tanárpéldakép, aki nagy hatással volt önre?*

Legmeghatározóbb tanárom Sain Márton volt, Marci bácsi, aki matematikát tanított nekünk gimnáziumban. Nagy tudású, művelt ember volt (ő írta a Nincs királyi út c. matematikatörténeti könyvet). Úgy tanította a matematikát, hogy mindannyian értsük, szeressük, tudjuk – és eközben értékrendet és emberséget is tanultunk tőle. Néhány nekem szóló, személyes mondata a mai napig eszembe jut.

*Mit gondol, mitől jó egy kémiaóra?*

Sokféle jó kémiaóra lehet, nem tudok receptet írni. Az lehet a közös mindegyikben, hogy úgy mennek ki a teremből a diákok, hogy „na, ez jó volt” – ami jelentheti azt, hogy jó volt, mert kísérleteztünk, vagy jelentheti azt is, hogy jó volt, mert olyan témákat feszegettünk, amelyek közvetlenül kapcsolódnak a mindennapokhoz. Vannak olyan elvetemült diákok is, akik absztrakt, elvont, elméleti problémák megértésére mondják, hogy „na, ez jó volt” :-)

*Ön szerint milyen a „jó” gyerek?*

Számomra a jó gyerek kíváncsi, kommunikatív, kreatív és együttműködő. Szerencsére sok ilyen gyereket taníthatok az iskolámban!

*Van kedvenc anyaga vagy kedvenc kísérlete? Miért éppen az?*

Különösebben nincs kedvenc kísérletem, de ha mégis meg kell egyet nevezni, akkor a lőgyapot tenyéren való meggyújtását mondanám. Ezzel arattam a legnagyobb sikereket a Természetkutató Táborban („Termkutban”), amikor még tartottunk bátorságpróbát. Először bemutattam, hogy „tűzet gyújtok” a tenyeremen, aztán a bátraknak oda kellett tartani a saját tenyerüket, hogy azt is „meggyújthassam” – hosszú sorban álltak a 10-14 éves diákok, akiknek a kíváncsisága legyőzte a rettegésüket, és aztán jött a nagy megkönnyebbülés, hogy „hát ez nem is fáj”.

*Ha csak egyetlen (vagy néhány) kémiaórát tarthatna, arra milyen témát választana?*

Egyetlen kémiaóra helyett inkább egy tábort választanék (mint amilyen a fentebb emlegetett Termkut). Ebben a táborban a gyerekek által megtervezett kísérletet lehet összeállítani és kipróbálni, vagy egy „gyilkossági ügyet” lehet „helyszínelőként” megoldani, netán különböző élelmiszereket lehet vizsgálni és „szakvéleményt” kell mondani róluk stb. Ezt a tábort már több, mint 20 éve szervezem 5-8. évfolyamos diákoknak a 9-12. évfolyamos „ifik” segítségével – sőt, öregdiákok is rendszeresen visszajárnak, és részt vesznek a tábori munkában (a szakmai részében is és a programszervezésben is).

*Volt-e olyan pillanat vagy esemény a pályáján, amit különösen emlékezetesnek tart?*

Az első nyolcosztályos gimnáziumi osztályomba járt egy fiú, akivel a nyolc év alatt nagyon sok konfliktusunk volt egymással; egy értelmes gyerek, aki sokkal több energiát fordított arra, hogy hogyan lehet valamilyen munkát megúszni, mint magára a munkára. Eljutottunk az érettségi bankettig, amikor is odajött hozzám, letérdelt, elnézést kért a sok kellemetlenségért, amit okozott, és átnyújtott egy szál vörös rózsát – a meghatottságtól meg sem tudtam szólalni.

*Hogyan látja a kémiaoktatás jelenlegi helyzetét?*

Egyfelől látom, hogy a mai diákok mennyire túl vannak terhelve: napi 6-8 órát ülnek a padban, és azt várjuk tőlük, hogy aktív figyelemmel dolgozzanak a tanórákon – ez után pedig még otthon kell(ene)

tanulniuk, leckét írniuk másnapra. Ugyanakkor azt gondolom, hogy nem az a megoldás, hogy az óraszámokat lecsökkentjük, a tananyagot pedig nem szabjuk ehhez az időkerethez. Semmi értelme végigloholni egy tananyagrészen, ha nincs idő kísérletekre, elmélyülésre, gyakorlásra. Nem az a lényeg, hogy minél nagyobb mennyiségű ismeretet sajátítsanak el a gyerekek, hanem az, hogy megtanuljanak gondolkodni! Önálló kísérleteken, megfigyeléseken keresztül kéne következtetéseket levonni, modellt állítani stb. – erre sajnos nincs idő a jelenlegi kémiaoktatásban.

Egyre inkább látom, hogy a kémia tantárgyon keresztül milyen fontos készségeket, képességeket, kompetenciákat lehet fejleszteni. Sokszor hallani felnőtt emberektől, hogy annak idején, a kémiaórákon teljesen felesleges dolgokat tanultak, mert már fogalma sincs, például, mi az a kovalens kötés. Véleményem szerint azonban nem a kovalens kötésre kell emlékezni még 20 év múlva is egy diáknak, mert az ismereteket mindannyian elfelejtjük, ha nem használjuk. Sokkal inkább, például, a kovalens kötésről kell gondolkodni a kémiaórán, hogy az absztrakciós gondolkodást, modellalkotást fejlessze, mert ez az, ami megmarad – és lehet, hogy nem is fogja tudni az illető, hogy ez a készsége, képessége éppen a kémiaórán fejlődött.

*Mivel foglalkozik legszívesebben, amikor éppen nem dolgozik? Mit osztana meg a munkáján kívüli életéből?*

Nagyon röviden, címszavakban: család, kert, utazás. Van két felnőtt gyerekem, nagy öröm velük lenni, főleg, ha kibővül a család egyéb testvérekkel, unokatestvérekkel és unokával is. Alsóörsön van egy kiskertünk, igyekszem a legnagyobb odafigyeléssel beültetni, ápolni – ez sok munkát és örömet jelent. Utazni pedig a világ bármely pontjára (ami természetesen Magyarországot is jelentheti), nagyon szívesen megyünk a párommal.

*Mit tanácsolna a kezdő tanároknak, vagy azoknak, akik tanári pályára készülnek?*

Nagyon hálátlan a tanári pálya abból a szempontból, hogy a pedagógiai hatások, eredmények soha nem azonnal érzékelhetők. Sokkal lassabban hatnak, sokszor évek vagy évtizedek múlva jön rá valaki, hogy, igen, akkor és ott milyen jó volt, hogy az a bizonyos figyelmeztető

mondat elhangzott; vagy, igen, érdemes volt nyúzni az ionképletek írását, mert a mai napig értem a logikáját stb. Ha valaki nem sűrgeti a befektetett munkájának minél előbbi „megtérülését”, hanem van türelme kivárni azt, akkor viszont nagyon hálás hivatás a tanári pálya.

*Milyen terveik vannak az elkövetkezendő évekre?*

Még 5 évem van a nyugdíjig, de utána sem tervezek mást, mint amit most is csinállok a szabadidőmben. Akinek van hobbija, társasága, annak valószínűleg sokkal könnyebb az egyikféle aktív munkából egy másféle tevékeny életbe megelégedéssel, örömmel „átnyergelni”.

## 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:

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

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

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 ötvözete (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**) ( $27,05 \text{ m/m}\%$ ) és oxigént ( $56,47 \text{ m/m}\%$ ) 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  $500 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra hevítve bomlást szenved, amely során **G** vegyületté és **H** gázzá alakul át. **D**-t tovább hevítve  $800 \text{ }^\circ\text{C}$  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:  $46,93 \text{ m/m}\%$  **C**,  $43,54 \text{ m/m}\%$  **O** és  $9,53 \text{ m/m}\%$  **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  $\text{C}_8\text{H}_{14}$ . 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:  $\text{C}_8\text{H}_{14}\text{Br}_2$ .

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

A **B** vegyületet  $80 \text{ }^\circ\text{C}$ -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).

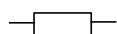
*a) Írd fel az a, b, és d folyamatok rendezett egyenleteit!*

*b) Miért van szükség a c forralásra?*

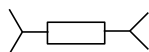
- c) Megvalósítható-e a titrálás? Az AgI csapadék megjelenésekor kapott fogyás értéke összhangban van a nikkell-klorid bemérési mennyiségével?
- d) Számítsd ki az így definiált végpontban az egyes ionok koncentrációját (az ammónia jelenlététől eltekintve)!
- e) Ez a mérés elvégezhető-e kadmium(II)-ionok 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)

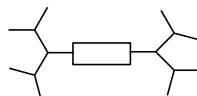
**H310.** A polimerkémia egyik aktívan kutatott területe az úgynevezett dendrimerek vizsgálata. Ezek olyan makromolekulák, amelyek szabályos módon épülnek fel, és ismétlődő elágazásokkal egyre nagyobbá tehetőek (ahogy egy családfa is elágazik). A folyamat szematikus ábrája:



mag

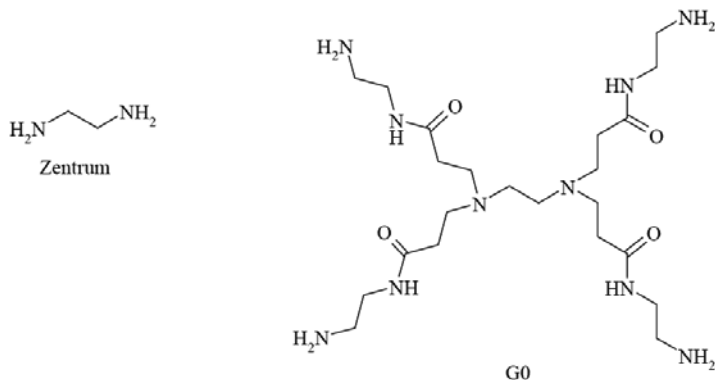


0. generáció (G0)



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)

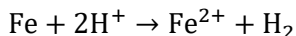
## Megoldások

**K307.** A 16,03 g NaCl 0,274 mol. Ennek a fele származik a keresett vegyületből, másik fele a semlegesítés során keletkezett. A feladat triviális megoldásai olyan nátriumtartalmú vegyületek, amelyek anionjából sósav hatására, bepárlással maradéktalanul eltávolítható anyag keletkezik ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{HCN}$ , stb.) A fémnátrium nem jó megoldás, mivel az nem színtelen. Néhány példa a jó megoldásra [m/g]:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  [7,26];  $\text{NaHCO}_3$  [11,51];  $\text{NaCN}$  [6,71];  $\text{NaOH}$  [5,48];  $\text{Na}_2\text{O}$  [4,24];  $\text{Na}_2\text{O}_2$  [5,34].

A feladatnak még jó megoldása lehet a jég, ekkor a hozzáadott sósavval megegyező tömegű (100 g) jeget adunk a sósavhoz, hogy megkapjuk az 5%-os oldatot. Hasonlóan trükkös megoldás lehetne még a NaCl is. De ekkor is azonos tömegű NaCl-ot kéne feloldani sósavban, viszont ilyen töménységű oldatot nem lehet készíteni.

(Berta Máté)

**K308.** a) A vas standard elektródpotenciálja negatív érték ( $\varepsilon^\circ_{\text{Fe}/\text{Fe}^{2+}} = -0,44 \text{ V}$ ), tehát a savas oldatban lévő  $\text{H}^+$ - ionok is képesek oxidálni a vasat. A savas oldat tehát roncsolja Vendel hálóját.



b) Nem érdemes a már kissé rozsdás fémhálót a feladatban leírt bevonatrendszerrel védeni. A felületi egyenletlenségek miatt ugyanis a bevonat könnyen lepattog a már kissé rozsdás részről, ahol nedvesség hatására helyi elem alakul ki. Itt a vasfelület úgy viselkedik, mint egy galvánelem, amelyiknek a két pólusa ráadásul érintkezik egymással. A negatív pólusnak (anód) megfelelő fémfelületen vasatomok oxidálódnak, hátramaradó elektronjaikat az oxidáció helyétől nem messze lévő területeken a fémfelületet (vas) borító vékony vízrétegben oldódó oxigén veszi fel. Ez képviseli ennek az úgynevezett helyi elemnek a pozitív pólusát (katódját). A háló tehát tovább korrodálódik.

c) A teljes bevonat nem készíthető el a c) pontban leírt módon. A felhasznált fémek standard elektródpotenciáljai csökkenő sorrendben (vagyis növekvő oxidációra való hajlam szerint):

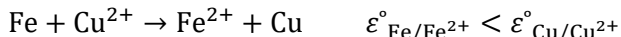
$$\varepsilon^\circ_{\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}} = +0,34 \text{ V}$$

$$\varepsilon^{\circ}_{\text{Ni}/\text{Ni}^{2+}} = -0,26 \text{ V}$$

$$\varepsilon^{\circ}_{\text{Fe}/\text{Fe}^{2+}} = -0,44 \text{ V}$$

$$\varepsilon^{\circ}_{\text{Cr}/\text{Cr}^{3+}} = -0,74 \text{ V}$$

Ezek alapján a különböző oldatokba mérítés során lejátszódó reakciók egyenletei:



Ha mégis sikerülne valahogy Ni-bevonatot készíteni, arra a Cr nem válna ki az oldatból:



Tehát csak az első réteget tudjuk ilyen módon felvinni a vashálóra.

d) A bevonatot képző fémeknek a bevonás sorrendjében csökken a standard elektródpotenciáljuk, vagyis nő az oxidációkészségük. Ezért a külsőbb fémek addig fogják védeni a belsőbb rétegeket, míg teljesen el nem oxidálódnak, ez pedig nagyban növeli Vendel vashálójának várható élettartamát.

$$\varepsilon^{\circ}_{\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}} > \varepsilon^{\circ}_{\text{Ni}/\text{Ni}^{2+}} > \varepsilon^{\circ}_{\text{Cr}/\text{Cr}^{3+}}$$

*A feladat nem bizonyult kimondottan könnyűnek, jó pár beküldő nem vette figyelembe a feladatban szereplő anyagok standard elektródpotenciálját/ fémek redukáló sorát a megoldás során. A készülő bevonat hatékonyságát firtató kérdés esetén különösen népszerű válasz volt egy galvanizáló cég internetes ismertetőjének tartalma, amelynek igazságtartalma bár helytálló, nem sok konkrétumot tartalmaz Vendel problémáját illetően.*

(Boller Balázs)

**K309.** a) A fehér törpe tömege  $1,05 \cdot M_{\text{Nap}} = 2,1 \cdot 10^{30}$  kg. Ez kb.  $1 \cdot 10^{56}$  db szénatomnak felel meg.

Ismerve a gyémánt sűrűségét, térfogatára  $6,2 \cdot 10^{26} \text{ m}^3$  adódik. Ez a Föld térfogatának ( $1,1 \cdot 10^{21} \text{ m}^3$ ) kb.  $5,6 \cdot 10^5$ -szerese.

b) A fent kiszámolt térfogat valóban ellentmondásban áll azzal, hogy a kérdéses fehér törpe mérete a Földdel összemérhető. Így a fehér törpét

alkotó anyag sűrűsége extrém nagy, esetünkben kb.  $2 \cdot 10^6 \text{ kg/dm}^3$ -nak adódik. Ez nyilvánvalóan nem lehet a gyémánt valamilyen nagy nyomású „változata”, hiszen ilyen mértékű összenyomódás a „hagyományos” kémiai kötések megléte mellett lehetetlenség. Képtelenség bármely más szénmódosulat (grafit, lonsdaleit stb.) jelenléte is.

Úgy képzelhető el jóval szorosabb elhelyezkedés, hogy az atomok megszűnnek létezni, az atommagot körülvevő elektronfelhő, amely eddig rendkívül sok „helyet foglalt” az atommagok között, többé nem akadályozza az atommagok közelebb kerülését. Az anyag ilyen állapotát plazmának hívják, és a fizikai leírása jóval bonyolultabb annál, mintsem hogy azt egyszerűen röpködő atommagok és elektronok sokaságának képzeljük. Viszont megfelelő körülmények között rendkívül kis térfogatra összezsugorodhat. Ilyen körülmény lehet egy csillag gravitációs összeomlása (kollapszusa) akkor, amikor a belső energiatermelése lényegesen lecsökken. Ugyanakkor elméleti számítások arra utalnak, hogy a lehűlőben lévő, gravitációs kollapszuson átesett fehér törpe anyaga a belsejében uralkodó extrém nagy nyomáson – bizonyos hőmérséklet alatt – kristályos szerkezetűvé válhat, vagyis az atommagok kristályrácsszerűen rögzített pozícióba kerülnek.

c) A szénhez (gyémánthoz) hasonlóvá teszi a szénatommagok jelenléte és azok kristályrácsszerű elhelyezkedése. Viszont egyértelmű különbség, hogy nem atomok alkotják, és szó sincs azok között kialakuló kovalens kötésekről. A kristályos plazma szerkezete alapvetően más, mint a megszokott gyémántrács. Gyémántnak nevezni tehát ezt a „hideg” fehér törpét, leginkább hatásvadász csúsztatás.

Vendel tehát a kérdésben szereplő szénatom kifejezést nehezményezheti.

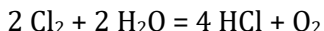
*A feladat első részét sokan helyesen oldották meg, de a magyarázatok – amelyeket nem vártunk ilyen mélységben – már keményebb diót jelentettek. Teljes válasz nem született. Jó gondolatokat fogalmazott meg Kósa Zoltán és Horváth Emese Dorka.*

(Zagyai Péter)

**K310.** a) A klóros vízből nem képzelhető el sokféle gáz felszabadulása. A klór kiválása kevéssé valószínű csak fény hatására abból az oldatból,



amiben oldódott. Ugyanígy nem hihető egy oxidáló oldatból hidrogén felszabadulása, és a remekül oldódó hidrogén-klorid sem fog vizes oldatból eltávozni. Lehetséges alternatívaként az oxigén marad csupán, és ez a reakció fel is lelhető a szakkönyvekben. Analógja, a nátrium-hipoklorit bomlása oxigénné és nátrium-kloriddá, az oka a hypóoldat korlátozott eltarthatóságának. A klór valóban erősebb oxidálószer az oxigénnél.



b) Az ezen a módon elbomlott klór anyagmennyisége a fejlődött oxigén anyagmennyiségének kétszerese, 42,8 mmol, azaz 3,04 g. Ez az oldat tömegének 0,61 %-a volt.

*A viszonylag egyszerű feladat a beküldők többségén kifogott, sokan klórgáznak gondolták a fejlődő gázt, de atomos oxigén is előfordult. Maximális pontszámot egyedül Karvaly Krisztián Márk kapott.*

(Magyarfalvi Gábor)

**K311.** a) A  $104^\circ\text{C}$   $x$  tömegszázalékos cukoroldat forráspontja. Az adatok alapján:

$$\frac{106,5 - 103}{70 - 60} = \frac{104 - 103}{x - 60}$$

ahonnan kapjuk, hogy  $x = 62,86$ , azaz a szirup 63 tömegszázalékos. Így az oldat tömege  $0,50 \text{ kg} / 0,629 = 0,795 \text{ kg}$ , tehát  $0,20 \text{ kg}$  vizet párologtattunk el.

b) A kandírozás során a gyümölcsből a víz távozik, helyére cukor kerül. Ennek hajtóereje, hogy a cukorszirupban nagyobb az ozmózisnyomás, mint a gyümölcsben, ezért a víz kidiffundál, a cukor pedig be a gyümölcsbe, amely még az ozmózisnyomás-különbségének hatásra zsugorodik is.

c) Ha a gyümölcs cukortartalma elég magas (40-50% feletti), akkor olyan kicsi a víztartalma, és olyan nagy a gyümölcsben uralkodó ozmózisnyomás, hogy nem megfelelő táptalaj a lebontó baktériumoknak és penészgombáknak. Ezáltal lehet kandírozással tartósítani.

d) Az a) feladatban használt interpolációs képlet szerint a  $108,3^\circ\text{C}$  forráspontú cukoroldat 73,3 tömegszázalékos, a  $105,1^\circ\text{C}$  forráspontú

pedig 66 tömeg%-os. A gyömbér behelyezése előtt az oldat 0,50 kg cukrot tartalmazott, és tömege  $0,50 \text{ kg} / 0,733 = 0,682 \text{ kg}$  volt, tehát 0,182 kg víz volt az oldatban. A gyömbérral való forralás után 820 gramm volt a gyümölcs és a szirup együtt, ez azt jelenti, hogy 512 g víz párolgott el. 440 g gyümölcs keletkezett, és 380 g szirup, amelyben  $0,38 \text{ kg} \cdot 0,66 = 0,251 \text{ kg}$  cukor és 0,129 kg víz. Tehát elmondhatjuk, hogy a víztartalom abszolútértékben csökkent a kandírozás során, de a szirup maga hígabb lett.

e) A gyömbérben  $0,50 \text{ kg} - 0,252 \text{ kg} = 0,249 \text{ kg}$  cukor van. Tehát a cukortartalma  $0,249 / 0,5 = 57 \text{ m/m}\%$ .

*A feladatra több hibátlan megoldás is született. Az interpoláció helytelen használata, az indoklás hiánya, adatok hibás felhasználása, illetve hiányos megoldások miatt történtek pontlevonások. Nagyon szép megoldást adott be Ficsor István Dávid, Horváth Emese Dorka, Soós Anita Zolna, és további szép, de nem hibátlan megoldása volt Kósa Zoltánnak, Ármós Csabának és az EKB csapatának.*

(Borbás Réka)

**K312.\*** A feladat adatai 3 értékes jegy pontossággal vannak megadva, így a kért végeredményeket is ilyen pontossággal adjuk meg.

a) Mivel a tömegkoncentráció és az anyagmennyiség-koncentráció között egyenes arányosság van (az arányossági tényező a moláris tömeg), így akár a tömegkoncentráció, akár az anyagmennyiség-koncentráció értékeket behelyettesíthetjük a megoszlási hányados képletébe. Mivel a feladat tömegkoncentrációt adott meg, így az egyszerűség kedvéért itt ezzel számolok.

$50 \text{ cm}^3 = 0,05 \text{ dm}^3$   $0,100 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3}$  tömegkoncentrációjú jóddoldat 0,005 g jódot tartalmaz. A megoszlás során kerüljön át ebből  $x$  g tömegű jód a szerves fázisba. Ekkor a vizes fázisban  $(0,005 - x)$  g jód marad. Ezeket az adatokat a megoszlási hányados képletébe helyettesítve (ahhoz, hogy tömegkoncentrációt kapjunk, a megfelelő tömegeket el kell osztanunk az adott fázis térfogatával):

$$K_D = \frac{\frac{x}{0,01 \text{ dm}^3}}{\frac{0,005 - x}{0,05 \text{ dm}^3}} = \frac{5x}{0,005 - x}$$

Innen  $x$ -et kifejezve:

$$x = \frac{0,005K_D}{5 + K_D}$$

A szén-tetrakloridra, valamint a Volasilra vonatkozó megoszlási hányadost behelyettesítve adódik, hogy a szén-tetraklorid esetén 0,00474 g, míg a Volasil esetén 0,00454 g jód került át az apoláris fázisba. Előbbi a kezdetben a vizes fázisban lévő 0,005 g jódnak 94,7, utóbbi pedig a 90,7 %-a.

b) A szén-tetrakloridba átkerült 0,00474 g jód a Volasilba átkerült 0,00454 g jódnak a 104,40 %-a, ami azt jelenti, hogy 4,40 %-kal több jód került át a szén-tetrakloridos fázisba, mint a Volasilos fázisba. (Volt, aki az előző feladatrészen kapott két százalékos végeredmény különbségét adta meg itt válaszul, amit szintén elfogadtam.)

c) Az első megoszlásra az a) feladatrészhöz hasonló egyenlet írható fel, annyi különbséggel, hogy most a szerves fázis térfogata feleakkora, mint korábban. Legyen most  $y$  a szerves fázisba átkerülő jód tömege. Ekkor az a) részhez hasonló megfontolások alapján a következő egyenlet írható fel:

$$K_D = \frac{\frac{y}{0,005 \text{ dm}^3}}{\frac{0,005 - y}{0,05 \text{ dm}^3}} = \frac{10y}{0,005 - y}$$

Innen  $y$ -t kifejezve:

$$y = \frac{0,005K_D}{10 + K_D}$$

A szén-tetrakloridra, valamint a Volasilra vonatkozó megoszlási hányadost behelyettesítve adódik, hogy a szén-tetraklorid esetén 0,004499 g, míg a Volasil esetén 0,004153 g jód került át az apoláris fázisba az első megoszlás során. Ez azt jelenti, hogy rendre  $5,01 \cdot 10^{-4}$  g, illetve  $8,47 \cdot 10^{-4}$  g jód maradt a vizes fázisban. Ebből a mennyiségből a szén-tetraklorid esetén kerüljön át  $a$  g, míg a Volasil esetén kerüljön át  $b$  g jód a szerves fázisba a második átrázás során. Így a korábbiakhoz hasonló elvek mentén a következő két egyenlet írható fel (az első a szén-tetraklorid esetére, a második a Volasil esetére vonatkozik):

$$89,9 = \frac{\frac{a}{0,005 \text{ dm}^3}}{\frac{5,01 \cdot 10^{-4} - a}{0,05 \text{ dm}^3}} = \frac{10a}{5,01 \cdot 10^{-4} - a}$$

$$49,0 = \frac{\frac{b}{0,005 \text{ dm}^3}}{\frac{8,47 \cdot 10^{-4} - b}{0,05 \text{ dm}^3}} = \frac{10b}{8,47 \cdot 10^{-4} - b}$$

Az egyenleteket megoldva adódik, hogy szén-tetraklorid esetén a második megoszlás során  $4,51 \cdot 10^{-4}$  g, míg Volasil esetén  $7,03 \cdot 10^{-4}$  g jód kerül át a szerves fázisba. Így a két átrázás során összegezve az átkerült jód mennyiségét, szén-tetraklorid esetén 0,004950 g jód került át a szerves fázisba, míg Volasil esetén ez az érték 0,004856 g. Ez a kezdeti 0,005 g-os teljes jódmennyiségnek a 99,0, illetve a 97,1 %-a. A szén-tetrakloridos átrázás során átkerülő 0,004950 g-os jódmennyiség a Volasilos átrázás során átkerülő 0,004856 g-nak a 101,94 %-a, ami azt jelenti, hogy ezúttal a szén-tetrakloridos átrázás már csak 1,94 %-kal volt hatékonyabb.

Látható tehát, hogy a Volasil hatékonyan alkalmazható a szén-tetraklorid kiváltására, hiszen nem teljesít annál jelentősen rosszabbul a kísérletek során.

*A feladat a versenyzők számára viszonylag könnyűnek bizonyult, a megoldások  $\frac{3}{4}$ -e hibátlan vagy közel hibátlan volt. Az átlagpontszám ennek megfelelően 7,88 lett.*

(Csorba Benjámín)

**K313\*.** a) 5 g só oldása során 0,315 g oldhatatlan szennyező maradt vissza, ami a minta tömegének  $(0,315/5) \cdot 100 = 6,3\%$ -a.

b) A technikai szóda 10,0 g-ja 0,63 g szennyeződést tartalmaz. 130 °C-on hevítve az 59,0%-nak megfelelő 5,9 g víz távolítható el, a minta többi részét (3,47 g)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  alkotja. A  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  és a víz mólaránya:

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3):n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{3,47 \text{ g}}{106 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} : \frac{5,9 \text{ g}}{18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 1:10$$

Tehát a dobozban található szóda  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$  volt.

c) Ha a 227,3 g só tiszta  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$  lenne, akkor a  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  tömege  $227,3 \cdot 106/286 = 84,24$  g, melynek feloldásához  $35^\circ\text{C}$ -on összesen  $84,24 \cdot 100/48,7 = 172,98$  g víz szükséges. Azonban ennek egy része ( $227,3 - 84,24 = 143,06$  g) a kristályvízből származik, így az oldáshoz csak további 29,92 g ( $29,92 \text{ cm}^3$ ) vizet kell használni.

d) A 227,3 g minta valójában 14,32 g szennyeződést, 78,87 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -ot és 134,11 g vizet tartalmazott. Ehhez további 29,92 g vizet adtunk, így az összes víztartalom 164,03 g lett.  $0^\circ\text{C}$ -ra lehűtve kivált valamennyi kristályos szóda (mennyisége legyen  $x$  mol) és egy telített oldat maradt vissza. A kivált  $x$  mol kristályos szóda ( $106 \cdot x$ ) g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -ot és ( $180 \cdot x$ ) g vizet tartalmaz. Mivel a kapott oldat telített, benne az oldhatóságnak megfelelően

$$\frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{7,0}{100} = \frac{78,87 - 106 \cdot x}{164,03 - 180 \cdot x}$$

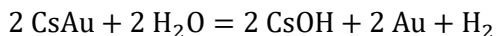
Az egyenlet megoldása  $x = 0,7215$  mol, tehát a kinyerhető kristálysóda tömege  $0,7215 \cdot 286 = 206,35$  g.

*Az átlagpontszám 7,3 pont lett. Maximális pontszámot hárman kaptak: Al-Hag Johanna Iman, Ficsór István Dávid és Huszka Szabolcs.*

(Balbisi Mirjam)

**K314\***. A titrálás esetén a sav névleges koncentrációjának és faktorának szorzataként megkapható a tényleges koncentráció, majd ennek a fogyással vett szorzatából a hidroxid-ionok anyagmennyisége a titrált részletben. A teljes mintára ennek tízszerese,  $9,6924 \cdot 10^{-3}$  mol adódik. A fémion a jól oldódó erősen bázikus hidroxid alapján feltételezhetően alkálifémé, anyagmennyisége így megegyezik a hidroxidéval. A hexakloro-cerát(IV)-oldattal való lecsapásban említett felesleg valószínűsíti, hogy nem Ce(IV)-hidroxid válik ki (ez nem is szolgáltatna új számadatot) és mivel az alkálifémek kloridjai vízben oldhatók, éljünk a feltételezéssel, hogy a fém magával a komplex ionnal válik le,  $\text{M}_2[\text{CeCl}_6]$  formájában. Ekkor  $4,8462 \cdot 10^{-4}$  mol só válik le, a só moláris tömege (a fémé legyen  $x$ ) ( $2x+352,82$ ) g/mol, amelyek segítségével a tömegből megkapható, hogy  $x=132,905$  g/mol, amely megfelel a céziuménak. Kiszámolható, hogy nagyobb töltésű fémekkel nem is kapható értelmes eredmény. (Beírva az internetes keresőbe angolul a „hexakloro-cerát csapadék” kifejezést, az első pár találatban

fellelhetjük a cézium említését, majd Wikipédián is megtalálhatjuk, hogy valóban, a cézium-hexakloro-cerát(IV) só egy csapadék.) Az eredeti mintában ismét csak kiszámolható, hogy egyedül CsM' összetétel esetén kapunk értelmes megoldást, ekkor M' moláris tömege 196,967 g/mol-nak adódik, amely megfelel az aranyénak. Az interneten megtalálható, hogy a cézium-aurid egy valóban létező só (valóban különleges összetétellel). Vízzel való reakciójának rendezett egyenlete:



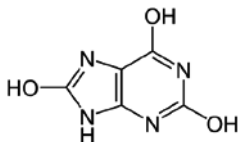
*Sajnos most is volt még olyan, aki csak a végső egyenletet küldte be, pedig a pontok nagy része bizony a kidolgozásra jár! Ezen kívül ajánlom, hogy a megoldás feltételezéseit és azok jogosságát legalább megjegyzésben írjátok le (a fémek töltései és a sók összetételei). A feladatot ezzel együtt is mindenki megoldotta, gratulálunk a beküldőknek!*

(Szobota András)

**H296. a)** A lejátszódó reakció egyenlete (C<sub>5</sub>H<sub>4</sub>N<sub>4</sub>O<sub>3</sub> a húgysavat jelöli):



b) A húgysav savas kémhatását a laktim-laktám tautóméria alapján az alábbi szerkezet magyarázza (az oxigéneken lévő hidrogén a savas tulajdonságú, a javítás során más savas kémhatást magyarázó szerkezetet, a laktim-laktám tautóméria nem minden lehetséges helyen való felírását is elfogadtuk):



A feladat szövege alapján 1 liter vízben 64 mg húgysav oldódik. Ez olyan csekély mennyiség, hogy az oldódás következtében bekövetkező térfogatváltozást elhanyagolhatjuk, így a telített oldat tömegkoncentrációja 64 mg/l. A húgysav moláris tömege 168 g/mol, amivel a tömegkoncentrációt elosztva, adódik, hogy a telített oldat anyagmennyiség koncentrációja  $3,81 \cdot 10^{-4}$  M.

Nyilvánvaló, hogy a húgysav savas kémhatása miatt 7-nél kisebb lesz a telített oldat pH-ja, azaz a pH a  $pK_{a,2}$  értékétől (11,3) több mint 4-gyel kisebb. Ez alapján a második savi disszociáció elhanyagolható mértékben megy csak végbe (az előbbi két adat alapján a kétszeresen deprotonált forma egyensúlyi koncentrációja kevesebb, mint  $10^{-4}$  része az egyszeresen deprotonált formáénak, ami hasonlóan igaz a második disszociációból származó oxóniumionok mennyiségére az első disszociációból származókhöz képest). Így a pH számítása szempontjából a húgysav kezelhető egyértékű gyenge savként.

A  $3,81 \cdot 10^{-4}$  M kezdeti húgysavkoncentrációból disszociáljon  $x$ . Ekkor keletkezik  $x$  koncentrációban oxóniumion, valamint egyszeresen deprotonált húgysav. Ezeket az első savi disszociációs állandó képletébe behelyettesítve:

$$10^{-5,4} = \frac{x^2}{3,81 \cdot 10^{-4} \text{ M} - x}$$

Ennek a másodfokú egyenletnek az egyetlen pozitív valós (kémiailag értelmes) megoldása  $x = 3,70 \cdot 10^{-5}$ . Ehhez képest a víz autoprotolíziséből származó oxóniumion-mennyiség elhanyagolható. Így a telített oldatra  $\text{pH} = -\lg(3,70 \cdot 10^{-5}) = 4,43$  teljesül.

c) Látható, hogy mindkét vizsgált pH és a  $pK_{a,2}$  különbsége 4-5 körüli, így az előző feladatrészhez hasonló okokból a második savi disszociáció ismét elhanyagolható. Fontos ugyanakkor látni (ezt sok versenyző elrontotta), hogy a vér és a vizelet pH-ját nem csak a húgysav befolyásolja (más oldott anyagokat is tartalmaznak ezek a rendszerek), így az oxóniumionok nem csak a húgysavból származnak, vagyis az oxóniumionok és az egyszeresen deprotonált húgysav koncentrációja nem azonos.

Az előző feladatrészhez hasonló módon a tömegkoncentrációkból az anyagmennyiség-koncentrációk kiszámolhatóak. Így a vizelet esetén  $2,38 \cdot 10^{-3}$  M, míg a vérplazma esetén  $2,38 \cdot 10^{-4}$  M adódik a kezdeti húgysav-koncentrációra (jelöljük ezeket a koncentrációkat  $c$ -vel). Ennek egy része (legyen  $y$ ) az egyensúlyban is disszociálatlan formában marad, míg a maradék, azaz  $c - y$  egyszeresen deprotonálódik. A megadott első savi disszociációs állandó és a pH értékek alapján a következő egyenlet írható fel:

$$10^{-5,4} = \frac{10^{-\text{pH}} \cdot (c - y)}{y}$$

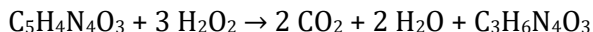
Innen  $y$  értékét kifejezve:

$$y = \frac{10^{-\text{pH}} \cdot c}{10^{-\text{pH}} + 10^{-5,4}}$$

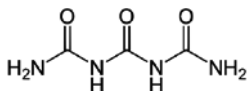
A kiszámolt  $c$  értékeket és a megadott pH-kat rendre behelyettesítve a vizelet esetén  $5,71 \cdot 10^{-4}$  M, míg a vérplazma esetén  $2,36 \cdot 10^{-6}$  M egyensúlyi disszociálatlan hűgysav-koncentráció adódik.

Természetesen az, aki elhanyagolások nélkül, de helyesen számolt, szintén megkaphatta az előző két részre járó maximális pontszámot.

d) A lejátszódó reakció egyenlete:



A triuret szerkezete:



A triuret a biurethez hasonlóan adja a biuretpróbát. A triuret és a biuret között szerkezeti hasonlóság van: a triuret a biurethez képest eggyel több amidcsoportot tartalmaz.

*A feladat viszonylag könnyűnek bizonyult, az átlagpontszám 7,43 volt. Hibátlan, illetve közel hibátlan (minimum 9,5 pontos) megoldást adott be Benkő Dávid, Fajsi Bulcsú, Fraknói Ádám, Juhász Benedek, Kozák András, Mészáros Bence és Simon Vivien Klaudia.*

(Csorba Benjámin)

**H297.** A szfalerit köbös elemi cellájában 4 db cinkatom van, mind a négy a cella belsejében. Kénatom nyolc van a csúcsokon és hat a lapokon. Egy csúcs nyolc elemi cella közös része, egy lap két elemi cellát választ el, így egy cellához összesen  $8/8 + 6/2 = 4$  kénatom tartozik (ez a  $\text{ZnS}$  sztöchiometria miatt amúgy sem különbözhet a cinkatomok számától). A sűrűség egy elemi cella tömegének és térfogatának hányadosa:



$$\rho_{\text{ZnS}} = \frac{4M_{\text{ZnS}}}{N_A d^3}$$

Ezt a képletet célszerű következetesen SI alapegységekkel használni (tehát a  $\rho$  sűrűséget kg/m<sup>3</sup>-ben, a  $M$  moláris tömeget kg/mol-ban az  $N_A$  Avogadro-állandót pedig 1/mol egységben behelyettesíteni). Így a cellaállandó:

$$d = \sqrt[3]{\frac{4M_{\text{ZnS}}}{N_A \rho_{\text{ZnS}}}}$$

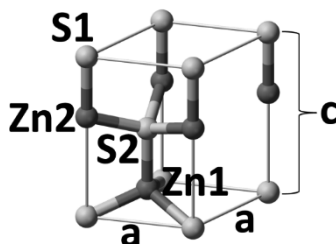
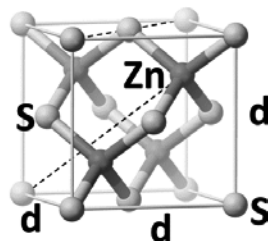
Az ábrán jól látható, hogy a Zn–S kötéstávolság éppen a térátló egynegyede, tehát:

$$d_{\text{ZnS}} = \frac{\sqrt[3]{3}}{4} d$$

A moláris tömeg 0,09744 kg/mol, a sűrűség 4090 kg/m<sup>3</sup>, ezeket behelyettesítve a képletbe  $d = 5,41 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 541 \text{ pm}$  és  $d_{\text{ZnS}} = 234 \text{ pm}$ . Ebben a szerkezetben a két, egymáshoz legközelebb lévő kénatommag közötti távolság éppen a lapátló fele, így a kénatom kovalens sugara nem lehet több a lapátló negyedénél:

$$r_S \leq \frac{\sqrt[3]{2}}{4} d = 191 \text{ pm}$$

A wurtzit szerkezetében az  $a$  oldal éppen a két legközelebbi kénatom távolsága, vagyis a köbös szerkezetben a lapátló felével egyenlő, tehát  $a = 383 \text{ pm}$ . A  $c$  oldal ugyanannyi, mint a négy kénatomból álló tetraéder magasságának kétszerese, hiszen az S2 kénatom éppen az elemi cella középsíkjában van. Az alaplapon lévő kénatomtól a Zn1 felé húzott kötés által az alaplappal bezárt szög éppen a tetraédes szög és a derékszög különbsége, vagyis  $19^\circ 28'$ , így a Zn1-atom távolsága az alaplaptól  $d_{\text{ZnS}} \cdot \sin 19^\circ 28' = 78 \text{ pm}$ , vagyis a  $c$  oldal hossza  $c = 2 \cdot 78 + 2 \cdot 234 = 624 \text{ pm}$ . Így egy elemi cella térfogata  $383 \cdot 383 \cdot \sin 60^\circ \cdot 624 = 7,93 \cdot 10^7 \text{ pm}^3$ . Ez éppen a fele a szabályos elemi



cella térfogatának ( $541^3 = 1,58 \cdot 10^8 \text{ pm}^3$ ). A hexagonális cella belsejében egy Zn-atom van, élein négy. Egy élen lévő atom négy cella közös része, így egy cellához összesen  $1 + 4/4 = 2$  Zn-atom, így ugyanennyi kénatom is tartozik. Tehát az elemi cellában lévő tömeg is fele a szabályos cellában lévőének, vagyis a wurtzit és a szfalerit sűrűsége azonos ( $4,090 \text{ g/cm}^3$ ).

Ha a wurtzit és a szfalerit sűrűsége azonos, akkor a gyémánt és a lonsdaleit sűrűségének is azonosnak kell lennie ( $3,52 \text{ g/cm}^3$ ).

A szfaleritnél leírtak szerint a gyémánt és a szilícium sűrűségéből a C–C illetve Si–Si kötés távolsága a következő képlettel határozható meg:

$$d_{\text{C-C}} = \frac{\sqrt{3}}{4} \sqrt[3]{\frac{8M_{\text{C}}}{N_{\text{A}}\rho_{\text{C}}}} \quad d_{\text{Si-Si}} = \frac{\sqrt{3}}{4} \sqrt[3]{\frac{8M_{\text{Si}}}{N_{\text{A}}\rho_{\text{Si}}}}$$

Ha a kovalens sugarak átvihetők a kristályszerkezetek között, akkor a szilícium-karbidban a kötéstávolság a C–C és a Si–Si kötés távolságának számtani közepe lesz:

$$d_{\text{C-Si}} = \frac{d_{\text{C-C}} + d_{\text{Si-Si}}}{2}$$

A szilícium-karbid sűrűsége és kötéstávolsága közötti összefüggés:

$$d_{\text{C-Si}} = \frac{\sqrt{3}}{4} \sqrt[3]{\frac{4M_{\text{SiC}}}{N_{\text{A}}\rho_{\text{SiC}}}}$$

Az előző négy egyenlet összehasonlításából:

$$\sqrt[3]{\frac{4M_{\text{SiC}}}{\rho_{\text{SiC}}}} = \sqrt[3]{\frac{M_{\text{C}}}{\rho_{\text{C}}}} + \sqrt[3]{\frac{M_{\text{Si}}}{\rho_{\text{Si}}}}$$

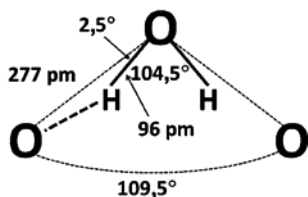
Átrendezve:

$$\rho_{\text{SiC}} = \frac{4M_{\text{SiC}}}{\left(\sqrt[3]{\frac{M_{\text{C}}}{\rho_{\text{C}}}} + \sqrt[3]{\frac{M_{\text{Si}}}{\rho_{\text{Si}}}}\right)^3}$$

Ebbe behelyettesítve  $\rho_{\text{SiC}} = 2,93 \text{ g/cm}^3$ . A jég esetében is ki lehet használni azt, hogy a wurtzit és szfalerit típusú rácsok sűrűsége

azonos. Így a jégben a rácspontok (vagyis az oxigénatomok) távolságát ki lehet számolni a szfalerit típusú rácsra levezett képlettel:

$$d_{O-O} = \frac{\sqrt{3}}{4} \sqrt[3]{\frac{8M_{\text{H}_2\text{O}}}{N_A \rho_{\text{H}_2\text{O}}}} = 2,77 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 277 \text{ pm}$$



Ebből a hidrogénkötés hossza a mellékelt ábra alapján a koszinusztétellel számolható:

$$d_{O \dots H} = \sqrt{277^2 + 96^2 - 2 \cdot 96 \cdot 277 \cdot \cos 2,5^\circ} = 181 \text{ pm}$$

*Megjegyzések:*

1. Az utolsó gondolatmenetnél a víz kötőszöge és a tetraédes szög közötti különbség annyira kicsi, hogy egyszerű kivonással is ugyanazt az eredményt kaptuk volna:  $277 - 96 = 181 \text{ pm}$ .
2. A tetraédes kötőszög értékét a legtöbb tankönyv  $109,5^\circ$ -ként írja le, kicsit pontosabban  $109^\circ 28'$ . A feladat számolásai segítségével egészen precízek is lehetünk: a tetraédes szög az a szög, amelynek koszinusza  $-1/3$ .
3. A feladatot majdnem minden beküldő lényegesen hosszadalmasabb számolásokkal kísérelte megoldani az itt bemutatottnál, nem is volt olyan, akinek ez hibátlanul sikerült volna. A legtöbb gondot  $c$  számítása okozta. Mindössze két megoldónak jutott az eszébe, hogy egy szabályos tetraéder tulajdonságainak geometriakönyvben is utána lehet nézni. Sok különböző úton el lehet jutni a helyes megoldásig: a feladat szerzője például fejből emlékszik arra a tételre, hogy egy (nemcsak szabályos, hanem bármilyen) tetraéder súlyvonalai 3:1 arányban osztják egymást. Ebből azonnal következik, hogy a hexagonális szerkezetben a szabályos tetraéder magassága a Zn-S kötés  $4/3$ -szorosa, vagyis így a  $c$  oldal a Zn-S kötés  $8/3$ -szorosa.
4. Többeknek nem tűnt fel, hogy a wurtzit szerkezeténél a feladat írta, hogy az elemi cella hexagonális, így ők a cella térfogatát az  $a^2c$  képlettel számolták a helyes  $a^2c \cdot \sin 60^\circ$  helyett. Így természetesen az jött ki, hogy a wurtzit sűrűsége kisebb, mint a szfalerité.

5. Minden megoldó megkísérelte számszerűen is meghatározni a C–C és Si–Si kötéstávolságot is. Ez persze része lehet a megoldás útjának, de ebben a feladatban nem volt kérdés.

6. Egy megoldó a szilícium-karbid sűrűségét egyszerűen a gyémánt és a szilícium sűrűségének átlagolásával becsülte meg. Noha ez numerikusan egészen jó eredményt adott, az itt bemutatott levezetés szerint ez pusztán véletlen egybeesés, tehát ez a megoldásrészlet elvi hibás volt. Mellesleg a szilícium-karbid kísérletileg meghatározott sűrűsége  $3,21 \text{ g/cm}^3$ , tehát valójában a kovalens atomsugarak nem vihetők át minden esetben egyik szerkezetről a másikra.

7. Kicsit meglepte a szerzőt, hogy senki nem próbálkozott a szükséges távolságok koordinátagometriai számolásával, noha ez kézenfekvő és viszonylag könnyű is lett volna, hiszen egy elemi cella éppen a kristályszerkezet természetes koordinátarendszere.

(Lente Gábor)

**H298.** a) A titrálás végpontjában:

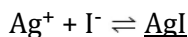
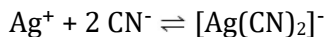
$$n(\text{CN}^-)_{\text{összes}} = c_0 V_0 = 5,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

A titrálás során  $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$  komplex keletkezik, amely a legnagyobb stabilitású komplex a teljes rendszerben. Így

$$n(\text{Ag}^+)_{\text{összes}} = n(\text{CN}^-)_{\text{összes}}/2 = 2,50 \cdot 10^{-3} \text{ mol},$$

$$\text{vagyis } V_f = n(\text{Ag}^+) / c_{\text{AgNO}_3} = \mathbf{25,0 \text{ cm}^3}.$$

b)



Az ammónia szerepe kettős: segéd-komplekképzőként megakadályozza az AgCN csapadék leválását, valamint a lúgos kémhatást is okoz, hogy ne keletkezhesen HCN a  $\text{CN}^-$  ionokból:



Megjegyzés: a  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$  stabilitása sokkal gyengébb a  $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$  komplexnél, sőt az AgI csapadék is leválik  $\text{NH}_3$  jelenlétében, ezért nem

számolunk a  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$  komplex keletkezésével. Az  $\text{AgCN}$  csapadék pedig jobban oldódik az  $\text{AgI}$  csapadéknál, ezért szintén nem szükséges számolnunk  $\text{AgCN}$  csapadék keletkezésével, valamint az  $\text{NH}_3$  segédkomplekképző hatása miatt sem keletkezik ez a csapadék.

c) A felhasznált állandók (különböző források más adatokat használnak, így ebben az esetben mindig a felhasznált állandókkal számolt értékeket fogadtuk el természetesen):  $\beta_2([\text{Ag}(\text{CN})_2]^-) = 5,3 \cdot 10^{18}$ ,  $L_{\text{AgI}} = 8,0 \cdot 10^{-17}$ ,

a többi adat:  $\beta_2([\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+) = 1,6 \cdot 10^7$ ,  $L_{\text{AgCN}} = 1,6 \cdot 10^{-14}$

A végpontban tehát:  $V = 100 + 5 + 2 + 25 = 132 \text{ cm}^3$ . Így:

$[\text{I}^-] = (c_{\text{m0}}V_0/M_{\text{KI}}) / V = 9,13 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$  (mivel éppen egyensúlyban van az oldat, és ekkor indul el az  $\text{AgI}$  kiválása).

$$[\text{Ag}^+] = L_{\text{AgI}} / [\text{I}^-] = 8,76 \cdot 10^{-15} \text{ mol/dm}^3,$$

$$[\text{NO}_3^-] = c_{\text{AgNO}_3} \cdot V_f / V = 0,0189 \text{ mol/dm}^3,$$

$$[\text{K}^+] = [\text{I}^-] + n(\text{CN}^-)_{\text{összes}} / V = 0,0470 \text{ mol/dm}^3$$

(mivel a  $\text{KCN}$ -ből és a  $\text{KI}$ -ből egyaránt származik  $\text{K}^+$ ),

$$[[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-] = (n(\text{CN}^-)_{\text{összes}} / 2) / V = 0,0189 \text{ mol/dm}^3$$

(mivel gyakorlatilag az összes  $\text{CN}^-$  a komplexbe kerül),

$$[\text{CN}^-] = ([[ \text{Ag}(\text{CN})_2 ]^-] / (\beta_2 [\text{Ag}^+]))^{1/2} = 6,39 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

(az  $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$  stabilitási állandójának képletéből átrendezve; így tehát az összes  $\text{CN}^-$  ion 1,7%-a marad szabadon, ami az előző feltételezést megerősíti).

Megjegyzés: 1) Valóban nem válik le  $\text{AgCN}$  csapadék, hiszen az itt kiszámolt ionkoncentrációk alapján  $[\text{Ag}^+][\text{CN}^-] = 5,68 \cdot 10^{-18} < L_{\text{AgCN}}$ .

2) A  $\text{H}^+$  és  $\text{OH}^-$  ionokat nem számoltuk ki, mert az ammóniát is elhanyagoltuk, ráadásul a  $\text{HCN}$  is gyenge sav, így bonyolult lenne még ezt is figyelembe venni.

d) A telített kalomel elektród elektródpotenciálja:  $\varepsilon_{\text{kal}} = 0,242 \text{ V}$

Az ezüst standard elektródpotenciálja  $\varepsilon^0 (\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,800 \text{ V}$

i.)  $0,1V_f$  hozzáadása után  $V_i = 100 + 5 + 2 + 2,5 = 109,5 \text{ cm}^3$ .

Az összes  $\text{Ag}^+$  mennyiség gyakorlatilag  $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$  formában lesz jelen az oldatban. Így:

$$[[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-] = 0,1V_f c_{\text{AgNO}_3} / V_i = 2,28 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3,$$

A  $\text{CN}^-$  ionok mennyiségét a teljes KCN mennyiségből kaphatjuk meg

$$[\text{CN}^-] = n(\text{CN}^-)_{\text{összes}} / V_i - 2[[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-] = 0,0411 \text{ mol/dm}^3,$$

Ezekből az  $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$  stabilitási állandója segítségével kapjuk az  $\text{Ag}^+$  ionok koncentrációját:

$$[\text{Ag}^+] = [[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-] / (\beta_2[\text{CN}^-]^2) = 2,55 \cdot 10^{-19} \text{ mol/dm}^3.$$

Így a Nernst-egyenlet alapján:  $\varepsilon_{\text{Ag}} = \varepsilon^0 + 0,059 \lg [\text{Ag}^+] = -0,297 \text{ V}$

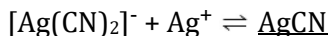
$$E_{\text{MF}} = \varepsilon_{\text{kal}} - \varepsilon_{\text{Ag}} = 0,539 \text{ V}$$

ii.) A c) feladatrész alapján  $[\text{Ag}^+] = 8,76 \cdot 10^{-15} \text{ mol/dm}^3$ , így

$$\varepsilon_{\text{Ag}} = \varepsilon^0 + 0,059 \lg [\text{Ag}^+] = -0,029 \text{ V és } E_{\text{MF}} = \varepsilon_{\text{kal}} - \varepsilon_{\text{Ag}} = 0,271 \text{ V}$$

iii.)  $2V_f$  hozzáadása után  $V_i = 100 + 5 + 2 + 50 = 157 \text{ cm}^3$ .

Az  $\text{Ag}^+$  felesleg hatására elkezd leválni az AgCN csapadék a következő egyenlet alapján:



(Az AgCN csapadék mellett AgI is leválik csapadék formájában.)

Így az  $[\text{Ag}^+] = [\text{CN}^-] = \sqrt{L_{\text{AgCN}}} = 1,26 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$ .

A Nernst-egyenlet alapján:  $\varepsilon_{\text{Ag}} = \varepsilon^0 + 0,059 \lg [\text{Ag}^+] = 0,393 \text{ V}$

$$E_{\text{MF}} = \varepsilon_{\text{Ag}} - \varepsilon_{\text{kal}} = 0,151 \text{ V}$$

e) A titrálás végpontjában a d) ii.) alapján  $-0,029 \text{ V}$  a  $\text{CN}^-$ -os félcella elektródpotenciálja, tehát ilyen „referenciaceállak” lehetnek például:

i.)  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} / [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  cella ( $\varepsilon^0 = 0,36 \text{ V}$ ), amelyben a koncentrációarány a  $\varepsilon = \varepsilon^0 + 0,059 \lg ([[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}] / [[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}])$  egyenlet alapján:  $[[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}] / [[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}] = 0,031$

ii.)  $\text{Ag}^+/\text{AgI}$  elektród, amelyben KI koncentrációja  $9,13 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$  (a c) feladat alapján).

iii.) hidrogénelektrod, amelyben pH 0,49 értékű sav található, mivel  $\varepsilon_{\text{H}} = \varepsilon^0 + 0,059 \lg [\text{H}^+] = 0 - 0,059 \text{ pH}$ .

*A feladat nem volt könnyű. Többen azt rontották el az a) feladatban, hogy AgCN csapadékkal számoltak (így kétszeres a fogyás), a c) feladatban pedig nem számolták ki az összes ion koncentrációját. A d) iii.) részében pedig az AgCN csapadék képződésére kevesen jöttek rá.*

(Pálfy Gyula)

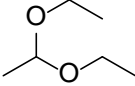



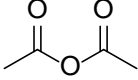
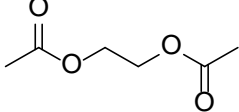
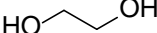


**H299.** A feladat megoldása során jó kiindulópontul szolgálhat az  $\text{S} \rightarrow \text{T} \rightarrow \text{U}$  háromtagú oxidációs sor észrevétele, továbbá **R** és **W** vegyületek hidrolizálhatósága, amely folyamat mindkét esetben 2:1 molarányú termékelegyet eredményez. Szisztematikusan sorra véve az oxigéntartalmú funkciós csoportokat, megmutatható, hogy ezen feltételeknek, illetve a szénatomok kapcsolódására vonatkozó kritériumoknak kizárólag a (primer) alkohol  $\rightarrow$  aldehid  $\rightarrow$  karbonsav oxidációs sor, illetőleg ennek megfelelően a hidrolizálható vegyületeknek egy karbonsavészter, valamint egy acetál felelhet meg.

Az alkohol oxidációjakor keletkező oxovegyület nem lehetséges keton, hiszen a karbonil szénatom ezekben a vegyületekben a kívánt egy helyett két másik C-hez is kapcsolódik. A hidrolizálható vegyületek sorát szintén szűkíti ez a korlátozás, mivel azok miatt sem karbonát, sem ortokarbonát észter nem elképzelhető. A hidrolizátumban a két szerves komponens 2:1 molaránya és azok oxidációval/redukcióval történő egymásba alakíthatósága következtében az éter, ortoészter, hemiacetál és a karbonsavanhidrid is kizárható. Lévén, hogy **U**-t karbonsavként azonosítottuk, a fentebb említett hidrolizálható vegyületek közül **V** csak egy karbonsavanhidrid lehetséges.

Figyelembe véve, hogy minden egyes szénatom pontosan csak egy másik szénatomhoz kapcsolódik minden egyes vegyületben és ez a kötés csak egyszeres, egyikben sincsen C–C többszörös kötés, ebből adódóan az alkoholnak 2 szénatomosnak kell lennie (3 szénatom esetén már 2 C kapcsolódna, egy C-atom azonban még kevés lenne), azaz **S** jelöli az etanolt/etil-alkoholt. Ennek oxidációja etanalt/acet-aldehidet (**T**) ad termékül, ezen két vegyület pedig az acetaldehid

dietil-acetálijából/1,1-dietoxietánból (**R**) kapható meg hidrolízissel. Az acetaldehyd oxidációjakor etánsav/ecetsav (**U**) képződik, amely egyúttal ecetsavanhidrid (**V**) hidrolízisekor keletkezik. Mivel **W** egy karbonsavészter, amelynek hidrolízisekor 2 ekvivalens karbonsav jön létre, ezért az észterben egy kétértékű alkoholt (diolt) kell észteresítenie az ecetsavnak. Ismételten a szénatomokhoz kapcsolódó követelmények miatt ezt az etán-1,2-diol/etilén-glikol teljesíti csak, ennél fogva ezt a vegyületet takarja az **X**. Mivel alkoholok éterekből állíthatók elő hidrolitikus úton, emiatt **Z** feltételezhetően egy 2 szénatomos étert jelöl, amelynek azonban szükségszerűen gyűrűsnek kell lennie, hogy a megfelelő terméket kaphassuk, vagyis **Z** vegyület esetén az etilén-oxidról/oxiránról van szó. Ennek dimerizációjakor egy diéter keletkezik, amelyet elhidrolizálva jutunk a 2 ekvivalens diolhoz. Tekintve, hogy az oxirán dimerizációja történik meg, **Y** az 1,4-dioxánt jelenti, amelynek hidrolízisekor képződő 2 ekvivalens mennyiségű etilén-glikol összhangban van a vártakkal.

Az alábbi táblázatban összefoglaltuk a fentiekben nevükön már megnevezett, **R-Z** betűkkel jelölt szerves vegyületek szerkezetét.

 <p style="text-align: center;"><b>R</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>S</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>T</b></p>
 <p style="text-align: center;"><b>U</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>V</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>W</b></p>
 <p style="text-align: center;"><b>X</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Y</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Z</b></p>



*Sok, a fentinek teljesen megfelelő helyes megoldás érkezett, az átlagos eredmény 73,4% volt. Ugyanakkor voltak jó páran, akik az egyszerű megoldás helyett hosszabb láncokat, éterkötéseket tartalmazó vegyületeket tételtek fel. Bár ezek közül többnek a reakcióit nem lenne könnyű kivitelezni, ha a sémának meg tudtuk őket feleltetni, elfogadtuk megoldásnak ezeket is.*

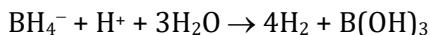
(Baglyas Márton)

**H300** A  $\text{NiCl}_2$ -oldat színét a  $\text{Ni}^{2+}$ -ion okozza (kloridionokat szintén tartalmazó sósav például szintelen). A  $0,1200 \text{ mol dm}^{-3}$  koncentrációjú  $\text{NiCl}_2$ -oldat abszorbanáciája  $0,674$ , így a  $\text{Ni}^{2+}$ -ion moláris abszorbanáciája  $395 \text{ nm}$ -en:

$$\varepsilon = 0,674 / (0,1200 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 1,000 \text{ cm}) = 5,62 \text{ mol}^{-1} \text{ dm}^3 \text{ cm}^{-1}.$$

Az első reakcióban  $12,0 \text{ mmol}$   $\text{Ni}^{2+}$ -ion keverünk  $10,0 \text{ mmol}$   $\text{BH}_4^-$ -ionnal. Ekkor az oldatban  $\text{Ni}^{2+}$ -ion marad feleslegben, erre utal a csapadék megjelenése  $\text{NaOH}$ -hozzáadás hatására, illetve a  $395 \text{ nm}$ -en mért abszorbanca is. Az utóbbiból az oldat  $\text{Ni}^{2+}$ -koncentrációja  $[\text{Ni}^{2+}] = 0,157 / (5,62 \text{ mol}^{-1} \text{ dm}^3 \text{ cm}^{-1} \cdot 1,000 \text{ cm}) = 0,0279 \text{ mol dm}^{-3}$ . Az oldat teljes térfogata  $250 \text{ cm}^3$ , így az elreagálatlanul maradt  $\text{Ni}^{2+}$ -ion anyagmennyisége  $6,98 \text{ mmol}$ , vagyis  $5,02 \text{ mmol}$  elfogyott. A reakció végén  $\text{BH}_4^-$ -ion nem maradhatott az oldatban, mert sósavval nem tapasztaltunk reakciót. Így a reakcióban  $5,02 \text{ mmol}$   $\text{Ni}^{2+}$  reagált  $10,0 \text{ mmol}$   $\text{BH}_4^-$ -ionnal, vagyis a sztöchiometriai arány  $1:2$ .

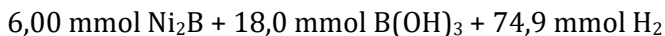
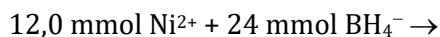
A második reakcióban  $12,0 \text{ mmol}$   $\text{Ni}^{2+}$ -ion keverünk  $30,0 \text{ mmol}$   $\text{BH}_4^-$ -ionnal. Ekkor az oldatban a  $\text{Ni}^{2+}$ -ion elfogy, mert a hátramaradt oldat nem változik  $\text{NaOH}$  hozzáadására, és a  $395 \text{ nm}$ -en mért abszorbanca is nulla. A nikkal nincs az oldatban, tehát mind a  $12,0 \text{ mmol}$ -nak a  $769,1 \text{ mg}$  tömegű csapadékban kell lennie. A folyamat során  $1835 \text{ cm}^3$  gáz keletkezett, ennek anyagmennyisége  $1835 \text{ cm}^3 / 24,5 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1} = 74,9 \text{ mmol}$ . A hátramaradt oldat felének kémhatását  $6,00 \text{ cm}^3 \cdot 0,500 \text{ mol dm}^{-3} = 3,00 \text{ mmol}$   $\text{HCl}$ -val alakítottuk közel semlegesre, miközben  $294 \text{ cm}^3 / 24,5 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1} = 12,0 \text{ mmol}$  gáz keletkezett. Ekkor lényegében a feleslegben lévő  $\text{BH}_4^-$ -ion alakítottuk át bórsavvá hidrogéngáz keletkezése közben:



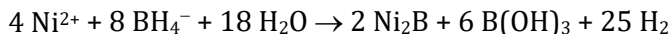
Így a reakció után hátramaradt oldat felében 3,00 mmol  $\text{BH}_4^-$ -ion volt, vagyis a teljesben 6,00 mmol, így  $30,0 - 6,00 = 24,0$  mmol fogyott el a reakcióban, ez is megerősíti az 1:2 sztöchiometriát. Tudjuk, hogy ebben a folyamatban ugyanaz a gáz keletkezett, mint a  $\text{Ni}^{2+}$ -ion és a  $\text{BH}_4^-$ -ion közötti reakcióban, vagyis az ott mért 74,9 mmol gáz is hidrogén.

Mannit hozzáadására az egyébként rendkívül gyenge sav bórsavból bórsavészter kialakulása révén középerős, egyértékű sav keletkezik. Ennek a semlegesítéshez  $8,00 \text{ cm}^3 \cdot 1,500 \text{ mol dm}^{-3} = 12,00$  mmol NaOH szükséges. Ez jelentősen több, mint amennyi a feleslegben lévő  $\text{BH}_4^-$ -ion savas kezelése során keletkező 3,00 mmol bórsavhoz szükséges lenne, tehát az oldatnak 9,00 mol bórsavat eleve tartalmaznia kellett, ez a  $\text{Ni}^{2+}$ -ion és a  $\text{BH}_4^-$ -ion közötti reakcióban keletkezett. Mivel az oldat felét titráltunk, a folyamatban keletkező teljes bórsav mennyisége 18,00 mmol.

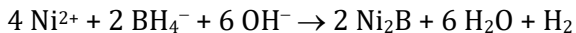
Követező lépésként a bór elemre készítettünk anyagmérleget: eredetileg 30,0 mmol-t adtunk a rendszerbe  $\text{BH}_4^-$ -ion formájában. Ebből a reakcióban keletkezett 18,00 mmol bórsav és feleslegben maradt 6,00 mmol  $\text{BH}_4^-$ -ion, tehát 6,00 mmol bórral olyasmi történt, amivel eddig nem számoltunk el. A keletkezett gázban nincsen bór, az pedig kevésbé valószínű, hogy az oldat tartalmazna még valamilyen további bórtartalmú vegyületet: a legegyszerűbb azt feltételezni, hogy a bór is a csapadékba épült be. Így a szilárd anyagban 12,0 mmol nikkelt és 6,00 mmol bór van. Kettejük össz tömege  $12,0 \text{ mmol} \cdot 58,7 \text{ mg/mmol} + 6,00 \text{ mmol} \cdot 10,8 \text{ mg/mmol} = 769,2$  mg, ami majdnem egészen pontosan megegyezik a csapadék mért tömegével (769,1 mg). Így a csapadékban más nincs, csak ez a két elem, tehát a szilárd anyag tapasztalati képlete  $\text{Ni}_2\text{B}$ . Összesítve a második reakcióról eddig megtudottakat:



Így a folyamat termékoldalán szerepel vegyületben kötött oxigén, a reaktánsoldalon nem. A reakciót vízben hajtottuk végre, így ennek a reaktánsoldalra beírásával már rendezetté lehet kiegészíteni az egyenletet:



A b) kérdésre való válaszolásnál azt kell megfontolni, hogy a  $\text{NaBH}_4$  bórtartalmának csupán egynegyed része épül be a termékbe, háromnegyed része a keletkező savval képez hidrogéngázt. Így a sav megkötésével, tehát lúgos közegről (például a  $\text{NaBH}_4$ -oldathoz  $\text{NaOH}$ -ot adva) gondoskodva jelentősen csökkenthető a  $\text{NaBH}_4$ -szükséglet:



*Megjegyzés:*

1. Kevés megoldónak jutott eszébe, hogy a bórra anyagmérleget készítsen. A  $\text{Ni}_2\text{B}$  összegképletet a tömeg és a nikkell anyagmennyisége alapján egy kis próbálkozással így is meg lehetett állapítani, természetesen ezek is helyes megoldások voltak. A sztöchiometriai feladatokban általában is célszerű közvetlenül használni a mérlegegyenleteket, mert ezek révén általában lényegesen egyszerűbb módon juthatunk el ugyanahhoz a megoldáshoz.

2. A feladat b) része megmozgatta a megoldók fantáziáját. Többen a keletkező bórsav  $\text{NaBH}_4$ -dé visszaalakítását javasolták  $\text{MgH}_2$  segítségével, amiben az alapvető baj az, hogy a  $\text{MgH}_2$  is elég drága vegyszer. Néhányan nemvizes közegű reakciót javasoltak: ők helyesen észlelték (gyakran le is írták), hogy a túlzott reagensfogyást a keletkező sav és a víz okozza. Az ilyen megoldások többnyire megkapták erre a részkérdésre a maximális pontot, noha a létező legolcsóbb oldószert (a vizet) cserélték másra. Viszonylag kevesen jöttek rá arra, hogy savmegkötő használata vizes közegben is segít. Kozák András ötlete volt a legeredetibb: ő bórax használatát javasolta savmegkötőként. Ennek az ára versenyképes a  $\text{NaOH}$ -éval, ami azt is mutatja, hogy a  $\text{NaBH}_4$  nem a bórtartalom miatt drága.

(Lente Gábor)

# KÉMIA IDEGEN NYELVEN



## Kémia németül

*Szerkesztő: Horváth Judit*

A 2018./4 számban megjelent szakszöveg helyes fordításra:

### A titán-dioxid pigment és sokoldalú felhasználása

Titán-dioxidot első alkalommal már 1908–1912 között kapott<sup>1</sup> A.-J. Rossi (USA) metallurgiai eljárással, ennek során úgy találta<sup>2</sup>, hogy ez a por a **jó fedőképességének** köszönhetően leginkább **fehér pigmentnek** lenne alkalmas. A titán-dioxidot a rutil nevű drágakő formájában a **nagy törésmutatója**<sup>3</sup> miatt értékelik. Emiatt hat a finomra őrölt por is annyira világító fehérnek. A titán-dioxid egyébként teljesen **ártalmatlan** anyag. Emiatt 171-es E-szám alatt **élelmiszer-adalékanyagként** is engedélyezett. Ezt használjuk ki a fahéjas csillag cukormázának színezésére. Továbbá ruhaneműkbe is beviszik, poliészter termékekbe **adalékként**, pl. ingekbe és blúzokba, hogy védjen az **átlátszóság ellen**.

### Titán-dioxid naptejből<sup>4</sup>

#### **Anyagok**

porcelántégely, agyagháromszög<sup>5</sup>, háromláb, tégelyfogó, gázégő, Peleus-labda, pipetta, Pasteur-pipetta<sup>6</sup>

#### **Vegyszerek**

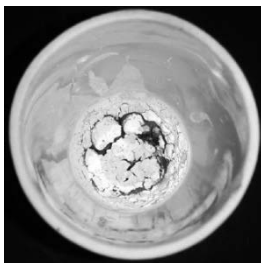
TiO<sub>2</sub>-tartalmú naptej kizárólag ásványi eredetű fényszűrőkkel<sup>7</sup> és magas fényvédő faktorral<sup>8</sup>, kálium-hidrogénszulfát, híg kénsav, hidrogén-peroxid

### **Ezt a kísérletet ELSZÍVÓFÜLKÉBEN kell végezni!**

Kb. 6 g naptejet porcelántégelyben **120 °C-os szárítószekrényben** szárítunk egy éjszakán keresztül. A megszáradt naptejet **gázégővel felülről**<sup>9</sup> erősen **hevítjük**, míg fehér por nem marad.

### **Megfigyelés**

**Füstképződés** közben először fekete szilárd<sup>10</sup> anyag keletkezik, mely további hevítést követően szürkésfehér porrá alakul.



**1. ábra:** <sup>11</sup> A termék a kalcinálást követően. <sup>12</sup>

### **Magyarázat**

A naptej **szerves összetevői** a kalcinálás során<sup>13</sup> **elégnek**. Titán-dioxid nanorészecskékből (fehér) és hamuból (fekete) álló keverék keletkezik.

### **A titán-dioxid közvetett kimutatása**<sup>14</sup>

A fehér porból egy spatulahegnyit porcelántégelyben **öt spatulahegnyi kálium-hidrogénszulfáttal** összekeverünk, és addig hevítünk, míg **tiszta olvadék/ömladék** keletkezik, és **fehér SO<sub>3</sub>-füst** száll fel. Az olvadék kihűlését követően körülbelül ugyanannyi mennyiségű **híg kénsavoldatot** adunk hozzá és kicsit átforraljuk. Ezt követően **pár csepp hidrogén-peroxid-oldatot** adunk hozzá.



2. ábra: A hidrogén-peroxid-oldat hozzáadásakor erős narancssárga szín alakul ki.

## Titán-dioxid kimutatása fehér joghurtospohárban

### **Eszközök<sup>15</sup>**

olló, mérleg, porcelántégely (d=3,6 cm), agyagháromszög, háromláb, égő, tégelyfogó, mérőhenger (25 ml), üvegbot<sup>16</sup>, kémcső, kémcsőállvány, kis üvegtölcsér, **redős szűrő**, elszívófülke

### **Vegyszerek**

joghurtospohár (fehér) polisztirolból vagy polipropilénből, kálium-hidrogénszulfát (maró hatású, C), híg kénsav (c = 1 mol/l; maró hatású, C), hidrogén-peroxid-oldat (w = 3%; maró hatású, C) műanyag cseppentős flakonban

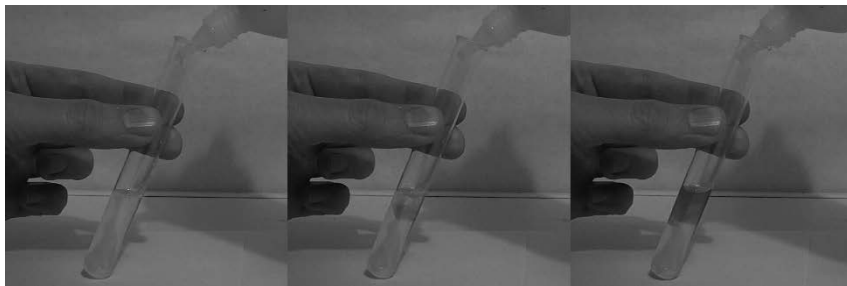
### **A kísérlet menete**

→ Porcelántégelybe **bemérünk** 1 g kálium-hidrogénszulfátot. A joghurtospohárból kivágunk 0,25 grammnyit, felaprítjuk kb. ½ cm<sup>2</sup>-es darabokra<sup>17</sup>, és ezeket is betesszük a porcelántégelybe.

→ Fülke alatt a porcelántégelyt az égővel mérsékelt vörös izzásig hevítjük, míg a porcelántégelyben **tiszta olvadék** válik láthatóvá. (A hevítés **kezdetén a műanyag elég**, erős koromképződés előfordulhat.) A műanyag elégeése során TiO<sub>2</sub> marad vissza a porcelántégelyben.

→ **Kihűlést követően** 5 ml kénsavat öntünk a porcelántégelyben lerakódott olvadékpogácsára<sup>18</sup>. Üvegbottal addig kevergetjük, míg az olvadékpogácsa<sup>18</sup> minél nagyobb hányada **feloldódik**.

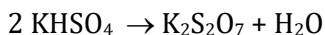
→ A porcelántégely tartalmát **leszűrjük**, a **szűrletet**<sup>19</sup> egy kémcsőbe visszük át<sup>20</sup>. Végezetül a szűrletet pár csepp **hidrogén-peroxid-oldattal elegyítjük**<sup>21</sup>.



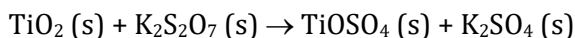
**3. ábra - Megfigyelés: A hidrogén-peroxid-oldat becsepegtetésekor sárgásnarancs színeződés lép fel.**

### Reakcióegyenletek:<sup>22</sup>

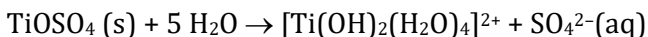
A titán-dioxid feltárása<sup>23</sup>: A kálium-hidrogénszulfát hevítése során **vízkilépés**<sup>24</sup> mellett először kálium-diszulfát keletkezik.



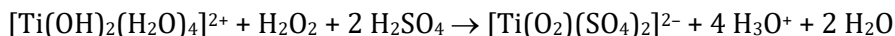
Ez titán-dioxiddal titán-oxid-szulfáttá reagál:



Oldás<sup>25</sup>: A titán-oxid-szulfát **vizes**<sup>26</sup> **oldatban** komplex ionokat képez<sup>27</sup>.



Peroxo-diszulfáto-titanát(IV)-ion képződése<sup>28</sup>: Már nyomnyi<sup>29</sup> mennyiségű hidrogén-peroxiddal sárgásnarancs színezetű **peroxo-titanil-ion**<sup>30</sup>  $\text{TiO}_2^{2+}(\text{aq})$  képződik.



## **Titán-dioxid kimutatása falfestékben és hibajavító folyadékban**

### **Biztonsági figyelmeztetés:**

**Figyelem! A kísérlet során tömény<sup>31</sup> kénsavat (C) hevítünk, majd azt vízzel hígítjuk. Feltétlenül fülke alatt, védőszemüvegben és védőkesztyűben dolgozzunk (fröccsenésveszély!).**

### **Eszközök**

porcelántál<sup>32</sup> (d = 5 cm), főzőpohár<sup>33</sup> (200 ml), Erlenmeyer-lombik (200 ml), kémcső, csepegtető pipetta, üvegből készült keverőbot, spatula-kanál, tölcsér, szűrőpapír, tégelyfogó, háromláb, Bunsen-égő.

### **Vegyszerek**

Tipp-Ex fluid ® (F), fehér falfesték, tömény kénsav (C), hidrogén-peroxid-oldat (30%), desztillált víz.

### **A kísérlet menete**

Porcelántálba 0,5 ml fehér falfestéket ill. Tipp-Ex fluidot® öntünk. (Hibajavító<sup>34</sup> folyadékban történő kimutatásnál először<sup>35</sup> a tálban állni kell hagyni **egy napig fülke alatt**, hogy a **tűzveszélyes oldószer elpárologhasson**.) Ezután **1 ml tömény kénsavat** öntünk a festékhez és üvegbottal megkeverjük. Ezt követően **hevítés mellett fele térfogatúra pároljuk be**<sup>36</sup> a keveréket. Eközben **erősen füstölnie** kell<sup>37</sup> a keveréknek. (Vigyázat! Belélegezve mérgező!<sup>38</sup>) A **lehűtött elegyet** spatula-kanállal főzőpohárba visszük át, 100 ml desztillált vízben **felszuszpendáljuk**<sup>39</sup>, és végezetül Erlenmeyer-lombikba **átszűrjük**. A kapott szűrlet 1 ml-ét kémcsőben 8 csepp hidrogén-peroxid-oldattal elegyítjük<sup>40</sup>.

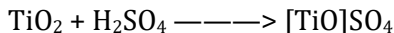
### **Megfigyelés**

A szürke szűrlet a hidrogén-peroxid-oldat hozzáadásának hatására sárga - sárgásnarancs színűre színeződik.

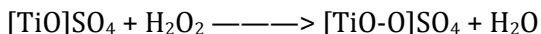


## Elméleti háttér / alapok<sup>40</sup>

A titán-dioxid a **feltárás** során titanil-sókat képez:



Ezek hidrogén-peroxiddal továbbalakulnak intenzív színű titán-peroxo-komplexekké:



Fordítva alkalmazva: a reakció **hidrogén-peroxid kimutatására** szolgál.

## Titán kimutatása fehér cukormázban



**4. ábra - Már szeptembertől lehet fahéjas csillagot kapni a szupermarketben...**

Ez a kimutatás különösen most, Karácsony körül szolgál szép kiegészítésként.<sup>42</sup> Ki gondolná, hogy „falfestékes“ fahéjas csillagot eszünk?<sup>43</sup>

## A kísérlet menete

A cukormázból lekaparunk nem keveset<sup>44</sup>, porcelántálba tesszük a darabokat, és némi tömény kénsavat (C) csepegtetünk hozzá. Üvegbottal megkeverjük. Ezt követően a keveréket **fülke alatt** térfogatának felére pároljuk be. Eközben az elegy erősen **füstöl** (Vigyázat! Belélegezve mérgező!). A kimutatás során ugyan<sup>45</sup> a cukor a kénsav hatására megfeketedik, a szűrlet azonban színtelen, és a kimutatás kifogástalanul sikerül: A lehűtött elegyet spatulakanállal **főzőpohárba visszük át**, 50 ml desztillált vízben **szuszpendáljuk**, és ezt követően Erlenmeyer-lombikba **átszűrjük**. A szűrlet (Xi) néhány ml-ét 8 csepp hidrogén-peroxid-oldattal ( $w = 30\%$ ) (C) elegyítjük.

## Megfigyelés

A szűrlet a hidrogén-peroxid-oldat hozzáadásának hatására sárgára vagy sárgásnarancs színűre színeződik.

A fordításokról:

<sup>1</sup>**erhielt** – *kapott / állított elő*, nem ~~*alkalmazta, kimutatta*~~.

<sup>2</sup>**fand heraus** – *felismerte*, nem ~~*feltalálta, kiderítette*~~.

<sup>3</sup>**Brechungsindex** – *törésmutató* (ld. optika), nem ~~*törési index*~~.

<sup>4</sup>**Sonnencreme** – *napozókrém / fényvédő krém*

<sup>5</sup>**Tondreieck** – *drótháromszög kerámiagyűrűkkel*.

<sup>6</sup>**Pasteurpipette** – *Pasteur-pipetta*, nem ~~*pasztórozott*~~. Hosszú kapillárisban végződő vékony üvegcső. Kis gumisapkát ráhúzva csepegtetni lehet vele. Helyesírásánál gondoljunk a Bunsen-állványra! Pasteur is, Bunsen is egy-egy személy.

<sup>7</sup>**Filter** – itt: *(fény)szűrő*, nem ~~*filter*~~.

<sup>8</sup>**LSF= Lichtschutzfaktor** – *fényvédő faktor, FF*. Flakonokon angolul fordulhat még elő: *SPF*.

<sup>9</sup>**von oben erhitzt** – *felülről hevítjük* (a tégelyt a lánggal), tehát nem alágyújtunk. És nem is csak *melegítjük*, hanem erőteljes hőközléssel, magas hőmérsékletre hevítjük, kiégetjük belőle a szerves komponenseket.

<sup>10</sup>**Feststoff** – *szilárd anyag*

<sup>11</sup>**Abb.1 = Abbildung 1** – *1. ábra.* (Páran megfeledeztek az ábrafeliratok fordításáról!)

<sup>12</sup>**Produkt nach dem Kalzinieren.** – *Izzítási maradék.* (Így is tetszett.)  
/ *A kalcinálás / kiégetés után kapott termék.*

<sup>13</sup>**bei ...** – *során / alatt, nem -nál-nél.*

<sup>14</sup>**Nachweis** – *kimutatás, nem bizonyítás.*

<sup>15</sup>**Geräte** – általában valóban *készülékek*, itt azonban *eszközök.*

<sup>16</sup>**Glasstab** – magyarul *üvegbot*nak mondjuk, nem *üvegrúd*nak.

<sup>17</sup>**Stücke von ca.  $\frac{1}{2}$  cm<sup>2</sup>** – *tetszett: kb.  $\frac{1}{2}$  cm<sup>2</sup> területű darabokra.*  
(Waldberg Viktória)

<sup>18</sup>**Schmelzkuchen** – *olvadékpogácsa / olvadéklepény / olvadt massa.*

<sup>19</sup>**Filtrat** – *szűrlet.* Nem *szűrlemény!* (Vagyis nem az őröl → őrlemény mintájára képezzük, hanem a párol → párlat mintájára.)

<sup>20</sup>**überführt** – *átvisszük / átöntjük / áttöltjük.* Nem *elhelyezzük.*

<sup>21</sup>**versetzt** – *elegyítjük / összekeverjük.* Ez a kifejezés gyakran fordul elő, úgyhogy vigyázzunk: nem *áthelyezzük!*

<sup>22</sup>**Reaktionsgleichungen** – *reakcióegyenletek.* Nem *egyenlőségek!*

<sup>23</sup>**Aufschluss** – *feltárás.* Nem *keletkezés / előállítás / magyarázat!* Az a folyamat, eljárás (analitikai előkészítő művelet) amikor egy vízben oldhatatlan anyagot kémiai reakcióval, átalakítással vízoldhatóvá teszünk. Elismerem, hogy ez a kifejezés nem fordul elő középiskolában, így nem csoda, hogy csak Klonka Áron és Waldberg Viktória tudta.

<sup>24</sup>**Wasserabspaltung** – *vízkilépés* (esetleg: *víz hasad le*). Ezt a kifejezést viszont mindenkinek ismernie kellene! Ennek ellenére csak Molnár Dóra, Vörös Petra és Waldberg Viktória írta jól. Próbálkozások: *leválás / lecsapódás / leadás / víz válik ki.*

- <sup>25</sup>**Lösen** – (fel)oldás. Nem *megfejtés* (Lösung).
- <sup>26</sup>**in wässriger Lösung** – vizes oldatban, nem *felhígított / vizenyős*.
- <sup>27</sup>**bildet** – képez / alkot $\neq$  oldat!
- <sup>28</sup>**Bildung** – képződés
- <sup>29</sup>**schon mit Spuren von ...** – már nyomnyi ... jelenlétében / már ... nyomaival / nyomai esetén.
- <sup>30</sup>**Peroxotitanilium** – peroxo-titanilium. Nem *titán-ionok*, netán *titánium-ionok*.
- <sup>31</sup>**konzentrierte Schwefelsäure** – tömény kénsav. Nem *koncentrált*, netán *sűrített*(!).
- <sup>32</sup>**Porzellanschale** – porcelántál(ka). Nem *esésze*.
- <sup>33</sup>**Becherglas** – főzőpohár. Nem *üvegpohár*, bár üvegből van. Többen ingadozóan használták a két szót.
- <sup>34</sup>**Korrekturflüssigkeit** – korrektor / hibajavító. Nem *ragasztó* (Klebstoff).
- <sup>35</sup>**sollte diese zuvor in der Schale ... einen Tag stehen** – *előbb/először a tálkában egy napot állnia kell*. Mi előtt? Mielőtt elkezdenénk a kénsavval hevíteni! Örültem, hogy az oldószer elpárologtatását mindenki megértette. A *mikor* nem volt mindig világos.
- <sup>36</sup>**reduziert ... auf die Hälfte des Volumens** – *térfogatának felére pároljuk be*. Örültem, hogy mindenki értette, itt most nem kémiai redukcióról van szó.
- <sup>37</sup>**Hierbei muss die Mischung stark rauchen.** – *Eközben a keveréknek erősen füstölnie kell*. Ez jelzi, hogy a feltárás valóban végbemegy.
- <sup>38</sup>**Atemgift** – légzőszervi mérég / belélegezve mérgező. De nem *fulladásveszély*.
- <sup>39</sup>**suspendiert** – szuszpendál / felkever. Nem *felfüggeszt*, netán *felold* (utána mit szűrnenk le?).
- <sup>40</sup>**versetzt man im Reagenzglas mit 8 Tropfen ...** – *kémcsőben 8 csepp ...-vel elegyítjük*. Vigyázat: nem *áttezzük 8 csepp ...-ot tartalmazó kémcsőbe!*

**41Grundlagen** – alapok / alapvető tudnivalók. Nem **bázis**.

**42jetzt zur Weihnachtszeit eine schöne Ergänzung** – különleges kiegészítője a Karácsonyi időszaknak (Tóth Zsanett) / főleg most, a Karácsonyi időszakban bájos kiegészítés (Waldberg Viktória) / Ez a kimutatás különösen így Karácsony környékén szép végszó. (Klonka Áron). Szebbnél szebb megoldások!

**43Wer ahnt schon, dass er Pfeffernüsse mit "Wandfarbe" isst?** – Ki gondolná, hogy mézes puszedit eszik „falfestékkel”? (Tóth Zsanett) / Ki sejtene, hogy puszedit eszeget „falfestékkel”? (Waldberg Viktória) / Gondolt már valaki arra, hogy a mézeskalács „falfestékkel” készül? (Klonka Áron) / Ki sejt már, hogy mézespuszedit falfestékkel fog enni? (Lóth Bence). Megjegyzés: itt a schon nem ugyanabban az értelemben áll, mint a 4. ábra feliratában, hanem módosítószó. Ugyan ki sejtene...

**44nicht zu wenig** – nem túl keveset. (Vagyis eleget, ne sajnáljuk.)

**45wird zwar ... schwarz** – habár / annak ellenére, hogy megfeketedik

Az első forduló eredménye:

NÉV	Oszt.	ISKOLA	Ford. (max. 80 )	Magyar nyelvtan (max. 20)	ÖSSZ. (max. 100 )
<b>Molnár Dóra</b>	11.E	Eötvös József Gimn., Bp.	72	19	<b>91</b>
<b>Waldberger Viktória</b>	11.D	Salgótarjáni Bolyai János Gimnázium	73,5	13,5	<b>87</b>
<b>Tóth Zsanett</b>	9.A	Soproni Széchenyi István Gimnázium	59	14,5	<b>73,5</b>
<b>Mészáros Lujza</b>		Ady Endre Gimnázium, Debrecen	47	15,5	<b>62,5</b>
<b>Klonka Áron</b>	II/4	Zentai Gimnázium, Zenta	47	11	<b>58</b>
<b>Lóth Bence</b>	10.B	Berzsényi Dániel Gimnázium	42	8,5	<b>50,5</b>
<b>Horog Laura</b>	9.C	Székesfehérvári Vasvári Pál Gimnázium	11	9	<b>20</b>
<b>Vörös Petra</b>		Soproni Széchenyi István Gimnázium	-	13	<b>13</b>

# Kémia angolul

*Szerkesztő: Tóth Edina*

## Előszóban:

A természettudományokban sok "mágikus szám" ismert. A kémiában talán az Avogadro-szám a legismertebb. A következő feladat egy igazán különleges kísérletet mutat be, amely becslést ad. Jó munkát kívánok! A lefordított anyagokat 2019. március 11-ig küldjétek be a <http://kokel.mke.org.hu> weblapon keresztül

## The Estimation of Avogadro's Number

### Experimental Procedure

Special Supplies:	Chemicals
14-cm watch glass; cm rule or meterstick; fine-tipped (50 drops/mL) polyethylene transfer pipets; 1-mL all-polypropylene syringes; pure Type I water, free of surface active materials (preferably distilled or passed through a water purifier); disposable rubber gloves 13×100 mm test tubes with corks to fit.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hexane,</li> <li>- 0.10 g/L stearic acid (purified grade) solution in hexane.</li> <li>- 0.1 M NaOH in 50/50 methanol/water (volume/volume, or v/v), used for washing the watch glasses</li> </ul>

SAFETY PRECAUTIONS	WASTE COLLECTION:
Hexane is flammable! There must be no open flames in the laboratory while hexane is being used.	At the end of the experiment, unused hexane solvent and stearic acid in hexane solution should be placed in a waste

If you clean your own watch glasses by soaking them in methanolic NaOH, you must wear rubber gloves to protect your hands. As always, wear eye protection in the laboratory.	container marked "Waste hexane/stearic acid solution in hexane."
--	--

## Preparation of Equipment

Stearic acid is a solid. It is conveniently measured and applied to the water surface by dropping a solution of stearic acid in hexane onto the water. The hexane is insoluble in water. Because it has a high vapor pressure, it rapidly evaporates, leaving a layer of stearic acid spread on the water surface one molecule thick, called a monolayer.

Because stearic acid is one of the fatty acids present in soaps, you must not clean your watch glass with soap. Any soap, grease, or dirt present can form a film on the water that prevents the stearic acid from spreading on the surface, leading to meaningless results because not even the first drop will spread.

Obtain a 14-cm watch glass. If it has not been soaked in the methanolic NaOH solution described in the Chemicals section, wash it thoroughly with detergent. Rinse the detergent off completely under a full stream of cold tap water for a minute, then rinse thoroughly with distilled water. Repeat the washing after each experiment or obtain another watch glass that has been soaked in methanolic NaOH. Handle the watch glass only by the edges, being especially careful not to let anything touch the inside of it. Be particularly careful to keep your fingers (which are usually slightly greasy) off the glass.

### 1. Measuring the Volume of Stearic Acid Solution Required to Cover the Water Surface

Obtain about 3–4 mL 0.10 g/L stearic acid solution in hexane in a clean, dry 13 × 100 mm test tube. Keep the tube corked when not in use. Fill the clean watch glass to the brim with distilled water. Carefully measure the diameter of the water surface with a centimeter rule or meterstick.

Cut off the tip of a fine-tipped polyethylene transfer pipet about 25 mm from the tip end and push the cut-off tip onto the Luer fitting on the end of the syringe. Next, rinse and fill your 1-mL syringe with stearic acid solution, taking care to eliminate bubbles in the solution inside the syringe.

Read and record the initial volume reading of the syringe. Then add the stearic acid solution drop by drop to the water surface. Initially, the solution will spread across the entire surface, and it will continue to do so until a complete monolayer of stearic acid has been produced. As this point is approached, the spreading will become slower and slower, until finally a drop will not spread out but will instead sit on the surface of the water (looking like a little contact lens). If this "lens" persists for about 30 s, you can safely conclude that you have added 1 drop more than is required to form a complete monolayer. Now record the final volume reading of the syringe.

Thoroughly clean the watch glass (or get another one), and repeat the experiment. Repeat until the results agree to within 2 or 3 drops (0.04 mL).

When you have completed all of your measurements, rinse your syringe with pure hexane, and dispose of all the hexane-containing solutions in the waste collection bottle provided.

## 2. Calculating Avogadro's Number

The calculation proceeds in several steps. First, we calculate the volume of stearic acid solution in hexane required to deliver enough stearic acid to form a monolayer. All of the hexane evaporates, leaving only the thin monolayer film of stearic acid, so we next calculate the actual mass of pure stearic acid in the monolayer.

Then we calculate the thickness of the stearic acid monolayer, using the known density of stearic acid and the area of the monolayer. Assuming the stearic acid molecules are stacked on end and are tightly packed, and knowing that there are 18 carbon atoms linked together in the stearic acid molecule, we calculate the diameter and volume of a carbon atom.



Finally, we calculate the volume of a mole of carbon atoms in diamond; dividing the molar volume of carbon (diamond) by the volume of a single carbon atom, we obtain an estimate of Avogadro's number.

### CONSIDER THIS

The method we employed in this experiment is not especially accurate. There are other experimental ways to get values for Avogadro's number. For example, if you divide the electric charge on a mole of electrons (the Faraday constant) by the electric charge on a single electron, you will obtain the number of electrons in a mole of electrons, which is Avogadro's number. Try it, using values for the constants found in Table 2 of the Appendix.

Because atoms are so small, the magnitude of Avogadro's number is so large that it is almost impossible to comprehend it. Try this exercise to get a grip on it. First, imagine that you have 64 toy alphabet blocks arranged in a cube, where each block is itself a cube, 2 in. on an edge. The cube of 64 blocks would be 8 in. in three dimensions, with 4 blocks along each edge. Then flatten the cube into a square containing 64 blocks. How large would the square be, and how many blocks will be along its edge? Finally, arrange the 64 blocks in a line. How long would the line be?

Now that you have the idea, imagine an Avogadro's number of tiny cubes, the edge length of each tiny cube being about the size of a hydrogen atom ( $1.00 \times 10^{-10}$  m). If you had an Avogadro's number of hydrogen atom cubes arranged into a large cube (like the alphabet blocks), what would the edge length of the cube be? If you then flattened the cube into a square, what would the edge length of the square be? Finally, if you arranged the Avogadro's number of tiny H-atom cubes into a line, how long would the line be? Compare it to the earth-to-sun distance of 93 million miles.

In the method we used, we made a number of simplifying assumptions. Some of these are discussed in the Consider This section of the Report form, and their effects are quantitatively assessed. The cumulative effect of the simplifying assumptions is to cause the final result for Avogadro's number to be a factor of about three times too large.

Készült: James M. Postma– Julian L. Roberts– J. Leland Hollenberg: Chemistry in the Laboratory című könyvének (7. kiadás, 2010, W. H. Freeman and Company) **EXPERIMENT 10** The Estimation of Avogadro's Number fejezete alapján

## Egy recept szakszerű fordítása

A receptek, mérésleírások esetében érdemes odafigyelni a szabályos jelölések használatára, hiszen a 6 M valójában  $6 \text{ mol/dm}^3$ -t jelent, és az ammónium-hidroxid helyett inkább az ammónia-oldat használatos. Bár mindenki érti a 'ml'-t, mégis 'cm<sup>3</sup>'-t használunk. A jó fordításhoz nem csak megérteni kell az eredeti nyelvre jellemző fordulatokat (pld.: „bits and pieces” egy ilyen), hanem kreatívan, a megértés segítését könnyítve érdemes helyettesíteni a magyar megfelelőjével. A 2018/5. szám fordítása következik alább.

### Fémek : Termékfelelősség

... egy ügyvéd egy problémával hívja fel. Van egy ügyfele, aki sütött egy vekni teljes-kiórlésű kenyeret. Miközben a család a vacsorához fogyasztotta a kenyeret, a benne talált kemény kisebb-nagyobb kemény darabokra panaszkodtak. Az ügyfele még a fogát is beletörte amikor ráharapott egy darabra. Ahogy megvizsgálták a kenyeret és a lisztet, számos féltre hasonlító darabot találtak benne. Mivel a családtagok már néhány ilyen részecskét lenyeltek, inkább a mérgezés aggasztotta őket, mintsem a törött fog.

Az ügyfél azzal a szándékkal hívta fel az ügyvédet, hogy beperelje a Happy Miller céget, amely előállította és eladta ezt a szennyezettnek tűnő lisztet. Az ügyvéd elemeztetni szeretné a részecskéket. Ha ezek valóban fémdarabok, vajon származhatnak-e a liszt előállítására szolgáló gépezetről? Ha igen, vajon vissza kell-e hívnia a Happy Miller cégnek minden csomag teljes-kiórlésű lisztjét? Vagy az ügyfél csak szándékosan adott a liszthez valamiféle szennyezőanyagot, hogy pénzt kényszerítsen ki a Happy Miller cégtől?

Néhány gyors telefonhívás után kiderült, hogy a lisztmalomban található az őrlő, szétválasztó, keverő és töltő gépek a gépek magas króm tartalmú rozsdamentes acélból és sárgarézből vannak.

A család igen hétköznapiak tűnik. Az ügyfél már előzőleg is küszködött fogászati problémákkal, számos tömése van, amelyek közül nem minden költséget fedezett a fogászati biztosítás. A férje hegesztőként dolgozik a helyi építkezési vállalatnál, és részlegesen vak a bal szemére.

A feladata a szennyező részecskék elemzése és azok összetételének meghatározása. Adjon szakvéleményt arról, hogy honnan származnak és hogyan kerültek bele a lisztbe őket.

Anyagok	
összehasonlító "standard" fém minták:	6 mol/dm <sup>3</sup> ammónia vizes oldata (NH <sub>3</sub> )
réz, magnézium, alumínium,	6 mol/dm <sup>3</sup> ecetsav
ólom, cink, vas, nikkel, króm	0,1 mol/dm <sup>3</sup> nátrium-szulfid (Na <sub>2</sub> S)
kémcsövek	0,1 mol/dm <sup>3</sup> kálium-kromát (K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> )
kézi nagyító vagy sztereoszkóp	0,1 mol/dm <sup>3</sup> kálium-tiocianát (KSCN)
10 ml-es főzőpohár 5 ml bromoformmal (tartsuk elszívófülke alatt)	3%-os hidrogén peroxid
mágnes	S és O reagens
csipesz	aluminon reagens
6 mol/dm <sup>3</sup> nátrium-hidroxid (NaOH)	dimetil-glioxim-oldat
6 mol/dm <sup>3</sup> salétromsav (HNO <sub>3</sub> )	ismeretlen minta a szennyező darabokból
6 mol/dm <sup>3</sup> sósav (HCl)	kémcsőállvány
	védőszemüveg
	laboratóriumi köpeny
	egyszerhasználatos gumikesztyű
	kis főzőpohár alkohol
Biztonsági figyelmeztetés! Vegyszerek kerülnek alkalmazásra!	

### **Fizikai vizsgálatok**

Elsőként meg kell határoznunk az alábbi nyolc fém fizikai tulajdonságait:

a rézét (a sárgarézben található), a magnéziumét, az alumíniumét, az ólomét, a cinkét (a galvanizált vas tartalmaz cinket), a vasét, a nikkelét és a krómét (a rozsdamentes acél tartalmaz vasat és krómot is). Ezek a vizsgálatok a legegyszerűbbek, és roncsolásmentesek. Ügyeljünk arra, hogy rögzítsük a megfigyeléseket!

1. Figyeljük meg az egyes fémeket nagyító alatt! Jegyezzük fel a méretüket, formájukat, színüket, és az összes többi tulajdonságot, amely segítséggül lehet az azonosításuknál!
2. Vizsgáljuk meg, hogy melyik fém a mágnesezhető!  
A nyolc fém közül az alumínium és a magnézium nagyon könnyű; sűrűségük 2,70 és 1,74 g/cm<sup>3</sup>. Az összes többi fém nehezebb, sűrűségük MEGHALADJA A 7.00 g/cm<sup>3</sup> értéket. A folyékony bromoform sűrűsége pedig 2.89 g/cm<sup>3</sup>.
3. Vizsgáljuk meg a mintáink sűrűségét vegyifülke alatt a bromoform segítségével! Csipesszel vegyük ki a fémmintákat, majd alaposan öblítsük le a az alkoholos főzőpohárban, hogy megtisztítsuk őket a további vizsgálatokhoz. Vigyázat! A bromoform mérgező. Jól szellőztethető helyen használjuk!
4. Az ólom puha és formázható. Megkarcolható? Hajlítható?
5. Vizsgálj meg az ismeretlen minták fizikai tulajdonságait is!

### **Kémiai vizsgálatok**

6. Tegyük 16 kémcsövet a kémcsőállványra, két sorba elrendezve! Tegyük egy kémcsövet a harmadik sorba! Tegyük minden ismert fémből egy-egy darabot az első sorban levő nyolc kémcsőbe, majd még egyet-egyet a második sorban levőkbe is! Ezek lesznek a standard/ összehasonlító minták.
7. Adjunk 1cm<sup>3</sup> salétromsavat az első sorban levő kémcsövekbe, jegyezzük fel, amennyiben bármilyen reakciót észlelünk! Legyünk türelmesek, egyes reakciók lejátszódása olykor több időt is igényelhet!
8. Öntsünk 1cm<sup>3</sup> nátrium-hidroxid oldatot a második sorban álló kémcsövekbe!

9. Helyezzük a króm összehasonlító mintát a harmadik sorban levő kémcsőbe és öntsünk rá  $1\text{cm}^3$  sósavat!
10. Ha úgy tűnik, hogy több különböző fajta fém van az ismeretlen mintánkban, válasszuk szét őket, és tegyük mindet tiszta kémcsőbe!
11. Ismételjük meg a standardokon elvégzett vizsgálatot az ismeretlen mintákon! Mostanra már biztos lehet benne, hogy milyen összetevők alkotják a szennyezőt, azonban különösen a kriminalisztikában lényeges, hogy maximális bizonyosságot szerezzünk. Végtére is, valaki élete függhet ettől.

A 12.-től a 19.-ik pontig terjedő ún. megerősítő vizsgálat arra szolgál, hogy igazoljuk, vagy megcáfoljuk az eredményeket. Miután leszűkítettük a lehetőségeket, válasszuk ki a megfelelő vizsgálatot a szennyező részecskék azonosítására! Amennyiben nem vagyunk biztosak valamelyik eredményben, végezzük el a vizsgálatot a megfelelő összehasonlító mintával!

12. **Alumínium** jelenlétét azzal igazoljuk, hogy az ismeretlen mintát nátrium-hidroxidoldatban tartalmazó kémcsőhöz 2 csepp alumínon-reagenst cseppentünk, homogenizáljuk, majd állni hagyjuk egy ideig! A kémcső alján megjelenő rózsaszín zselészerű réteg bizonyítja az alumínium jelenlétét.
13. **Réz** jelenlétének igazolásához ammónium-hidroxidot adagolunk a salétromsavas oldathoz az oldat mélykék színének megjelenéséig!
14. **Magnézium** jelenlétének igazolásához egy-két csep S & O reagenst adunk a salétromsavban levő mintához, majd lassan adagolunk hozzá nátrium-hidroxidot a kék színű pelyhes csapadék vagy kolloid gél kiválásáig.
15. **Cink** jelenlétének igazolásához néhány csepp nátrium-szulfid ( $\text{Na}_2\text{S}$ ) oldatot adunk a salétromsavban levő fémhez, és a sárgás vagy fehér színű csapadék megjelenését várjuk.

16. **Vas** hígítsuk a salétromsavas oldatot tíz- vagy többszörösére, szinte víztiszttára hígítjuk, majd egy csepp kálium-tiocianátot (KSCN) hozzáadva barnás-vöröses vagy vörös szín megjelenését vehetjük észre.
17. **Ólom** kimutatásakor a salétromsavas ( $\text{HNO}_3$ ) oldathoz azonos mennyiségű ecetsavat (HAc) adunk a fülke alatt, mivel az ecetsav igen kellemetlen – erősen ecetes – szagú. Homogenizálás után hozzáadunk néhány csepp világossárga kálium-kromát ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) oldatot, és narancssárga csapadékot kapunk!
18. **Nikkel esetén** a savas oldathoz kétszeres mennyiségű ammónia-oldatot öntünk, homogenizáljuk, majd hozzáadunk néhány csepp dimetil-glioxim reagenst, hogy pirosas ibolyaszínű csapadék keletkezzen.
19. **Króm** jelenlétét a sósav hozzáadásakor bekövetkezett változás tapasztalatai erősítik meg. Ugyanazt a reakciót keressük, majd adjunk hozzá néhány csepp  $\text{H}_2\text{O}_2$ -t! Pár pillanatra sárga szín jelenik meg.

## KERESD A KÉMIÁT!



**Szerkesztő: Keglevich Kristóf**

### **Kedves Diákok!**

Elérkezett a 2018/2019-es tanév utolsó fordulója. Az e lapszámban közzölt idézetekhez kapcsolódó megoldásokat szokott módon a <http://kokel.mke.org.hu> honlapon keresztül küldhetitek be, de postán is eljuttathatjátok hozzánk. Ez esetben is regisztrálnátok a honlapon! Postai címünk: KÖKÉL Keresd a kémiát, ELTE Kémiai Intézet, 1518. Budapest, Pf. 32. Beküldési határidő: **2019. április 09.**

Sikeres munkát, jó versenyzést kívánunk mindenkinek!

### **8. idézet (10 pont)**

*„Ezeket mondja az Úristen: te vagy a hasonlatosságnak pecsétje, teljes bölcsességgel és tökéletes ékességgel. Az Isten paradicsomának gyönyörűségiben voltál; minden drágakő a te öltözeted: szardiusz, topáz és jáspis, kizolit, ónix és berillusz, zafír és karbunkulus és smaragd; arany a te ékes mívéd ... Tekéletes voltál útaidban a te teremtednek napjától fogva, mígnem hamisság találtatott tebenned ... És felfuvalkodott a te szíved a te ékességében, és elvesztetted békességedet a te ékességében, a földre vetettek téged...”*

*(Ótestamentum, Ezekiel 28,12–13.15.17 – Káldi György fordítása)*

### **Kérdések:**

- Melyek azok az ásványok a felsoroltak közül, amelyek lényegileg a kvarc változatai?
- Melyik az a két ásvány, amelyek esetében az egyik a másik sajátos zöld színváltozata? Melyik az a vegyület, amely a jellegzetes zöld színt adja?

Melyik államban találhatóak ennek az ásványnak a legjelentősebb bányái?

c) Melyik ásvány a Mohs-féle, az ásványok karcolási keménységének jellemzésére használt skála 9-es keménységű sarokkővének egy kék színű változata? Mi a hasonló összetételű, galambvörös színű ásvány neve?

d) E kék és vörös ásvány közül melyik és hol fordul elő Magyarországon?  
(Keglevich Kristóf)

### 9.idézet (10 pont)

*„– Kifüstölték? Remek – fecsegte kissé összefüggéstelenül, mialatt megmosta, megtörülte a kezét. – Igen, metilaldehid, azt a legszívósabb baktérium sem bírja ki. ...., de a szaga orrfacsaró, nem? A szigorú tisztaság per-se alapvető feltétel...”*

*„– Ami az orvosi kezelést illeti – jegyezte meg –, azzal nem élek, de hát benne foglaltatik a napi ellátás árában, nem kívánhatom, hogy levonják, hogy is vonhatnák le? A fertőtlenítésnél alaposan megnyomták a tollat, mert tíz frank ára .....-t nem használhattak el, hogy kifüstöljék az amerikai lányt. De mindent összevéve azt kell mondanom, inkább jutányos, mint drága, ha azt nézzük, hogy mennyit nyújtanak. – Így hát villásreggeli előtt lementek az „Igazgatóság”-ra, hogy kiegyenlítsék a számlát.”*

*(Thomas Mann: A varázshegy – Szöllősy Klára fordítása)*

### Kérdések:

a) Az idézetekben a .....-tal jelölt helyeken mindkét alkalommal egy szerves vegyület neve szerepel. Mi az adott molekula szerkezeti képlete? Milyen funkciós csoport van benne? Milyen halmazállapotú ez az anyag tiszta formájában?

b) Az idézet a TBC-kórházakban a 20. század elején alkalmazott fertőtlenítésre utal. Milyen formában használták a fenti vegyületet fertőtlenítésre? Mi a neve ennek a formának?

c) Nyomozd ki, mi a szóban forgó vegyület E-száma! Milyen tulajdonsága miatt használható élelmiszer-adalékanyagként?

d) Sorolj fel legalább három olyan vegyületet, amelynek tapasztalati képlete megegyezik az idézetben szereplőével, de molekulaképletük különböző!



e) A fenti vegyület fertőtlenítő hatásának ismeretében elég meglepő, hogy egy, a távol-keleti konyhaművészetben gyakran használt, ehető gombafaj jelentős mennyiségben tartalmazza. Melyik ez a gomba?

(Lente Gábor)

### 10. idézet (10 pont)

„– *Le kell fektetni! – hallatszott István bácsi hangja. – Nem ülhet egész éjjel.*

– *Nem hiszem, hogy tudna aludni, csúnyán le van égve. Ámbár bekentem liliomolajjal... ez a vén Matula...*

– *Nancsi néni, hagyja Matulát békén. ...*

– *Ébredj, atyámfia! Hallom, megpörkölődtél!*

... *István bácsi két szem orvosságot tartott [Gyula elé].*

– *Vedd be, ettől elmúlik – és vizet töltött. Gyulának mukkanni sem volt ideje, már lenyelte az orvosságot, amiért otthon Piri mamának fél óráig kellett könyörögni.*

– *Mi ez?*

– *Sztrichnin, egészen kevés ciánkálival; egyébként semmi közöd hozzá. Én adom, és te beveszed – kész. Na, feküdj le!”*

(Fekete István: Tüskevár)

### Kérdések:

a) Mi István bácsi a gyógyszer mibenlétére vonatkozó válaszában a humor forrása?

b) Írj néhány példát arra, hogy ennek ellenére milyen gyógyászati célokra használták régebben a sztrichnint!

c) Miből vonták ki a sztrichnint és jellemzően mire használták a háztartásokban?

d) Mire használják a ciánkálit a bányászatban? Milyen tulajdonsága teszi erre alkalmassá?

e) Milyen szaga van a ciánkálnak? Miért? Mire kell fokozottan ügyelni a laboratóriumban, ha a vegyész a ciánkáli oldatával dolgozik?

(Keglevich Kristóf)

## A 2018/5. szám feladatainak megoldásai

Remélhetően a megoldások annak számára is tanulságos olvasmányként szolgálnak, aki nem küldte be a feladatsort.

### 3. idézet: a jód, a jodoform, az ezüst-nitrát és Sherlock Holmes

A Betadine® közismert fertőtlenítőszerben az apoláros jódot a poli(vinil-pirrolidon) vagy egyszerűbb nevén povidon komplexálja, így tartja vizes oldatban. Korábban a jódtinktúrát (a jód etanolos oldatát) használták fertőtlenítésre; a Betadine® előnye, hogy – mivel nem tartalmaz alkoholt – nem csíp, kevésbé párolog (nem kell ampullázni); tartósabb hatást eredményez, mivel a jód csak lassanként szabadul ki a komplexből. A keményítő kimutatására használt Lugol-oldat ( $\text{KI}_3$ ) is vizes alapú jóddoldat, mivel azonban hegképződéshez vezethet és lassítja a seb gyógyulását, sebek kezelésére nem használják.

A jodoform ( $\text{CHI}_3$ ) sárga színű, vízben nem oldódó, szilárd anyag. A jodoform-próba olyan hidroxil- és oxovegyületek kimutatására szolgál, ahol a funkciós csoportot hordozó szénatom mellett egyik szén egy metilcsoport. Kissé leegyszerűsítően fogalmazva az alkán-2-olok és a metilketonok jellemző reakciója. Végrehajtásának módja: a mintát néhány csepp NaOH-oldattal meglúgosítjuk, majd cseppenként  $\text{KI}_3$ -oldatot adagolunk hozzá, míg barna színe meg nem marad. Ezután felmelegítjük az oldatot, lehűtés után pedig további néhány csepp NaOH-oldattal lúgosítjuk. A próba pozitív, ha jodoform keletkezik, és a kémcső alján sárga csapadékként leülepszik.

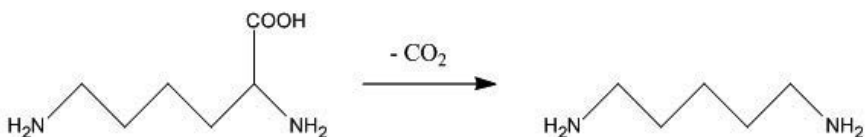
A színtelen ezüst-nitrát-oldattól azért feketedik meg az ember ujjja, mert az ezüstion fény hatására fém-ezüstté redukálódik a bőrön. A kivált mikrokristályos ezüst csak a bőr legfelső rétegével együtt távolítható el. Még ezelőtt érdemes leöblíteni egy olyan oldattal, melyben az ezüstionnal komplexet képző részecskék találhatóak, pl. ammóniaoldattal ( $\rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ , ezüst(I)-diammin-ion) vagy fixírsóoldattal ( $\rightarrow [\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ , ditioszulfáto-argentát(I)-ion).

Az ezüstvegyületeket az ezüstion antiszeptikus (fertőtlenítő) hatása miatt pl. talpbetétekben (meggátolja a kellemetlen szag képződését), hűtőszekrény belsejében a műanyag borítás felületére felvive

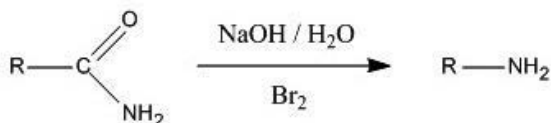
penészgátlóként használják. Az ezüst-nitrát köznapi neve – pokolkő vagy lăpissz – a latin elnevezésből (*lapis infernalis*, azaz pokoli kő) származik, és a vegyület antibakteriális hatására utal. Az ezüst-nitrátot ugyanis régen a poklosság (lepra) okozta fekélyek fertőtlenítésére használták, a pokolkő névnek tehát pozitív üzenete van.

#### 4. idézet: Baudelaire és a hullaszag

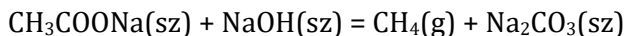
A hullaszagot okozó kadaverin és a putreszcin a fehérjékben kötött lizin, arginin aminosavak enzimek katalizálta dekarboxileződése során képződik. A lizin példáján:



A dekarboxileződés olyan reakciót jelent, amely során a vizsgált molekulából valamilyen reaktáns hatására kilép egy szén-dioxid-molekula. Például ilyen – amint ezt az egyik versenyző írta – a Hofmann-lebontás (mechanizmusának utolsó lépése) is, melyben egy primer amidot brómmal és nátrium-hidroxid-oldattal reagáltatva egy szénatommal rövidebb láncú primer amin keletkezik:



Dekarboxileződés révén jön létre a vérben a hisztamin is, mely a hajszálereket tágítja, a vérben való megjelenésével bőrpírt, viszketést okoz, az allergiás betegségek kialakulásában van szerepe. A 19. században a metán laboratóriumi előállítása is a dekarboxilezésen alapult, vízmentes (kiizzított) nátrium-acetát és szilárd nátrium-hidroxid keverékének hevítésével történt:



Baudelaire az „Egy dög” című versében a romlást költőként úgy érzékelte, hogy a test atomjaira való szétbomlásáról beszélt. Kémiai szempontból helyesebb lett volna, ha molekulákról ír, minthogy a szerves anyagokból képződő illékony bomlástermékek molekulárisak.

Baudelaire az atomnál kisebb részecskét nem ismerhetett, mivel az atom oszthatatlanságába vetett hit csak az elektron felfedezésével ingott meg 1897-ben, a költő azonban már 1867-ben elhunyt. (Az „Egy dög” pedig 1857-ben jelent meg.)

A legszebb megoldásokat Csécsi Marcell, Harsányi Gréta és Pap Richárd küldte be. A következő eredmények születtek:

	Név	Évf.	Iskola	3.	4.	Σ
1.	Balázs Barbara	9.	Bethlen Gábor Ref. Gimn., Hódmező- vásárhely	4	-	4
2.	Csécsi Marcell	11.	Földes Ferenc Gimn, Miskolc	16	9	25
3.	Gabnai Márta	9.	Szt. Orsolya Római Kat. Gimn., Sopron	11	5	16
4.	Harsányi Gréta	11.	Janus Pannonius Gimn., Pécs	15,5	9	24,5
5.	Horváth Bálint Gergely	9.	Szt. Orsolya Római Kat. Gimn., Sopron	8	6	14
6.	Kovács Borbála Irma	9.	Szt. Orsolya Római Kat. Gimn., Sopron	4	5	9
7.	Lajtai Lívია	9.	Szt. Orsolya Római Kat. Gimn., Sopron	9	7	16
8.	Magyar Veronika	9.	Szt. Orsolya Római Kat. Gimn., Sopron	9	4	13
9.	Pap Richárd	9.	Szt. Orsolya Római Kat. Gimn., Sopron	13,5	8	21,5
10.	Reichart Virág	9.	Szt. Orsolya Római Kat. Gimn., Sopron	10,5	5,5	16
11.	Tóth Gabriella	9.	Bethlen Gábor Ref. Gimn., Hódmező- vásárhely	7	1	8

---

## A szám szerzői

**Baglyas Márton** BSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

**Balbisi Mirjam** BSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

**Berta Máté** PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

**Boller Balázs** tanárszakos hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

**Dr. Borbás Réka** középiskolai tanár, Szent István Gimnázium, Budapest

**Csorba Benjámin** BSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

**Hegedüs Kristóf** PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

**Dr. Horváth Judit** tudományos munkatárs, ELTE TTK, Kémiai Intézet

**Dr. Keglevich Kristóf** középiskolai tanár, Fazekas Mihály Gimnázium, Budapest

**Dr. Lente Gábor** egyetemi tanár, PTE TTK, Kémiai Intézet

**Dr. Magyarfalvi Gábor** egyetemi adjunktus, ELTE TTK, Kémiai Intézet

**Pálfy Gyula** PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

**Szobota András** MSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

**Tóth Edina** középiskolai tanár, Petrik Lajos Szakgimnázium, Budapest

**Dr. Varga Szilárd** tudományos munkatárs, MTA TTK

**Vámos István** középiskolai tanár, Petrik Lajos Szakgimnázium, Budapest

**Zagyi Péter** középiskolai tanár, Németh László Gimnázium, Budapest

## TARTALOM

<b>SUFNILABOR</b> .....	99
Vámos István: LED-diódás fotométer házilag .....	99
<b>MI LETT BELŐLED IFJÚ VEGYÉSZ?</b> – Demeter Attila .....	106
<b>MESTERSÉGE KÉMIATANÁR</b> – Balázs Katalin .....	111
<b>GONDOLKODÓ</b> .....	117
<b>KÉMIA IDEGEN NYELVEN</b> .....	148
Horváth Judit: Kémia németül .....	148
Tóth Edina: Kémia angolul .....	158
<b>KERESD A KÉMIÁT!</b> .....	167
<b>A SZÁM SZERZŐI</b> .....	173