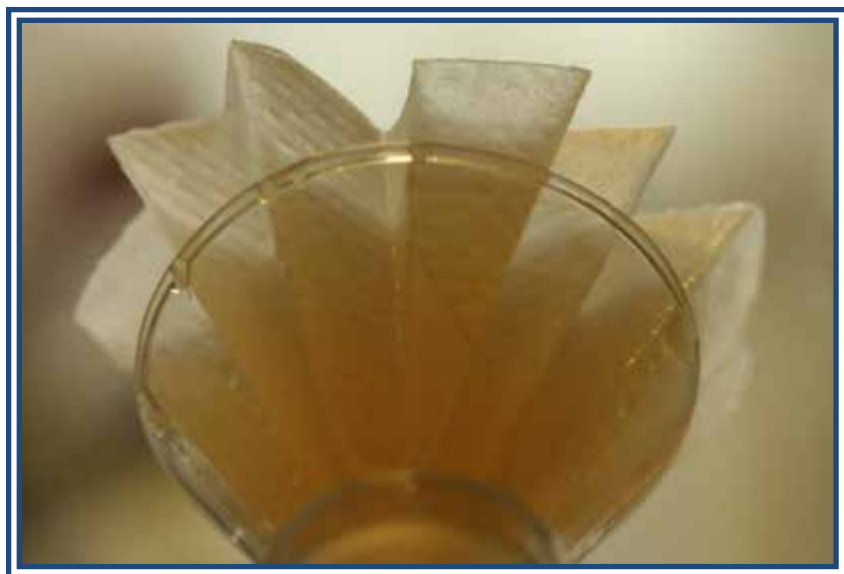


# Középiskolai Kémiai Lapok



**XLIV.**

**2017/3.**



A lap megjelenését a Nemzeti Kulturális Alap támogatja.

A kiadvány a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával készült.

# Középiskolai Kémiai Lapok

A Magyar Kémikusok Egyesülete  
Kémia tanári Szakosztályának folyóirata

2017. május	XLIV. évfolyam	3. szám
-------------	----------------	---------

**Alapító:** Dr. Várnai György

**Főszerkesztő:** Zagyai Péter

**A szerkesztőbizottság:**

**Elnöke:** Dr. Magyarfalvi Gábor

**Tagok:** Dr. Borbás Réka, Dr. Horváth Judit, Kalydi György,  
MacLean Ildikó, Dr. Pálinkó István, Dr. Róka András,  
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 2017. 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  
Széchenyi Könyvtár (OSZK) Elektronikus Periodika Adatbázisa és Archivuma  
(EPA) archiválja.

A címlapfotó Zwillingger Márton 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.

## Szabó Szabolcs (1966-2017)

2017 februárjában – megdöbbenően fiatalon – elhunyt kedves kollégánk, Szabó Szabolcs, a budapesti Fazekas Mihály Gimnázium, majd a Városmajori Gimnázium kémia tanára, a Magyar Kémiaoktatásért Díj kitüntetettje.

Szabolcsot 1981-ben, 14 évesen, a Fazekas Gimnázium elsős diákjaként ismertem meg – akkor még a tanáraként. Ettől az időtől kezdve szinte egészen a haláláig sokat dolgoztunk együtt. Tehetséges és szorgalmas diák volt, szívesen kísérletezett az iskolánk laboratóriumában a versenyekre való felkészülésben. Így már elsős gimnazistaként ott volt az Irinyi János Országos Kémiaverseny döntőjében, Győrben, majd az érettségi előtti évben az OKTV-n kémiaából 3. helyezett lett, de sikereket nemcsak kémiaából, hanem matematikából és fizikából is elért. Mindeközben komolyan sportolt is, és itt életre szóló barátokat szerzett. Ezek után egészen nyilvánvaló volt, hogy a természettudományos tanári pályát választotta élethivatásul, és 1991-ben diplomázott az ELTE kémia-matematika-fizika szakos hallgatójaként. A Fazekas vezetősége azonnal örömmel hívta az alma materbe tanítani, hiszen tudtuk, hogy szakmailag kiválóan felkészült, a tanítás tudománya, művészete pedig a vérében volt. Tizenhét évig volt közvetlen tanárkollégám.

Az iskola egyik profiljának megfelelően felismerte és minden lehetséges módon támogatta a diákokat tehetségük kibontakoztatásában. Már az első évben bekapcsolódott a kémia szakkör munkájába, és öt tanítványa már abban az évben bejutott az Irinyi Kémiaverseny országos döntőjébe. Az Irinyi döntőjében minden évben volt tanítványa, a Fazekasban eltöltött évek alatt összesen több mint 40 diákja vett itt sikeresen részt. Az évek során tanítványai sikert sikerre halmoztak, az Országos Középiskolai Tanulmányi Versenyen több mint 30 tanítványa jutott kémiaából a döntőbe, közülük 17 az első 10 közé. Egyik tanítványa a Nemzetközi Kémiai Diákolimpián két egymást követő évben ezüst-, illetve aranyérmes lett. A sikerek még további munkára lelkesítették. Diákjaival bekapcsolódott a környezetvédelmi projektversenyekbe is, akik 1999-ben a Nemzetközi Környezetvédelmi

Projektolimpián (INEPO) bronzérmeket szereztek, és lehetőséget kaptak a 2000-ben megrendezett hannoveri környezetvédelmi világversenyen (WYRF) való részvételre is. A tanítványai a kutatómunkájukkal az Országos Tudományos Diákköri Konferencián 1999-ben és 2004-ben is első díjat nyertek.

Figyelte a friss kémiai irodalmat, minden új kísérletet kipróbált, minden új információt megismert. Talán legelsőként tanulta meg az Obendrauf-féle fecskendős kísérleti technika minden csínját-bínját, bevezette az oktató munkája mindennapos gyakorlatába, sőt tanárkollégáinak továbbadta tudását. Évek hosszú során át együtt vezettük a fővárosi kémiatanárok továbbképzését, sőt a megyei továbbképzésekben is átadtuk az aktuális új kémiai ismereteket. Elindítottuk a „mobil laborunkat”. Saját autónkkal jártuk az országot, vittük a kísérleti eszközöket, vegyszereket, hogy olyan helyekre is eljusson a kísérletezés öröme, ahol arra nem voltak kellően felkészülve. Szabolcs még Csíkszeredában, a Bolyai Nyári Akadémián is bemutatta az erdélyi kémiatanároknak a „low cost” kísérletezést. Egyszóval kiváló tanár és nagyszerű kolléga volt. Sikeres munkássága jutalmául 2005-ben megkapta a Magyar Kémiaoktatásért Díjat.

Később a családja igénye és a szakmai felfrissülési vágya egy rövid időre más irányba, az alkalmazott informatika területére terelték. Ez talán nem volt szerencsés választás részéről, mert új környezetében, egy biztosító vállalatnál nem érezte magát olyan jól, mint korábban az iskolában, a diákok között. Bár rövid időre újra megtalálta a kémiatanári pálya örömét a Városmajori Gimnáziumban, de közben családi élete zátonyra futott, mindezek felőrölték az idegeit és fizikailag is tönkrement. És most váratlanul itt hagyta családját, barátait, kollégáit, és főleg a mindenkor lelkes diákjait.

Szomorú szívvel búcsúzom minden kémiatanár kollégám nevében a kedves tanítványomtól-munkatársamtól.

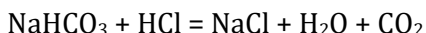
Hobinka Ildikó

## GONDOLKODÓ



### Megoldások

**A71.** A szódadikarbóna sósavban való oldódásakor lejátszódó reakció egyenlete:



Tekintsünk  $1 \text{ dm}^3$  telített  $\text{NaCl}$ -oldatot! Ennyi oldatban  $0,011 \text{ mol CO}_2$  oldódik fel. A függvénytáblázat szerint a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ -on telített  $\text{NaCl}$ -oldat  $26,45 \text{ m/m}\%$ -os, így  $1 \text{ dm}^3$  telített oldatában, melynek tömege  $1190 \text{ g}$ ,  $1190 \text{ g} \cdot 0,2645 = 314,8 \text{ g NaCl}$  van. Ennek anyagmennyisége  $314,8 \text{ g} / (58,44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}) = 5,387 \text{ mol}$ .  $5,387 \text{ mol NaCl}$  ugyanekkora anyagmennyiségű  $\text{NaHCO}_3$ -ból és  $\text{HCl}$ -ből keletkezett és a keletkező  $\text{H}_2\text{O}$  és  $\text{CO}_2$  anyagmennyisége is ugyanekkora.

a) Ahhoz, hogy megkapjuk az eredeti sósav össztömegét, az oldat tömegéből ki kell vonni a  $\text{NaHCO}_3$  tömegét és hozzá kell adni az eltávozott  $\text{CO}_2$  tömegét:

$$\begin{aligned} &1190 \text{ g} - 5,387 \text{ mol} \cdot 84,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + \\ &+ (5,387 - 0,011) \text{ mol} \cdot 44,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 974,0 \text{ g} \end{aligned}$$

Az oldott  $\text{HCl}$  tömege  $5,387 \text{ mol} \cdot 36,46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 196,4 \text{ g}$ . A sósav töménysége ez alapján  $196,4 \text{ g} / (974,0 \text{ g}) \cdot 100 \text{ m/m}\% = 20,16 \text{ m/m}\%$ . Tehát a kísérletben  $20,2$  tömegszázalékos sósavat kell használni.

b)  $1 \text{ dm}^3$  telített sóoldat képződésekor  $5,387 \text{ mol CO}_2$  keletkezik és ebből  $0,011 \text{ mol}$  marad oldott állapotban. Azaz a reakció végén a képződő  $\text{CO}_2$   $0,011 \text{ mol} / (5,387 \text{ mol}) \cdot 100\% = 0,204\%$ -a marad oldott állapotban.

A pontszámok átlaga 5,6 pont, hibátlan megoldást küldött be Balogh Marcell, Berezvai Anna, Ficsór István Dávid és Répási Marcell. A legtöbb hiba és pontlevonás figyelmetlenségekből adódott.

(Palya Dóra)

**A72.** Az  $n = N/N_A$  összefüggés alapján kiszámíthatjuk, hogy az első vegyület 1 móljában 2 mol atom és 177 mol proton található. A második vegyület esetén 1 mol-ban 3 mol atom és 260 proton van. Világos, hogy kétkomponensű vegyületek lévén az első vegyület 1:1 arányban, míg a második 2:1 arányban tartalmazza ugyanazt a két összetevőt. A protonszám-különbségből következtethetünk először az egyik elem rendszámára:  $260 - 177 = 83$ . Ez a bizmut (Bi). A másik elem innen igen könnyen következik:  $177 - 83 = 94$ , a plutónium (Pu). A két vegyület tehát a plutónium-monobizmutid és a plutónium-dibizmutid: PuBi és PuBi<sub>2</sub>.

A pontátlag 8,5 volt.

(Varga Bence)

**A73. a)** Számoljuk ki, hogy hány  $m/m\%$  az adott anyagok ródiumentartalma:

$$m/m\%(\text{RhCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = 102,9/263,3 \cdot 100\% = 39,1\%$$

$$m/m\%(\text{Rh}(\text{NO}_3)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 102,9/324,9 \cdot 100\% = 31,7\%$$

Ezek alapján a  $\text{RhCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ -t éri meg megrendelni, hiszen annak nagyobb a ródiumentartalma.

b) Először számoljuk ki mennyi ródiumot tartalmaz 1 kg  $\text{RhCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ .

$$m(\text{Rh}) = 0,391 \cdot 1000 \text{ g} = 391 \text{ g}$$

Ennek értéke a jelenlegi ára alapján:

$$p(\text{Rh}) = 25,7 \text{ \$/g} \cdot 391 \text{ g} = 10048,7 \text{ \$}$$

Vendel elkölt az 1 kg  $\text{RhCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  megvásárlására

$$p(\text{RhCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = 10 \text{ \$/g} \cdot 1000 \text{ g} = 10000 \text{ \$-t.}$$

Ezek alapján a szállítási díj maximális összege:

$$p(\text{szállítás, max}) = p(\text{Rh}) - p(\text{RhCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = 48,7 \text{ \$}$$

Tehát 48,7 \$-nál kisebb szállítási költség esetén húzhat Vendel hasznot az üzletből (de ekkor még nem számoltunk a fém sójából történő előállításának költségével).

*A beküldött megoldások szinte mindegyike hibátlan volt, mindössze kisebb elnézések okoztak pontvesztést. Az átlagpontszám 9,1 lett.*

(Broda Balázs)

**A74.** Vendel feltételezését a következőképpen ellenőrizhetjük: kiszámítjuk, hogy egy térfogategységben ( $1 \text{ m}^3$ ) hány darab delokalizált elektron van az adott fém esetében, majd megvizsgáljuk, hogy az elektronok számának és a vezetőképességnek ( $\kappa$ ) a hányadosa megegyezik-e közelítőleg a fémekre (az egyenes arányosság feltétele, hogy a két mennyiség hányadosa állandó).

$$N(e^-)/\text{m}^3 = yN_A V\rho/M$$

ahol  $y$  a delokalizált elektronok száma atomonként,  $N_A$  az Avogadro-állandó ( $6,022 \cdot 10^{23}$ ),  $V = 1 \text{ m}^3$ ,  $\rho$  a fém sűrűsége ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ),  $M$  a fém moláris tömege ( $\text{kg}/\text{mol}$ ).

A következő táblázat tartalmazza a kapott adatokat:

Fém	$Y$	$\rho$ ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	$M$ ( $\text{kg}/\text{mol}$ )	$N(e^-)/\text{m}^3$	$\kappa$ ( $\text{S}/\text{m}$ )	hányados
Li	1	534	0,0069	$4,63 \cdot 10^{28}$	$1,08 \cdot 10^7$	$4,29 \cdot 10^{21}$
K	1	890	0,0391	$1,37 \cdot 10^{28}$	$1,4 \cdot 10^7$	$9,79 \cdot 10^{20}$
Mg	2	1738	0,0243	$8,61 \cdot 10^{28}$	$2,3 \cdot 10^7$	$3,74 \cdot 10^{21}$
Ba	2	3510	0,1373	$3,08 \cdot 10^{28}$	$2,9 \cdot 10^6$	$1,06 \cdot 10^{22}$
Al	3	2700	0,0270	$1,81 \cdot 10^{28}$	$3,8 \cdot 10^7$	$4,76 \cdot 10^{21}$
Ag	1	10490	0,1079	$5,85 \cdot 10^{28}$	$6,2 \cdot 10^7$	$9,44 \cdot 10^{20}$
Au	1	19300	0,1970	$5,90 \cdot 10^{28}$	$4,5 \cdot 10^7$	$1,31 \cdot 10^{21}$

A táblázatból jól látszik, hogy a hányadosoknak igen jelentős a szórása, vagyis a korreláció a vezetőképesség és a delokalizált elektronok szá-

ma között nem tekinthető jelentősnek – vagyis Vendel feltételezése nem megalapozott.

*A feladat könnyűnek bizonyult, a beküldők többsége helyesen oldotta meg. Az összefüggés létének hiányát természetesen más módon is lehetett bizonyítani, például többen az elektronok száma alapján és a vezetőképeség alapján sorba rendezték a fémeket, és abból is egyértelműen kiderült, hogy nem egyezik a sorrend több ponton sem. Elvárás volt, hogy minden atomot vizsgáljanak meg a versenyzők, tehát azért nem járt teljes pontszám, hogyha csak két atom összehasonlítását végezték el, és ez alapján vonták le a következtetést, hiszen lehetséges volna ekkor elméletileg az is, hogy csak éppen az adott párosra nem működik a megközelítés, de a többire esetleg mégis.*

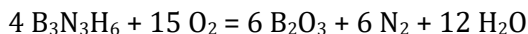
(Pálffy Gyula)

**A75.** a) Mivel a vegyület gőzének oxigénre vonatkoztatott relatív sűrűség 2,51, ezért a moláris tömege 80,32 g/mol. Tehát az 52,6 g elégetett anyag anyagmennyisége 0,655 mol.

A 23,9 dm<sup>3</sup> standard állapotú nitrogéngáz 0,976 mol-nak, míg kétszer ennyi víz 1,951 mol-nak felel meg. Mivel 0,655 mol vegyületet égettünk el, ezért 1 mol anyagból ezek alapján 1,5 mol N<sub>2</sub> és 3,0 mol H<sub>2</sub> keletkezik, tehát 1 molekulában 3 nitrogén- és 6 hidrogénatom található.

1 mol anyagból a nitrogén és hidrogén atomok tömegének levonásával 32,23 g marad, ami pontosan 3 mol bórnak felel meg. Ezek alapján az összegképlet: B<sub>3</sub>N<sub>3</sub>H<sub>6</sub>.

b) Az égés egyenlete ezek alapján:



c)

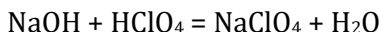


d) A vegyület a benzolra hasonlít. A fenti ábrán jelölt delokalizáció (aromás szerkezet) miatt ez is stabilabb, mint a hasonló BNH vegyületek.

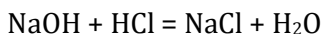
*A feladat esetén, aki helyesen értelmezte a feladatléírást, az eljutott a közel hibátlan megoldásig. Egyedüli problémát annak a felismerése jelentette, hogy nemcsak a hatszög alak miatt hasonlít a benzolra, hanem az aromás szerkezet miatt is. A pontátlag 5,8 pont volt.*

(Bacsó András)

**A76.** a) A NaOH-oldat és a HClO<sub>4</sub>-oldat összeöntésekor lejátszódó reakció egyenlete:



Mivel a NaOH és a HClO<sub>4</sub> a két összeöntött oldatban azonos tömegszázalékban van jelen és a NaOH moláris tömege kisebb, ezért az összeöntéskor az lesz feleslegben. A kapott keverékből készített törzsoldat titrálásakor tehát a HCl a NaOH-dal reagál:



15,2 cm<sup>3</sup> 0,00986 mol · dm<sup>-3</sup> koncentrációjú sósavban 1,499 · 10<sup>-4</sup> mol HCl van, ami 1,499 · 10<sup>-4</sup> mol NaOH-dal reagál. Ennyi volt a törzsoldat 10,0 cm<sup>3</sup>-ében, az eredeti összeöntött oldatban tehát 1,499 · 10<sup>-3</sup> mol NaOH volt.

Legyen az összeöntés előtti oldatok tömegszázalékos összetétele  $x$  m/m%. 10,0 g oldatban tehát 0,1x g oldott anyag van. 0,1x g NaOH 0,1x/40,0 mol, 0,1x g HClO<sub>4</sub> 0,1x/100,5 mol, ami 0,1x/100,5 mol NaOH-dal reagál. Ezek alapján az alábbi egyenletet írhatjuk fel a NaOH anyagmennyiségére:

$$0,1x/40,0 - 0,1x/100,5 = 1,499 \cdot 10^{-3}$$

Ebből  $x = 0,9958$  m/m% adódik. Tehát 0,996 m/m%-os oldatokat öntöttünk össze.

b) Az eddigiek alapján a képződött só (NaClO<sub>4</sub>) anyagmennyisége  $0,1 \cdot 0,9958/100,5 = 9,908 \cdot 10^{-4}$  mol, ami 0,1214 g. Tehát a 100 cm<sup>3</sup> törzsoldatban a NaClO<sub>4</sub> tömegkoncentrációja 1,21 g · dm<sup>-3</sup>, anyagmennyiség-koncentrációja  $9,91 \cdot 10^{-3}$  mol · dm<sup>-3</sup>.

*A pontátlag 7,4 pont. Hibátlan megoldást küldött be Ármós Csaba Endre.*

(Palya Dóra)

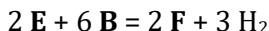
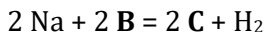
**A77.** Nézzük először az **A** fém kloridját. Jelöljük a só képletét  $\text{ACl}_z$ -vel, ekkor, ha  $M(\text{A})$ -val jelöljük **A** moláris tömegét akkor a következő egyenlet írható fel:

$$\frac{35,5 \cdot z}{M(\text{A}) + 35,5 \cdot z} = 0,6067$$

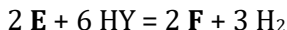
$$35,5 \cdot z = 0,6067 \cdot M(\text{A}) + 21,538 \cdot z$$

$$13,91 \cdot z = 0,6067 \cdot M(\text{A}) \text{ azaz } 22,93 \cdot z = M(\text{A})$$

Mivel  $z$  egész szám, ezért **A**-ra kémiaailag értelmes megoldásként csak a Na adódik. A feladat szerint **D** egy nagy diffúziósebességű gáz, ebből sejteni lehet, hogy a **D** a hidrogén lesz. Most a megadott egyenletek közül az első kettő így néz ki:



Látható, hogy **B** anyaggal a Na és az **E** elem is hidrogént fejleszt, így **E** is fém lesz. **B**-ben pedig van hidrogén, így felírhatjuk  $\text{HY}$ -ként is. Ekkor a második egyenlet így alakul:



Tehát **F**-et **E** és 3 **Y** alkotja, tehát képlete  $\text{EY}_3$ . Így **E** és **F** 1:1 arányú keverékének átlagos moláris tömegéből a következő írható fel:

$$M(\text{E}) + M(\text{EY}_3) = 2 M(\text{E}) + 3 M(\text{Y}) = 52,5 \cdot 2 = 105 \text{ g/mol}$$

Háromértékű fémek közül elsőként az alumíniumot érdemes megvizsgálni. Ha **E** az alumínium, akkor a fenti egyenletből következik, hogy  $M(\text{Y}) = 17 \text{ g/mol}$ , ami megfelel a hidroxidionnak, tehát **B** vegyület a víz. Erre valóban igaz, hogy folyadék. Tehát a feladat megoldása:

**A:** Na – nátrium

**B:**  $\text{H}_2\text{O}$  – víz

**C:** NaOH – nátrium-hidroxid

**D:**  $\text{H}_2$  – hidrogén

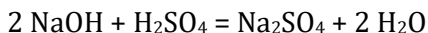
**E:** Al – alumínium

**F:**  $\text{Al}(\text{OH})_3$  – alumínium-hidroxid

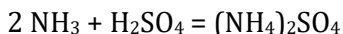
**G:**  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$  – nátrium-tetrahydroxo-aluminát

(Bacsó András)

**A78.** Az ammónia elnyeletésére használt oldat 1,25 mmol kénsavat tartalmaz. Az elnyeletés után feleslegben maradt kénsav titrálásakor 1,5291 mmol NaOH fogyott. A kénsav titrálása NaOH-dal:



Ekkor az egyenlet alapján a feleslegben maradt kénsav  $1,5291/2 \text{ mmol} = 0,76455 \text{ mmol}$  volt, és az ammóniával  $1,25 \text{ mmol} - 0,76455 \text{ mmol} = 0,48545 \text{ mmol}$  kénsav reagált el. Az ammónia és a kénsav reakciója:



Az egyenlet alapján  $2 \cdot 0,48545 \text{ mmol} = 0,9709 \text{ mmol}$  ammónia képződött a levélben levő nitrogénből, tehát a minta  $0,9709 \text{ mmol}$  nitrogént tartalmazott, aminek a tömege  $0,013593 \text{ g}$ . A levélminta nitrogéntartalma tömegszázalékban kifejezve  $3,10 \%$ .

*A feladat könnyűnek bizonyult, minden beküldő maximális pontot ért el.*

(Simkó Irén)

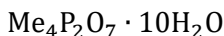
**A79.** Az adatok alapján felírható, hogy a keresett kristályos sóban:

$$m_{\text{P}} : m_{\text{O}} : m_{\text{H}} = 13,89 : 61,00 : 4,485$$

Ezt anyagmennyiség-arányokra átszámítva:

$$n_{\text{P}} : n_{\text{O}} : n_{\text{H}} = \frac{13,89}{30,97} : \frac{61,00}{16,00} : \frac{4,485}{1,008} = 0,4485 : 3,8125 : 4,4494 \approx \approx 2 : 17 : 20$$

Tegyük fel, hogy az összes hidrogén a kristályvíz része, ekkor a só képlete (felhasználva azt, hogy alkálifémsó, tehát a kationja felírható  $\text{Me}^+$  alakban):



Ebben az esetben Me moláris tömege ( $M$ ) kiszámítható például a kristályvizes sóban lévő foszfor ismert tömegarányának segítségével:

$$\frac{2 \cdot 30,97}{4M + 2 \cdot 30,97 + 17 \cdot 16,00 + 20 \cdot 1,008} \cdot 100 = 13,89$$

$$M = 22,96 \text{ g/mol}$$

Ez a Na moláris tömegének felel meg, ami valóban alkálifém. A kapott vegyület ( $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) valóban minden megadott információnak megfelel.

Ha savanyúsóról van szó – vagyis maga a só is tartalmaz hidrogént –, akkor szóba jöhetnek a hidrogén- és a dihidrogén-foszfátok is, de az utóbbiak esetén nem lehet megoldani, hogy a kristályvízhez megmaradó hidrogének és oxigének megfelelő arányban legyenek. Viszont elképzelhető a következő só:



Ez felfogható egy 2 és egy 7 kristályvizes  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  keverékeként, viszont ez nem felel meg a feladat elején található leírásnak, így ez nem fogadható el.

Tehát a keresett kristályvizes só csak a  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  lehet.

*A feladat megoldása a beküldők többségének nem okozott gondot, csak néhányan voltak, akik a kapott összegképlet alapján nem rögtön valamilyen difoszfátsóra gondoltak. Az átlagpontszám 8,5 pont volt.*

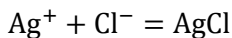
(Németh Flóra Boróka)

**A80.** A 0,1200 M-os  $\text{AgNO}_3$ -oldatból (átszámítva) 0,02500  $\text{dm}^3$  fogy, ami

$$0,1200 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,02500 \text{ dm}^3 = 0,003000 \text{ mol}$$

$\text{AgNO}_3$ -nak felel meg.

A következő (ion)reakció játszódik le:



Megállapítható, hogy egy adott anyagmennyiségű NaCl, KCl keverékre ugyanakkora anyagmennyiségű  $\text{AgNO}_3$  fogy, tehát a keverék összesen 3,000 mmol NaCl-ot és KCl-ot tartalmazott.

Mivel a vizsgált keverék tömege 0,2022 g, ezért a következő egyenlet írható fel (ha  $x$ -szel jelöljük a keverékben lévő KCl anyagmennyiségét):

$$74,55x + 58,45(0,003 - x) = 0,2022$$

Ebből  $x = 1,6677 \cdot 10^{-3}$  mol, ez a KCl anyagmennyisége, és így a NaCl anyagmennyisége  $1,3323 \cdot 10^{-3}$  mol.

(Megjegyzés: elfogadható, ha valaki  $M_{\text{Cl}} = 35,5$  g/mol-lal számolt, és ahhoz mérten kapott pontos végeredményt.)

Ebből kiszámítható, hogy 0,6065 g keverékben hány mól KCl illetve NaCl van:

$$\text{KCl: } \frac{0,6065 \text{ g}}{0,2022 \text{ g}} \cdot 1,6677 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 5,0023 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{NaCl: } \frac{0,6065 \text{ g}}{0,2022 \text{ g}} \cdot 1,3323 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 3,9962 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Ez megegyezik a mintában lévő  $\text{K}^+$  és  $\text{Na}^+$  anyagmennyiségével. Tehát a mintában ezen ionok tömege:

$$\text{K}^+: 5,0023 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 39,1 \text{ g/mol} = 0,19559 \text{ g}$$

$$\text{Na}^+: 3,9962 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 23 \text{ g/mol} = 0,09191 \text{ g}$$

Ezek tömegszázalékba átszámítva:

$$\text{K}^+: \frac{0,19559 \text{ g}}{0,9250 \text{ g}} \cdot 100 = 21,14\%$$

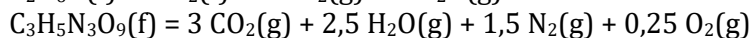
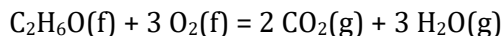
$$\text{Na}^+: \frac{0,09191 \text{ g}}{0,9250 \text{ g}} \cdot 100 = 9,936\%$$

Tehát a minta káliumtartalma 21,14 m/m% volt, és a nátriumtartalma 9,936 m/m%.

*A feladatot beküldők szinte kivétel nélkül eljutottak a végeredményig. A hibák többségében pontatlan számolásból adódtak, illetve abból, hogy a megoldás során megfeledkeztek arról, hogy a titrálás során a kloridkeveréknek csak egy részét vizsgáljuk. Az átlagos pontszám 9,3.*

(Németh Flóra Boróka)

**K261.** a) A folyamatok égéshőjének megállapításához fel kell írunk a rendezett reakcióegyenleteket (természetesen az egyenletek bármilyen többszöröse megfelel):

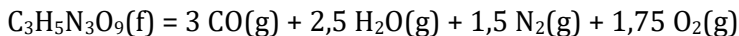


A vonatkozó termokémiai adatok kJ/mol-ban:

$\Delta_f H(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\text{f})) = -277,0$ ;  $\Delta_f H(\text{CO}_2(\text{g})) = -393,5$ ;  $\Delta_f H(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) = -241,8$ ;  
 $\Delta_f H(\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9(\text{f})) = -370,0$ . A stabil elemi formáké zérus.

Az égéshőket a rendezett egyenletekhez úgy számoljuk, hogy a termékek standard képződési entalpiáinak összegéből kivonjuk a kiindulási anyagokét, a sztöchiometriai számokkal súlyozva. Így az etanol égésére  $-1235,4$  kJ/mol, míg a nitroglicerinére  $-1415,0$  kJ/mol adódik.

b) Ismét felírjuk a rendezett reakcióegyenletet:



Ismerve a CO standard képződési entalpiáját ( $\Delta_f H(\text{CO}(\text{g})) = -110,5$  kJ/mol), az égéshő hasonlóan számítható.

Az eredmény  $-566,0$  kJ/mol.

c) Felfedezhetünk egy látszólagos ellentmondást, miszerint a nitroglicerin égése kisebb energiafelszabadulással jár, mégis pusztítóbb hatással bír. A feloldást több irányból is meg lehet közelíteni, az értékelés során a következő szempontok voltak hangsúlyosak:

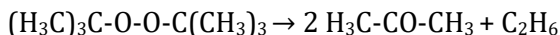
- Az égéshő egy termodinamikai adat, így a kiindulási és végállapotok energiataralma közötti különbséget jellemezi. A robbanás ereje a végbemenő folyamat *gyorsaságában* rejlik, amiről a megadott információ nem mond semmit.
- Az égés gyorsaságában szerepet játszik az, hogy mekkora mennyiségű oxigénre van hozzá szükség. A nitroglicerin égése nem igényel légköri oxigént.
- Robbanás során gázok keletkeznek, majd ezek kitágulnak, lökéshullámot előidézve. Könnyen belátható, hogy a nitroglicerin robbanása során sokkal nagyobb anyagmennyiségű (térfogatú) égéstermék keletkezik.

*A pontok átlaga 6,7 volt. A legnagyobb fejtörést az utolsó kérdés okozta, amit sokat csak a keletkező gázok mennyiségével magyaráztak.*

(Berta Dénes)

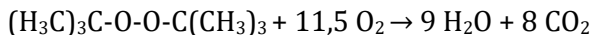
**K262.** a) Nagy valószínűséggel (a leírtak alapján) a láncfűrész azért nem működött, mert az üzemanyag elégetéséhez (ezáltal a motor működtetéséhez) nem állt rendelkezésre elegendő mennyiségű oxigén.

b) A di-terc-butyl-peroxid hőbomlásának egyenlete:



c) Azért lehet alkalmas üzemanyag a DTBP ilyen esetben is, mert oxigénhiányos környezetben is képes hőbomlás útján energiát termelni, mellyel meghajtható a láncfűrész motorja.

d) A DTBP tökéletes égésének egyenlete:



A felszabaduló energia kiszámításához a Hess-tételt alkalmazzuk. A reakcióban képződő termékek sztöchiometriai együtthatókkal súlyozott képződéshőinek összegéből kivonjuk a kiindulási anyagok hasonlóan súlyozott képződéshőit.

A hőbomlás során felszabaduló energia:

$$\begin{aligned} E(\text{hb}) &= 2\Delta_{\text{k}}H(\text{aceton, g}) + \Delta_{\text{k}}H(\text{C}_2\text{H}_6, \text{g}) - \Delta_{\text{k}}H(\text{DTBP}) \\ E(\text{hb}) &= -141 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

A tökéletes égés során felszabaduló energia (megjegyezve, hogy az elemek képződéshője zérus):

$$\begin{aligned} E(\acute{\text{e}}) &= 8\Delta_{\text{k}}H(\text{CO}_2, \text{g}) + 9\Delta_{\text{k}}H(\text{H}_2\text{O, g}) - \Delta_{\text{k}}H(\text{DTBP}) - 11,5\Delta_{\text{k}}H(\text{O}_2, \text{g}) \\ E(\acute{\text{e}}) &= -4949 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Ezek alapján kiszámítható, hogy hányszoros mennyiségű energia szabadul fel a DTBP tökéletes égésekor a hőbomláshoz viszonyítva:

$$\eta = E(\acute{\text{e}})/E(\text{hb}) = (-4949 \text{ kJ/mol})/(-141 \text{ kJ/mol}) = 35,1$$

Tehát kb. 35-szörös energia szabadul fel.

*A beküldött megoldások között nagyon sok hibátlan megoldás volt. A megoldóknak általában az a) és a c) rész okozott nehézséget. Az átlag-pontszám 9,0 lett.*

(Broda Balázs)

**K263.** a) Tegyük fel, hogy a nyomás a rendszerben  $p$ . Ekkor az  $50\text{ }^\circ\text{C}$ -os részben lévő nitrogén anyagmennyisége  $1,86 \cdot 10^{-5} p$ , míg a  $70\text{ }^\circ\text{C}$ -os részben lévőé  $2,8 \cdot 10^{-6} p$ . Ezek összege  $6,5 \text{ mol}$ , tehát  $6,5 = 2,14 \cdot 10^{-5} p$ . Ebből adódik, hogy a nyomás  $3,04 \text{ bar}$ .

b) A kisebbik edényben így  $0,5909 \text{ mol}$  nitrogén lesz,  $70\text{ }^\circ\text{C}$ -on, tehát a rendszerben a nyomás  $2,11 \text{ bar}$  lesz. Ezek alapján kiszámolható, hogy a nagyobbik edényben lévő  $5,9091 \text{ mol}$  nitrogén hőmérséklete  $-58,7\text{ }^\circ\text{C}$ .

c) Ezek alapján kis sűrűségkülönbség elérésére használható a módszer, viszont nagy sűrűségkülönbséghez nagyon nagymértékű hűtés szükség-

ges, egyszerűbb egy pumpát alkalmazni e célra. Azonban, lehetnek olyan esetek mikor megfontolandó ez az eljárás (reaktív gázok). Megfelelő indoklás esetén mindkét válasz maximális pontot ért.

*A feladat során alapvető fontosságú volt rájönni arra, hogy a két tartályban azonos lesz a nyomás minden körülmény között, hiszen együtt alkotnak egy zárt rendszert. A pontátlag 8,1 pont volt, 11 hibátlan megoldás érkezett.*

(Bacsó András)

**K264.** a) Vegyünk mindkét oxidból 1-1 grammot.  $X_2O$  (1) moláris tömege legyen  $M_1 = 2x+16$  g/mol,  $XO_2$  (2) moláris tömege pedig  $M_2 = x+32$  g/mol. Ekkor  $n_1 = (1/(2x+16))$  mol, ami  $(2/(2x+16))$  mol X atomot és  $(1/(2x+16))$  mol O atomot tartalmaz;  $n_2 = (1/(x+32))$  mol, ami  $(1/(x+32))$  mol X atomot és  $(2/(x+32))$  mol O atomot tartalmaz. Mivel az anyagmennyiség arányos a darabszámmal, az alábbi egyenletet írhatjuk fel:

$$(2/(2x+16)) + (1/(x+32)) = 1,015 \cdot [(1/(2x+16)) + (2/(x+32))]$$

Megoldva  $x = 14$  g/mol értéket kapunk, ami a nitrogén moláris tömege. Tehát a keresett elem a nitrogén, a vegyületek pedig a  $N_2O$  és a  $NO_2$ .

b) Legyen  $N_nY$  (3) moláris tömege  $M_3 = (14n + y)$  g/mol és  $NY_n$  (4) moláris tömege  $M_4 = (14 + n \cdot y)$  g/mol. Ekkor az alábbi egyenletet írhatjuk fel:

$$14n + y = 2,53 \cdot (14 + n \cdot y)$$

$n$  pozitív egész szám,  $n = 3$  esetén kapunk értelmes megoldást, ekkor  $y = 1$  g/mol adódik, ami a hidrogén moláris tömegének felel meg. A nitrogénre jellemző a 3 vegyérték, illetve a  $N_3H$  és az  $NH_3$  létező vegyületek, így  $n = 3$  és  $Y = H$  a helyes megoldás.

(Rutkai Zsófia)

**K265.** a)  $C_{10}H_{16}$

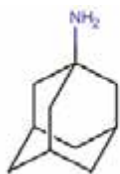
b) Az adamantánmolekulák térbeli eltolásával, egymáshoz illesztésével felépíthető a teljes gyémántrács.

c) Az adamantánban összesen kettő különböző helyzetű szénatom van (a szekunder és a terciér), így összesen kettő monobróm-adamantán létezik.

A dibrom-származékokat esetekre bontjuk:

- mindkét bróm terciér szénatomon van: minden terciér szén „ugyanannyira” van egymástól, így bármely kettőt választjuk ki, ugyanazt a molekulát kapjuk: 1 db
- mindkét bróm szekunder szénatomon van:
  - lehetnek úgy, hogy a két szénatom között csupán egy másik (egy terciér) van, ekkor a kialakuló két kiralitáscentrum miatt összesen 4 db izomer lesz
  - és lehetnek úgy is, hogy közöttük három másik szénatom van (két terciér és egy szekunder), ekkor nincs kiralitáscentrum, így csak 1 db izomer lesz
  - mindkét brómatom ugyanazon a szekunder szénatomon van: 1 db
- az egyik bróm szekunder, a másik terciér szénatomon van:
  - ha egymás melletti szénatomokon vannak, akkor ott a szekunder szénatomon kialakuló kiralitáscentrum miatt 2 db izomer lesz
  - ha közöttük két másik szénatom (egy szekunder és egy terciér) van, akkor nem alakul ki kiralitáscentrum, és így 1 db izomer létezik

d) A tömegszázalékos adatokból a moláris tömegekkel való leosztással azt kapjuk, hogy 100 g vegyületben 6,612 mol C és 11,24 mol H van, ami 10 szénatomot feltételezve (hisz adamantánszármazékot keresünk) 17 hidrogénatomot jelent. Valamint, a 10 szénatomos feltételezés azt is jelenti, hogy a 100 g anyag 6,612/10 mol anyagot jelent, tehát a vegyület moláris tömege  $100/0,6612 = 151,2$  g/mol, amiből kivonva tízszer a szén, és tizenhétszer a hidrogén moláris tömegét, 14-et kapunk, ami éppen a nitrogén moláris tömege. Ez alapján a kérdéses vegyület egy aminoadamantán. Az interneten utánanézzve azt találjuk, hogy a Parkinson-kór ellen az 1-aminoadamantánt használják (I. képlet).



I.



II.



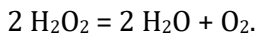
III.

e) Az előző megoldáshoz hasonlóan számolva 10:14-es C:H arány jön ki, illetve az ismeretlen elem moláris tömegére 16, így egy  $C_{10}H_{14}O$  összegképletű vegyület a megoldás. Mivel a feladat nem adott részletesebb specifikációt, ezért ennek az összegképletnek két adamantán-származék is megfelel (II. és III. képletek)

*A feladat nehéznek bizonyult, sokan elfeledkeztek a kialakuló kiralitás-centrumokról, nem született hibátlan megoldás. A legszebb megoldást Al-Hag Johanna Iman küldte be.*

(Kis Zoltán Sándor)

**K266.** a) A  $75 \text{ cm}^3$  hidrogén-peroxid-oldat tömege a sűrűségének segítségével számolható:  $75 \text{ cm}^3 \cdot 1,14 \text{ g/cm}^3 = 85,5 \text{ g}$ , amiből a tömegszázalékos összetétel alapján adódik, hogy az oldatunk  $85,5 \text{ g} \cdot 0,35 = 29,925 \text{ g}$  oldott anyagot tartalmaz, ami  $29,925 \text{ g}/(34 \text{ g/mol}) = 0,880 \text{ mol}$  hidrogén-peroxidnak felel meg. A hidrogén-peroxid bomlását a mangán-dioxid katalizálja, víz és oxigéngáz keletkezik:



Látható, hogy a hidrogén-peroxid anyagmennyiségének fele a fejlődő oxigéngáz anyagmennyisége, így  $0,880 \text{ mol}$  hidrogén-peroxid  $0,440 \text{ mol}$  oxigéngázt fejleszt.

Azonban az összerázás előtt Vendel nyilvánvalóan nem vákuumban dolgozott, hanem az oldat feletti  $2 \text{ dm}^3 - 0,075 \text{ dm}^3 = 1,925 \text{ dm}^3$  térfogatot levegő töltötte ki, amit ideális gáznak tekintünk. Standardnyomáson és  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  hőmérsékleten az ideális gázok moláris térfogata  $24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}$ , így  $1,925 \text{ dm}^3/(24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}) = 0,07857 \text{ mol}$  levegő volt a flakonban. A levegő 21 mólszázaléknyi oxigént tartalmaz, így a levegőből is származik összesen  $0,07857 \text{ mol} \cdot 0,21 = 0,0165 \text{ mol}$  oxigéngáz. Tehát a teljes oxigénmennyiség a palack használatának kezdetén  $0,0165 \text{ mol} + 0,440 \text{ mol} = 0,4565 \text{ mol}$ , a teljes gázmennyiség pedig  $0,07857 \text{ mol} + 0,440 \text{ mol} = 0,5186 \text{ mol}$ .

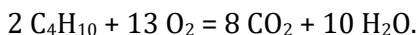
Azaz a gázelegy  $0,4565 / 0,5186 = 0,880$  móltörtnyi oxigént tartalmaz, ami Avogadro törvénye alapján megegyezik a térfogattörttel is. Tehát a használat során ilyen oxigéntartalmú gáz távozik majd a palackból, és ilyen is marad vissza benne.

A légköri gáz nyomását közelítsük  $10^5 \text{ Pa}$  nyomással (a javításkor elfogadtuk a  $101 \text{ kPa}$  és a  $101325 \text{ Pa}$  közelítést is), ekkor a  $0,1 \text{ bar} =$

10000 Pa túlnyomás alapján látható, hogy a palackban lévő gáz nyomása  $100000 \text{ Pa} + 10000 \text{ Pa} = 110000 \text{ Pa}$ . A reakció során a hidrogén-peroxid-oldat térfogatváltozását elhanyagoljuk, tehát a gáztérfogat továbbra is  $1,925 \text{ dm}^3 = 1,925 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ , a hőmérséklet  $298 \text{ K}$ , így az ideális állapotegyenlet alapján számolható a palackban maradó gáz anyagmennyisége:

$$n' = \frac{p'V'}{RT} = \frac{110000 \text{ Pa} \cdot 1,925 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 298 \text{ K}} = 0,08547 \text{ mol}$$

A palackban maradó gáz a móltörtje alapján  $0,08547 \text{ mol} \cdot 0,880 = 0,0752 \text{ mol}$  oxigént tartalmaz, azaz  $0,4565 \text{ mol} - 0,0752 \text{ mol} = 0,3813 \text{ mol}$  oxigén távozott el. A bután égésének egyenlete:



Ez alapján 1 mól oxigén  $2/13$  mól bután tökéletes elégetéséhez elegendő (feltételeztük, hogy az égés tökéletesen végbement), azaz a  $0,3813 \text{ mól}$  távozott oxigénben  $0,3813 \text{ mól} \cdot 2/13 = 0,05866 \text{ mol}$  bután égett el, ami  $0,05866 \text{ mol} \cdot 58 \text{ g/mol} = 3,40 \text{ g}$ -nak felel meg. Tehát a gáz-égőnk  $3,40 \text{ g} / (0,16 \text{ g/perc}) = 21,25$  percig tudott működni. (Figyelembe véve, hogy bizonyos adatok csak 1 értékes jegyre voltak megadva, mondhatjuk, hogy 20 percre elegendő oxigént fejleszt a rendszerünk.)

b) A számolásunk az előzőhöz hasonló elvek mentén alakul, az indoklásokat nem írjuk ki újra. Kiszámoljuk, hogy mennyi töltet kell a 30 perces üzemidőhöz, majd ellenőrizzük, hogy eközben a túlnyomás nem lépi-e át a megadott határértéket. Legyen a hidrogén-peroxid-oldat térfogata  $\text{dm}^3$ -ben számolva  $V$ . Az előző feladatrészben kiszámoltuk, hogy ha  $V = 0,075 \text{ dm}^3$ , akkor  $0,440 \text{ mol}$  oxigéngáz fejlődik, az pedig nyilvánvaló, hogy a hidrogén-peroxid-oldat térfogata és az abból fejlődő oxigéngáz mennyisége közt egyenes arányosság van, így  $0,44V/0,075 = 5,867V$  mól oxigéngáz fejlődik. A levegő térfogata kezdetben  $2 - V \text{ dm}^3$  volt, így az anyagmennyisége  $24,5 \text{ mol/dm}^3$ -es moláris térfogattal számolva  $(2 - V)/24,5 \text{ mol}$ , azaz  $0,08163 - 0,04082V \text{ mol}$ . Ennek 21 %-a oxigén, ami  $0,01714 - 0,008571V \text{ mol}$ . Így a gáz oxigénjének móltörtje:

$$\frac{5,867V + 0,01714 - 0,008571V}{5,867V + 0,08163 - 0,04082V} = \frac{5,858V + 0,01714}{5,826V + 0,08163}$$

Korábban már kiszámoltuk, hogy 21,25 perces működés során 0,3813 mól oxigénnek kell távozni a rendszerből, így a 30 perces működéshez 30/21,25-ször ennyi, azaz 0,5383 mól oxigén kell.

A működés végén a palackban maradó gáz anyagmennyisége az a) részhez hasonlóan számolható:

$$n = \frac{p'(2 - V) \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{RT} = \frac{110000 \text{ Pa} \cdot (2 - V) \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 298 \text{ K}} = 0,08880 - 0,04440V \text{ mol}$$

Így tehát  $5,826V + 0,08163 - 0,0888 + 0,0444V = 5,870V - 0,007170$  mol gáz távozik a rendszerből, így az oxigén móltörtjének segítségével a szükséges oxigénre felírható:

$$0,5383 = \frac{5,858V + 0,01714}{5,826V + 0,08163} (5,870V - 0,00717)$$

A nevezővel szorozva és a számlálóban a zárójelet felbontva adódik:

$$3,136V + 0,04394 = 34,39V^2 + 0,05861V + 0,0001229$$

$$34,39V^2 - 3,077V - 0,04384 = 0$$

Az egyenlet egyetlen nemnegatív megoldása 0,1020, tehát 0,102 dm<sup>3</sup>, azaz 102 cm<sup>3</sup> oldatot kell bemérnünk a félórás üzemidőhöz.

Ekkor a teljes gázmennyiség (akkor maximális a nyomás a tartályban, amikor még a teljes gázmennyiség benne van, így elég ezt az esetet vizsgálni)  $5,826V + 0,08163$  mol, azaz 0,6757 mol, ekkor a palackban uralkodó nyomás Pa-ban:

$$p'' = \frac{n''RT}{(2 - V)10^{-3}} = \frac{0,6757 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 298 \text{ K}}{(2 - 0,102) \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = 882000 \text{ Pa}$$

Ez 8,82 bar nyomásnak, így a légköri 1 bar-nak tekintett nyomáshoz képest 7,82 bar túlnyomásnak felel meg, ami kevesebb, mint a megengedett 8 bar, így lehet fél óráig működtetni a készüléket.

*A feladatot mindössze egy versenyző, Kozák András oldotta meg a fenti elveknek megfelelően, egy kisebb számolási hibával. A többi versenyző vagy a folyadék térfogatával nem számolt, vagy a túlnyomást értette félre, vagy a levegő jelenlétét nem vette figyelembe, esetleg ezek közül több hiba is előfordult.*

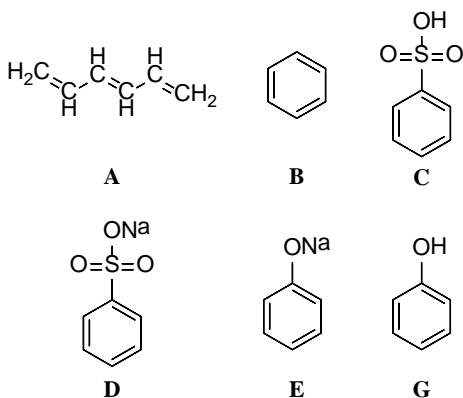
(Csorba Benjámin)

**K267.** a) Az **A** molekulában minden kötőhossz az egyszeres és kétszeres kötés hosszértéke közé esik, ebből arra lehet következtetni, hogy delokalizált  $\pi$  kötések találhatóak a molekulában. Mivel **B** vegyületben is azonos minden kötőhossz és a molekula gyűrűs, egy aromás vegyületet feltételezhetünk. **B** a homológ sorának legegyszerűbb képviselője, tehát a keresett molekula a benzol.

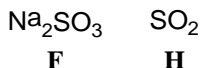
**B** moláris tömege 49,4 %-a **C** moláris tömegének, ez 80 g/mol különbséget jelent a két molekula moláris tömege között, ami egy „SO<sub>3</sub>” részletnek felel meg, vagyis a **C** vegyület a benzolszulfonsav.

**G** moláris tömege 81,1 %-a az **E** moláris tömegének. Mivel **E** a **G** vegyület nátriumsója, 22 g/mol különbség lesz a moláris tömegükben. Így az  $x/(x+22) = 0,811$  egyenletet megoldva **G** moláris tömege 94,4 g/mol-nak adódik, tehát a keresett vegyület a fenol.

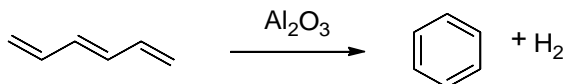
A vegyületek szerkezeti képletei:

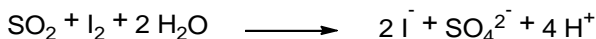
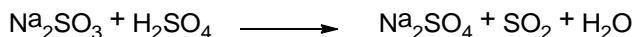
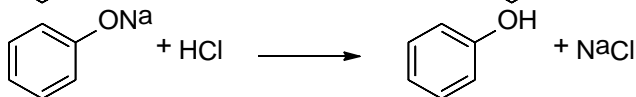
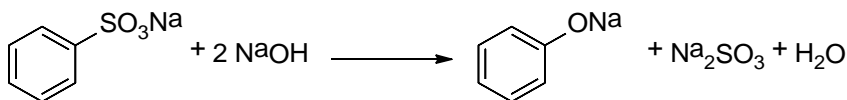
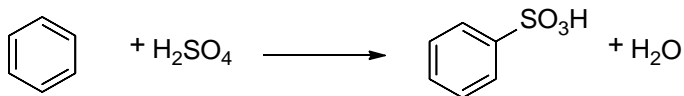


b) A keresett összegképletek:



c) A lejátszódó reakciók egyenletei:





(Rutkai Zsófia)

**K268.** a) Mivel a minta két összetevőt tartalmaz, volfrámot és egy fémvegyületet, mely 2,01%-ban fordul elő, ezért a volfrám így 97,99%, ami így 0,34982 g tömegű, azaz 1,9028 mmol anyagmennyiségű. Az adalék anyagmennyisége ennek 70-ed része, azaz 0,02718 mmol. Tömege viszont a minta 2,01%-a, azaz 7,176 mg, így moláris tömege 264,0 g/mol. Már ebből lehet sejteni, hogy mi a vegyület, de haladjunk tovább.

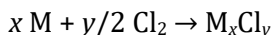
A titrálás során a NaF anyagmennyisége 0,1591 mmol, ami 6,68 mg, ez pedig 9,229 mg fémnek felel meg. Ennyi fém van 10 cm<sup>3</sup> törzsoldatban így a teljes minta ennek tízszeresét, azaz 92,29 mg fémet tartalmaz, ami 105 mg vegyületben van, így a tömegszázalékos fémtartalom 87,89%, ez a már kiszámolt moláris tömeg esetén azt jelenti, hogy a fém atomtömege 232 g/mol, mely bizony a tóriumé. A fennmaradó 32 g/mol lehetne kén vagy 2 oxigén, de ezek közül csak az utóbbi lehetséges, tehát az adalék nem más, mint tórium-dioxid, ThO<sub>2</sub>.

b) Az alizarinszulfonsavas-Na egy két hidroxilcsoporttal rendelkező szerves vegyület (antrakinon származék), ez miatt sok fémionnal ad színes komplexet, kelátot (alumíniummal alkotott „lakkját” az analitikai meghatározások során alkalmazzák is, továbbá a textiliparban vas- és krómkomplexét is használják). A tóriummal is ad kelátot, mégpedig ibolyásvörös színűt. Ennek a komplexnek a komplexstabilitási együtt-

hatója egy kicsivel kisebb, mint a fluoridionnal alkototté. Így az ekvivalenciapontig van szabad tórium, ami képes a jellemző színreakciót adni, de elérve azt, a fluoridionok kiszorítják az indikátort, így eltűnik a színes kelát, ezzel együtt a szín is.

(Várda Ernák)

**K269. a)** A fém és a klórgáz reakciójára az alábbi egyenlet írható fel:



A különböző körülményeket vizsgálva azt figyelhetjük meg, hogy a táblázat első három sorában a fém anyagmennyisége rendre 0,2 mol, 0,3 mol és 0,4 mol; valamint a termék tömege rendre 26,7 g, 40,0 g, 53,3 g. A termék tömege nyilvánvalóan arányos a termék anyagmennyiségével. Ez alapján a termék anyagmennyiségeinek arányai közel megegyeznek a fém anyagmennyiségeinek arányaival.

$$0,2 : 0,3 : 0,4 \approx 26,7 : 40,0 : 53,3$$

Ez alapján arra a következtetésre jutunk, hogy ilyen körülmények között a klórgáz van a reakció során vagy feleslegben vagy sztöchiometrikus mennyiségben alkalmazva (a fém anyagmennyisége határozza meg a képződő termék anyagmennyiségét).

Ugyanígy elmondható, hogy a 3-7. esetekben a klórgáz anyagmennyiségeinek arányai egyeznek meg a termék anyagmennyiségeinek (tömegeinek) arányaival.

$$0,6 : 0,5 : 0,4 : 0,3 : 0,2 \approx 53,3 : 44,4 : 35,6 : 26,7 : 17,8$$

Tehát a 3-7. körülmények közötti reakciókban a fém van vagy feleslegben vagy sztöchiometrikus mennyiségben alkalmazva.

A két esetet összevetve azt találjuk, hogy a táblázat 3. sorában megtalálható körülmények között mindkét kiindulási anyag vagy feleslegben vagy sztöchiometrikus mennyiségben van alkalmazva. Ezek alapján csak utóbbi teljesülhet, azaz a fém és a klórgáz anyagmennyiségének aránya a vegyületben  $0,40 : 0,60 = 2 : 3$ .

Ezek alapján az  $x : y = 2 : 6 = 1 : 3$ . (Mivel a klórmolekulában két klóratom található.)

Ha  $x = 1$ , akkor  $y = 3$ , a vegyület összegképlete:  $\text{MCl}_3$ .

Kiszámolható a moláris tömege is:

$$M(\text{MCl}_3) = 53,3 \text{ g} / 0,40 \text{ mol} = 133,25 \text{ g/mol}$$

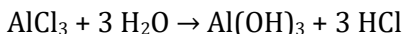
Ebből levonva a klór moláris tömegének háromszorosát adódik a fém moláris tömege.

$$M(\text{MCl}_3) - 3M(\text{Cl}) = M(\text{M}) = 26,9 \text{ g/mol}$$

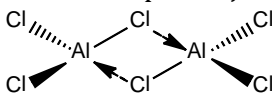
Ez a moláris tömeg megegyezik az alumíniuméval, valamint a háromszorosan pozitív töltésű ion is igaz rá. (Ha nagyobb  $x$ -re helyettesítünk volna be, akkor a  $3x$ -et kapnánk  $y$ -ra eredményül, a fém ugyanúgy az alumínium lenne.)

Ezek alapján a keresett vegyület összegképlete:  $\text{AlCl}_3$ .

A teljes hidrolízisének egyenlete:



b) A dimerek az alábbi szerkezeti képlettel jellemezhetőek:



*A beküldött megoldások jelentős része hibátlan volt, szinte csak a reakcióegyenletek felírásakor elkövetett egy-két elnézés okozott pontvesztést. Az átlagpontszám 9,2 lett.*

(Broda Balázs)

**K270. a)** Az ötvözet réz- és cinktartalma a királyvízben való oldás után  $\text{Cu}^{2+}$ -ionok és  $\text{Zn}^{2+}$ -ionok formájában lesz jelen az oldatban (legnagyobb stabil oxidációs állapot).

A titrálások során mindkét esetben 25,00 ml-es részlettel dolgozunk, így az abban meghatározott anyagmennyiség 10-szerese van jelen kezdetben a törzsoldatban (s ezáltal a kezdeti mintában).

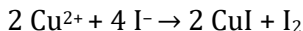
Az első esetben EDTA oldattal titrálták a kivett részletet adott körülmények között. Az EDTA mindkét fémionnal 1:1 arányú stabil komplexet képez. Ez alapján a megtitrált fémionmennyiség:

$$n(\text{részlet}) = c(\text{EDTA}) \cdot V(\text{EDTA}) = 0,100 \text{ M} \cdot 33,40 \text{ ml} = 3,340 \text{ mmol}$$

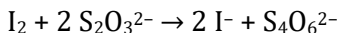
Tehát az összes fémion (kiindulási fém) anyagmennyisége:

$$n(\text{össz}) = n(\text{részlet}) \cdot 10 = 33,40 \text{ mmol}$$

A második esetben az kivett részlethez szilárd KI-t adtunk feleslegben. A KI a  $\text{Cu}^{2+}$ -ionokkal az alábbi módon reagál:



A jódtioszulfát-ionokkal az alábbi reakcióegyenlet alapján reagál:



Ezek alapján 1 mól  $\text{Cu}^{2+}$ -ionra 1 mól  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ -ion fogy. Tehát a  $\text{Cu}^{2+}$ -ion anyagmennyisége:

$$n(\text{Cu}^{2+}, r) = c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) \cdot V(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0,100 \text{ M} \cdot 29,35 \text{ ml} = 2,935 \text{ mmol}$$

Tehát az összes Cu az eredeti mintában:  $n(\text{Cu}) = n(\text{Cu}^{2+}, r) \cdot 10 = 29,35 \text{ mmol}$ . Ezek alapján kiszámolható a Zn anyagmennyisége is:  $n(\text{Zn}) = n(\text{össz}) - n(\text{Cu}) = 4,05 \text{ mmol}$ .

A fémek tömege a kezdeti mintában:  $m(\text{Cu}) = n(\text{Cu}) \cdot M(\text{Cu}) = 1,865 \text{ g}$ ;  $m(\text{Zn}) = n(\text{Zn}) \cdot M(\text{Zn}) = 0,265 \text{ g}$

A réz és a cink tömegszázaléka az ötvözetben:

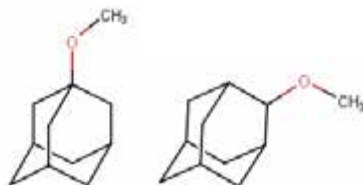
$$m/m\%(\text{Cu}) = 81,09 \text{ m/m}\%; \quad m/m\%(\text{Zn}) = 11,52 \text{ m/m}\%$$

Fontos megjegyezni, hogy ezen gondolatmenet csak olyan esetben működik, ha a királyvizes oldás során nem keletkezett egyéb olyan ion, mely reagál valamely mérés során a reaktánsokkal (pl. olyan fémion, amely ilyen körülmények között reagál EDTA-val).

*A beküldött megoldások között sok hibátlan megoldás volt. Az átlagpontszám 8,3 lett.*

(Broda Balázs)

**H261.** a) Az adamantánban csak 2 féle szénatomot különböztethetünk meg, a szekunder és a terciér C atomok külön-külön mind ekvivalensek. Ebből fakadóan a monobróm származékából is kettőféle van, amikből a nekik megfelelő metil-éterek képződnek:



Mindkét éter  $S_N1$  (a nukleofil egyértelmű) reakciómechanizmus szerint képződik egyrészt a szénatomok zsúfoltsága, másrészt pedig az  $S_N2$  mechanizmushoz szükséges inverzió gátoltsága miatt.

b) Az eliminációs reakciók nem mennek végbe, hiszen mindkét eliminációnál hídfő típusú szénatomon is kellett volna eliminációnak történnie, ami a Bredt-szabály értelmében nem valósul meg ilyen kis méretű gyűrűk esetében, és ez a szabály is a keletkező vegyület instabilitására vezethető vissza. Az adamantén instabilitását az adja, hogy a kettős kötés és az amiatt ráerőltetett 6 atom egy síkba kerülése tönkreteszi az adamantén stabilitását adó tökéletes tetraéderes szögeket és ezzel nagy molekulán belüli feszültséget kelt.

c) A kettős kötés mindenképpen egy szekunder és egy terciér szénatomot fog összekapcsolni (hiszen minden terciérnek csak szekunder szomszédja van és fordítva), viszont az adamantén szénvázából adódó axiális kiralitás megjelenése miatt 2 db különböző adamantén létezhet.

d) Ezt a feladatot a lehetőségek (legalábbis látszólagos) sokasága miatt szisztematikusan kezelve kapjuk a legmegbízhatóbb megoldást. Először is tisztázzuk, hogy a feladat leírta, hogy hipotetikus molekulákról beszélgetünk, ezért nem kell azzal foglalkoznunk, hogy mennyire lenne stabil, ha lenne, és még azt is feltételezhetjük, hogy mivel nem tudjuk megmondani, hogy a kettős kötések miatti torzulások milyenek, ezért elég csak a kötések egymáshoz viszonyított elhelyezésével foglalkozni és nem figyelembe venni az előző feladatrészben megtárgyalt „hidrogén-kettős kötés-egyszeres” kötés forgásirányából adódó axiális kiralitást. A legegyszerűbb úgy nekiállni, hogy az adamanténvázon kijelölünk egy kötetést, és ahhoz viszonyítva nézzük a második kettő kötés helyzetét (mert minden adamantén szerkezetet azonosnak tekintünk). Kiindulásnak a szimmetriák könnyebb felfedezése érdekében az alábbi szerkezetből induljunk ki:



Vizsgáljuk meg, hogy adott távolságra (minimum hány egyszeres kötés választja el őket) levő kettős kötések hogyan helyezkedhetnek el, és vizsgáljuk azon terciér szénatomok CIP konvencióját a molekula belső irányát tekintve a 4-es számú ligandumnak (axiális kiralitás).

- 0 távolságra csak egyféleképpen helyezkedhet el kettős kötés, hiszen a terciér szénatomra nem tehetünk még egy kötést;
- 1 távolságra 4 kötéshez is eljuthatunk de ezek közül 2-2 azonos (és ezek egymásnak enantiomerjei, R,R és S,S) úgyhogy ilyenből csak 2 különböző van;
- 2 távolságra is 4 kötéshez juthatunk el, amelyből 2 (amelyekkel van közös gyűrűje az eredeti kettős kötésnek) azonos, és bár egymás tükörképi párjai, forgatással fedésbe hozhatók (mezo izomer), viszont az a két kötés, amelyikkel nincsen közös gyűrűje, az királis, így az enantiomerek különbözőek (R,R és S,S) tehát ez 3-at ad a különböző adamantadiének számához;
- 3 és annál nagyobb távolságra nincsen kötés, mivel minden kötés elérhető 2 vagy annál kevesebb egyszeres kötésen keresztül.

Tehát összesen 6 különböző adamantadién létezhetne.

*A feladat „kémiai” részével nem voltak nagyobb problémák, viszont a geometriai részére senkinek nem tudtunk maximális pontot adni. Az axiális kiralitás koncepciója az utolsó két feladatrészben nem hagyható figyelmen kívül. Az átlagpontszám 4,7 lett, a legmagasabb pontszám pedig 7 (Balbisi Mirjam).*

(Pusztai Árpád)

**H262.** A négy különböző foszforsavforma koncentrációjának kiszámításához először írjuk fel a foszforsav három egymást követő disszociációjához tartozó egyensúlyi állandót (az oxóniumiont  $H^+$ -szal jelölve):

$$K_1 = \frac{[H_2PO_4^-][H^+]}{[H_3PO_4]} = 7,11 \cdot 10^{-3}$$

$$K_2 = \frac{[HPO_4^{2-}][H^+]}{[H_2PO_4^-]} = 6,32 \cdot 10^{-8}$$

$$K_3 = \frac{[PO_4^{3-}][H^+]}{[HPO_4^{2-}]} = 4,5 \cdot 10^{-13}$$

A foszforsav négy formájára felírhatjuk az anyagmérleget is:

$$c_{\text{foszforsav}} = [H_3PO_4] + [H_2PO_4^-] + [HPO_4^{2-}] + [PO_4^{3-}]$$

Ebből a négy egyenletből pedig az alábbi egyenlet vezethető le:

$$c_{\text{foszforsav}} = [\text{PO}_4^{3-}] \left( 1 + \frac{[\text{H}^+]}{K_3} + \frac{[\text{H}^+]^2}{K_2 K_3} + \frac{[\text{H}^+]^3}{K_1 K_2 K_3} \right)$$

Ez utóbbi egyenlet zárójelben szereplő részét  $\alpha_{\text{H}}$ -nak nevezzük és benne az egyes tagok megadják rendre a foszfátion, hidrogén-foszfátion, dihidrogén-foszfátion és a foszforsav koncentrációjának az arányát egy adott pH-jú oldatban.

a) Egy 2,46-os pH-jú oldatban  $[\text{H}^+] = 3,467 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Ezt behelyettesítve az  $\alpha_{\text{H}}$  tagjaiba megkapjuk az egyes foszforsavformák koncentrációjának arányát:

$$\begin{aligned} [\text{PO}_4^{3-}] : [\text{HPO}_4^{2-}] : [\text{H}_2\text{PO}_4^-] : [\text{H}_3\text{PO}_4] = \\ = 1,000 : 7,704 \cdot 10^9 : 4,226 \cdot 10^{14} : 2,061 \cdot 10^{14} \end{aligned}$$

Ebből rögtön látható, hogy ezen a kémhatáson a foszforsavnak és a dihidrogén-foszfátionnak lesz számottevő a koncentrációja, a másik két formáé elhanyagolható. Ha a kiszámolt tagokat összeadjuk, akkor megkapjuk  $\alpha_{\text{H}}$  értékét,  $\alpha_{\text{H}} = 6,287 \cdot 10^{14}$ .  $c_{\text{foszforsav}}$  értékét is ki tudjuk számolni, hiszen tudjuk, hogy a kólaizű üdítő foszforsavtartalma 0,050 m/m%. Tekintsünk 100 g üdítőt, ennek foszforsavtartalma 0,050 g/(97,99 g · mol<sup>-1</sup>) = 5,103 · 10<sup>-4</sup> mol. 100 g 1 g · cm<sup>-3</sup> sűrűségű oldat 100 cm<sup>3</sup>, azaz  $c_{\text{foszforsav}} = 5,103 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Ezekből kiszámolhatjuk a foszfátion koncentrációját, abból pedig a domináns foszforsavformák koncentrációját:

$$\begin{aligned} [\text{PO}_4^{3-}] &= \frac{c_{\text{foszforsav}}}{\alpha_{\text{H}}} = \frac{5,103 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}{6,284 \cdot 10^{14}} = \\ &= 8,121 \cdot 10^{-18} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \\ [\text{H}_3\text{PO}_4] &= 8,121 \cdot 10^{-18} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 2,061 \cdot 10^{14} \\ [\text{H}_2\text{PO}_4^-] &= 8,121 \cdot 10^{-18} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 4,226 \cdot 10^{14} \end{aligned}$$

Tehát a számottevő koncentrációban jelenlévő foszforsavformák koncentrációja:

$$\begin{aligned} [\text{H}_3\text{PO}_4] &= 1,67 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \\ [\text{H}_2\text{PO}_4^-] &= 3,43 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \end{aligned}$$

b) pH = 7,00 esetén  $[H^+] = 1,00 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Ezen a pH-n az  $\alpha_H$  értéke  $\alpha_H = 5,738 \cdot 10^5$ . Az egyes formák aránya pedig:

$$\begin{aligned} [PO_4^{3-}] : [HPO_4^{2-}] : [H_2PO_4^-] : [H_3PO_4] = \\ = 1,000 : 2,222 \cdot 10^5 : 3,516 \cdot 10^5 : 4,945 \end{aligned}$$

Tehát pH = 7,00 esetén a dihidrogén-foszfátion és a hidrogén-foszfátion lesz a domináns forma. A foszfátion koncentrációja a fentiekhez hasonlóan a  $c_{\text{foszforsav}}/\alpha_H$  képlettel kiszámolható. A kapott értéket az  $\alpha_H$  megfelelő tagjaival beszorozva pedig a többi forma koncentrációját is megkaphatjuk:

$$\begin{aligned} [PO_4^{3-}] &= 8,89 \cdot 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \\ [HPO_4^{2-}] &= 1,98 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \\ [H_2PO_4^-] &= 3,13 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \\ [H_3PO_4] &= 4,40 \cdot 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \end{aligned}$$

c) Írjuk fel a töltésmérleget a már semlegesített oldatra:

$$[Na^+] + [H^+] = [H_2PO_4^-] + 2[HPO_4^{2-}] + 3[PO_4^{3-}] + [OH^-]$$

Mivel semleges oldatban (pH = 7,00) a  $H^+$  és a  $OH^-$  koncentrációja megegyezik, valamint a foszfátion koncentrációja elhanyagolható a dihidrogén-foszfátion és a hidrogén-foszfátion koncentrációjához képest, ezért az egyenlet az alábbi módon egyszerűsödik:

$$[Na^+] = [H_2PO_4^-] + 2[HPO_4^{2-}]$$

Mivel a b) részben a foszforsavformák koncentrációját éppen a pH = 7,00 esetre számoltuk ki, így ki tudjuk számolni a  $Na^+$ -koncentrációt. A b) részben kapott eredményeket behelyettesítve  $[Na^+] = 7,09 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  adódik, ami 2 liter üdítő semlegesítése esetén  $1,418 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ , azaz 0,567 g NaOH-t jelent.

*A feladat nem bizonyult nehéznek, a pontátlag 8,6 pont, a beküldők fele hibátlan megoldást adott be. A pontlevonások többsége pedig csak apróbb figyelmetlenségekből, elírásokból adódott.*

(Palya Dóra)

**H263.** a) Tömegcsökkenést az anód esetén tapasztalunk, ezen az elektródon a réz oxidálódik ( $Cu = Cu^{2+} + 2 e^-$ ) és oldatba megy, míg a koncentrációs elem katódján a réz redukálódik ( $Cu^{2+} + 2 e^- = Cu$ ) és kiválik elemi formában.

b) Tegyük fel, hogy kiinduláskor a katód vizes oldatában  $x$ , míg az anód vizes oldatában  $y$  mol réz(II)-ion van oldva! Az elektromotoros erő:

$$E_{MF} = \varepsilon_{katód} - \varepsilon_{anód}$$

$$E_{MF} = \left( \varepsilon^\circ + \frac{RT}{zF} \ln[\text{Cu}^{2+}]_{\text{katód}} \right) - \left( \varepsilon^\circ + \frac{RT}{zF} \ln[\text{Cu}^{2+}]_{\text{anód}} \right)$$

$$E_{MF} = \frac{RT}{zF} \ln \frac{[\text{Cu}^{2+}]_{\text{katód}}}{[\text{Cu}^{2+}]_{\text{anód}}}$$

Mivel azonos térfogatú oldatokat készítettünk a katód, illetve az anód esetén, ezért a koncentrációarány helyett a fenti kifejezés az anyagmennyiségek arányával is felírható. Behelyettesítve az ismert adatokat az alábbi egyenlethez jutunk:

$$0,0282 \text{ V} = \frac{8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 298 \text{ K}}{2 \cdot 96500 \text{ C mol}^{-1}} \ln \frac{x}{y}$$

Az egyenletet megoldva  $x/y$  értékére 9,00 adódik, azaz 9,00-szer akkora mennyiségű sórt mértünk be a katód oldatának elkészítéséhez, mint az anódéhoz. Tehát a kiindulási 1,00 g tömegű sórt 0,90 és 0,10 g tömegű részekre osztottuk.

c) Az elem működése során a katódon réz válik ki, míg az anódon az elemi fém megy oldatba. Az elem akkor merül le, amikor a katód, illetve az anód vizes oldatában megegyezik a réz(II)-ionok koncentrációja. A feladat adata alapján az anódon 105 mg réz oldódott be, ezzel párhuzamosan a katódon ugyanennyi vált ki. Tehát működés közben az anód vizes oldatába  $0,105 \text{ g} / (63,5 \text{ g/mol}) = 1,654 \cdot 10^{-4} \text{ mol Cu}^{2+}$  került, míg a katód oldatából ugyanennyi kivált. Mivel azonos térfogatú oldatokból indultunk ki és a működés közben bekövetkező térfogatváltozás elhanyagolható, az elem lemerülése után a katód és az anód vizes oldatában megegyezik a réz(II)-ionok anyagmennyisége. Ebből az alábbi egyenlet írható fel:

$$x \text{ mol} - \frac{0,105 \text{ g}}{63,5 \text{ g mol}^{-1}} = y \text{ mol} + \frac{0,105 \text{ g}}{63,5 \text{ g mol}^{-1}}$$

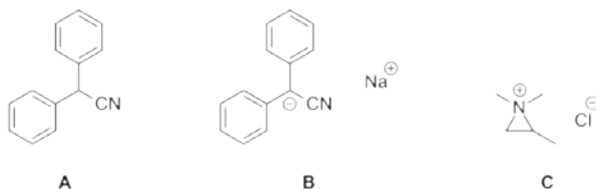
Felhasználva a b) feladatrész eredményét, mely szerint  $x/y$  értéke 9,00, azaz  $x = 9,00 y$ , az egyenletből az alábbi megoldásokat kapjuk:  $x = 3,72 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$  és  $y = 4,13 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ . A kiindulási, 1,00 g tömegű só anyagmennyisége összesen  $x + y = 4,13 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ . Ebből a kiindulási só

moláris tömege:  $1,00 \text{ g} / (4,13 \cdot 10^{-3} \text{ mol}) = 241,9 \text{ g/mol}$ . A kapott moláris tömeg értékéből levonva a  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  moláris tömegét  $54,4 \text{ g/mol}$  adódik, tehát  $54,4 \text{ g/mol} / (18,0 \text{ g/mol}) = 3,02 \text{ mol}$  víz volt  $1 \text{ mol}$   $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  mellett, a kiindulási só képlete  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ .

*A feladatra összesen 17 hibátlan megoldás érkezett, a pontszámok átlaga 9,4 pont.*

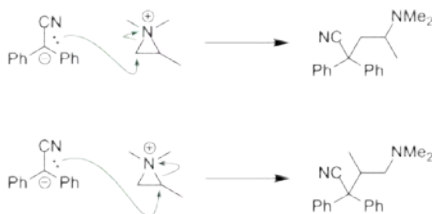
(Vörös Tamás)

**H264.** a) **A** előállítása egy Friedel-Crafts alkilezési reakció, majd az alifás proton eltávolításával egy aniont kapunk. A megadott két konstitúciós izomerből nukleofil szubsztitúcióval ugyanaz a kvaterner ammóniumsó keletkezik.



b) **B** stabilitásához hozzájárul az elektronszívó nitrilcsoport valamint az aromás gyűrűk konjugáló hatása, így az **A** vegyületben lévő alifás proton a megszokottnál savasabb.

c) **B** és **C** reakciója során a negatívan töltött szén alakít ki új kötést a hármas gyűrű egyik szénével. A két lehetőség közül a metilcsoportot hordozó szénhez nehezebb hozzáférni, így az csupán melléktermék.

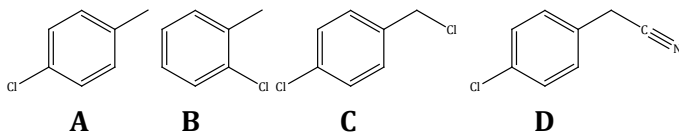


*A pontok átlaga 8,0 szórása 2,3 volt. A reakciókra szinte minden beküldő rájött, azonban a b) kérdésre számos hiányos válasz érkezett, ahol vagy csak a CN illetve Ph csoportok hatását vették figyelembe, vagy a hatásuk jellegét írták le helytelenül.*

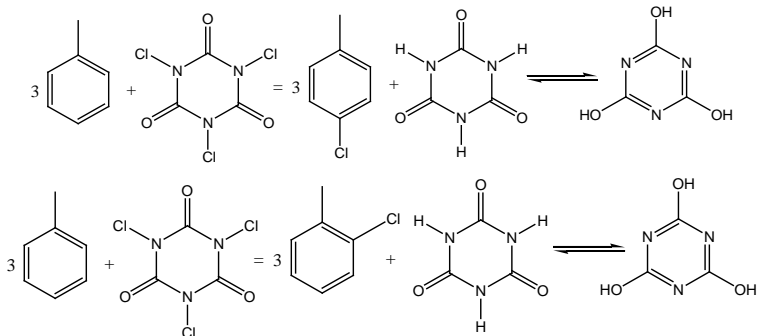
(Berta Dénes)

**H265.** a) A folsav-antagonista gyógyszerhatóanyag szintézisének első lépésében Lewis-sav katalizátor ( $\text{FeCl}_3$ ) jelenlétében toluolt klórozunk aromás elektrofil szubsztitúcióban TCICA alkalmazásával, amely során o- és p-klórtoluol keletkezését várjuk. A megadott célvegyület és a különböző kémiai környezetben lévő szénatomok száma alapján egyértelműen eldönthető, hogy **A** a para-, **B** pedig az orto-származékot jelöli. Ezt követően az előállított és elválasztott p-klórtoluolt gyökös mechanizmusú (alifás) klórozásnak vetjük alá. Az ekkor kapható lehetséges termékek közül kizárólag a p-klórbenzil-klorid (**C**) képződése elképzelhető, látván a reakciósémában feltüntetett gyógyszermolekula szerkezetét. Ezután **C** szerves vegyület klórmetil-csoportjában található klóratomját Finkelstein-reakció közbeiktatásával cianocsoportra cseréljük  $\text{NaCN}$  felhasználásával. Az így képződött p-klórbenzil-acetonitrilből (**D**) további 3 lépésben kapható a végtermék.

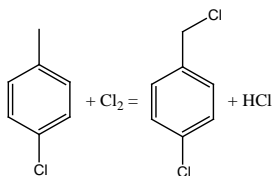
Az **A-D** betűk által jelölt szerves vegyületek szerkezete a fentieknek megfelelően:



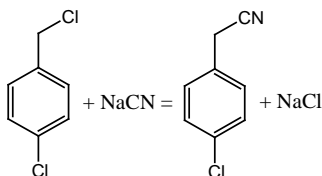
b) A toluol TCICA hatására –  $\text{FeCl}_3$  jelenlétében – részben o-, részben p-klórtoluollá alakul, miközben a klórozószerből izocianursav keletkezik, amely laktim-laktám tautomer egyensúlyban cianursavvá alakul át.



A p-klórtoluol gyökös klórozásakor p-klórbenzil-klorid képződése mellett HCl a melléktermék.



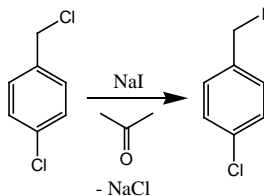
Végül a p-klórfenil-acetonitrilt az előbbi szerves vegyület és NaCN reakciójából – NaI jelenlétében – kaphatjuk meg az alábbiak szerint. Melléktermék az acetonban rendkívül rosszul oldódó nátrium-klorid.



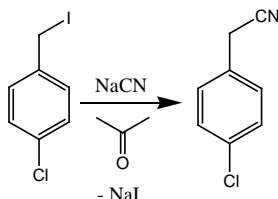
c) A toluol efféle Lewis-sav katalizált klórozásának számos előnye van a gyakran alkalmazott Fe/Cl<sub>2</sub> módszerhez képest. Ezek közül néhányat közlünk a teljesség igénye nélkül.

E módszer alkalmazásával elkerüljük az elemi klórgázzal történő munkát, amely több okból kifolyólag is nyugös: az elemi klór laboratóriumi körülmények között fojtó szagú, köhögésre ingerlő, veszélyes, toxikus, korrozív gáz, ezenkívül körülményesebb is adagolni, mint a szilárd reagenst; összességében nehezebben kezelhető, a reakció is nehezebben kontrollálható. Másik előnyös szempont, hogy ez esetben nem keletkezik melléktermékként a szintén korrozív és mérgező, környezetre káros HCl. Továbbá, TCICA alkalmazásakor a vegyület szerkezeti sajátosságainak köszönhetően szelektívebb a para-izomerre nézve a reakció.

d) A p-klórbenzil-klorid p-klórfenil-acetonitrillé történő átalakítását aceton oldószerben NaCN reagens és NaI katalizátor jelenlétében végezzük. Első lépésben a klórozott vegyület a NaI-dal nukleofil szubsztitúciós reakcióban reagál, p-klórbenzil-jodid képződése mellett az acetonban igen rosszul oldódó NaCl-ot kapjuk melléktermékként, aminek keletkezése és a folyadékfázisból való kicsapódása egyúttal a reakció hajtóereje is. Az egyébként egyensúlyra vezető folyamat emiatt itt egyirányúnak tekinthető.



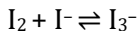
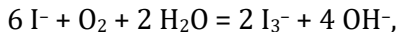
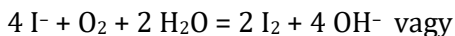
A második lépésben az így képződött klórozott, jódozott szerves vegyület NaCN-dal szintén nukleofil szubsztitúcióban reagál, amely során termékként a **D** vegyületet kapjuk.



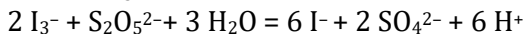
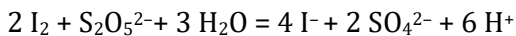
A Finkelstein-reakció közbeiktatása azért célszerű, mert a klórozott származék cianid nukleofillel történő szubsztitúciója meglehetősen lassú.

A fenti reakcióegyenletek alapján látható, hogy a NaI ténylegesen a katalizátor szerepét tölti be a reakcióban, ugyanis a folyamat egyik részlépésében elreagál, a másikban pedig visszaképződik.

e) A **D** vegyület – mintegy 1 napot igénybe vevő – szintézise során a reakcióelegy megbarnulásáért a katalizátorként jelenlevő NaI I<sup>-</sup>-jainak a levegő oxigéntartalmának hatására bekövetkezett oxidációja révén keletkező I<sub>2</sub> illetve I<sub>3</sub><sup>-</sup> a felelős.



A reakcióelegy barnás színe szinte teljesen megszüntethető vizes Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-oldat adagolásával, ugyanis redukálószer lévén ez az elemi jódot/trijodidionokat jodidokká redukálja. (Teljesen azért nem szüntethető meg a sárgás, barnás szín, mivel azt egyéb színes szennyezőanyagok okozzák.)

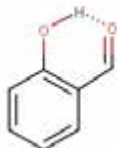


Vegyük észre, hogy a metabiszulfitos reakció következtében savanyodik a rendszer, ami azonban az órahosszat kitevő kevertetés miatt az előállítandó nitril kitermelésére negatív hatással van, hiszen ilyen körülmények között bekövetkezhet annak hidrolízise.

*A feladat közepesen nehéznek bizonyult, a beküldők többsége megfeledezett a laktim-laktám tautomériáról, illetve a kért ionegyenletek helyett reakcióegyenleteket tüntetett fel. További problémát okozott a gyökös klórozásnál a monoszubsztituált termék keletkezésének felismerése. Hibátlan, teljes értékű megoldás nem született, a legkiemelkedőbb megoldást Balbisi Mirjam küldte be. Átlagpontszám: 6,87 pont.*

(Baglyas Márton)

**H266.** a) A megadott adatokból egyszerű számítással kijön hogy a keresett molekula összegképlete:  $C_7H_6O_2$ . Ez alapján és tudva a fenolos OH csoport valamint az intramolekuláris hidrogénkötés jelenléte alapján a molekula csak a szalicilaldehid lehet:



b) Az **A** vegyület az 1,2-diamino-etánnal reagálva a karbonil csoportokkal a következő imin csoportot tartalmazó vegyület (**X**) keletkezik :



**Y:**  $H_2O$  keletkezése közben. **X** réz-acetát hozzáadására **Z** réz komplexet képez.



*A feladat könnyűnek bizonyult mégis csak ketten (Turi Soma és Kós Tamás) értek el maximális pontot, a többiek alapvetően kisebb figyelmetlenség miatt vesztek néhány félpontot. Az átlagpontoszám így is 8,7 lett.*

(Pusztai Árpád)

**H267.** A) Az Avogadro-állandó a gömbben lévő  $^{28}\text{Si}$ -atomok darabszámának és a mólbeli számának a hányadosa, azaz  $N_A = N/n$ . A darabszámot úgy kaphatjuk meg, hogy az elemi cellák számát megszorozzuk az egy elemi cellában található  $^{28}\text{Si}$ -atomok számával. Az elemi cellák száma az osztérfogat és egy elemi cella térfogatának hányadosa, illetve az egy elemi cellában található  $^{28}\text{Si}$ -atomok száma 8 (mivel a kocka csúcsain van összesen 8 atom, mely 8 elemi cellához tartozik, valamint a lapjain 6, melyek 2-2 elemi cellához tartoznak, illetve 4 atom a cella belsejében). Tehát a darabszám:  $N = 8V/a^3$ . Az anyagmennyiséget úgy kapjuk meg, hogy elosztjuk a tömeget a moláris tömeggel:  $n = w/A$ . Tehát  $N_A = 8VA/wa^3$ . Ebbe behelyettesítve a feladatban megadott számadatokat, és 7 értékes jegyre kerekítve:  $N_A = 6,022141 \cdot 10^{-23} \text{ mol}^{-1}$ .

B) A feladathoz adott ábráról közvetlenül leolvasható, hogy a  $\text{Na}^+$ -ion koordinációs száma 6, és az ábra alapján könnyen megállapítható az is, hogy a  $\text{Cl}^-$ -ion koordinációs száma is ugyanennyi.

Az ábra alapján 12 olyan  $\text{Na}^+$ -ion van, amely 4 elemi cellának a része (ez 3 darab  $\text{Na}^+$ -iont jelent), valamint 1  $\text{Na}^+$ -ion a közepén, tehát 4  $\text{Na}^+$ -ion van egy elemi cellában. Ahhoz, hogy semleges legyen az anyagunk, az elemi cellájának is semlegesnek kell lennie, tehát 4  $\text{Cl}^-$ -ion van az elemi cellában. (Ez egyébként az ábráról a  $\text{Na}^+$ -ionhoz hasonlóan leolvasható.) Tehát egy elemi cellában 4  $\text{NaCl}$ -egység van.

Az eddigiek alapján a sűrűség az alábbi képlettel számolható:

$$\rho = \frac{4 \cdot (M(\text{Na}) + M(\text{Cl}))}{a^3 \cdot N_A} = \frac{4 \cdot \left( 22,99 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 35,45 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \right)}{(560 \cdot 10^{-10} \text{ cm})^3 \cdot 6,022141 \cdot 10^{-23} \frac{1}{\text{mol}}} = 2,21 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

*A feladat nem bizonyult nehéznek, ennek ellenére egyetlen beküldő kapott maximális pontszámot. Az átlagos pontszám 8,3 lett.*

(Kis Zoltán Sándor)

**H268.** a) Nyilvánvaló, hogy erősen savas közegben a lizin teljesen protonált, míg erősen lúgos közegben a teljesen deprotonált formája lesz

jelen. Az is nyilvánvaló, hogy az erősen savas pH növelésével a savaság csökken, ekkor előtérbe kerülnek a lizin kevésbé protonált formái: előbb az egyszeresen protonált veszi át a túlsúlyt a kétszeresen protonálttól, majd a semleges lizin kerül túlsúlyba, végül eljutva az erősen lúgos pH-hoz, a lizin deprotonált formája lesz jelen a legnagyobb mértékben. A feladatunk tehát azon pH-határok meghatározása, ahol megváltozik a domináns forma, azaz határesetben éppen egyenlő koncentrációban van jelen a kétszeresen és egyszeresen protonált, illetve egyszeresen protonált és a semleges, valamint a semleges és a deprotonált forma.

Jelölje a semleges lizinmolekulát HA, az egyszeresen protonált lizint  $H_2A^+$ , a kétszeresen protonált lizint  $H_3A^{2+}$ , míg a deprotonált lizint  $A^-$ . Ezek egyensúlyi koncentrációi segítségével felírhatók a lépcsőzetes savi disszociációs állandók:

$$K_1 = \frac{[H_2A^+][H^+]}{[H_3A^{2+}]} \quad K_2 = \frac{[HA][H^+]}{[H_2A^+]} \quad K_3 = \frac{[A^-][H^+]}{[HA]}$$

ahol  $K_1=10^{-2,16}$ ,  $K_2=10^{-9,06}$ ,  $K_3=10^{-10,54}$ .

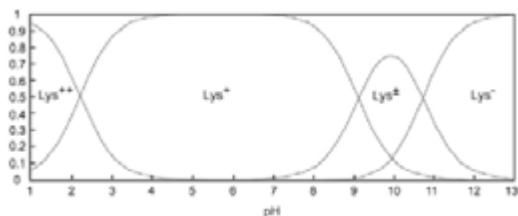
Innen könnyen látszik (és kifejezhető), hogy a kétszeresen protonált és egyszeresen protonált forma koncentrációja 2,16-os pH-n, az egyszeresen protonált és a semleges forma koncentrációja 9,06-os pH-n, míg a semleges és egyszeresen deprotonált forma koncentrációja 10,54-os pH-n lesz egyenlő, azaz 2,16-os pH alatt a kétszeresen protonált, 2,16-os és 9,06-os pH között az egyszeresen protonált, 9,06-os és 10,54-os pH között a semleges molekula, míg 10,54-os pH fölött a deprotonált forma lesz a domináns forma az oldatban.

A fenti három egyenlet segítségével a  $c$  bemérési koncentráció és a  $[H^+]$  (ami a pH-ra visszavezetve:  $[H^+]=10^{-pH}$ ) függvényében a  $K$  értékek használatával a fenti egyenletek alapján ki is fejezhető a különböző specieszek koncentrációja:

$$\begin{aligned} [H_3A^{2+}] &= \frac{[H^+]^3}{[H^+]^3 + [H^+]^2K_1 + [H^+]K_1K_2 + K_1K_2K_3} c \\ [H_2A^+] &= \frac{[H^+]^2K_1}{[H^+]^3 + [H^+]^2K_1 + [H^+]K_1K_2 + K_1K_2K_3} c \\ [HA] &= \frac{[H^+]K_1K_2}{[H^+]^3 + [H^+]^2K_1 + [H^+]K_1K_2 + K_1K_2K_3} c \end{aligned}$$

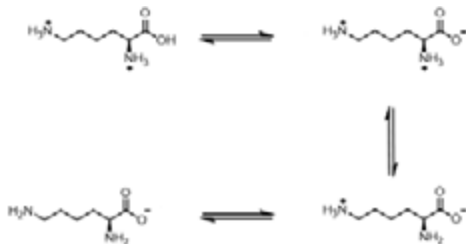
$$[A^-] = \frac{K_1 K_2 K_3}{[H^+]^3 + [H^+]^2 K_1 + [H^+] K_1 K_2 + K_1 K_2 K_3} c$$

Ezek segítségével felrajzolható (doi:10.1016/j.jcis.2009.01.031 az ábra forrása) az adott specieszek c-hez viszonyított aránya a pH függvényében:



A lizin vizes oldata ezek szerint lúgos kémhatású, amit a feladat későbbi részében bővebben is kifejtünk, a domináns forma a kétszeresen protonált formán kívül bármelyik lehet a bemérési koncentrációtól függően.

A lizinspecieszek pedig a következő alakúak (a karboxilcsoport savasága közismert, ezért távozik először innen a hidrogénion, míg a másik két távozó hidrogénion sorrendje a  $-I$  induktív effektus segítségével jósolható meg, vagy pedig a szakirodalomban is megkereshető), ahol a jobb felső saroktól elindulva sorrendben látható a kétszeresen protonált, egyszeresen protonált, semleges és egyszeresen deprotonált forma:



Megjegyzés: a feladat pontatlanul fogalmazott, hiszen elég nyilvánvaló, hogy ha csak nem rendkívül tömény az oldat, akkor a vízmolekulából van benne a legtöbb.

b) Legyen a szükséges KOH-oldat térfogata  $\text{dm}^3$ -ben mérve  $V$ . Ekkor a lizinformák összes anyagmennyisége  $0,1 \text{ dm}^3 \cdot 0,1 \text{ mol/dm}^3 = 0,01 \text{ mol}$ , az oldat teljes térfogata a térfogatváltozást elhanyagolva  $V + 0,1 \text{ dm}^3$ , így a lizinspecieszek összkoncentrációja  $0,01 / (0,1 + V) \text{ M}$ . A kloridionok

összkoncentrációja ehhez hasonlóan számolható, de egy lizin-dihidroklorid egységből két kloridion származik, így a kloridionok koncentrációja  $0,02/(0,1+V)$ . A káliumionok koncentrációja  $0,5M \cdot V/(0,1+V)$  a hígulás következtében. A pH alapján  $[H^+] = 10^{-9,5}$  és  $[OH^-] = 10^{-4,5}$  a vízionszorzat figyelembe vételével.

Az a) részben felírt savi disszociációs állandók kifejezésében a négy savspeciész négy ismeretlent ad, tehát szükségünk van még legalább egy egyenletre. Írjuk fel az anyagmérleget, hiszen tudjuk, hogy a lizin-dihidroklorid összes,  $0,1+V$  dm<sup>3</sup> térfogatra jutó bemérési koncentrációja oszlik meg a négy lizinspeciész közt. Így viszont egy újabb ismeretlen ( $V$ ) is belekerül az egyenletrendszerünkbe, így a megoldáshoz még egy egyenlet kell: erre jó lehetőséget ad a töltésmérleg felírása, hiszen az oldatunk semleges össztöltésű, így a negatív és pozitív töltésméretnek meg kell egyezniük. Ebben az egyenletben már nincs újabb ismeretlen, ezáltal ötismeretlenes, öt független egyenletből álló egyenletrendszerhez jutunk, ami megoldható program segítségével, de papíron is az egyszerűsége miatt.

$$\frac{0,01}{0,1+V} = [H_3A^{2+}] + [H_2A^+] + [HA] + [A^-]$$

$$2[H_3A^{2+}] + [H_2A^+] + [K^+] + [H^+] = [OH^-] + [A^-] + [Cl^-]$$

A fenti egyenletbe a  $V$ -vel kifejezett koncentrációkat behelyettesítve látszik, hogy nem adódik 5-nél több ismeretlen:

$$2[H_3A^{2+}] + [H_2A^+] + \frac{0,5V}{0,1+V} + [H^+] = [OH^-] + [A^-] + \frac{0,02}{0,1+V}$$

Az egyenletrendszer megoldása:  $V = 0,363$  dm<sup>3</sup> = 363 ml KOH szükséges a megadott puffer előállításához.

Megjegyzés: megoldás a többi ismeretlenre:  $[H_3A^{2+}] = 2,47 \cdot 10^{-10}$ ,  $[H_2A^+] = 0,00539$ ,  $[HA] = 0,0149$ ,  $[A^-] = 0,00135$ .

c) Most tiszta lizint (HA) oldunk vízben (néhány versenyző félreértelmezte a feladatot úgy, mintha a lizin dikloridját oldottuk volna most is). Az oldott 5 g lizin 0,0342 mol lizinnek felel meg (a lizin moláris tömege 146,2 g/mol). Feltételezzük, hogy az oldás során nem lép fel térfogatváltozás, ekkor a lizin bemérési koncentrációja, és így az egyensúlyi lizinspeciészek összkoncentrációja a 100 ml-es oldattérfogat alapján 0,342 M. Most is felírhatunk egy hatismeretlenes egyenletrendszert, aminek megoldásához nyilván 6 független egyenletre van szükségünk.

Ebből 3 egyenletet ad a három lépcsőzetes savi disszociációs állandó felírása a korábbiakhoz hasonlóan, tehát még 3 egyenletre van szükségünk. Ezek közül egyik a vízionszorzat felírása (feltételezzük, hogy az oldás 298,15 K hőmérsékleten történik, így a vízionszorzat  $10^{-14}$ ), másik a lizinspecieszek összkoncentrációjának felírása a korábbiakhoz hasonlóan, a harmadik pedig a töltésmérleg felírása, amiben most már nem szerepelnek a kálium- és a kloridionok:

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

$$0,342 = [\text{H}_3\text{A}^{2+}] + [\text{H}_2\text{A}^+] + [\text{HA}] + [\text{A}^-]$$

$$2[\text{H}_3\text{A}^{2+}] + [\text{H}_2\text{A}^+] + [\text{H}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{A}^-]$$

Látható, hogy valóban 6 ismeretlenünk van, így az egyenletrendszer megoldható, megoldása pedig éppen a feladat válasza. Tehát  $[\text{H}^+] = 1,59 \cdot 10^{-10}$ , tehát az oldat pH-ja 9,8. Az egyes specieszek koncentrációja mol/dm<sup>3</sup>-ben:

$$[\text{H}_3\text{A}^{2+}] = 1,05 \cdot 10^{-9}, [\text{H}_2\text{A}^+] = 0,0457, [\text{HA}] = 0,251, [\text{A}^-] = 0,0456.$$

Alternatívaként az oldatot tekinthetjük savként és bázisként egyaránt viselkedni képes (amfolit) anyag oldatának. Ennek pH-ját töményebb oldatban jól közelíti a két pK számtani közepe:  $(9,06 + 10,54)/2 = 9,80$ .

Ebből is látszik (még az a) részhez kapcsolódóan), hogy a lizin vizes oldata lúgos kémhatású. A pontos pH pedig a bemérési koncentráció függvénye. Esetünkben a semleges molekulából volt a legtöbb a lizin vizes oldatában, de hígabb oldat esetén nyilvánvaló, hogy a pH a semleges felé tolódik, amikor pedig az egyszerűen protonált forma van jelen a legnagyobb mennyiségben, míg töményebb oldat esetén az oldat lúgosodik, a pH nő, és előtérbe kerülhet a deprotonált forma is. (Ezt a feladatrészt sok versenyző elfelejtette.)

*A feladatot számos versenyző hibátlanul vagy közel hibátlanul megoldotta, a leggyakoribb hiba a különböző formák összekeveréséből adódott a b) és c) feladatrészekben.*

(Csorba Benjámin)

**H269.** a) A feladat megoldásához a Lambert-Beer törvényt alkalmazzuk:  $A = \varepsilon \cdot c \cdot l$  ahol  $A$  az abszorbancia,  $\varepsilon$  a moláris abszorptivitás,  $c$  a koncentráció és  $l$  fényút hossza.

Az  $X$  nm-en mért abszorbanciából a küvetta (azaz a fényút hossza) ismeretében a megadott moláris abszorptivitás segítségével meghatározhatjuk a  $[\text{FeL}]$  koncentrációt, ami  $8 \cdot 10^{-3}$  M-nak adódik. Mivel ismerjük a szabad fémion, illetve a szabad ligandum koncentrációját, ezért  $K_1$  értéke a definícióba történő behelyettesítéssel meghatározható, és  $4 \cdot 10^8$  M<sup>-1</sup>-nak adódik.

$$K_1 = \frac{[\text{FeL}]}{[\text{Fe}][\text{L}]} = \frac{8 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-5} \cdot 2 \cdot 10^{-6}} = 4 \cdot 10^8 \text{ M}^{-1}$$

Az  $Y$  nm-en történt mérés segítségével hasonló úton meghatározhatjuk a  $K_2$  értékét, ami  $5 \cdot 10^6$  M<sup>-1</sup>-nak adódik.

b) Nézzük először az első oldatot! Látható, hogy a ligandum nagy feleslegben van jelen. Tegyük fel, hogy  $K_3$  értéke nagy, ami azt jelenti, hogy ilyen viszonyok mellett az „összes” vas  $\text{FeL}_3$  formában van jelen. Tehát  $[\text{FeL}_3] = 6,25 \cdot 10^{-5}$  M, amit a Lambert-Beer törvénybe behelyettesítve a 0,75-ös abszorbancia mellé,  $12000 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$  adódik a moláris abszorptivitásra ( $\epsilon$ ).

Ennek segítségével a második oldatban is meghatározhatjuk a  $\text{FeL}_3$  koncentrációját, amire  $[\text{FeL}_3] = 3,00 \cdot 10^{-5}$  M adódik. Ebből kiszámolható, hogy szabadon illetve  $\text{FeL}$  és  $\text{FeL}_2$  alakban összesen  $2,5 \cdot 10^{-6}$  M vas, illetve ugyanennyi L található. Így a következő egyenletek írhatóak fel:

$$[\text{Fe}] + [\text{FeL}] + [\text{FeL}_2] = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

$$[\text{L}] + [\text{FeL}] + 2[\text{FeL}_2] = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

$$[\text{FeL}] = K_1 \cdot [\text{Fe}] \cdot [\text{L}]$$

$$[\text{FeL}_2] = K_1 \cdot K_2 \cdot [\text{Fe}] \cdot [\text{L}]^2$$

A komplexeket behelyettesítve az első két egyenletbe:

$$[\text{Fe}] + K_1 \cdot [\text{Fe}] \cdot [\text{L}] + K_1 \cdot K_2 \cdot [\text{Fe}] \cdot [\text{L}]^2 = 2,5 \cdot 10^{-6}$$

$$[\text{L}] + K_1 \cdot [\text{Fe}] \cdot [\text{L}] + 2 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot [\text{Fe}] \cdot [\text{L}]^2 = 2,5 \cdot 10^{-6}$$

Átalakítva az első egyenletet:

$$[\text{Fe}](1 + K_1 \cdot [\text{L}] + K_1 \cdot K_2 \cdot [\text{L}]^2) = 2,5 \cdot 10^{-6}$$

$$[\text{Fe}] = \frac{2,5 \cdot 10^{-6}}{1 + K_1 \cdot [\text{L}] + K_1 \cdot K_2 \cdot [\text{L}]^2}$$

Majd ezt behelyettesítve a másodikba:

$$[\text{L}] + \frac{K_1[\text{L}] \cdot 2,5 \cdot 10^{-6}}{1 + K_1[\text{L}] + K_1 K_2 [\text{L}]^2} + \frac{2K_1 K_2 [\text{L}]^2 \cdot 2,5 \cdot 10^{-6}}{1 + K_1[\text{L}] + K_1 K_2 [\text{L}]^2} = 2,5 \cdot 10^{-6}$$

$$[L] + K_1[L]^2 + K_1K_2[L]^3 + (K_1[L] + 2K_1K_2[L]^2) \cdot 2,5 \cdot 10^{-6} \\ = (1 + K_1[L] + K_1K_2[L]^2) \cdot 2,5 \cdot 10^{-6}$$

$$K_1K_2 \cdot [L]^3 + (K_1 + 2,5 \cdot 10^{-6} \cdot K_1K_2) \cdot [L]^2 + [L] - 2,5 \cdot 10^{-6} = 0$$

Mivel az egyensúlyi állandók értékét ismerjük a harmadfokú egyenlet megoldható [L]-re:  $[L] = 2,134 \cdot 10^{-8} \text{ M}$

Ebből pedig kiszámolható a többi komponens koncentrációja is:  $[\text{Fe}] = 2,393 \cdot 10^{-7} \text{ M}$ ;  $[\text{FeL}] = 2,043 \cdot 10^{-6} \text{ M}$ ;  $[\text{FeL}_2] = 2,180 \cdot 10^{-7} \text{ M}$ .

Innen pedig kiszámolható a lépcsőzetes ( $K_3$ ) és a kumulatív ( $\beta_3$ ) stabilitási állandó:

$$\beta_3 = \frac{[\text{FeL}_3]}{[\text{Fe}][\text{L}]^3} = 1,29 \cdot 10^{25} \text{ M}^{-3}$$

$$K_3 = \frac{[\text{FeL}_3]}{[\text{FeL}_2][\text{L}]} = 6,45 \cdot 10^9 \text{ M}^{-1}$$

Stenczel Tamás Károly megoldásában feltételezi, hogy a szabad ligandum koncentrációja elhanyagolható a komplexekhez képest:

$$[\text{Fe}] + [\text{FeL}] + [\text{FeL}_2] = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

$$[\text{FeL}] + 2[\text{FeL}_2] = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

A két egyenletet kivonva  $[\text{Fe}] = [\text{FeL}_2]$  adódik, amit a második kumulatív stabilitási állandóba ( $\beta_2$ ) behelyettesítve:

$$\beta_2 = \frac{[\text{FeL}_2]}{[\text{Fe}][\text{L}]^2} = \frac{1}{[\text{L}]^2} = 2,0 \cdot 10^{15} \text{ M}^{-2}$$

Ebből  $[L] = 2,246 \cdot 10^{-8} \text{ M}$  adódik, ami csak kis mértékben tér el a pontos megoldástól. A stabilitási állandók esetében pedig 10 %-os eltérés mutatkozik. A megoldás, bár ez esetben kissé pontatlan, ötletessége miatt említésre méltó.

c) A ligandum elemanalíziséből a következő összegképlet adódik:  $\text{C}_6\text{H}_4\text{N}$ . Ehhez nem található ismert megoldás, azonban a  $\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2$ -höz található. Szakirodalomban vagy interneten keresgélve megtalálható a fenantrolin, melyet valóban használnak ligandumként. Természetesen maximális pontszám járt minden kémiaileg helyes szerkezetre.

d) Mivel az abszorbancia 0,55 volt, ezért a vas koncentrációja  $4,583 \cdot 10^{-5} \text{ M}$  volt, azonban a mérés tartalmazott egy tízszeres hígítást, ezért a dializált oldatban a vas koncentrációja  $4,583 \cdot 10^{-4} \text{ M}$  volt, ami 25,6 mg/l-nek felel meg. Mivel ilyen koncentrációban 32,5 ml oldatban

volt a vas, ezért összesen 0,832 mg vas volt az oldatban, azaz a tablet-tában. Tehát a tablettá felszívódó vastartalma 0,20 % volt.

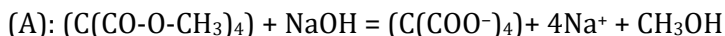
*Az átlagpontoszám 7,5 volt. A feladat pontos megoldása csak harmadfokú egyenlettel volt kivitelezhető, de ez nem okozott problémát. Viszont félreértésre adott lehetőséget a dialízises megfogalmazás, ugyanis a dialízis során a vas egy része a tasakban marad, azonban az élő szervezetben a teljes mennyiség felszívódna.*

(Bacsó András)

**H270.** A leírás alapján feltehetjük hogy:

- Az NaOH ban való oldás során az észterünk hidrolizál
- A sósavval való reakció során dekarboxilezés történik, CO<sub>2</sub> és egy kisebb karbonsav keletkezik.

Az adatokból kiszámolható, hogy az (A) reakcióban 27 mmol KOH-ban oldottuk az anyagunkat, majd ehhez 3,85 mmol ecetsavat kellett hozzáadnunk a 7,5-ös pH eléréséhez. Ezen a pH-n megfelelő feltételezés (a pK<sub>s</sub>-ek megvizsgálása után), hogy a lúgosságot csak az acetát (illetve az ismeretlen savmaradék) ionok adják, vagyis a maradék KOH-val sztöchiometrikus volt az ecetsav reakciója, tehát a KOH felesleg is 3,85 mmol volt, vagyis 23,15 mmol KOH reagált el a savunkkal, ebből és a hozzáadott savunk tömegéből kijön, hogy csak a kétértékű malonsav lehetett. Ezen adatok alapján a két reakcióegyenlet egyértelműen felírható:



- A feltételezések vizsgálata szükséges, viszont elegendő csak a sztöchiometriai számolásokhoz szükséges pontossággal végezni.

*A feladat a beküldők többségének nem okozott nagyobb problémát. Ezt mutatja az is, hogy az átlagpontoszám 8,0 lett. A leggyakoribb hiányosság a feltételezések pontossága vizsgálatának teljes elhagyása, illetve hiányos elvégzése volt.*

(Pusztai Árpád)

## A 2016/2017. tanév pontversenyeinek végeredménye

Az alábbiakban közöljük az egyes kategóriákban kiemelkedő eredményt elért diákok névsorát. (Elektronikus úton minden résztvevő megkapta a pontszámait.)

Május 26-án minden kategória első három helyezettje (kiegészülve a Keresd a kémiát! és a fordítási versenyek három-három legjobb megoldójával) ünnepélyes keretek között vehette át jutalmát a Magyar Kémikusok Egyesülete elnökétől.

Gratulálunk az eredményekhez és bízunk benne, hogy a jövő tanévben ismét sokan belevágnak a feladatmegoldásba!

### A pontverseny (9. osztály)

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Garamvölgyi István Katona József Gimnázium, Kecskemét	Sáróné Jéga-Szabó Irén	159
2	Ficsór István Dávid Kecskeméti Református Gimnázium	Tóth Imre, Labancz István	158,5
3	Berezvai Anna Bethlen Gábor Ref. Gimnázium, Hódmezővásárhely	Varga Eszter	145

### A pontverseny (10. osztály)

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Répási Marcell Eötvös József Gyakorlóiskola, Nyíregyháza	Hajdu Brigitta	162

**K pontverseny (9-10. osztály)**

	<b>Név, iskola</b>	<b>Felkészítő tanár</b>	<b>Pontszám</b>
1	Fraknói Ádám Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest	Elekné Becz Beatrix	180,75
2	Al-Hag Johanna Iman Földes Ferenc Gimnázium, Miskolc	Szepesiné Medve Judit	176,75
3	Széles Olivér Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs	Mostbacher Éva	172,5
4	Kozák András ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium	Sebőné Bagdi Ágnes, Sebő Péter	169,5
4	Máté Szonja Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest	Elekné Becz Beatrix	169,5
6	Takács Nóra Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest	Elekné Becz Beatrix	160,75
7	Répási Marcell Eötvös József Gyakorlóiskola, Nyíregyháza	Hajdu Brigitta	158,5

**K pontverseny (11-12. osztály)**

	<b>Név, iskola</b>	<b>Felkészítő tanár</b>	<b>Pontszám</b>
1	Molnár Balázs Bányai Júlia Gimnázium, Kecskemét	Borsos Katalin	182,25
2	Nagy Bálint Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest	Elekné Becz Beatrix	174
3	Tímár Paula Szent István Gimnázium, Budapest	Magyar László, Miklós Zoltán	157,5
4	Illyés András Piarista Gimnázium, Budapest	Gelencsér László	146,25
5	Takács Titanilla Révai Miklós Gimnázium, Győr	Csatóné Zsámbéky Ildikó	136,5

**H pontverseny**

	<b>Név, iskola</b>	<b>Felkészítő tanár</b>	<b>Pontszám</b>
1	Czakó Áron Krúdy Gyula Gimnázium, Nyíregyháza	Némethné Horváth Gabriella, Sarka Lajos	176,25
2	Balbisi Mirjam Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest	Elekne Becz Beatrix	175,75
3	Arany Eszter Sára Lovassy László Gimnázium, Veszprém	Kiss Zoltán	166,5
4	Kalapos Péter Pál ELTE Trefort Ágoston Gyakorlógimnázium	Kutrovác László	164,5
5	Stenczel Tamás Károly Török Ignác Gimnázium, Gödöllő	Karasz Gyöngyi, Kalocsai Ottó	160
6	Turi Soma ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium	Villányi Attila, dr. Borissza Endre	159
7	Mihalicz Ivett Révai Miklós Gimnázium, Győr	Pőheimné Steininger Éva, Kalydiné Dubraviczky Tímea	156,75
8	Molnár Balázs Bányai Júlia Gimnázium, Kecskemét	Borsos Katalin	153,5
9	Fajszai Bulcsú Budapesti Fazekas Mihály Ált. Isk. és Gimnázium	Dr. Keglevich Kristóf	152,5
10	Nagy Bálint Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest	Elekne Becz Beatrix	151,25
11	Kővári Péter Viktor Fazekas Mihály Gimnázium, Debrecen	Lakatosné Tóth Ildikó	150,25
12	Sajgó Mátyás Földes Ferenc Gimnázium, Miskolc	Endrész Gyöngyi	149,25

# KÉMIA IDEGEN NYELVEN



## Kémia németül

*Szerkesztő: Horváth Judit*

*A 2017/1. számban megjelent szakszöveg fordítása:*

### Lecitin – egy ellentmondásos zsír<sup>1</sup>

A lecitin minden élő szervezetben megtalálható. Így **állati szervezetekben** széles körben elterjedt. Különösen sok található belőle az **idegszövet velős hüvelyében**<sup>2</sup>, a **sejtmembránokban** és a **tojássárgájában**. Nem csak a neve ered innen (gör. *lekithos*; tojássárgája). A tojássárgájából könnyen ki is nyerhető.

A tojás számos jelentős tápanyagot tartalmaz.<sup>3</sup> Különösen a tojássárgája gazdag ásványi anyagokban, vasban és kalciumban, valamint vitaminokban. Még a tojásfehérjénél is több „fehérjét” tartalmaz.<sup>4</sup> A tojás **általános összetétele** 74% víz, 13% fehérje, 12% zsír és 1%-ban szénhidrátok. Világosan látszik, hogy a tojás legnagyobb részét a víz teszi ki. Amennyiben azonban az összetétel vizsgálatakor csak a **tojássárgájára** szorítkozunk, már csak 48,7% víztartalom van jelen. Ellenben 32,6%-ban tartalmaz **zsírokat és lipideket**. A tojássárgája zsírtartalmának mintegy harmada foszfolipidekből (foszfatidokból) tevődik össze. Ezek megint csak 75%-nyi mértékig foszfatidil-kolinból (lecitinből) állnak.

#### 1. kísérlet: Lecitin előállítása tojássárgájából:

- Négy tojás friss sárgájához adj 40 ml etanolt ( $w = 96-100\%$ ) (F)<sup>5</sup>, és keverd az egészet homogén masszává!
- Ezután adj a keverékhez 50 ml étert (F+)<sup>5</sup>! A kiváló (kicsapódó), csaknem színtelen fehérjéket és szénhidrátokat szűrd<sup>6</sup> le!



- Forró vízfürdőn párold be (párologtasd el) az oldószerkeveréket, míg emulzió képződik. (Tilos nyílt lángot vagy forró főzőlapot<sup>7</sup> használni! Nem szabad szárazra bepároolni!)
- Ezt követően az emulziót 10–10 ml acetonnal (F) háromszor-négyszer jól át kell keverni! Az aceton a tojássárgája vörössárga színyanyagait és más zsírokat tartalmazza oldott állapotban; ezt mindig le kell önteni (dekantálni).
- Végül a maradék oldószert el kell párologtatni.

### Eredmény:

Egy **viaszszerű**, még valamennyire **sárgás anyagot** kapunk: ez a lecitin. **Hűtőszekrényben tároljuk!**<sup>8</sup>

**Lipidek** alatt általánosságban **nempoláris vegyületeket** értünk, melyek **biológiai mintákból extrahálhatók** pl. **szerves oldószerekkel** (rendszerint hexánnal vagy kloroformmal). A **lipidek** tehát abban különböznek a többi vegyület legtöbbjétől (fehérjéktől és szénhidrátoktól), hogy **hidrofóbak**<sup>9</sup> ill. **lipofilek** („zsírkedvelők”).

A lecitin egy ellentmondásos anyag. Egyes tulajdonságai az **apoláris zsírokéval**, mások éppen a **poláris ionos vegyületekével** egyeznek meg. A lecint ezért korábban gyakran nem lipidnek, hanem lipoidnak, vagyis **zsírszerű anyagnak** nevezték. Kísérleteinkben ezért hasonlítjuk össze „normális” zsírokkal, mint pl. a napraforgóolajjal. Habár a **lecitin a zsírok közé sorolandó**, a zsírfoltpróba negatív vele.

### 2. kísérlet: Kevéske<sup>10</sup> lecint kenünk egy sima papírlapra.

**Eredmény:** Ha a lapot a fény felé tartjuk, nem ismerhető fel rajta jellegzetes átlátszó terület.<sup>11</sup> Tehát a zsírfoltpróba negatív. Amennyiben a teszt során mégis zsírfoltot észlelünk, az amiatt<sup>12</sup> van, mert a lecitinünk még zsírokat tartalmaz.

Ezenfelül a lecitin **nem minden tipikus zsíroldószerben oldható.**

### 3. kísérlet: Vizsgáld meg a lecitin oldhatóságát heptánban (F), acetonban (F), etanolban (F) és vízben!

#### Eredmény:

Az acetonon kívül<sup>13</sup> a többi oldószer oldja a lecitint. Vízben emulzió képződik, mivel<sup>14</sup> a lecitin saját magát emulgeálja.



**Kép:** balról jobbra: lecitin acetonban, etanolban, n-heptánban és vízben

Ezenfelül a lecitin az epesavak<sup>15</sup> mellett az **epefolyadék** összetevője, mely a **zsírok emésztése során** fontos **emulgeáló szerepet** tölt be. A májban képződött<sup>16</sup> lecitin a zsírsavak legfontosabb szállítási formája a vérplazmában.<sup>17</sup>

Ezen tulajdonságaik miatt a lecitineket **emulgeátorként**<sup>18</sup> (**emulgeálószerként**) alkalmazzák **élelmiszerek**, mint pl. margarin vagy majonéz előállításánál. **Megakadályozzák, hogy a vizes és nemvizes**<sup>19</sup> **fázis szétváljon egymástól**. A lecitint mint összetevőt egyes élelmiszerekben **E322-es** jelzéssel tüntetik fel. A lecitin a természetes eredetű emulgeátorok közé tartozik. Ezek mellett léteznek még mesterséges emulgeátorok. Általánosságban az emulgeátorok olyan anyagok, melyek **lehetővé teszik két egymással nem elegyedő**<sup>20</sup> **folyadék elegyítését**<sup>21</sup>. A két fázis között, a határfelületen feldúsulnak. Ennek következtében emulzió képződik. Ez egy két folyadékfázisból álló, heterogén anyagkeverék. A lecitineket **melléktermékként** nyerik növényi olajok finomítása során. A fő forrás a szójaolaj.

Ezenkívül **minden növényben** található **lecitin**, mindenekelőtt a termésekben<sup>22</sup>. Különösen sokat tartalmaz a **szójabab**.

Különösen sok zsír van jelen az **idegsejtekben**, ill. azok **idegrostjában**<sup>23</sup>. Ezért a lecitin előfordulása az idegsejtekben tipikus, és azok **működésének feltétele**. Vitatott<sup>24</sup> azonban az, hogy emiatt a lecitinkészítmények a gondolkodást, sőt az intelligenciát serkentnék.

Végül is a lecitin a **bélben hidrolizál**, és egyáltalán nem jut be közvetlenül a vérkeringésbe, ill. az agyba.<sup>25</sup>

A lecitin biológiai hatásainak alapját **különleges tulajdonságai** adják, melyek végül is a **szerkezetén alapulnak**. Erre utal az a megfigyelés, hogy lecitin különösen ott fordul elő, ahol **biológiai membránokat** kell **átjárhatóvá** tenni, vagy **emulziókat** kell<sup>26</sup> **stabilizálni**.

Ez bizonyára a **molekula különleges felépítésén** múlik.

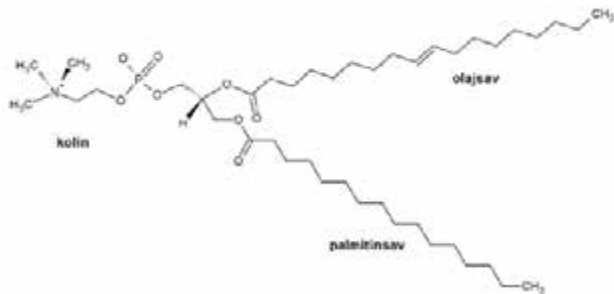
#### 4. kísérlet: Lecitin hevítése

Egy darabka lecitint **fülke alatt, porcelántálban elszenesítünk**. Milyen a szaga?<sup>27</sup> Végezd el az aldehidpróbát egy darab szűrőpapírral, melyet előtte Schiff-reagensbe mártottál! Ehhez a gőzbe tartsd a papírt! Tarts egy **megnedvesített pH-indikátorpapírt** is a gőzbe!

**Eredmény:** A szag kezdetben halra emlékeztet, fokozatosan szúróssá válik. Az **aldehidek kimutatása**<sup>28</sup> **pozitív** (piros elszíneződés); a pH-indikátorpapír kékre színeződik.

Amikor a **gőz halszagú** és az **indikátorpapír bázist jelez**, az szerves nitrogénvegyületekre, **aminokra** utal. A molekulában kötött<sup>29</sup> állapotban kell lenniük. Ezen kívül a minta hevítés során **szúrós szagot** áraszt. A **glicerín** jól ismert **bomlástermékéről**, az **akroleinről** van szó. Ez egy **telítetlen aldehid**. Zsírok hevítésekor is ugyanez keletkezik. A tovább nem bomló maradékot **foszfátként** azonosítjuk. Ezt támasztja alá a lecitin **nehézfémek** – réz, kadmium vagy higany – **ionjaival** szembeni viselkedése. A lecitin ezekkel **nehezen oldódó sókat** képez. Vagyis egy **anion** tulajdonságaival is rendelkeznie kell.

Nézzük csak meg alaposabban a molekulát!



Ábra: egy α-lecitin szerkezeti képlete<sup>30</sup>

Először is a lecitin molekulája úgy épül fel, mint egy **zsír**. A **glicerin** egy **észtere**, melyben azonban **csak az első két OH-csoport észteresített zsírsavval**. A zsírsavak közül az egyik szinte mindig **telítetlen**. Leggyakrabban linolénsav<sup>31</sup>. Ezen a lipofil molekularészleten kívül a lecitin egy hidrofil, elektromosan egyszerre<sup>32</sup> pozitív és negatív szakaszt is tartalmaz. Emulgeáláskor a lipofil vég a zsírceppcsekébe merül bele, a hidrofil vég a vízbe. A töltések egy **foszfátcsoporttól**<sup>33</sup> és egy **nitrogéntartalmú molekularészlettől**, a **kolintól** származnak. A **kolin nitrogénje négy vegyértékű** és ezáltal **pozitív töltésű**. (Hasonlítsd össze az ammóniumionnal!) A két ellentétes<sup>34</sup> töltés térben helyhez kötött a molekulában, és molekulán belül (intramolekulárisan) nem tudják egymást semlegesíteni<sup>35</sup>. Ezzel a molekula stabil **elektromos dipólusmomentumot** mutat.

### A lecitin biológiai szerepe

Az élőlényekben a lecitin nélkülözhetetlen a határfelületek, mint pl. a **sejtmembránok áteresztőképességéhez**. Ezeknek a membránoknak a felépítésében **zsírok** vesznek részt, melyek **befelé és kifelé vizes oldatokkal határosak**. A membrán **lipid-kettősrétegből** áll. Ahhoz, hogy a sejtek belső és külső térrésze között lehetségessé váljon kapcsolat, **transzportfehérjékre** van szükség. Ezek külső burka kimondottan<sup>36</sup> **hidrofil aminosav-oldalláncokból** áll. Az egyébként lipofil membránokban **lecitinen** (és más foszfolipideken) **keresztül** vannak **rögzítve**. A lecitin tehát segít **hidrofil ablakot** nyitni a különben áthatolhatatlan biomembránokon. Így tudnak ionok, **vízoldható anyagok** és vízmolekulák **átbújni**.

### A szövegben előfordult fontos szakkifejezések:

#### Eszközök, berendezések:

s Wasserbad	vízfürdő
r Abzug, ~e	(vegyi-/elszívó-) fülke
e Herdplatte	tűzhelylap, főzőlap
r Porzellantiegel, ~s, ~	porcelántégely
s Filterpapier	szűrőpapír
s Indikatorpapier, ~s, ~e	indikátorpapír

Anyagok:

s Eisen, ~s	vas
s Calcium / Kalzium	kalcium
s Eiweiß, ~es, ~e	fehérje
r Eiweißsstoff = r Protein, ~s, ~e	fehérje
s Ethanol, ~s	etanol
r Ether, ~s	éter
s Aceton, ~s	aceton
organische Lösungsmittel	szerves oldószerek
e Probe	minta vagy teszt
e Emulsion	emulzió
s Reagenz, ~, ~ien	reagens
r Stickstoff, ~(e)s	nitrogén
r Aldehyd, ~s, ~e	aldehid
Schwermetalle (Pl.)	nehézfémek
s Kupfer, ~s	réz
s Quecksilber, ~s	higany
r Ester, ~s, ~	észter

Fogalmak:

r Gehalt, ~(e)s, ~	tartalom
e Verbindung	vegyület
hydrophob	hidrofób, víztaszító
lipophil	lipofil, zsíroldékony
polar // unpolar	poláris // nempoláris
Die Probe ist negativ.	A teszt negatív.
e Löslichkeit	oldhatóság
r Bestandteil	összetevő
natürlich // künstlich	természetes // mesterséges
nicht mischbare Flüssigkeiten	nem elegyedő folyadékok
e Grenzfläche	határfelület
s Nebenprodukt, ~(e)s, ~e	melléktermék
e Probe	kimutatás/teszt
r Nachweis, ~es, ~e	kimutatás (anyag jelenlétét)
e Verbindung, ~, ~en	vegyület
gebunden sein	kötött állapotban /kötve van
ungesättigt	telítetlen
zersetzlich	bontható

	<b>schwerlöslich</b>	nehezen oldható
<b>r</b>	<b>Rückstand, ~ (e)s, ~"e</b>	maradék, maradvány
<b>e</b>	<b>Formel, -n</b>	képlet
<b>e</b>	<b>Strukturformel, -n</b>	szerkezeti képlet
<b>e</b>	<b>Fettsäure</b>	zsírsav
<b>e</b>	<b>Linolensäure</b>	linolénsav
<b>r</b>	<b>Aminosäurerest, ~(e)s, ~e</b>	aminosav-oldallánc
<b>r</b>	<b>Säurerest</b>	savmaradék (anion)

Egyéb:

	<b>enthalten</b>	tartalmaz
	<b>verrühren</b>	elkever
	<b>versetzen</b>	elegyít, összekever
	<b>(ab)filtrieren</b>	leszűr
	<b>ab dampfen</b>	elpárologtat
	<b>zur Trockene eindampfen</b>	szárazra (be)párol
	<b>ab gießen</b>	előnt, kiönt, dekantál
	<b>extrahieren</b>	extrahál, kivon, kiold
	<b>emulgieren</b>	emulgeál
	<b>sich an reichern</b>	feldúsul
	<b>flüssige Phase</b>	folyadékfázis
	<b>identifizieren</b>	azonosít
	<b>verestern</b>	észteresít
	<b>vierbindig</b>	négy vegyértékű
	<b>besteht aus etw.</b>	áll vmiből

<sup>1</sup>**ein Fett der Gegensätze** – *Az ellentétek/ellentmondások zsírja. / Egy zsír ellentétekkel. / Egy kettős tulajdonságú zsír.*

<sup>2</sup>**Markscheiden** – *velős hüvely / mielinhüvely.* A mielin maga az a zsírszerű anyag, mely az idegrostban az idegsejt hosszú nyúlványát, az axont elektromos szigetelőburokként körülveszi.

<sup>3</sup> – szép: *A tojás fontos tápanyagok sokaságát tartalmazza.* (MÁTYÁS BOGLÁRKA)

<sup>4</sup> – szép: *Több fehérjét tartalmaz, mint maga a tojásfehérje.* (SIN JESSICA)

<sup>5</sup>**F, F+** – *Tűzveszélyes, Fokozottan tűzveszélyes* (TIMÁR PAULA)

<sup>6</sup>**filtrierst du ab** – *leszűröd.* Nem ~~leszeded~~ vagy ~~filterezed~~.

<sup>7</sup>**heiße Herdplatte** – *forró tűzhelylap/főzőlap*

**8Im Kühlschranks aufbewahren!** – *Hűtőszekrényben tároljuk / tárolandó!*

**9hydrophob** – A víztaszító jelzőt inkább anyagokra szoktuk használni, a molekula *hidrofób*.

**10Man streicht etwas Lecithin auf ein glattes Blatt Papier.** – szép: *Egy kis lecitint kenünk egy sima papírlapra* (AL-HAG JOHANNA, BERCZ BOGLÁRKA) (esetleg *dörzsölünk – reibt*).

**11so erkennt man keine sonderlich transparente Stelle.** – / *különösebben áttetsző részt nem érzékelünk* (SZIGETVÁRI BARNABÁS) / *semmilyen különös, átlátszó formát nem észlelünk* (MÁTYÁS BOGLÁRKA) / *nem fedezhetünk fel jellegzetes, átlátszó helyet* (AL-HAG JOHANNA) / *nem ismerhető fel különösen áttetsző hely* (TIMÁR PAULA).

**12so liegt das daran** – *azon múlik / az az oka*. Nem *kézenfekvő*.

**13bis auf Aceton** – *az acetont kivéve / leszámítva / acetonon kívül*.

**14gibt es (= entsteht / bildet sich) eine Emulsion, da ...** – *emulzió keletkezik/képződik* (nem *emulzióba lép?*), *hiszen / mivel...* Nem *így*.

**15Gallensäure ≠ Gallussäure** – *epesav ≠ galluszsav!* Az epesav jóval bonyolultabb, szteránvázas (a koleszterinnel rokon) molekula.

**16gebildet ≠ gebunden** – *képződött ≠ kötött*.

**17Transportform von Fettsäuren im Blutplasma.** – *A zsírsavak szállítási formája a vérplazmában*. Nem *a vérplazmában lévő* zsírsavaké. Szabad formában nincsenek jelen.

**18Emulgator** – *emulgeátor / emulgeálószer*. Magyarul az igében is van még egy *e*: *emulgeál (emulgieren)*.

**19nichtwässrige Phase** – *nemvizes fázis* (vagyis az olajos fázis). Nem *vízmentes (Wasserfrei)* vagy *vizenyős!*

**20mischbar** – *elegyedő / elegyíthető*. Nem *keverhető!*

**21Mischung** – *elegyítés /itt: egymásban való elosztás* (TIMÁR PAULA)

**22Früchte** – Itt inkább *termések* (AL-HAG JOHANNA, BERCZ BOGLÁRKA, SZIGETVÁRI BARNABÁS), mint csak *gyümölcsök*.

**23Leitungsbahn** – *idegrost*. (AL-HAG JOHANNA, MOLNÁR DÓRA) Az idegsejt mielinhüvellyel körbevett axonja (hosszú nyúlványa), mely az ingerületet vezeti. ~~*Idegpálya? Szállítószövet?*~~ Az idegsejthez tartozó alkotóelemnek kell lennie.

<sup>24</sup>**umstritten** – éppen hogy *vitatott*, és nem *vitathatatlan* (**unbestreitbar**).

<sup>25</sup>**Schließlich wird Lecithin ja im Darm hydrolysiert und gelangt gar nicht direkt in die Blutbahn bzw. ins Gehirn.** – A végül is itt nem az emésztési folyamat végére utal. Nem az a lényeg, hogy ~~nem közvetlenül kerül a vérbe~~, hanem hogy közvetlenül (vagyis lecitinmolekulaként egyben) *egyáltalán nem* (**gar nicht**).

<sup>26</sup>**wo Emulsionen zu stabilisieren sind** – ahol emulziókat kell stabilizálni. Nem *stabilizálódnak* vagy *stabilizálhatók*, hanem *stabilizál~~and~~ók*.

<sup>27</sup>**Geruch?** – Természetesen szebben hangzik, ha egész mondattal fordítjuk: *Van szaga? Milyen a szaga?*

<sup>28</sup>**Nachweis ≠ Beweis** – *kimutatás ≠ bizonyítás*.

<sup>29</sup>**Die müssen in dem Molekül gebunden sein.** – A molekulában kötve / kötött formában / be kell legyen épülve a molekulába. / A molekulának ilyen csoporttal is kell rendelkeznie. // ~~Ezeknek a molekulában össze kell kapcsolódnuk.~~ / ~~Ezek muszáj, hogy molekulához kötődjenek.~~

<sup>30</sup>**Strukturformel** – szerkezeti képlet. A **Formel** a kémiában képlet, nem *forma*. A térszerkezet **Raumstruktur** lenne.

<sup>31</sup>**Linolensäure ≠ Leinöl** – linolénsav ≠ ~~lenolajsav~~. A lenolaj valóban sok linolénsavat tartalmaz, de kémiai értelemben keverék.

<sup>32</sup>**zugleich negativ wie positiv geladen** – egyszerre negatív és pozitív töltésű / töltéssel is rendelkezik.

<sup>33</sup>**Phosphatrest** – foszfátcsoport. Helyesen inkább **Phosphorsäurerest** kellene, hogy legyen. **Säurerest** – savmaradék, vagyis az anion, ami a H<sup>+</sup> ledisszociálása után marad. Általánosan HA sav savmaradéka: A<sup>-</sup>.

<sup>34</sup>**die beiden entgegengesetzten Ladungen** – a két ellentétes töltés. Nem *szembenálló* töltések!

<sup>35</sup>**eliminieren** – itt *semlegesít / kiolt / megszüntet / eltüntet*. Most nem *eliminációs reakcióba lép*.

<sup>36</sup>**ausgesprochen** – *kifejezetten / kimondottan; úgynevezett (sogeannt); fent említett (oben erwähnt)*.

**A második forduló eredménye:**

NÉV	ISKOLA	Ford. (80)	Magyar nyelvtan (20)	Össz. (100)
<b>Timár Paula</b>	Szent István Gimn., Budapest	76	17,5	<b>93,5</b>
<b>Al-Hag Johanna Iman</b>	Földes Ferenc Gimn., Miskolc	74,5	18,5	<b>93</b>
<b>Molnár Dóra</b>	Eötvös József Gimn., Bp.	71	18,5	<b>89,5</b>
<b>Mátyás Boglárka</b>	Széchenyi István Gimn., Sopron	48,5	14,5	<b>63</b>
<b>Szigetvári Barnabás</b>	Ipari Szakgimn., Veszprém	45	16	<b>61</b>
<b>Sin Jessica</b>	Audi Hungária Iskola, Győr	46	12	<b>57</b>
<b>Berec Boglárka</b>	Zentai Gimnázium	33,5	12,5	<b>46</b>
<b>Zsejki Balázs</b>	Széchenyi István Gimn., Sopron			<b>&lt; 10</b>

Az élmezőny a második fordulóban is nagyon erős és szoros volt. Idén a szövegek elég hosszúak voltak; a vége felé mindenkinél látszottak itt-ott a fáradtság jelei. **Mindenkinek gratulálok, aki a két fordulót becsülettel végigcsinálta!**

**A 2016/17-es tanév német fordítási versenyének végeredménye:**

NÉV	ISKOLA	I. (100)	II. (100)	Össz. (200)
<b>Al-Hag Johanna Iman</b>	Földes Ferenc Gimn., Miskolc	87	93	<b>180</b>
<b>Molnár Dóra</b>	Eötvös József Gimn., Bp.	83	89,5	<b>172,5</b>
<b>Timár Paula</b>	Szent István Gimn., Budapest	73	93,5	<b>166,5</b>
Mátyás Boglárka	Széchenyi István Gimn., Sopron	54	63	117
Szigetvári Barnabás	Ipari Szakgimn., Veszprém	54	61	115
Sin Jessica	Audi Hungária Iskola, Győr	54	57	111
Berec Boglárka	Zentai Gimnázium	44	46	90

**A dobogós helyezetteknek őszintén gratulálok profi nyelvi és fogalmazásbeli képességeikhez!**

# Kémia angolul

*Szerkesztő: MacLean Ildikó*

## Kedves Diákok!

A Kémia angol nyelven versenyre a 2016/2017-es tanévben az eddigiekhez képest szerényebb számban érkeztek pályaművek. Különösen igaz ez az utolsó két fordulóra, melyek mintafordításával ismerkedhettek meg jelen lapszámunkban. A 2017/1. számában megjelent szöveg fordításához *Mohamed Anna*, a hajdúdorogi Szent Bazil Oktatási Központ 10.B osztályos tanulójának munkájából indultunk ki.

## Mi is az a csillagszóró?

Nem minden tűzijáték egyforma. Például különbség van egy petárda és egy csillagszóró között. A petárda célja egy **szabályozott robbanás**<sup>1</sup> létrehozása, míg a csillagszóró hosszabb ideig ég (akár egy percig is), és fényes szikraesőt hoz létre. A csillagszórót néha „hógolyónak” is szokták nevezni, utalva az égő részt labdaszerűen körülvevő szikrákra.

## A csillagszóró kémiai háttere

Egy csillagszóró különféle anyagokból áll:

- **oxidálószerből**<sup>2</sup>
- **tüzelőanyagból**<sup>3</sup>
- **vas**<sup>4</sup>-, **acél**<sup>5</sup>-, **alumínium**<sup>6</sup>- vagy más fémporból
- **éghető**<sup>7</sup> kötőanyagból

Ezekhez az összetevőkhöz továbbá színezőanyagokat és a kémiai reakciókat szabályozó vegyületeket is adhatnak. A tűzijáték éghető anyaga a **faszén**<sup>8</sup> vagy a **kén**<sup>9</sup>, de egyszerűen a kötőanyag is szerepelhet éghető anyagként. Kötőanyagként általában cukrot, **keményítőt**<sup>10</sup> vagy **sellakot**<sup>11</sup> használnak. Az oxidálószer lehet **kálium-nitrát**<sup>12</sup> vagy **kálium-klorát**<sup>13</sup>. A szikrákat a fémek képezik. A csillagszóró összetétele meglehetősen egyszerű lehet.

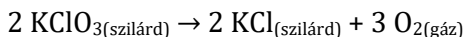
## A csillagszóróban lejátszódó reakciók részletei

Most, hogy ismerjük az összetevőket, nézzük meg, hogyan reagálnak egymással ezek az anyagok!

### *Oxidálószer*

A keverék égéséhez az oxidálószer szolgáltató az oxigént. Ezek rendszerint nitrátok, klorátok vagy **perklorátok**<sup>14</sup>. A nitrátok fémionból és **nitrácionból**<sup>15</sup> állnak.

A klorátok fémionból és klorácionból épülnek fel. Reakciójuk során az összes oxigénjüket leadják, így a reakció sokkal látványosabb lesz. Ez azonban azt is jelenti, hogy robbanásveszélyesek. A kálium-klorát bomlása során képződő oxigént az alábbi egyenlet szemlélteti:



A perklorátok több oxigént tartalmaznak, de ütés hatására kevésbé robbanékonyak, mint a klorátok. A kálium-perklorát a következő módon adja le az oxigént:



### *Redukálószer*<sup>16</sup>

A redukálószer éghető anyagok, amelyek az oxidálószer által előállított oxigénnel reagálva elégnak. Ez az **égés**<sup>17</sup> magas hőmérsékletű gázt termel. A redukálószerre példa a kén és faszén, ezek, ha oxigénnel reagálnak, kén-dioxid, illetve szén-dioxid képződik.

### *Szabályozó anyagok:*

Két redukálószer összekeverése gyorsíthatja vagy lassíthatja a reakciót. Emellett a fémek is befolyásolják a reakció sebességét. A finomra őrölt fémporok gyorsabban lépnek reakcióba, mint a durvább porok vagy forgácsok. Más hozzáadott anyagok, mint a kukoricaliszt is szabályozhatják a reakciót.

### *Kötőanyagok*<sup>18</sup>

Ezek az anyagok tartják össze a keveréket. Egy csillagszóróhoz általánosságban olyan kötőanyagot használnak, mint a dextrin (egy cukor) vízzel nedvesítve, vagy sellak, amelyet alkohollal itatnak át. A kötőanyagok többféle szerepet betölthetnek: lehetnek redukálószer és szabályozhatják a reakciót.

### **Akkor hogyan is működnek a csillagszórók?**

Tehát mindezt összevéve: egy csillagszóró vegyületek keverékét tartalmazza, melyeket vagy egy merev rudacsára vagy egy drótra visznek föl folyékony formában. Ezeket az anyagokat gyakran keverik

vízzel, amelyek egy iszapszerű keveréket alkotnak és belemártva, vagy csőbe öntve vonják be drótokat a keverékkel. Amint ez megszáradt, kész is a csillagszóró. A fényes és színes szikrákat az alumínium-, a vas-, az acél-, a cink- vagy a magnéziumpor vagy éppen ezek darabkái biztosítják. Ezek a **fémrészecskék**<sup>19</sup> **izzásig**<sup>20</sup> melegednek és fényesen ragyognak, vagy ha elég magas a hőmérséklet, elégnak. Különböző anyagok hozzáadása különböző színek kialakulását eredményezi. Az éghető anyagot, az oxidálószeret és a többi anyagot megfelelő arányban kell elegyíteni, így inkább szikrázva, lassan ég és nem robban fel, mint egy petárda. Ha egyszer a csillagszóró egyik végét megnyújtottad, folyamatosan ég, egészen a végéig. Amíg a csillagszóró ég, elméletileg a pálcika vagy drót egyik vége az eszköz megtámasztására is alkalmas.

### **Mindig jusson eszünkbe a csillagszóró használatakor**

Magától értetődő, hogy a csillagszóró égése során szikrákat bocsát ki, amelyek tűzveszélyesek. Ezzel szemben kevésbé nyilvánvaló, hogy a különböző fémeket tartalmazó csillagszórók, amelyek a szikrákat és a színeket hozzák létre, károsak az egészségre. Ezért nem ajánlott pl.: tortákon gyertyaként vagy máshogyan használni, amely az az égéstermék elfogyasztásához vezetne. Egyszóval teljen benne sok örömünk és használjuk biztonságosan a csillagszórókat!

### **A karácsonyi pukkantó/ Christmas Cracker kémiaja**<sup>21</sup>

Előfordul, hogy a szünidő alatt karácsonyi pukkantókat használunk. Általában nem is gondolunk azokra a vegyületekre, amit tartalmaznak, vagy azokra a reakciókra, amelyek végbemennek bennük. Nos, akkor fejtsük ki, hogyan is történik mindez!

A karácsonyi pukkantók robbanását egy vegyület, az **ezüst-fulminát**<sup>22</sup> okozza. Ennek összegképlete  $\text{AgCNO}$  és könnyen előállítható tömény **salétromsav**<sup>23</sup>, ezüst és **etanol**<sup>24</sup> reakciójával. A fulminátok a fulminátiont,  $\text{CNO}^-$ -t tartalmazzák, ami nem stabilis, ezért a fulminátok sűrűlódásra érzékeny robbanóanyagok. Jellemző az ezüst-fulminátra, hogy nagyon érzékeny és könnyen felrobban. Olyan érzékeny, hogy ha többet állítanak elő pár milligrammnál, akkor a saját súlya alatt is felrobbanhat.

Ez a robbanásveszélyes instabilitás jelentősen korlátozza az ezüst-fulminát felhasználását. Az 1800-ban történt felfedezése óta a felhasználása nagyjából a zajkeltésre és a karácsonyi petárdákra

korlátozódik. A petárdákban levő két vékony kemény szalag közül az egyikbe ezt foglalják, míg a másik szalag felülete durva. Amikor a petárda zsinórját meghúzzák, a súrlódás berobbantja az ezüst-fulminátot, amely hangos durranással jár.

A fulminátok robbanékonyságának magyarázata az, hogy a vegyület instabil. A nitrogén-oxigén kötés gyenge, és a nitrogén könnyedén képes sokkal stabilisabb hármas kötést kialakítani egy másik nitrogénatommal. Így a fulminát elbomlik nitrogéngázra, szén-dioxidra és stabilis fémsóra.

Az ezüst-fulminátot katonai alkalmazásokra szánták az 1970-es években, de a kutatások bebizonyították, hogy túl érzékeny gyakorlati hasznosításra. Létezik egy másik fulminát, amelyet robbanószerekben használnak, a **higany-fulminát**<sup>25</sup>. Ezt a vegyületet leggyakrabban elsődleges robbanószerként használják detonátorokban, azért, hogy előidézzé a nagyobb mennyiségű, de kevésbé érzékeny másodlagos robbanóanyag robbanását. Ilyen történik a népszerű, ma is képernyőn levő Totál szívás című sorozatban, amikor Walter White kis mennyiségben használja ezt az anyagot, hogy robbanást idézzon elő egy droggereskedő irodájában, bár erről az Állítólag című műsorban kimutatták, hogy kicsit eltúlozták a hatást.

### A szövegben előfordult kémiai és egyéb kifejezések:

<sup>1</sup>**controlled explosion:** szabályozott robbanás

<sup>2</sup>**oxidizer:** oxidálószer

<sup>3</sup>**fuel:** tüzelőanyag vagy hajtóanyag

<sup>4</sup>**iron:** vas

<sup>5</sup>**steel:** acél

<sup>6</sup>**aluminum:** alumínium

<sup>7</sup>**combustible:** éghető

<sup>8</sup>**charcoal:** faszén

<sup>9</sup>**sulfur:** kén

<sup>10</sup>**starch:** keményítő

<sup>11</sup>**shellac:** sellak, egy természetes, állati eredetű gyanta, melyet elsősorban lakkozásra használnak.

<sup>12</sup>**potassium nitrate:** kálium-nitrát

<sup>13</sup>**potassium chlorate:** kálium-klorát, nem lehet elégszer hangsúlyozni, hogy a magyar nyelvben az ionokból álló vegyületek neve esetén kötőjellel kapcsoljuk össze a tagokat, míg az angolban különírjuk őket.

<sup>14</sup>**perchlorates:** perklorátok

<sup>15</sup>**nitrate ion:** nitrátió, a helyesírásra itt is érdemes figyelni, egybeírandó az ion szócskával, míg az angol különírja a két szót.

<sup>16</sup>**reducing agent:** redukálószer

<sup>17</sup>**combustion:** égés

<sup>18</sup>**binder:** kötőanyag

<sup>19</sup>**metal flakes:** fémforgács/fémpehely esetleg fémrészecskék

<sup>20</sup>**incandescent:** izzó

<sup>21</sup>**Christmas Cracker:** karácsonyi pukkantó, DE ez esetben ajánlott meghagyni az eredeti kifejezést. Ahogyan több fordítónak is javasoltam, nem érdemes mindenáron lefordítani egy olyan kifejezést, ami kulturálisan ilyen mértékben kötődik egyetlen országhoz, s sehol másutt nem is igazán ismert.

<sup>22</sup>**silver fulminate:** ezüst-fulminát

<sup>23</sup>**nitric acid:** salétromsav

<sup>24</sup>**ethanol:** etanol vagy etil-alkohol

<sup>25</sup>**mercury fulminate:** higany-fulminát

A 2017/1. lapszám első 10 fordítójának eredménye:

<b>Nyariki Noel</b>	Berzsényi Dániel Gimnázium, Budapest	99
<b>Mohamed Anna</b>	Szent Bazil Oktatási Központ, Hajdúdorog	98
<b>Németh Laura Kata</b>	Jurisich Miklós Gimnázium, Kőszeg	96
<b>Berta Réka</b>	Kőrösi Csoma Sándor Két Tan. Nyelvű Baptista Gimn.	95
<b>Horváth Kátai Krisztin</b>	Zentai Gimnázium	95
<b>Dremák Csenge</b>	DRK Dóczy Gimnáziuma	94
<b>Blakney Levente</b>	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	93
<b>Tempfli Vivien</b>	DE Kossuth Lajos Gyak. Gimn. és Ált. Isk.	93
<b>Szigetvári Barnabás</b>	VSZC Ipari Szakgimnáziuma, Veszprém	91
<b>Répási Marcell</b>	Nyíregyházi Egyetem Eötvös József Gyakorló Gimn.	90

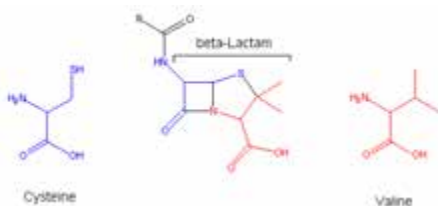
Most pedig nézzük a 2017/2. számában megjelent szöveg fordítását *Szigetvári Barnabás* 13.A osztályos tanuló (VSZC Ipari Szakgimnázium, Veszprém) munkája alapján.

## Az antibiotikum – penicillin

### Az antibiotikumok

Az antibiotikumok olyan speciális kémiai anyagok, amelyek élő szervezetekből származnak, vagy azok által termelődnek, és képesek más élőlények életfolyamatait gátolni. Az első antibiotikumokat mikroorganizmusokból különítették el, de napjainkban néhányuk magasabb rendű növényekből és állatokból származik. Több mint 3000 antibiotikumot fedeztek fel, de alig néhány tucatot használnak a gyógyászatban. Az antibiotikumok a leggyakrabban felírt gyógyszerek közé tartoznak, az USA-ban a receptek 12%-át teszik ki.

A penicillinek az első felfedezett antibiotikumok közé tartoznak, a *Penicillium* nevű penész természetes anyagcseretermékei. 1928-ban, Sir Alexander Fleming, a londoni St. Mary Kórház bakteriológia professzora, *Staphylococcus aureus* tenyésztett. Azt vette észre, hogy bizonyos gátlási zónákban a *staphylococcus* helyett penészsporák indultak fejlődésnek. A penészt *Penicillium rubrum*nak nevezte el. Kiderült, hogy a penész **váladéka**<sup>1</sup> hatásos a Gram-pozitív baktériumokkal szemben.



A penicillinet, ahogy a cefalosporinokat **béta-laktám**<sup>2</sup> antibiotikumoknak nevezik, és három alapvető szerkezeti jellemzőjük van: a **kondenzált**<sup>3</sup> béta-laktám szerkezet (a kék és piros gyűrűk mutatják), egy szabad **karboxilcsoport**<sup>4</sup> (jobbra lent pirossal jelezve) és egy vagy több helyettesített aminosav oldallánc (feketével mutatva). A laktám szerkezetet két **aminosav**<sup>5</sup>, a cisztein (kék) és a valin (piros) között **kovalens kötéssel**<sup>6</sup> kialakuló kapcsolatnak is tekinthető.

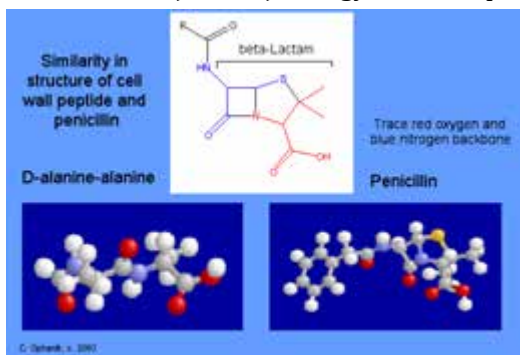
A penicillin-G ahol az R = egy **etilfenil**<sup>87</sup>-csoport, a leghatékonyabb penicillin származék. Számos hátrányos tulajdonsága is van, és

gyakorlatilag csak a gram-pozitív baktériumok ellen hatásos. A gyomorban a gyomorsav le is bonthatja, és gyengén és szabálytalanul szívódik fel a véráramba. Ráadásul sok betegségkeltő staphylococcus baktérium képes olyan enzimet előállítani, amely hatástalanítja a penicillin-G-t. Számos **félszintetikus**<sup>8</sup> származékát állították elő, amelyek már nem rendelkeznek ezekkel a hátrányos tulajdonságokkal.

Az aminosav oldallánchoz kapcsolódó erős elektronszívó csoportok, mint amilyen a feneticillinben, megvédik a szerkezetet a savas támadástól. Az aminosav oldallánchoz kapcsolódó nagyméretű csoport, **térbeli gátlást**<sup>9</sup> jelent, ami akadályozza az olyan enzimek kapcsolódását, amely esetleg hatástalanná tennék a penicillineket, ilyen származék a meticillin. A 2. táblázat szemlélteti a szerkezeteket. Végül, ha a polaritás növekszik, ahogy az ampicillin vagy karbénicillin esetén, a Gram-negatív baktériumok elleni aktivitás nő meg.

### A penicillin működése - enzimgátlás<sup>10</sup>

Az összes penicillinszármazék baktériumellenes hatását úgy fejt ki, hogy a baktérium sejtfalának szintézisét gátolja. Pontosabban a peptidek mukoszacharidokkal történő **keresztkötéseken**<sup>11</sup> keresztüli összekapcsolódását akadályozza meg. Ha a sejtfal nem megfelelően épül fel, áteresztí a vizet a sejt belsejébe, így az szétreped.



*A penicillin és az ala-ala peptid (a képen lévő szövegek: Hasonlóság a sejtfal peptid és penicillin szerkezetében; Figyeljük meg az oxigén- (piros) és nitrogéntartalmú (kék) molekulavázakat.)*

A penicillin szerkezetének egy részlete és a peptidek főlánca közötti hasonlósággal magyarázható a béta-laktám antibiotikumok működése. Az összehasonlításhoz egy béta-laktám antibiotikum és egy peptid

szerkezetét láthatjuk. A láncban a piros az oxigénatomokat és a kék pedig nitrogénatomokat jelöli.

### **A gyórgyszer hatásmechanizmusa<sup>12</sup> és az enzimgátlás**

A Gram-pozitív baktériumok vastag sejtfallal rendelkeznek, amelyben a cellulózhoz hasonló **vázpolimer**<sup>13</sup> szerkezeti részek kovalens kötéssel kapcsolódnak rövid peptid egységekhez rétegekbe rendeződve.

A peptidoglikán szerkezetének poliszacharid részlete ismétlődő **N-acetilglükózamin**<sup>14</sup> egységekből épül fel, ami 1-4-kötéssel kapcsolódik az N-acetil-**muraminsav**hoz<sup>15</sup> (NAG-NAM).

A peptid változhat, de mindig L-alaninnal kezdődik, és D-alaninnal végződik, középen dibázikus aminosav található, a diaminopimelát (DAP). A DAP (narancssárga) biztosítja a kapcsolódást a szomszédos peptidlánc végén lévő D-alaninon keresztül. A baktériumok sejtfalának szintézise akkor fejeződik be, amikor két poliszacharid gerinchez kötődő peptidlánc összekapcsolódik.

A keresztkötések kialakulását a **transzpeptidáz**<sup>16</sup> enzim katalizálja. Elsőként mindegyik peptid láncvégéről az **alanin**<sup>17</sup> hidrolizál, másodsor az egyik alanin **lizin**hez<sup>18</sup> kapcsolódik, **amidkötéssel**<sup>19</sup>.

A penicillin a transzpeptidáz enzim aktív centrumához kapcsolódik, amely összekapcsolja a peptidoglikán szálakat. Ez úgy történik, hogy a penicillin úgy viselkedik, mint a D-alanil-D-alanin láncvég, amihez normális esetben az enzim kötődne. A penicillin irreverzibilisen gátolja a transzpeptidáz enzimet azáltal, hogy egy szerin oldallánccal reagál a transzpeptidázban. Ez a reakció irreverzibilis, így a baktérium sejtfalának felépítése gátolt.

Mivel az emlősök sejteinek sejtfala más, a penicillin csak a baktériumok sejtfalainak szintézisét akadályozza.

### **Penicillinnel szembeni bakteriális rezisztencia**

Már az 1940-es években, a baktériumok felvették a harcot a penicillin ellen. A penicillinázokat (más néven béta-laktamázokat) szerkezetileg erre alkalmas baktériumok termelik, ezek olyan enzimek, amik hatástalanná teszik a penicillint azáltal, hogy a béta-laktám gyűrű peptidkötését hidrolizálják.

A **penicillináz**<sup>20</sup> a következménye a baktériumok kedvezőtlen környezethez való alkalmazkodásának, azaz olyan anyag jelenlétéhez, amely a növekedésüket akadályozza. Ez sok más antibiotikumot képes hatástalanná tenni a hasonló ellenállás miatt.

### **A penicillin hatására kialakuló súlyos allergiás reakció**

Becslések szerint, közel 300-500 ember hal meg évente a penicillin okozta anafilaxiás sokkban, amely a penicillin hatására kialakuló súlyos allergiás roham. Az érintett személyben a béta-laktám gyűrű a vérben lévő fehérjékhez kötődik, így IgE-közvetített gyulladással immunválaszt váltanak ki.

### **A cefalosporinok**

A cefalosporinok a második nagyobb csoportja a béta-laktám antibiotikumoknak. A penicillinektől abban különböznek, hogy itt a béta-laktám gyűrű hattagú. Másik különbség, ami sokkal jelentősebb az orvosi kémia szempontjából, hogy a kondenzált gyűrűs rendszer 3-as C-atomjához **funkciós csoport**<sup>21</sup> kapcsolódik. Ez lehetővé teszi a molekulán belüli eltéréseket, ami a 3-as pozícióban lévő csoportok különbségéből eredően a tulajdonságokban is változást eredményez.

Az újabb béta-laktám sor első tagját 1956-ban izolálták a Cephalosporium acremoniumból, egy szennyvízben tenyésztő gombából.

A penicillinhez hasonlóan a cefalosporinok is értékesek, mert alacsony a toxicitásuk, és számos betegség esetén széles spektrumú ellenhatásúak. Ennél fogva a cefalosporinok nagyon hasonlóak a penicillinhez. A cefalosporinok a legszélesebb körben használt antibiotikumok, és gazdasági szempontból az antibiotikum piac 29%-át teszik ki. A cefalosporinok valószínűleg napjainkban az antibiotikumok legfontosabb csoportjának tekinthetők, a jelentőségük a penicillinnel megegyező.

A cefalosporinok szerkezete és a hatásmechanizmusa a penicillinhez hasonló. Hatással vannak a baktériumok növekedésére azért, hogy a sejtfal szintézisét gátolják, a Gram-pozitív és -negatív baktériumok esetében is.

**A lefordított szöveg figyelmet igénylő kifejezései:**

- <sup>1</sup>secretion:** váladék
- <sup>2</sup>beta-lactam:** béta-laktám
- <sup>3</sup>fused:** kondenzált (gyűrűs szerkezet)
- <sup>4</sup>carboxylic acid group:** karboxilcsoport
- <sup>5</sup>amino acid:** aminosav
- <sup>6</sup>covalent bonding:** kovalens kötés
- <sup>7</sup>ethyl phenyl group:** etilfenil-csoport
- <sup>8</sup>semisynthetic:** félszintetikus, természetes származékból (pl. penicillinből), nem vegyipari nyersanyagokból szintetizált
- <sup>9</sup>steric hindrance:** térbeli (sztérikus) gátlás
- <sup>10</sup>enzyme inhibition:** enzimgátlás
- <sup>11</sup>cross linking:** keresztkötés
- <sup>12</sup>mechanism of drug action:** gyógyszer hatásmechanizmusa
- <sup>13</sup>structural polymer:** vázpolimer
- <sup>14</sup>N-acetylglucoseamine:** N-acetil-glükózamin
- <sup>15</sup>muramic acid:** muraminsav
- <sup>16</sup>transpeptidase:** transzpeptidáz
- <sup>17</sup>alanine:** alanin
- <sup>18</sup>lysine:** lizin
- <sup>19</sup>amide bond:** amidkötés
- <sup>20</sup>penicillinase:** penicillináz enzim
- <sup>21</sup>functional group:** funkciós csoport

A 2017/2. lapszám legeredményesebb 10 fordítójának pontszámai:

<b>Mohamed Anna</b>	Szent Bazil Oktatási Központ, Hajdúdorog	<b>98</b>
<b>Nyariki Noel</b>	Berzsenyi Dániel Gimnázium, Budapest	<b>98</b>
<b>Répási Marcell</b>	Nyíregyházi Egyetem Eötvös József Gyakorló Gimn.	<b>97</b>
<b>Szigetvári Barnabás</b>	VSZC Ipari Szakgimnáziuma, Veszprém	<b>96</b>
<b>Szendrődi Anna</b>	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	<b>96</b>
<b>Tempfli Vivien</b>	DE Kossuth Lajos Gyak. Gimn. és Ált. Isk.	<b>96</b>
<b>Dremák Csenge</b>	DRK Dóczy Gimnáziuma	<b>91</b>
<b>Németh Laura Kata</b>	Jurisich Miklós Gimnázium, Kőszeg	<b>90</b>
<b>Berta Réka</b>	Kőrösi Csoma Sándor Két Tan. Nyelvű Baptista Gimn.	<b>90</b>
<b>Horváth Kátai Krisztin</b>	Zentai Gimnázium	<b>86</b>

**A 2016/2017-es tanév 4 fordítása után kialakult végeredmény:**

<b>Répási Marcell</b>	Nyíregyházi Egyetem Eötvös József Gyak. Gimn.	<b>379</b>
<b>Tempfli Vivien</b>	DE Kossuth Lajos Gyak. Gimn. és Ált. Isk.	<b>366</b>
<b>Berta Réka</b>	Kőrösi Csoma Sándor Két Tan. Nyelvű Baptista Gimn.	<b>364</b>
<b>Nyariki Noel</b>	Berzsenyi Dániel Gimnázium, Budapest	<b>356</b>
<b>Németh Laura Kata</b>	Jurisich Miklós Gimnázium, Kőszeg	<b>355</b>
<b>Horváth Kátai Krisztin</b>	Zentai Gimnázium	<b>353</b>
<b>Szigetvári Barnabás</b>	VSZC Ipari Szakgimnáziuma, Veszprém	<b>352</b>
<b>Dremák Csenge</b>	DRK Dóczy Gimnáziuma	<b>346</b>
<b>Szendrődi Anna</b>	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	<b>340</b>
<b>Szieti Gabriella Diána</b>	DRK Dóczy Gimnáziuma	<b>263</b>

Gratulálunk minden résztvevőnek, és lendülettel teli, lelkes fordításokat kívánunk a jövő tanévben is mindenkinek.

## KERESD A KÉMIÁT!



**Szerkesztő: Kalydi György**

### Kedves Diákok!

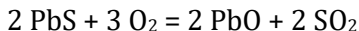
Ismét vége ennek a négyfordulós versenynek. Ebben az évben 63 fő próbálkozott a feladatok megoldásával. A végeredményt vizsgálva megállapítható, hogy csak az juthatott fel a dobogóra, aki 90 % körüli eredményt produkált.

Gratulálok a győzteseknek: Kállay Hangának, felkészítő tanára Tiringerné Bencsik Margit, Répási Marcellnak, felkészítő tanára Hajdu Brigitta, mindketten első helyezést értek el, Tóth Evelinnek, felkészítő tanára Kiss-Huszta Pálma, és Jászai Viktóriának, felkészítő tanára Szabó Endre.

### Megoldások

#### 4. idézet

1. Az ólom szürke színű, jól megmunkálható szobahőmérsékleten szilárd anyag, mérgező. (4)
2. Mert a papíron nyomott hagyott, így régen írta vele. (3)
3.  $\text{Pb} + \text{HCl}$  nincs reakció, mert rosszul oldódó  $\text{PbCl}_2$  csapadék keletkezik.  $\text{Pb} + \text{H}_2\text{SO}_4$  nincs reakció, mert rosszul oldódó  $\text{PbSO}_4$  csapadék keletkezik.  $\text{Pb} + 4 \text{HNO}_3 = \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{NO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ , vagy  $3 \text{Pb} + 8 \text{HNO}_3 = 3 \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{NO} + 4 \text{H}_2\text{O}$  (6)
4. Ez az ólom-tetraetil, képlete:  $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ , ezzel javították a benzin oktánszámát. Azért tiltották be, mert az ólom mérgező. (5)
5.  $2 \text{PbSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2 \text{H}_2\text{SO}_4$ . Kb. 30 %-os kénsavat használnak mert ennek jó a vezetőképessége. A felső nyíl irányába (töltés) töményedik, az alsó irányába (kisütés) hígul. (9)
6. A galenit képlete:  $\text{PbS}$ . Ezt először pörkölik:



majd szenes redukció következik:  $\text{PbO} + \text{C} = \text{Pb} + \text{CO}$ . (6)

7. Az ólom és vegyületei is mérgezők. A szervezetbe jutott ólom lerakódik és felhalmozódik a szervezetben, nehezen ürül ki. (4)
8. A kénsav az ólommal rosszul oldódó  $\text{PbSO}_4$  csapadékot képez. A 80%-osnál töményebb sav azonban feloldja a védőréteget. (4)
9. Az ólomcukrot már az ókori rómaiak is ismerték és édesítésre használták. Képlete:  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ . (4)

*Összesen: 45 pont*

## 5. idézet

1. Fehér színű, szagtalan, szilárd anyag. Szilárd állapotban nem vezeti az elektromos áramot. Kemény, jól oldódik vízben. Ionrácsos vegyület. (8)
2. A:  $2 \text{Cl}^- = \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^-$ , K:  $2 \text{Na}^+ + 2 \text{e}^- = 2 \text{Na}$  (4)
3. A:  $2 \text{Cl}^- = \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^-$ , K:  $2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- = \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$ . Ha higanykatódot választunk, akkor nátrium válik le. K:  $2 \text{Na}^+ + 2 \text{e}^- = 2 \text{Na}(\text{Hg})$  (9)
4. Az orvosi gyakorlatban a nátrium-klorid 0,9 m/m%-os oldatát fiziológiás sóoldatnak nevezzük. Használják vérvesztés pótlására, kiszáradás ellen. Infúzió formájában közvetlenül a vérbe juttatják. (4)
5. Kempelen Farkas, a sakkautomata feltalálója. (2)
6. Például kálium-jodidot vagy kálium-jodátot, hogy megelőzzék a pajzsmirigy jódhiányos megbetegedését (strumát). Azért, hogy megakadályozzák a só szemcsék összetapadását, kalcium-karbonátot vagy magnézium-karbonátot adnak hozzá. (4)
7. A só a húsk szövetiből vizet von el, ezáltal meggátolja a káros baktériumok szaporodását. (4)

*Összesen: 35 pont*

A javítás alapján a következő pontszámok születtek.

	Név	Iskola	4.	5.	Σ
1.	Répási Marcell	Eötvös József Gyakorló Iskola, Nyíregyháza	44	33	77
2.	Jászai Viktória	Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	44	33	77
3.	Kerekes Nikoletta	II. Rákóczi Ferenc Gimnázium, Budapest	45	31	76
4.	Kállay Hanga	Vörösmarty Mihály Gimnázium, Érd	41	32	73
5.	Hendlein Tímea	Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	40	33	73
6.	Tóth Evelin	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	40	31	71
7.	Lanz Norbert Gábor	Eötvös József Gimnázium, Budapest	42	29	71
8.	Joós Réka	Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Bonyhád	42	28	70
9.	Kolozsvári Péter	Batthyány Lajos Gimnázium, Nagykanizsa	38	32	70
10.	Preiner Berta Karolina	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	34	35	69
11.	Szalai Laura	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	35	34	69
12.	Takács Péter	Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Bonyhád	40	29	69
13.	Mráz Jázmin	Táncsics Mihály Gimnázium, Dabas	38	29	67
14.	Bereczki Karina	Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	37	28	65
15.	Pető Eszter	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	38	26	64
16.	Borsos Réka	DRK Dóczy Gimnáziuma, Debrecen	38	24	62
17.	Bánfi Benedek	II. Rákóczi Ferenc Gimnázium, Budapest	28	29	57
18.	Leposa Dávid	Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	33	20	53
19.	Varga Bettina	Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	28	23	51
20.	Kanyó Rebeka	Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	29	18	47
21.	Polgár Dorina	Audi Hungária ÁMK, Győr	32	14	46
22.	Fejes Fruzsina	Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	24	22	46
23.	Kiss Boglárka	Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	21	23	44
24.	Barabás Judit	Audi Hungária ÁMK, Győr	27	16	43
25.	Molnár Ádám	Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	31	12	43
26.	Nagy Karolina	Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	14	21	35

## 6. idézet

1. A szilícium szürke, fémes fényű, szilárd, félvezető tulajdonságú, magas olvadáspontú anyag. Atomrácsban kristályosodik. (5)
2.  $\text{Si} + \text{O}_2 = \text{SiO}_2$  (2)
3.  $\text{Si} + 2 \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2 \text{H}_2$ . Keletkezett nátrium-szilikát és hidrogéngáz. (4)
4. Például kvarcból:  $\text{SiO}_2 + 2 \text{Mg} = \text{Si} + 2 \text{MgO}$  (3)

5. Atomrácsban kristályosodik, a rácspontokban szilícium- és oxigén-atomok vannak, amelyek erős kovalens kötéssel kapcsolódnak egymáshoz. Minden szilíciumatom körül négy oxigénatom található tetraédres elrendeződésben. A kötésszög  $109,5^\circ$ . (8)
6. A  $\text{SiO}_2$   $25^\circ\text{C}$ -on szilárd, atomrácsos, a rácösszetartó erő kovalens kötés. A  $\text{CO}_2$   $25^\circ\text{C}$ -on gáz, molekularácsos, a rácösszetartó erő diszperziós kötés. (6)
7. Az üvegyártás alapanyagai: kvarchomok, szóda, mézskő. (3)
8. A hidrogén-fluorid oldja az üveget,  $\text{SiO}_2 + 4 \text{HF} = \text{SiF}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$  (3)
9. A szilikon olyan vegyület, amelyben O-Si-O lánc található és a szilíciumatomokhoz különböző szerves csoportok kapcsolódnak. (5)

*Összesen: 39 pont*

## 7. idézet

1. A maláriát már az ókori rómaiak és görögök is ismerték, bár a betegség kiváltó okairól nem volt tudomásuk. Azzal azonban tisztában voltak, hogy a betegség főleg mocsaras vidékeken terjed. Innen ered a neve is: rossz levegő. Valójában bizonyos szúnyogok által terjesztett betegség. (4)
2. Több elképzelés is van, például: A dél-amerikai kontinensen lévő spanyol hódítók közül sokan betegedtek meg maláriában. Az egyik alkalommal az egyik ilyen beteg katona szomjúságát oltva ivott egy pocsolóvízből, amelyben egy korhadt fa törzse is volt. Néhány nap múlva rohamosan javult az állapota. Azt gondolták, hogy ebből a fából került valamilyen anyag a vízbe, ami a gyógyulást okozta. Más elképzelések szerint a dél-amerikai kontinens őslakosai már több száz éve ismerték az ott őshonos fa kérgének gyógyító erejét. (5)
3. Francisca Chincoina, a perui alkirály felesége maláriában szenvedett. Orvosa már minden gyógymódot kipróbált, eredménytelenül. Utolsó esélyként a kínafa kérgéből készített főzettel próbálkozott, ami meggyógyította a grófnőt. (5)
4. Grófné pora, jezsuiták pora, hiszen a jezsuiták is jótékonykodtak vele. Kardinális por, Logo kardinális, a pápai gyógyszerár vezetője is terjesztette. Loxa kéreg, mert Loxa helytartója is ettől gyógyult meg. (3)
5. 1820-ban Pelletier és Chaventou francia gyógyszerészek. (3)

6. Rozsnyay Mátyás (1)
7. Növényekből nyerhető bázikus tulajdonságú, nitrogéntartalmú szerves vegyület. (3)
8. A Dél-Amerikában honos kínafa (*Cinchona succirubra*) kérgében lévő cinchona alkaloidok keveréke, amely egy kristályos anyag lázcsillapító, gyulladáscsökkentő hatása van. (4)

Összesen: 28 pont

### 8. idézet

1.  $\text{CH}_2(\text{OOCR}_1)-\text{CH}(\text{OOCR}_2)-\text{CH}_2(\text{OOCR}_3) + 3 \text{NaOH} =$   
 $\text{CH}_2(\text{OH})-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2(\text{OH}) + \text{R}_1\text{COONa} + \text{R}_2\text{COONa} + \text{R}_3\text{COONa}$  (4)
2. Propán-1,2,3-triol. (2)
3.  $2 \text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COONa} + \text{Ca}^{2+} = (\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COO})_2\text{Ca} + 2 \text{Na}^+$ , fehér csapadék keletkezik. (4)
4. Színtelen, folyadék, vízben jól oldódik. (3)

Összesen: 13 pont

A javítás alapján a következő pontszámok születtek.

Név		Iskola	6.	7.	8.	$\Sigma$
1.	Répási Marcell	Eötvös József Gyakorlóiskola, Nyíregyháza	38	28	13	79
1.	Kállay Hanga	Vörösmarty Mihály Gimnázium, Érd	38	28	13	79
3.	Tóth Evelin	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	37	28	13	78
4.	Pető Eszter	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	35	26	13	74
5.	Jászai Viktória	Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	31	28	13	72
6.	Preiner Berta Karolina	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	31	28	13	72
7.	Szalai Laura	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	31	27	13	71
8.	Bereczki Karina	Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	34	27	9	70
9.	Takács Péter	Petőfi Sándor Evangélikus Gimn., Bonyhád	36	18	13	67
10.	Kolozsvári Péter	Batthyány Lajos Gimnázium, Nagykanizsa	33	21	13	67
11.	Bánfi Benedek	II. Rákóczi Ferenc Gimnázium, Budapest	29	27	11	67
12.	Hendlein Tímea	Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	32	22	12	66
13.	Barabás Judit	Audi Hungária ÁMK, Győr	25	23	13	61
14.	Leposa Dávid	Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	25	24	4	53
15.	Polgár Dorina	Audi Hungária ÁMK, Győr	24	16	8	48
16.	Kanyó Rebeka	Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	26	15	7	48
17.	Molnár Ádám	Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	21	19	7	47
18.	Lanz Norbert Gábor	Eötvös József Gimnázium, Budapest	30	8	8	46

19.	Rákóczy László	Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	23	13	9	45
20.	Nagy Karolina	Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	21	13	7	41
21.	Kiss Boglárka	Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	20	12	7	39
22.	Kovács Dóra	Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	17	12	7	36
23.	Szabó Bence	Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	15	16	5	36
24.	Nagy Fanni	Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	14	11	3	28

A 2016/2017. tanév 20 legjobb megoldója:

Név		Iskola	Σ
1.	Kállay Hanga	Vörösmarty Mihály Gimnázium, Érd	305
1.	Répási Marcell	Eötvös József Gyakorlóiskola, Nyíregyháza	305
3.	Tóth Evelin	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	293
4.	Jászai Viktória	Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	290
5.	Heidlein Tímea	Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	288
6.	Kolozsvári Péter	Batthyány Lajos Gimnázium, Nagykanizsa	284
7.	Preiner Berta Karo-	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	281
8.	Szalai Laura	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	280
9.	Takács Péter	Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Bonyhád	275
10.	Bereczki Karina	Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	272
11.	Pető Eszter	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	267
12.	Bánfi Benedek	II. Rákóczi Ferenc Gimnázium, Budapest	256
13.	Lanz Norbert Gábor	Eötvös József Gimnázium, Budapest	247
14.	Barabás Judit	Audi Hungária ÁMK, Győr	230
15.	Kerekes Nikoletta	II. Rákóczi Ferenc Gimnázium, Budapest	220
16.	Polgár Dorina	Audi Hungária ÁMK, Győr	219
17.	Joós Réka	Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Bonyhád	218
18.	Mráz Jázmin	Táncsics Mihály Gimnázium, Dabas	190
19.	Kanyó Rebeka	Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	184
20.	Borsos Réka	DRK Dóczy Gimnáziuma, Debrecen	169

**Pálinkó István**

## **Az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny döntője 2017. április 21-23.**

Ebben az ötéves versenyciklusban a negyedik alkalommal adott helyet a Szegedi Tudományegyetem a Magyar Kémikusok Egyesülete által szervezett Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny döntőjének.

A megnyitót április 21-én tartották a bölcsészkar Egyetem utcai épületében található Auditorium Maximumban, ahogy az egyetemisták hívják, az Audmaxban. A diákokat, felkészítő tanáraikat és a gyerekeket kísérő szülőket Szabó Gábor akadémikus, az egyetem rektora üdvözölte egy nagy sikert aratott beszéddel, amelyben felvillantotta a természettudományos kutatás számos nehézségét, de az azokat feledtető kisebb számosságú sikeres pillanatait is. Biztatásul elmondta azt is, hogy szavai szerint a postarablótól a fizikusig terjedő munkaerőpiacon mindig lesz helye a természettudományos, ezen belül a kémikus képzettségűeknek. A versenyt Simonné Sarkadi Livia, a Magyar Kémikusok Egyesületének elnöke nyitotta meg. Wölfling János, a Szervezőbizottság elnöke is köszöntötte résztvevőket, Pálinkó István, a Versenybizottság elnöke néhány fontos tudnivaló közlésével, és sok sikert kívánva a versenyzőknek, zárta a megnyitót. A beszédek előtt Timár Zita, kémikus doktorandusz hallgató néhány énekszámmal szórakoztatta a közönséget. Őt Buckó Ákos, ugyancsak kémikus doktorandusz hallgató, Torma Róbert és Herman Gábor – ők kivételesen nem kémikusok – kísérték gitáron, illetve cajónon, egy afroperui eredetű ütőhangszeren.

Másnap az írásbeli és gyakorlati fordulókkal folytatódott a verseny. A kísérő tanárok, valamint a Kémiai Intézetből szervezett javítók munkájának eredményeképpen estére részleges eredményhirdetésre kerülhetett sor, Csupor Dezső nagy sikerű tudományos ismeretterjesztő előadását követően. Ekkor derült ki az, hogy kategóriánként hányan és kik szerepelhetnek a szóbeli fordulóban.

A szóbeli forduló zsűrijének tagjai Simonné Sarkadi Livia, az MTA doktora, egyetemi tanár (a zsűri elnöke), Ősz Katalin egyetemi docens, Wölfling János, az MTA doktora, egyetemi tanár és Pálinkó István, az MTA doktora, egyetemi tanár voltak.

A szóbeli forduló, és így az egész rendezvény ünnepélyes eredményhirdetéssel – amelyen jelen volt és beszédet is mondott Mucsi László, a vendéglátó Természettudományi és Informatikai Kar dékánja – és zárófogadással fejeződött be.

A kategóriák első három helyezettjei és a különdíjasok az alábbiakban olvashatók.

### **I.A kategória**

1. **Fajsi Bulcsú**, Fazekas Mihály Gimnázium, Budapest
2. **Borbás Balázs**, Kökönyösi Gimnázium, Komló
2. **Farkas Csanád**, Eötvös József Gimnázium, Budapest
3. **Kozák András**, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló gimn., Budapest

### **I.B kategória**

1. **Robin Balázs Dániel**, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló gimn., Bp.
2. **Kun Bence**, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló gimn., Bp. Budapest
3. **Berezvai Anna**, Bethlen Gábor Gimnázium, Hódmezővásárhely

### **I.C kategória**

1. **Orosz Adrián**, Vegyipari Szakgimnázium, Debrecen
2. **Csuk Dominik**, Ipari Szakgimnázium, Veszprém

### **III. kategória**

1. **Ondrejó András**, Mechatronikai Szakgimnázium, Budapest

Az **Irinyi János-díjat** az I. és III. kategóriákban **Fajsi Bulcsú** kapta.

Az I. és III. kategóriákban a gyakorlati (laboratóriumi) fordulóban legjobb eredményt elért versenyző Nguyen Thac Bach (Fazekas Mihály Gimnázium, Budapest) volt.

A legeredményesebb elméleti feladatmegoldó Fajsi Bulcsú és Borbás Balázs, a számításos feladatok legjobb megoldója pedig Fajsi Bulcsú volt.

## II.A kategória

1. **Veres Tamás**, Berze Nagy János Gimnázium, Gyöngyös
2. **Répási Marcell**, Eötvös József Gimnázium, Nyíregyháza
3. **Kegeyes Dávid Valentin**, Kölcsey Ferenc Főgimn., Szatmárnémeti

## II.B kategória

1. **Horváth Réka**, ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimn., Bp.
2. **Zsiros Boldizsár**, ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimn., Bp.
3. **Weber Márton**, Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs

## II.C kategória

1. **Dörgő Daniella**, Vegyipari Szakgimnázium, Debrecen
2. **Husvéth Bence**, Vegyipari Szakgimnázium, Debrecen

Az Irinyi János-díjat a II. kategóriában **Horváth Réka** kapta.

A II. kategóriában a gyakorlati (laboratóriumi) fordulóban legjobb eredményt elért versenyző Dörgő Daniella volt.

A II. kategóriában az írásbeli fordulóban a számítási feladatok legjobb megoldója Horváth Réka volt.

Kiemelkedő tehetséggondozó munkájukért az alábbi felkészítő tanárok kaptak elismerést:

**Albert Attila**, Fazekas Mihály Gimnázium, Budapest

**Villányi Attila**, Apáczai Csere János Gimnázium, Budapest

Kiemelkedő tehetséggondozó munkájukért az alábbi iskolák kaptak elismerést:

**Kecskeméti Református Gimnázium** Mol különdíj

**Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs** Mol különdíj

**ELTE Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, Szombathely** Reanal vegyszercsomag

A rendezvény kiemelt támogatói: MOL Nyrt. és az Emberi Erőforrások Minisztériuma. A program részben az Emberi Erőforrások Minisztériuma megbízásából a Nemzeti Tehetség Program és az Emberi Erőforrás Támogatáskezelő által meghirdetett NTP-TV-16-0099 kódszámú pályázati támogatásból valósult meg.

További támogatóink voltak: Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Kar, Richter Gedeon NyRt., Aktivit Kft., B&K 2002 Kft., EGIS Gyógyszergyár ZRt., Green Lab Magyarország Kft., Laborexport Kft., Merck Kft., Messer Hungarogáz Kft., Pátria Nyomda, Reanal Labor Vegyszerkereskedelmi Kft., Unicom Magyarország Kft., VWR International.



## XLIX. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny

2017. április 22.\*

### III. forduló – I.A, I.B, I. C és III. kategória

**Munkaidő: 180 perc**

**Összesen: 170 pont**

#### E1. Általános kémia

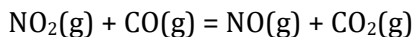
**(1)** Töltsd ki a táblázatot!

Milyen irányban tolják el az egyensúlyt az alábbi beavatkozások?  
(balra/jobbra/nem befolyásolja)

	$A + 3 B \rightleftharpoons 2 C \quad \Delta_r H < 0$	$A + C \rightleftharpoons B + D \quad \Delta_r H > 0$
a nyomás csökkentése		
a hőmérséklet növelése		
B anyag koncentrációjának növelése		
katalizátor alkalmazása		

*Összesen: 8 pont*

**(2)** Tekintsük a következő két energiadiagramot. Az egyik a



reakciót, a másik a szilárd kálium-nitrát oldódását kísérő energiaváltozást mutatja be.

\**Feladatkészítők:* Forgács József, Lente Gábor, Márkus Teréz, Musza Katalin, Nagy Mária, Ősz Katalin, Pálinkó István, Sipos Pál, Veres Tamás

*Szerkesztő:* Pálinkó István



**D** a  $Mg^{2+}$  ionnal izoelektronos

**E** egységnyi töltésű anionja argonszerkezetű

**F** a 4. periódus legnagyobb atomsugarú atomja

**G** az alkáliföldfémek legkönnyebb eleme

**H** 1db atomjának tömege  $1,67 \cdot 10^{-24}$  g

**I** alkálifém, és kationja Kr szerkezetű

**J** halogén, alapállapotú atomjában 3 elektronhéj telített

*Összesen: 10 pont*

## E2. Szervetlen kémia

**(1)** Fejlesztenek-e gázt az alábbi fémek a különböző savakkal (igen/nem), ha igen, írd fel a reakcióegyenletet is!

	híg sósav	tömény salétromsav	tömény kénsav
Fe	1.	2.	3.
Cu	4.	5.	6.
Ag	7.	8.	9.
Al	10.	11.	12.

*Összesen: 24 pont*

**(2)** A felsorolt válaszok közül aláhúzással jelezze a helyeset!

Szilárd halmaza vezeti az elektromos áramot: NaCl; gyémánt; grafit

Jól oldódik vízben:  $H_2$ ; CO;  $CO_2$

Legmagasabb az olvadáspontja: MgO; CaO; SrO

Atomrácsos vegyület:  $CO_2$ ;  $SiO_2$ ;  $SO_2$ ; CaO

Vizes oldata a legerősebb sav: HF; HCl; HBr; HI

Szobahőmérsékleten itt a legerősebb az intermolekuláris kölcsönhatás:

$F_2$ ;  $Cl_2$ ;  $Br_2$ ;  $I_2$

Legkisebb a sűrűsége:  $H_2O$ ; Na; Fe; Hg

Legkevesebb allotróp módosulata van: foszfor; oxigén; szén; klór

*Összesen: 8 pont*

**(3)** Három gázfejlesztő készülékben különböző gázokat állítunk elő. Ezeket a gázokat 1-1 könnyen mozgó dugattyúval zárható tartályban fogjuk fel és vizsgáljuk. A kérdések alapján hasonlítsuk össze a gázokat!

	1. cink és sósav	2. réz és salétromsav	3. permanganát és sósav
A keletkezett gáz színe:			
A keletkezett oldat színe:			
A gázfejlődés reakcióegyenlete:			

A gáz térfogatát felére csökkentjük a dugattyú segítségével. A kiindulási hőmérsékleten tartva, hogyan változott a gáz nyomása az eredetihez képest? A megfelelő válasz betűjelét írd fel!

**A** felére csökkent      **B** kétszeresére nőtt      **C** nőtt, de kevesebb, mint kétszeresére  
**D** csökkent, de nem felére      **E** nem változott

--	--	--

A gázt nedves indikátorpapírra vezetve, mit tapasztalunk?

--	--	--

*Összesen: 18 pont*

**(4)** A periódusos rendszerben, az f-mező elemeit kizárva, hat darab C betűvel kezdődő vegyjelű fém van:  ${}_{20}\text{Ca}$ ,  ${}_{24}\text{Cr}$ ,  ${}_{27}\text{Co}$ ,  ${}_{29}\text{Cu}$ ,  ${}_{48}\text{Cd}$ ,  ${}_{55}\text{Cs}$ .

A következő információk alapján azonosítsd őket! Minden sorba csak egy vegyjel kerüljön!

- Közülük a legalacsonyabb olvadáspontú:
- Vízmentes közegben kék, víz jelenlétében rózsaszínű az ionja:
- Hatszöges rácsban kristályosodik:
- Nem reagál sósavval:
- Létezik +6-os oxidációs számú ionja:
- Vízzel reakcióba lép, a keletkező oldatot  $\text{CO}_2$  kimutatására használják:

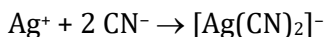
*Összesen: 6 pont*

### Számítási feladatok

**Sz1.** Egy gázállapotú  $\rho_1$  sűrűségű vegyület termikusan  $x$  részre disszociál. A keletkezett gázelegy sűrűsége  $\rho_2$  lesz. ( $\rho_1 > \rho_2$ ). Fejezze ki a disszociációfokot ( $\alpha$ ) a megadott adatokkal!

*Összesen: 8 pont*

**Sz2.** Ezüstionok vizes oldatához cianidionok lúgos oldatát adjuk, úgy, hogy a cianidionok az ezüsthöz képest sokszoros (>10) feleslegben legyenek jelen. Ekkor az oldatban a következő komplexképződési reakció játszódik le:



Az összesen 250 cm<sup>3</sup> térfogatú oldatba katódként egy ún. Winkler-féle Pt-hálóelektródot, és egy szintén Pt-ból készült anódot merítettünk, és az oldatot elektrolizáljuk. Az elektrolizáló (állandó) feszültséget úgy választjuk meg, hogy az ne legyen elegendően nagy az oldószer hidrogénionjainak redukciójához. Az elektrolízist addig folytatjuk, amíg a körben folyó áram erőssége nullára csökken.

Azt tapasztaljuk, hogy a hálóelektród tömege a folyamat során megváltozott: az elektrolízis megkezdése előtt 22,4312 g volt, az elektrolízis befejezését követően 24,1129 g-ra nőtt.

(a) Milyen elektródfolyamatok játszódnak le a katódon és az anódon?

(b) Mi az oka annak, hogy a hálóelektród tömege megnőtt? Vajon változott-e (változhatott-e) a tömege az anódnak is?

(c) A megadott adatok alapján számítsa ki az ezüstionok moláris koncentrációját az oldatban az elektrolízis előtt!

(d) Mi lehet annak az oka, hogy a cianidionok jelenlétében végrehajtott reakcióhoz FELTÉTLENÜL lúgos közeg alkalmazása szükséges?

*Összesen: 11 pont*

**Sz3.** Egy szerves vegyület (**A**) 635 mg-jának égetésekor 931 mg széndioxid és 381 mg víz keletkezik, nitrogén- vagy kéntartalmú anyag viszont egyáltalán nem detektálható. 477 mg **A**-t 31,250 g vízben feloldva a gyengén savas kémhatású oldat fagyáspontja  $-0,314$  °C, semlegesítéséhez pedig fenolftalein indikátor mellett 12,25 cm<sup>3</sup> 0,4322 mol/dm<sup>3</sup>-es NaOH-oldatra van szükség. Ugyancsak 477 mg **A**-t melegítve 53 °C-on megolvad, majd huzamosabb ideig 100 °C-on tartva

tömege 382 mg-ra csökken, újra megszilárdul, s egy új anyag keletkezik (**B**), amely vízben teljesen oldhatatlan. **B**-t tovább melegítve 155 °C-on megolvad, majd 200 °C felett újabb kémiai reakció indul be, de ezúttal tömegváltozás nem tapasztalható. A keletkező **C** anyagot visszahűtve 96 °C-on fagy meg. **C** teljes, 382 mg-os mintáját 31,250 g vízzel keverve szép tiszta oldat jön létre, amelynek kémhatása közvetlenül készítése után semleges, fagyáspontja pedig  $-0,157$  °C. A mintához 20,00 cm<sup>3</sup> 0,4322 mol/dm<sup>3</sup>-es NaOH-oldatot adva kis várakozás után a lúgfelesleg visszatitráláshoz fenolftalein indikátor mellett 12,04 cm<sup>3</sup> 0,2781 mol/dm<sup>3</sup>-es sósavoldatra van szükség.

Határozza meg az **A**, **B** és **C** anyagok összegképletét!

*Emlékeztetőül:* A nem túlságosan tömény vizes oldatok fagyáspontjának csökkenését elég általánosan leírja a következő képlet:

$$\Delta T_f = K_F \cdot m$$

A képletben  $\Delta T_f$  a tiszta oldószer és az oldat fagyáspontjának különbsége,  $m$  az oldat molalitása (tehát 1 kg oldószerben feloldott anyagmennyiség mólbán),  $K_F$  pedig a molális fagyáspont-csökkenési állandó (mértékegysége K·kg/mol), amelynek értéke független attól, hogy mi az oldott anyag. A szabály segítségével meg lehet határozni ismeretlen anyagok moláris tömegét, de ehhez nagy pontosságú hőmérsékletmérésre van szükség.

*Összesen: 20 pont*

**Sz4.** X és Y elemek oxigénnel  $X_2Y_2O_3$  és  $X_2YO_4$  vegyületeket alkotnak. A vegyületekben az oxigén tömegszázaléka 30,38, ill. 45,07. Melyek az X, Y elemek, és a vegyületek? Írjon egy példát arra, hogy hogyan lehetne a két vegyületet megkülönböztetni egymástól kémiai módszerrel! Írjon reakcióegyenletet is!

*Összesen: 19 pont*

**Sz5.** 600 cm<sup>3</sup> 82,0 g/dm<sup>3</sup> tömegkoncentrációjú fém-nitrát-oldathoz 200 cm<sup>3</sup> 159 g/dm<sup>3</sup> tömegkoncentrációjú fém-karbonát-oldatot adunk. A reakció során mindkét vegyület elfogyott, és 30,0 g csapadék vált ki az oldatból.

(a) Milyen vegyületek oldatait elegyítettük?

(b) Mennyi volt az eredeti oldatok anyagmennyiség-koncentrációja?

(c) Mennyi a keletkezett oldat sókoncentrációja, ha a csapadék kiválása nem okozott térfogatcsökkenést?

*Összesen: 15 pont*

**Sz6.** 20 cm<sup>3</sup> metán (CH<sub>4</sub>) – etin (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) gázelegyet 80 cm<sup>3</sup> azonos hőmérsékletű és nyomású, 75 V/V% O<sub>2</sub> és 25 V/V% N<sub>2</sub> összetételű eleggyel keverünk és meggyújtunk. A keletkező vízmentes gázelegy térfogata a kiindulási nyomáson és hőmérsékleten 64 cm<sup>3</sup> lett. Mennyi volt a metán-etin gázelegy V/V%-os összetétele?

*Összesen: 12 pont*

## II.A, II.B és II.C kategória

### E1. Általános kémia

- (1) Azonos a másik feladatsor E1/2. feladatával.
- (2) Azonos a másik feladatsor E1/2. feladatával.
- (3) Azonos a másik feladatsor E1/3. feladatával.

### E2. Szervetlen kémia

- (1) Azonos a másik feladatsor E2/1. feladatával.
- (2) Azonos a másik feladatsor E2/2. feladatával.

### E3. Szerves kémia

**(1)** A kérdések a következő vegyületekre vonatkoznak: glicin, oxálsav, tejsav.

(a) A három vegyület közül kettő azonos szénatomszámú, az egyik ettől eltérő. Add meg ennek az eltérő szénatomszámú vegyületnek a nevét és a benne található szénatomok számát!

(b) Van egy olyan funkciós csoport, amely azonos mindegyik vegyületben. Nevezd meg ezt a csoportot és rajzold le a szerkezeti képletét!

(c) Mindegyik vegyületben két-két funkciós csoport van. Az előbb megneveztél egyet, most vegyületenként nevezd meg a másikat!

(d) Konstitúciós (atomcsoportos) képlettel írd fel a következő egyenletet, nevezd meg a kialakuló kötéstípust.

*glicin + glicin (+ kapcsolószer, ennek a képlete nem kell)*

(e) Konstitúciós (atomcsoportos) képlettel írd fel a következő egyenletet, nevezd el a kialakuló kötéstípust.

*tejsav + tejsav (+ ásványi sav katalizátor)*

*Összesen: 13 pont*

## Számítási feladatok

Az Sz1.-Sz2., ill. Sz4.-Sz6. feladatok megegyeznek az előző feladatsor megfelelő feladataival.

**Sz3.** Egy királis szerves vegyület (**A**) 635 mg-jának égetésekor 931 mg szén-dioxid és 381 mg víz keletkezik, nitrogén- vagy kéntartalmú anyag viszont egyáltalán nem detektálható. 477 mg **A**-t 31,250 g vízben feloldva a gyengén savas kémhatású oldat fagyáspontja  $-0,314\text{ }^{\circ}\text{C}$ , semlegesítéséhez pedig fenolftalein indikátor mellett  $12,25\text{ cm}^3\text{ }0,4322\text{ mol/dm}^3$ -es NaOH-oldatra van szükség. Ugyancsak 477 mg **A**-t melegítve  $53\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on megolvad, majd huzamosabb ideig  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on tartva tömege 382 mg-ra csökken, újra megszilárdul, s egy új anyag keletkezik (**B**), amely vízben teljesen oldhatatlan. **B**-t tovább melegítve  $155\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on megolvad, majd  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$  felett újabb kémiai reakció indul be, de ezúttal tömegváltozás nem tapasztalható. A keletkező **C** anyagot visszahűtve  $96\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on fagy meg. **C** teljes, 382 mg-os mintáját 31,250 g vízzel keverve szép tiszta oldat jön létre, amelynek kémhatása közvetlenül készítése után semleges, fagyáspontja pedig  $-0,157\text{ }^{\circ}\text{C}$ . A mintához  $20,00\text{ cm}^3\text{ }0,4322\text{ mol/dm}^3$ -es NaOH-oldatot adva kis várakozás után a lúgfelesleg visszatitráláshoz fenolftalein indikátor mellett  $12,04\text{ cm}^3\text{ }0,2781\text{ mol/dm}^3$ -es sósavoldatra van szükség.

Határozd meg az **A**, **B** és **C** anyagok molekulaképletét, és add meg a molekulák nevét és szerkezeti képlet.

*Emlékeztetőül:* A nem túlságosan tömény vizes oldatok fagyáspontjának csökkenését elég általánosan leírja a következő képlet:

$$\Delta T_f = K_f \cdot m$$

A képletben  $\Delta T_f$  a tiszta oldószer és az oldat fagyáspontjának különbsége,  $m$  az oldat molalitása (tehát 1 kg oldószerben feloldott anyagmennyiség mólbán),  $K_f$  pedig a molális fagyáspont-csökkenési állandó (mértékegysége K·kg/mol), amelynek értéke független attól, hogy mi az oldott anyag. A szabály segítségével meg lehet határozni ismeretlen anyagok moláris tömegét, de ehhez nagy pontosságú hőmérsékletmérésre van szükség.

*Összesen: 28 pont*

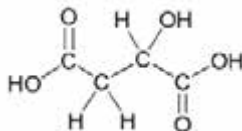
A megoldások letölthetők az [irinyiverseny.mke.org.hu](http://irinyiverseny.mke.org.hu) honlapról.

## Gyakorlati feladatok

### I.A, I.B, I.C és III. kategória

#### Almasav alkalimetriás meghatározása

Az almasav kétértékű, közepesen erős szerves sav, sói a malátok. Felfedezője Carl Wilhelm Scheele volt, aki 1785-ben izolálta almaléből. Az almasav az energiaanyagcsere (citromsav-kör) köztes elemeként minden élő sejtben előfordul. Az emberi szervezet naponta kb. 1 kg-ot alakít át belőle. Számos gyümölcs és zöldség (pl. alma, szőlő, rebarbara, stb.) természetes összetevője, amelyeknek savanyú ízt kölcsönöz. Egyes szőlőfajták éretlen szemei akár 20 g/L értéket is elérő koncentrációban tartalmazzák - a koncentráció az érési folyamat során csökken. Az almasavnak erősebb savas íze van, mint a citrom- vagy borkósavnak, és nagyon jól harmonizál a fanyar aromákkal, ezért az élelmiszeriparban előszeretettel használják savanyúságot szabályzó adalékanyagként és aromaként (E296).



Feladatod egy élelmiszeripari adalékanyag almasavtartalmának meghatározása lesz alkalimetriás titrálással.

#### Útmutató a meghatározáshoz

Egy jól záró mintatartó edényben kaptad meg az ismeretlen oldatot, amelyet 1150 mg por állapotú adalékanyag feloldásával készítettünk. A minta sorszámát (ezt a mintatartó edényen találod meg) ne felejtse el beírni az alábbi táblázatba, az azonosító kódodat (ez egy X betűből és három számjegyből álló kód, amit a helyszámod alatt találsz meg, fehér papírra nyomtatva) pedig a lap bal felső sarkában található rovatba! Az ismeretlen oldatot a tölcser segítségével maradék nélkül mosd át a 100,00 cm<sup>3</sup> térfogatú mérőlombikba, majd a lombikot töltsd jelle desztillált vízzel és alaposan rázd össze!

A titrálást egy pontosan 0,1023 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú NaOH mérőoldattal és egy precíziós, tefloncsapos bürettával fogod végezni. A

szűk szájú bürettát a főzőpohár segítségével óvatosan töltsd fel mérőoldattal, hogy elkerüld a légbuborékok bürettába jutását!

A mérőlombikból 10,00 cm<sup>3</sup>-es oldatrészletet kell a titráló edénybe pipettáznod. Egyszerre csak egy oldatot készíts elő mérésre! Indikátorként fenolftalein oldatot alkalmazunk, amelyből egy cseppet kell tenned a titrálendő oldatrészlethez. Az oldatot keverés mellett addig kell titrálnod, amíg az indikátor színe színtelenből lilára nem változik. Egy próbatitrálást és három pontos titrálást végezz!

### Feladatok és kérdések

1. Milyen kémhatású (savas/semleges/lúgos) lehet az almasav nátriumsójának oldata? Miért?
2. Milyen elvi megfontolásból jó választás a fenolftalein indikátor ehhez a titráláshoz?
3. A mérési adatokat és számított eredményeket írd be az alábbi táblázatba! A számításokat ezen lap alján és a lap hátoldalán végezd! A leolvasott fogyásokat két tizedesjegy pontossággal, a többi eredményt négy értékesjegy pontossággal add meg! Az almasav moláris tömege 134,09 g/mol.

A minta sorszáma:	
A leolvasott mérőoldatfogyások:	1. titrálás:
	2. titrálás:
Próbatitrálás:      cm <sup>3</sup>	3. titrálás:
A mérőoldat átlagfogyása:	
Az almasav átlagos anyagmennyisége a titráló edényekben:	
Az almasav mérőlombikbeli koncentrációja:	
Az almasav tömege 1150 mg adalékanyagban:	
Az adalékanyag almasavtartalma:	<i>m/m%</i>

## II.A, II.B és II.C kategória

### Sárgaréz ötvözet réztartalmának meghatározása komplexometriás titrálással

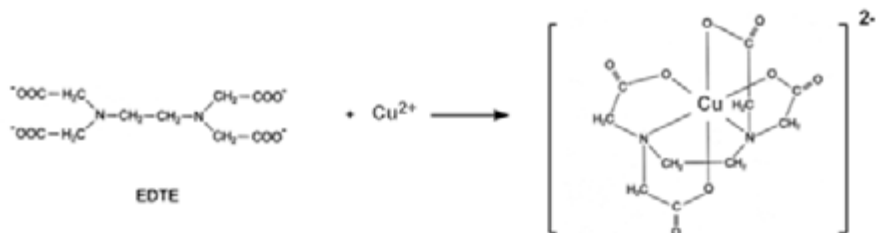
A sárgaréz a réz és a cink nagy ipari jelentőséggel bíró ötvözete. Huzalokat, lemezeket, rugókat, szegecseket, pénzérméket, dísztárgyakat, rézfúvós hangszereket, hajószerelvényeket, katonai lőszerket stb. készítenek különböző összetételű sárgaréz ötvözetekből. Az ötvözet összetétele a felhasználástól függően változó, a réztartalom akár 50-90% is lehet. Minél nagyobb a réztartalom, általában annál alakíthatóbb, puhább az ötvözet, és a színe is annál vörösebb árnyalatú.

Feladatod egy sárgaréz minta réztartalmának meghatározása lesz, mégpedig komplexometriás titrálás alkalmazásával. A komplexometriás titrálásokat fémionok meghatározására alkalmazzuk, alapjukat a fémion és a titrálószer reakciójában képződő nagyon stabil vegyület (ún. komplex vegyület) létrejötte képezi. Indikátorként olyan színes vegyületek alkalmazhatók, amelyek a titrálószerrel nagyságrendekkel gyengébb kötéssel, de szintén képesek reverzibilisen megkötni (komplexálni) a kérdéses fémiont, miközben a színük megváltozik. A komplexometriás titrálások végpontjában ennek megfelelően az indikátor színe azért változik meg, mert ekkorra a titrálószer az összes fémiont elragadja az indikátortól, és így annak szabad színe tűnik elő. Az oldat pH-ja jelentősen befolyásolja a komplex vegyületek stabilitását, ezért a mérendő oldatok pH-ját közel állandó értéken kell tartanunk. Ezt sav-bázis puffer hozzáadásával valósítjuk meg. Az egyik leggyakrabban alkalmazott komplexometriás titrálószer az etilén-diamin-tetraecetsav, röviden EDTE, amely a legtöbb fémion meghatározására alkalmas. Jobb vízoldhatósága miatt általában az EDTE dinátriumsóját, ami Komplexon III néven is ismert, használjuk mérőoldat készítésére. A fémionok EDTE-vel adott komplexei általában színtelenek, ami az indikátor színváltozásának észlelése szempontjából is előnyös.

Az ismeretlen sárgaréz ötvözet 0,1547 gramm tömegű részletét salétromsavban maradék nélkül feloldottuk, a nitrozus gőzöket kiforraltuk, majd az oldat kémhatását NaOH hozzáadásával semlegesítettük. Ebben az oldatban a  $Zn^{2+}$  és  $Cu^{2+}$  ionok egymás mellett

találhatók meg, de mivel mindkét ion komplex vegyületet képez EDTE-vel, ezért a rézionok komplexometriás titrálása előtt el kellett őket egymástól választani. Ezt úgy értük el, hogy a réztartalmat CuS csapadék formájában lecsaptuk sósav jelenlétében kén-hidrogén-gáznak az oldaton való átbuborékoltatásával. A sósavval savanyított oldatból a ZnS nem válik le, így a csapadék leszűrésével, mosásával a CuS kvantitatíven kinyerhető. Ebből a csapadékból aztán a réztartalmat tömény salétromsav segítségével oldatba vittük (a kenet kiszűrtük), majd az oldat pH-ját közel semlegesre állítottuk be. Az így készült oldatot kaptad meg most oldatmintaként.

Az oldatban található  $\text{Cu}^{2+}$  ionok koncentrációját EDTE titrálással kell meghatározni, pH = 8 ammóniás puffer mellett, murexid indikátor jelenlétében. Egy rézion egy EDTE molekulával reagál, az alábbi egyenlet szerint (az EDTE a reakcióban disszociált formájában, etilén-diamin-tetraacetát ionként vesz részt):



### Útmutató a meghatározáshoz

Egy jól záró mintatartó edényben kaptad meg a fent leírt módon előkészített ismeretlen oldatot. A minta sorszámát (ezt a mintatartó edényen találod meg) ne felejtse el beírni az alábbi táblázatba, az azonosító kódodat (ez egy Y betűből és három számjegyből álló kód, amit a helyszám alatt találsz meg, fehér papírra nyomtatva) pedig a lap bal felső sarkában található rovatba! Az ismeretlen oldatot a tölcser segítségével maradék nélkül mosd át a 100,00 cm<sup>3</sup> térfogatú mérőlombikba, majd a lombikot töltsd jelre desztillált vízzel és alaposan rázd össze.

A titrálást pontosan 0,01995 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú EDTE-mérőoldattal és egy precíziós, tefloncsapos bürettával fogod végezni. A szűk szájú bürettát óvatosan, a főzőpoharat lassan döntve töltsd fel mérőoldattal, hogy elkerüld a légbuborékok bürettába jutását!

A mérőlombikból 10,00 cm<sup>3</sup>-es oldatrészletet kell a titráló edényekbe pipettázni. Egyszerre mindig csak egy oldatot készíts elő mérésre! A titrálendő oldatrészlethez 5-6 cm<sup>3</sup> ammóniás puffert adj hozzá a kiadott műanyag transzfer pipettával (ez 0,5 cm<sup>3</sup>-es beosztásokkal és maximum 3 cm<sup>3</sup> térfogattal rendelkezik). A kimért oldatrészletbe ezután tegyél 1-2 gyufafejnyi mennyiségű porított murexid indikátort, az erre a célra mellékelt kis műanyag kanalat használva. Az oldatot állandó keverés mellett addig kell titrálnod az EDTE mérőoldattal, amíg az indikátor színe méregzöldből püspöklilába nem változik. Egy próbatitrálást és három pontos titrálást végezz!

### Feladatok és kérdések

1. Miért jelentősen jobb a vízzoldhatósága az EDTE dinátriumsójának, mint az EDTE-nek?
2. Írd fel a Cu és a salétromsav között lejátszódó kémiai reakció egyenletét azt feltételezve, hogy a jobb oldalon más nitrogén-oxid nem képződik, csak NO<sub>2</sub>!
3. A mérési adatokat és eredményeket írd be az alábbi táblázatba! A számításokat ezen lap alján, és szükség esetén a lap hátoldalán végezd! A leolvasott fogyásokat két tizedesjegy pontossággal, a többi eredményt négy értékesjegy pontossággal add meg! A Cu atomtömege 63,54 g/mol.

A minta sorszáma:	
A leolvasott mérőoldatfogyások:	1. titrálás:
	2. titrálás:
Próbatitrálás:      cm <sup>3</sup>	3. titrálás:
A mérőoldat átlagfogyása:	
Az átlagos réz anyagmennyiség a titráló edényekben:	
A mérőlombikban talált rézkoncentráció:	
A réz tömege 0,1547 g ötvözet mintában:	
A sárgarézt minta réztartalma:	m/m%

## **A szóbeli témakörei**

### **I.A kategória**

Redoxireakciók példákon keresztül

### **I.B és I.C kategória**

A gyufa kémiája

### **II.A kategória**

Szénsav-származékok

### **II.B és II.C kategória**

Kaucsuk és műkaucsuk, gumi és műgumi

## Eredmények

## I. A kategória

	Név	Iskola	Tanár	Elméleti feladatok						Számítási feladatok						L	SZ	Σ	
				1/1	1/2	1/3	2/1	2/2	2/3	2/4	1.	2.	3.	4.	5.				6.
1	Fajszk Bulcsú	Fazekas Mihály Gimnázium, Budapest	Keglevich Kristóf, Villányi Attila	8	11	10	21	8	18	6	8	10	20	19	15	12	36	20	222
2	Farkas Csanád	Budapest V. Kerületi Eötvös József Gimnázium	Ferenczyné Molnár Márta, Tarsoly Zita	8	11	10	17	7	15	4	8	6	20	19	15	12	38	18	208
2	Borbás Balázs	Kökényösi Ált. Iskola és Gimnázium, Komló	Mukliné Kostyál Irén	8	11	10	24	7	16	6	8	11	7	19	15	12	35	19	208
4	Kozák András	Apáczai Csere János Gimnázium, Budapest	Sebő Péter, Sebóné Bagdi Ágnes	8	4	9	15	7	18	6	7	8	20	19	15	12	38	20	206
5	Nguyen Thac Bach	Fazekas Mihály Gimnázium, Budapest	Keglevich Kristóf, Villányi Attila	8	11	10	21	7	14	6	2	7	16	18	15	12	40	16	203
6	Ficsór István Dávid	Kecskeméti Református Gimnázium	Labancz István, Tóth Imre	8	9	9	22	8	17	6	2	9	15	19	14	12	32	19	201
7	Csőti Kristóf	Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged	Csúri Péter	8	11	9	18	7	15	6	2	6	13	17	15	12	33		172
8	Balázs Krisztina	Budapest V. Kerületi Eötvös József Gimnázium	Ferenczyné Molnár Márta	6	9	7	24	7	16	6	0	10	18	15	4	12	35		169
9	Jánosik Áron	Révai Miklós Gimnázium, Győr	Póheimné Steininger Éva	7	11	10	20	6	15	4	8	0	17	15	15	1	38		167
9	Mészárik Márk	Apáczai Csere János Gimnázium, Budapest	Sebő Péter, Sebóné Bagdi Ágnes	8	11	10	22	7	13	6	1	9	7	19	4	11	39		167
11	Tóth Balázs	Fazekas Mihály Gimnázium, Budapest	Keglevich Kristóf	5	11	8	13	8	12	6	4	7	15	17	14	12	34		166
12	Kapdos Ádám	Fazekas Mihály Gimnázium, Debrecen	Sinyiné Kóvári Györgyi	8	11	7	17	4	14	4	5	8	10	15	13	12	34		162
13	Ficz Roland	Budapest V. Kerületi Eötvös József Gimnázium	Ferenczyné Molnár Márta	8	4	9	20	6	17	6	0	8	5	19	15	12	31		160
14	Molnár Sára	Fazekas Mihály Gimnázium, Budapest	Rakota Edina, Keglevich Kristóf	8	2	8	21	7	15	4	2	8	12	19	15	0	37		158
15	Buzafalvi Dénes	ELTE Radnóti Miklós Gimnázium, Budapest	Albert Viktor	8	8	8	24	7	16	4	0	9	10	19	4	12	25		154
16	Gulácsi Máté	Fazekas Mihály Gimnázium, Budapest	Keglevich Kristóf, Villányi Attila	6	10	10	13	6	13	3	1	6	17	19	15	0	34		153
17	Husznai Albert	Koch Valéria Gimnázium, Pécs	Sinkóné Erdősi Gyöngyi	8	11	6	17	8	11	6	0	0	10	17	15	12	29		150
18	Hajdú Gergely	Veres Péter Gimnázium, Budapest	Bódi Antalné	4	10	8	20	6	15	6	0	7	1	17	14	2,5	32		142,5
19	Laki Anna	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs	Jánosi László	4	11	9	14	6	10	4	7	0	0	15	13	12	37		142
20	Sárvári Ferenc	Révai Miklós Gimnázium, Győr	Póheimné Steininger Éva	8	4	8	19	6	16	6	0	7	11	4	14	1,5	35		139,5
21	Kovács Péter Barnabás	Nagykun Református Gimnázium, Karcag	Majláth Gábor	8	11	9	12	7	13	4	0	7	6	11	6	4	36		134
22	Tóth Máté	Batthyány Lajos Gimnázium, Nagykanizsa	Martonné Pálfalvi Katalin	7	10	9	20	6	17	4	0	7	6	17	4	3	23		133
23	Roth Apor	Székeley Mikó Kollégium, Sepsiszentgyörgy	Szabó Ünige	3	2	9	20	6	13	4	3	8	4	19	15	3	21		130
23	Fiam Regina	Táncsics Mihály Gimnázium, Orosháza	Laskovicz Julianna, Petrusné Süle Márta	6	10,5	9	18	6	10	3	0	8	2	17	3	3	34		129,5
25	Kas Livia	Boronkay György Gimnázium, Vác	Fábiánné Kőszegi Erzsébet	8	10	9	12	7	11	4	0	10	8	15	2	1	32		129
26	Tornyai Napsugár	Budapest V. Kerületi Eötvös József Gimnázium	Ferenczyné Molnár Márta	8	7	9	23	6	13	4	0	1	1	19	12	4	21		128
26	Csécsei Marcell	Földes Ferenc Gimnázium, Miskolc	Fóris Tímea	7	7	9	23	7	16	6	0	9	2	15	2	1	23		127
28	Balogh Bence	Radnóti Miklós Gimnázium, Dunakeszi	Horváth Henrietta	8	9	10	14	7	15	6	0	11	6	0	4	0	37		127
29	Vida Tamás	Kazinczy Ferenc Gimnázium, Győr	Berta Erika	7	2	10	13	4	10	3	0	0	8	15	2	12	39		125
30	Rozgonyi Gergely	Radnóti Miklós Gimnázium, Dunakeszi	Horváth Henrietta	4	4	6	18	6	14	6	0	6	1	17	4	0	33		119
31	Markó Gábor	Révai Miklós Gimnázium, Győr	Póheimné Steininger Éva	7	4	9	24	6	15	3	1	2	3	15	3	1	24		117
32	Kanizsai Léna	Batthyány Lajos Gimnázium, Nagykanizsa	Csörgicsné Balogh Edit	8	9	7	16	4	5	0	0	2	2	15	4	1	33		106
33	Kósa László Dániel	Eötvös József Gimnázium, Tata	Szeidemann Ákos	6	2	7	12	6	9	6	0	4	2	15	4	2	30		105
34	Hollósy Péter	Perczel Mór Gimnázium, Siófok	Kakasi Gabriella, Hollósy Eszter	4	8	6	17	5	11	3	0	3	3	2	2	4,5	36		104,5
35	Kecskés Emese	Kőrösi Csoma Sándor Ref. Gimn., Hajdúnánás	Nagy Zoltáné	8	3	9	17	4	12	4	0	1	7	0	2	4	33		104
36	Biró András	Vörösmarty Mihály Gimnázium, Erd	Versits Livia	8	8	8	14	6	8	6	0	1	6	2	2	3	29		101

37	Gyekiczki Fanni	Vajda Péter Evangélikus Gimnázium, Szarvas	Mészárosné Verők Mária	7	11	8	8	4	10	3	0	2	4	2	4	3	35	101
38	Farády Simon	Verseygy Ferenc Gimnázium, Szolnok	Balázs Zsuzsanna	6	1	6	12	6	8	4	0	1	2	17	2	1	32	98
39	Rusvai Miklós	Lehel Vezér Gimnázium	Berkóné Gy. Ildikó, Rusvainé B. Márta	8	8	6	14	4	8	3	0	1	4	17	2	0	21	96
40	Szabó Péter	Zrínyi Miklós Gimnázium, Zalaegerszeg	Dr. Bóbits Lilla	3	4	8	13	6	5	2	0	5	3	17	4	1	24	95
40	Gasparin Zsombor	Mikszáth Kálmán Líceum, Páztó	Nádi Zoltán	5	11	9	10	4	4	4	0	0	3	15	3	3	24	95
42	Sándli Lóránt Noé	Eötvös József Gimnázium, Tata	Szeidemann Ákos	7	8	4	8	4	5	4	4	0	4	15	0	4	27	94
43	Dénes Döme	Magyar-Angol Tannyelvű Gimn., Balatonalmádi	Dr. Tófalvi Renáta, Mód Rudolf	5	1	5	12	3	8	2	0	6	1	5	4	2	36	90
44	Bittó Eszter	Erkel Ferenc Gimnázium, Gyula	Nagyné Kotroczó Andrea	6	2	7	10	5	7	2	0	0	15	2	2	1	30	89
44	Gyöngyössy Ádám	Bolyai János Gyak. Gimn., Szombathely	Dr. Füzési István, Szabó Bence Farkas	8	2	8	11	7	8	2	0	2	2	9	2	0	28	89
46	Fazekas Lajos	Szilágyi Erzsébet Gimnázium, Eger	Kakuk Éva	6	11	7	0	5	3	6	0	3	3	15	2	2	24	87
47	Müller Éva	Tóparti Gimnázium, Székesfehérvár	Fischer Katalin Emese	8	4	6	10	5	7	2	0	1	3	15	4	1	20	86
48	Hanyecz Viktória	Bolyai János Gyak. Gimn., Szombathely	Tökéné Czitkovics Szilvia	5	7	10	6	4	10	3	0	0	0	9	0	6	23	83
49	Vizbel Ákos	Tóparti Gimnázium, Székesfehérvár	Fischer Katalin Emese	3	2	2	14	8	11	6	0	7	2	6	2	0,5	19	82,5
50	Csernák Áron Márk	Török Ignác Gimnázium, Gődöllő	Kalocsai Ottó, Karasz Gyöngyi	1	8,5	7	14	1	6	2	0	2	5	9	2	1	22	80,5
51	Kovács Kíra	Vak Bottyán Gimnázium, Paks	Bósz Krisztina	4	4	7	4	6	7	1	0	0	2	15	0	1	25	76
52	Ferenczi Ágnes	Högyes Endre Gimn., Hajdúszoboszló	Károlyné Teleki Anikó	5	3	7	8	3	7	4	0	3	6	2	2	2	22	74
53	Balogh Anna	Református Gimnázium, Tata	Szabó Ildikó	1	1	8	16	5	8	1	0	0	2	4	2	0	21	69
53	Németh Áron Soma	Bolyai János Gyak. Gimn., Szombathely	Tökéné Czitkovics Szilvia	5	7	8	8	5	6	4	0	0	0	0	3	2	21	69
55	Kelemen Lajos	Fazekas Mihály Gimnázium, Debrecen	Sinyiné Kővári Györgyi	1	0	9	11	5	8	3	1	0	2	15	7	1	3	66
56	Balázs Márton	III. Béla Gimnázium, Baja	Berkes Lajos	6	8	4	13	0	7	0	0	0	3	0	2	1	17	61
57	Kaszás Réka	Magyar-Angol Tannyelvű Gimn., Balatonalmádi	Dr. Tófalvi Renáta, Mód Rudolf	7	1	5	4	2	8	0	0	4	0	15	0	0	7	53
58	Terbák Enikő Krisztina	Selye János Gimnázium, Révkömárom	Fiala Andrea	3	0	6	7	2	7	1	0	0	0	13	2	0	10	51
59	Németh Viktória	Vámbery Ármin Gimn., Dunaszerdahely	Egri Péter, Karácsony Magdaléna	6	2	7	7	2	8	2	0	2	0	2	1	0	8	47
60	Török Erik Tibor	Táncsics Mihály Gimnázium, Mór	Turpinszky Miklósné	3	1	3	7	3	4	0	0	0	3	0	4	0	7	35
61	Lajosfalvi Ákos	Vetési Albert Gimnázium, Veszprém	Csepelyné Gáncs Judit	7	1	3	10	3	5	0	0	0	0	0	0	0	1	30

## I. B kategória

	Név	Iskola	Tanár	Elméleti feladatok								Számítási feladatok						L	SZ	Σ
				1/1	1/2	1/3	2/1	2/2	2/3	2/4	1.	2.	3.	4.	5.	6.				
1	Robin Balázs Dániel	Apáczai Csere János Gimnázium, Budapest	Villányi Attila	8	4	10	21	8	17	6	6	6	19	18	15	12	35	20	205	
2	Kun Bence	Apáczai Csere János Gimnázium, Budapest	Villányi Attila	8	11	9	24	8	12	6	0	7	14	19	13	12	33	13	189	
3	Berezvai Anna	Bethlen Gábor Ref. Gimn., Hódmezővásárhely	Varga Eszter	8	11	9	20	6	14	6	0	9	18	19	8	5	34	15	182	
4	Kovács Kinga	Apáczai Csere János Gimnázium, Budapest	Villányi Attila	8	11	8	20	8	15	6	0	2	17	19	7	11	26		158	
5	Garamvölgyi István	Kecskeméti Katona József Gimnázium	Sároné Jéga-Szabó Irén	8	4	10	23	4	13	6	0	9	15	15	4	4	39		154	
6	Almási Balázs	Apáczai Csere János Gimnázium, Budapest	Villányi Attila	8	10	9	15	8	15	6	2	5	11	18	3	5	35		150	
7	Fekete Dávid	Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged	Hancsák Károly	8	1	9	24	7	12	6	0	8	14	15	8	6	26		144	
8	Sas Lőrinc	Apáczai Csere János Gimnázium, Budapest	Villányi Attila	8	2	3	18	7	13	6	0	1	16	19	11	11	28		143	
9	Bodó Bálint	Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged	Hancsák Károly	4	4	9	24	7	15	6	0	6	14	15	2	3	31		140	
10	Terjéki Gergő	Református Gimnázium, Kecskemét	Labancz István, Tóth Imre	7	9	10	24	5	16	6	0	2	0	12	4	6	34		135	

10	Nemes Zs. Frigyes	Fazekas Mihály Gimnázium, Debreceni	dr. Türk Gábor	6	11	10	14	5	11	4	0	8	9	18	4	3	27	130
12	Merkli Levente	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs	Mostbacher Éva	7	4	10	7	6	11	3	0	3	6	15	13	3	36	124
13	Gyuricskó István	Verseghy Ferenc Gimnázium, Szolnok	Kiss Béla	8	11	7	8	5	9	4	0	6	5	19	4	4	32	122
14	Tancsics Patrícia	Bolyai János Gyak. Gimn. Szombathely	Szabó Bence Farkas	8	4	5	22	6	12	3	0	7	3	19	4	3	24	120
15	Gothárd Barbara	Vörösmarty Mihály Gimnázium, Érdi	Versits Lívია	7	10	7	16	4	11	6	0	2	5	15	2	0,5	23	108,5
16	Békési Rebeka	Tóth Árpád Gimnázium	Molnár Edit	2	1	8	13	5	9	3	0	6	11	15	15	5	13	106
16	Dobos Dominik	Bolyai János Gyak. Gimn. Szombathely	Szabó Bence Farkas	6	9	8	15	5	11	6	0	7	0	15	2	1	21	106
18	Szathmári Benedek	Tóth Árpád Gimnázium, Debrecen	Molnár Edit	7	11	9	12	6	9	6	0	6	6	4	2	3	24	105
19	Dékány Henrietta	Református Gimnázium, Kecskemét	Labancz István, Tóth Imre	5	5	7	12	5	9	4	0	3	4	15	2	11	20	102
20	Szántó János	Vörösmarty Mihály Gimnázium, Erd	Versits Lívია	6	4	5	16	6	12	6	0	2	14	6	0	0	24	101
20	Bozó Zsuzsanna	Erkel Ferenc Gimnázium és Kollégium, Gyula	Papp Mónika	8	9	8	12	5	5	3	0	1	5	15	4	1	25	101
22	Kóró Lilla Dorottya	Szilágyi Erzsébet Gimnázium, Eger	Göncziné Utassy Jolán	8	11	5	11	5	6	3	1	2	1	15	2	1	28	99
23	Kelemen Dávid	Református Gimnázium, Kecskemét	Labancz István, Tóth Imre	6	2	8	15	5	12	3	0	1	0	3	2	1	35	93
24	Szabó Rebeka Beatrix	Révai Miklós Gimnázium, Győr	Sávoly Zsolt	2	9	8	13	6	11	4	0	0	3	7	2	0	20	85
25	Kolozsi Liliána	Petőfi Sándor Evang. Gimn., Bonyhád	Nagy István	8	2	6	13	3	8	2	0	2	3	0	4	1	31	83
25	Peti Kamilla	Táncsics Mihály Gimnázium, Kaposvár	Dr. Miklós Endréné	4	2	9	6	6	9	4	0	0	2	6	6	1	28	83
27	Bíró Máté Bence	Szilágyi Erzsébet Gimnázium, Eger	Göncziné Utassy Jolán	4	1	5	12	6	11	4	0	0	3	6	2	0	22	76
28	Kövesi Kincső	Garay János Gimnázium, Szekszárd	Kovács Attila	6	1	1	6	5	6	2	0	0	1	15	3	1	17	64
29	Gáldonyi Anna Nóra	Bolyai János Gyak. Gimn. Szombathely	Szabó Bence Farkas	8	3	7	13	4	4	6	0	0	5	2	2	0	7	61
30	Tornyos Eszter	Táncsics Mihály Gimnázium, Kaposvár	Dr. Miklós Endréné	4	1	2	12	5	8	3	0	0	8	0	7	1	8	59

## I. C kategória

	Név	Iskola	Tanár	Elméleti feladatok								Számítási feladatok						L	SZ	Σ
				1/1	1/2	1/3	2/1	2/2	2/3	2/4	1.	2.	3.	4.	5.	6.				
1	Orosz Adrián	Debreceni SZI Vegyipari Szakgimnáziuma	Marchis Valér	6	4	9	16	6	9	6	0	9	7	19	2	1	37	16	147	
2	Csuk Dominik	Veszprémi SZC Ipari Szakgimnáziuma	Pulai Gáborné	6	9	8	18	5	12	3	0	1	4	15	0	5	37	15	138	
3	Gubó Dorka	Boronkay György Gimnázium, Vác	Kutasi Zsuzsanna	8	2	8	20	6	12	6	0	4	10	0	3	3	34		116	
4	Kóhidny Márton	Boronkay György Gimnázium, Vác	Kutasi Zsuzsanna, Fábriáné Kőszegi Erzsébet	8	11	6	13	7	9	6	0	7	4	0	1	1	35		108	
4	Ordasi Attila Ráhdárd	Petrik Lajos Szakgimn., Budapest	Bozóki Judit, Fortuna Zsuzsanna	3	2	7	13	6	11	3	0	8	6	15	6	1	27		108	
6	Kajtor Katalin	Petrik Lajos Szakgimn., Budapest	Bozóki Judit, Fortuna Zsuzsanna	2	4	6	8	5	8	6	1	7	8	4	4	3	36		102	
7	Kozár Márk	Debreceni SZC Vegyipari Szakgimnáziuma	Sipos Judit	6	7	4	10	2	7	6	0	2	1	2	2	2	32		83	

## II. A kategória

	Név	Iskola	Tanár	Elméleti feladatok							Számítási feladatok						L	SZ	Σ
				1/1	1/2	1/3	2/1	2/2	3	1.	2.	3.	4.	5.	6.				
1	Veres Tamás	Berze Nagy János Gimnázium, Gyöngyös	Mesterházy Dóra, Dr. Murányi Zoltán	8	11	10	19	7	12	8	10	23	19	15	12	39	18	211	
2	Répási Marcell	Eötvös József Gimnázium, Nyíregyháza	Hajdu Brigitta	8	11	9	19	7	12	2	9	27	19	15	14	39	17	208	
3	Kegyes Dávid-Valentin	Kölcsey Ferenc Gimn., Szatmárnémeti	Átyim Erzsébet, Fülöp József	8	10	9	24	6	12	2	9	24	19	14	16	36	18	207	
4	Mihalicz Ivett	Révai Miklós Gimnázium, Győr	Póhlménné Steininger Éva	8	11	8	24	5	12	1	10	22	19	15	16	38	16	205	

5	Besenyi Tibor	Fazekas Mihály Gimnázium, Budapest	Albert Attila, Balázsné K. Marianna	8	4	10	22	6	12	2	10	25	19	15	14	39	16	202
6	Mészáros Bence	Szent István Gimnázium, Budapest	Kiss Andrea, Magyar László, Borbás Réka	8	11	8	24	6	12	8	10	24	19	2	14	35		181
7	Schrettnér Jakab	Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged	Hancsák Károly	8	11	10	23	7	6	4	9	14	17	12	14	39		174
8	Hegyi Mihály	Apáczai Csere János Gimnázium, Budapest	Sebő Péter	8	11	9	12	6	11	0	7	22	19	15	11	37		168
9	Pálya Hanna	Fazekas Mihály Gimnázium, Budapesti	Albert Attila, Balázsné K. Marianna	8	2	10	21	5	5	0	11	21	15	15	14	39		166
10	Hunyadi Marcell Dávid	Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged	Hancsák Károly	8	2	10	20	6	10	2	6	12	19	15	12	39		161
11	Kis Dávid	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs	Mostbacher Éva, Dr. Petz Andrea	8	11	10	13	5	10	0	9	23	15	4	16	33		157
12	Jakabffy Balázs Máté	Ády Endre Líceum, Nagyvárád	Takács Tünde	8	11	8	23	6	5	0	10	12	19	4	12	35		153
12	Pápi Máté	Kazinczy Ferenc Gimnázium, Győr	Krupits Mária	8	10	7	13	6	10	8	10	4	19	7	12	39		153
14	Balogh Marcell	Táncsics Mihály Gimnázium, Kaposvár	Dr. Miklós Endréné	8	11	8	16	6	13	1	11	18	15	4	14	24		149
15	Dobolyi Zsófia	Apáczai Csere János Gimnázium, Budapest	Sebő Péter	8	8	7	24	6	11	0	3	5	19	8	13	36		148
15	Reviczki Dénes	Földes Ferenc Gimnázium, Miskolc	Szepsiné Medve Judit	8	7	8	24	6	9	1	5	6	6	14	16	38		148
17	Ujvári Kamilla	József Attila Gimnázium, Monor	Nimmerfrohné B. Katalin, Jankó Anett	8	4	9	18	6	6	0	9	9	16	15	11	36		147
18	Szűcs Pál	Szent István Gimnázium, Budapest	Kiss Andrea, Magyar László, Borbás Réka	8	11	9	22	6	13	1	1	5	19	2	14	34		145
19	Hajdú Dorottya Katalin	Eötvös József Gimnázium, Budapest	Dancsó Éva	7	3	8	22	6	9	1	3	9	19	2	12	39		140
19	Székely András	Református Gimnázium, Szentendre	Szakács Erzsébet	6	11	10	20	6	0	8	0	10	15	14	3	37		140
21	Lázár György	Dobó Katalin Gimnázium, Esztergom	Szarvas Zsuzsanna	8	10	8	14	5	3	0	8	13	19	5	6	39		138
22	Merkel Gergely	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs	Mostbacher Éva, Dr. Petz Andrea	8	4	10	13	6	3	0	3	6	19	12	14	37		135
23	Steinsits Dániel	Fazekas Mihály Gimnázium, Budapest	Albert Attila	7	10	9	19	5	7	0	4	17	17	2	5	31		133
24	Csiszár Milán	Kőrösi Csoma Sándor Gimnázium, Hajdúnánás	Nagy Zoltánné	8	8	8	16	6	7	0	6	15	15	2	14	26		131
25	Lőrincz A. Barna-Attila	Márton Áron Főgimn., Csíkszereda	Bilibók Katalin	7	8	8	14	5	7	0	5	7	19	2	14	33		129
26	Debrei Márton	Ciszterci Gimnázium, Budapest	Thuróczy Éva	8	7	9	23	5	11	0	4	17	19	2	10	12		127
27	Virág József Ádám	Neumann János Gimnázium, Eger	Fátrai Éva	7	2	8	16	6	10	0	9	19	19	2	12	15		125
27	Tornyos Karolina	Zrínyi Miklós Gimnázium, Zalaegerszeg	Tölgyesné K. Katalin, Halmi László	7	11	9	13	5	6	1	8	10	17	2	2	34		125
29	Gyöngyösi Ádám	Kazinczy Ferenc Gimnázium, Győr	Krupits Mária	3	8	8	23	5	4	0	0	0	17	4	12	39		123
30	Soós Áron	Zrínyi Miklós Gimnázium, Zalaegerszeg	Egyedné Krizmanics Ildikó, Halmi László	3	9	7	14	3	0	0	10	11	15	2	11	37		122
31	Sebők László	Vajda Péter Gimnázium, Szarvas	Borzováné Burai Julianna	7	2	6	13	4	5	0	6	14	15	2	12	35		121
32	Máth Benedek	Fazekas Mihály Gimnázium, Budapest	Albert Attila	6	4	9	10	5	1	4	2	2	15	15	12	34		119
33	Kondákor Márk	Fazekas Mihály Gimnázium, Budapest	Albert Attila	6	4	8	13	4	7	1	8	10	13	6	4	33		117
34	Vezsenyi Ákos	Ády Endre Líceum, Nagyvárád	Ciubarui Éva	5	1	9	14	6	6	0	5	6	15	15	0	34		116
34	Kleinhans Dávid	Bródy Imre Gimnázium, Aika	Csermák Mihály	8	11	7	14	6	8	0	8	5	4	4	4	37		116
36	Tözsér Péter	Kodály Zoltán Gimnázium, Kecskemét	Csapó Katalin	8	11	8	15	5	3	0	0	3	15	2	11	34		115
37	Kurucz Ádám	Kossuth Lajos Gimnázium, Cegléd	Prinz Erna, Türriné Juhász Ilona	4	11	6	10	7	3	0	4	6	15	2	12	30		110
38	Katonán Máté	Bródy Imre Gimnázium, Aika	Csermák Mihály	8	4	8	10	4	0	0	5	6	13	0	12	34		104
39	Pajkos Barnabás	Mikszáth Kálmán Líceum, Pásztó	Nádi Zoltán	6	1	8	5	6	0	0	0	10	15	2	12	36		101
40	Kalics Ádám	Árpád Gimnázium, Tatabánya	Katonáné Timár Mária	5	9	8	15	4	1	0	2	2	19	0	1	34		100
41	Márton Péter	Teleki Blanka Gimn., Székesfehérvár	Südy Péter	3	4	10	8	5	1	0	0	9	15	4	11	28		98
41	Molnár Martin	Vak Bottyán Gimnázium, Paks	Bősz Krisztina	8	10	9	9	6	1	0	2	0	17	2	2	32		98
43	Zentai Balázs	Garay János Gimnázium, Szekszárd	Kovács Attila	6	4	7	12	4	0	0	2	3	15	3	3	36		95
44	Bogner József	Bányai Júlia Gimnázium, Kecskemét	Reiterné Makra Zsuzsanna	8	10	5	5	1	4	0	3	5	13	0	2	37		93

45	Tóth Bálint	Vámbery Árin Gimn., Dunaszerdahely	Egri Péter, Kará- csony Magdaléna	7	2	5	8	5	4	0	7	0	13	15	3	22		91
46	Pánczél Bálint	Batthyány Lajos Gimnázium, Nagykanizsa	Pintér Gyula	6	11	8	12	5	0	0	0	3	0	0	12	32		89
47	Sipos-Vajda Máté	Református Gimnázium, Mezőtúr	Gál Sándor	7	2	7	11	3	2	0	7	0	19	4	0	27		89
47	Gancean Mária- Hanna	Nagy Mózes Líceum, Kézdivásárhely	Kovács Zsuzsanna	6	0	6	12	2	13	0	7	3	15	2	7	16		89
49	Hermann Péter Pál	Bányai Júlia Gimnázium, Kecskemét	Reiterné Makra Zsuzsanna	5	2	6	11	3	1	0	0	6	15	2	12	23		86
50	Molnár Mátyás	Selye János Gimnázium, Révkomárom	Habán László	4	9	9	14	7	4	0	0	0	19	5	0	10		81
51	Sólyom Panna	Református Gimnázium, Tata	Pozsgayné Tóth Ildikó	7	4	8	9	5	4	0	2	8	15	2	2	9		75
52	Csordás Dávid	Ciszterci Szent István Gimn., Székesfehérvár	Rideg Gabriella	5	2	8	11	6	0	0	1	2	1	2	1	21		60
53	Fent Máté	Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	Szabó Endre	3	0	8	8	5	2	0	0	0	17	0	1	14		58

## II. B kategória

	Név	Iskola	Tanár	Elméleti feladatok						Számítási feladatok						L	SZ	Σ
				1/1	1/2	1/3	2/1	2/2	3	1.	2.	3.	4.	5.	6.			
1	Horváth Réka	Apáczai Csere János Gimnázium, Budapest	Sebő Péter	8	11	10	24	6	10	4	11	24	19	14	16	38	20	215
2	Zsiros Boldizsár	Apáczai Csere János Gimnázium, Budapest	Sebő Péter	8	10,5	9	21	7	13	2	11	24	19	14	4	39	18	199,5
3	Weber Márton	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs	Dr. Petz Andrea, Mostbacher Éva	8	9	10	20	7	8	0	10	23	19	12	15	39	17	197
4	Al-Hag Johanna Iman	Földes Ferenc Gimnázium, Miskolc	Szepesiné Medve Judit	8	11	9	23	6	9	0	8	20	19	15	14	39	13	194
5	Juhász Benedek	Apáczai Csere János Gimnázium, Budapest	Sebő Péter	6	11	9	24	6	12	1	10	23	19	2	13	38		174
6	Veszprémi Zsombor	Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged	Hancsák Károly	8	9	10	22	7	13	1	9	17	19	4	15	38		172
7	Kovács Márton	Eötvös József Gimnázium, Budapest	Dancsó Éva	8	11	10	23	5	12	2	7	10	19	14	13	37		171
8	Kozma Csaba	Petőfi Sándor Evang. Gimn., Bonyhád	Nagy István	8	11	8	19	7	9	0	7	26	15	14	4	39		167
9	Papp Szilveszter	Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged	Hancsák Károly	7	11	9	18	6	6	0	8	23	19	2	13	39		161
10	Szikszai Csaba	Eötvös József Gimnázium, Budapest	Dancsó Éva	6	10	10	22	5	6	0	0	14	19	7	13	36		148
11	Ötvös Bettina	Táncsics Mihály Gimnázium, Kaposvár	Dr. Miklós Endréné	5	2	10	21	4	10	4	10	9	19	7	11	35		147
12	Nagy Márk	Verszeghy Ferenc Gimnázium, Szolnok	Balázs Zsuzsanna	7	9	8	17	5	9	0	7	16	18	2	14	34		146
13	Szécsi Virág Barbara	Verszeghy Ferenc Gimnázium, Szolnok	Balázs Zsuzsanna	7	1	6	10	2	10	0	9	10	19	15	14	35		138
14	Szűcs Dorka	Tóth Árpád Gimnázium, Debrecen	Hotziné Pócsi Anikó	8	11	8	14	6	4	0	10	7	17	5	14	33		137
14	Vass Gábor	Janus Pannonius Gimnázium, Pécs	Vargáné Bertók Zita	7	4	7	24	4	8	0	9	2	19	4	12	37		137
16	Kótány Katica	Vörösmarty Mihály Gimnázium, Erd	Versits Lívia	8	1	8	14	5	6	0	6	17	17	4	10	38		134
17	Keserő Kristóf	Tóth Árpád Gimnázium, Debrecen	dr. Várallyainé Balázs Judit	5	9	4	14	6	4	0	9	18	11	3	12	36		131
18	Horváth Donát	Czuczor Gergely Bencés Gimnázium, Győr	Molnár Zsolt	6	9	8	24	6	1	0	11	3	18	5	13	27		131
19	Fabu Rozália	Bessenyei György Gimnázium, Kisvárd	Tóth-Gál Zsuzsanna Napsugár	6	11	9	13	6	5	0	2	14	14	4	9	37		130
20	Pásztor Bendegúz	Táncsics Mihály Gimnázium, Dabas	Baranyi Ilona	8	8	9	20	5	2	0	1	6	18	2	12	37		128
21	Urbán Orsolya	Református Gimnázium, Kecskemét	Vargáné Hajdú Mária	6	9	8	24	6	6	0	9	0	15	2	6	35		126
22	Kiri Alexandra	Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged	Hancsák Károly	6	2	8	18	6	6	0	0	7	17	4	11	39		124
23	Huszka Szabolcs	Táncsics Mihály Gimnázium, Kaposvár	Dr. Miklós Endréné	7	2	8	21	1	10	0	9	8	17	4	6	27		120
24	Csóka Máté	Eötvös József Gimnázium, Tata	Magyar Csabáné	8	10	10	22	6	10	0	4	3	15	4	3	21		116
25	Wladimír János Valdemár	Tóth Árpád Gimnázium, Debrecen	Hotziné Pócsi Anikó	8	2	6	11	6	0	0	7	7	13	2	15	35		112
25	Hosszú Zsolt	Bessenyei György Gimnázium, Kisvárd	Tóth-Gál Zsuzsanna Napsugár	8	4	6	15	4	2	0	5	19	4	4	4	37		112
27	Forgó Krisztián Márk	Földes Ferenc Gimnázium, Miskolc	Szepesiné Medve Judit	8	1	10	10	6	6	0	1	3	15	2	12	35		109

28	Sajbán Soma	Szilágyi Erzsébet Gimnázium, Eger	Göncziné Utassy Jolán	7	2	8	18	6	12	0	9	5	15	2	4	20	108
29	Kis Szabolcs	Református Gimnázium, Karcag	Majláth Gábor	8	4	2	12	4	11	0	9	1	3	4	14	33	105
29	Major Balázs	Táncsics Mihály Gimnázium, Kaposvár	Dr. Miklós Endréné	2	11	8	13	4	10	0	6	3	15	4	1	28	105
31	Horváth Ákos	Petőfi Sándor Evang. Gimn., Bonyhád	Nagy István	4	2	9	8	4	1	0	0	19	15	0	5	28	95
32	Varga Dorina	Szilágyi Erzsébet Gimnázium, Eger	Göncziné Utassy Jolán	4	2	7	13	5	1	0	3	5	12	4	6	30	92
33	Korpai Nóra	Eötvös József Gimnázium, Nyíregyháza	Sarka Lajos	6	2	8	12	7	0	0	7	3	11	2	1	27	86
34	Madarász Noémi	Táncsics Mihály Gimnázium, Orosháza	Laskovicz Julianna	7	6	5	15	5	4	0	1	3	0	2	0	35	83
35	Köller Donát	Teleki Blanka Gimn., Székesfehérvár	Hegyí Ágnes	8	8	6	5	4	1	0	7	4	15	11	1	1	71
36	Dunai Klára	Táncsics Mihály Gimnázium, Orosháza	Laskovicz Julianna	6	3	5	10	5	3	0	0	2	1	2	0	19	56

## II. C kategória

	Név	Iskola	Tanár	Elméleti feladatok						Számítási feladatok						L	SZ	Σ
				1/1	1/2	1/3	2/1	2/2	3	1.	2.	3.	4.	5.	6.			
1	Dörgő Daniella	Vegyipari Szakgimn., Debrecen	Lovász Anikó	3	10	6	18	3	7	0	9	4	19	12	5	40	14	150
2	Husvéth Bence	Vegyipari Szakgimn., Debrecen	Szabó Norbert	8	8	10	20	5	10	0	9	5	13	4	7	37	13	149
3	Mihályi Zsolt	Petrik Lajos Szakgimn., Budapest	Bozóki Judit, Fortuna Zsuzsanna	8	3	6	21	4	7	0	7	5	19	3	7	36		126
4	Demény Petra	Boronkay György Gimnázium, Vác	Kutasi Zsuzsanna	8	3	8	22	5	1	0	6	6	15	4	3	35		116
4	Varga Tibor	Pollack Mihály Gimnázium, Pécs	Szabó Kornélia	8	7	4	20	7	4	0	9	2	15	2	4	34		116
6	Illyés Nándor	Petrik Lajos Szakgimn., Budapest	Bozóki Judit, Fortuna Zsuzsanna	6	1	7	19	5	2	0	6	0	4	15	12	38		115
6	Zöld Béla	Boronkay György Gimnázium, Vác	Kutasi Zsuzsanna	8	4	9	11	6	3	0	10	6	15	3	4	36		115
8	Simon Kristóf	Vegyipari Szakgimn., Debrecen	Pappné H. Ildikó, Bárány Zsolt Béla	1	9	7	9	6	0	0	0	3	15	3	3	38		94

## III. kategória

	Név	Iskola	Tanár	Elméleti feladatok								Számítási feladatok						L	SZ	Σ
				1/1	1/2	1/3	2/1	2/2	2/3	2/4	1.	2.	3.	4.	5.	6.				
1	Ondrejó András	Mechatronikai Szakgimn., Budapest	Kleeberg Zoltánné	6	4	4	13	6	11	3	1	9	12	19	12	12	30	0	142	
2	Farkas András	Mechatronikai Szakgimn., Budapest	Kleeberg Zoltánné	3	7	6	18	6	13	6	0	0	6	16	2	2,5	31		116,5	
3	Jánószky Máté Levente	Mechwart András Szakgimn., Debrecen	Szöllősi Irén	4	11	10	11	4	6	2	0	2	0	13	4	0	14		81	

**Turi Soma**

## **Mengyelejev kémiaolimpia Kazahsztánban**

A Nemzetközi Mengyelejev Kémia Olimpia (IMChO) idén immár 51. alkalommal került megrendezésre. Ebben az évben a versenynek a szovjet utódállamok Oroszország után legnagyobbika, Kazahsztán és a mindössze 20 éve a fővárosává avanszált Asztana adott otthont április 23-a és 30-a között.

Mintegy 20 ország 120 versenyzője vesz részt a versenyen, így Oroszország és a szovjet utódállamok mellett Izrael, Szaúd-Arábia és Bulgária – illetve 2012 óta Magyarország is. A magyar csapatot hagyományosan az előző évi diákolimpia válogatón legelől végzett, nem végzős 4-5 fő alkotja, idén azonban a kapott támogatásnak köszönhetően kísérőnkkel, Magyarfalvi Gáborral együtt 7-en voltunk. Tehát a csapat tagjai, sorban a hátlap fotóján: Bajczi Levente (Török Ignác Gimnázium, Gödöllő), jómagam (Apáczai), Magyarfalvi Gábor (ELTE), Kalapos Péter (ELTE Trefort Gimnázium), Stenczel Tamás Károly (Török Ignác Gimnázium, Gödöllő), Arany Eszter Sára (Lovassy László Gimnázium, Veszprém) és Sajgó Mátyás (Földes Ferenc Gimnázium, Miskolc).

Szerencsénkre a Budapest-Asztana – a tervek szerint a 2017-es világhiállításra turistákat szállító – közvetlen járat még nem üzemelt, így Minszkben átszállva megnézhattuk a fehérorosz fővárost is. Ugyan a határon csak a nálunk minden bizonnyal szebben mosolygó Peti jutott át elsőre, fél óra telefonálgatás után minket is átengedtek és a városba menet már együtt csodáltuk a szovjet építészet remekei mellett a rombikuboktaéder alakú nemzeti könyvtárat is. Minszkbe érve, aminek az átlagosan hatsávós utak, az őket szegélyező grandiózus fehér vagy sárga beton épülettömbök sorát megszakító ortodox templomok és megalomán állami épületek a néhol előtűnő vörös csillagokkal teljesen Star Wars hangulatot kölcsönöznek, kipróbálhattuk a nemzeti konyhát is: ettünk dranikit illetve a hideg céklakrémlevest is kipróbáltuk. Természetesen a Függetlenség tér hatalmas Lenin szobrának, katolikus templomának és a tér alatt létesített, üvegkupolákkal fedett bevásárlóközpontnak bizarr kompozícióját sem mulasztottuk el megtekinteni.

Aszتانában az ismerős bolgár, szaúdi, belorusz csapatokat üdvözölve, az éjszakai pedigré útközben ismerkedve buszoztunk a szállásunkra vasárnap hajnali 5 körül – kellemes meglepetésünkre egy 4 csillagos hotelbe. A versenyig hátralévő két napban bejártuk a várost, így voltunk a Földön létező legnagyobb sátorban (Kán Sátor), végigsétáltunk a különböző – lyukas, hullámzó, ikertornyos – felhőkarcolókkal szegélyezett főútcán, hogy a végén feltekintsünk a Vasudvardra hajazó Bayterek toronyra, melynek tetején őrzik Nazarbajev elnök kézlenyomatát. Megnéztük (kívülről) az óceánoktól legmesszebb található óceánariumot és kulináris élvezetben is részesítettük magunkat: megkóstoltuk a kumiszt (erjesztett kancatej) és a tevetetjet is. Aszتانát a szovjet összeomlást követően a hatalmat magához ragadó, az országot azóta is irányító Nazarbajev tette meg és építette ki az olajbevételekből kis településből az ország fővárosává 20 év alatt. Így azon már meg se lepődtünk, hogy az egyébként újra impozánsra sikeredett nyitónapságra hétfőn az ő nevét viselő egyetemen került sor – annál is inkább azon, hogy a magyar nagykövet is jelen volt.

A másnap kezdődő verseny két elméleti és egy gyakorlati fordulóból állt, mindhárom esetben – természetesen különböző napokon – 5 óra állt a rendelkezésünkre. Az első fordulóban 8 feladatot kaptunk, többek között műanyagbontó baktériumokról és hidrogéntermelő cellákról. Az egyik, kifejezetten emlékezetes feladatnak köszönhetően a portlandcement gyártásában is sok ismeretre tehattünk szert. A második fordulóban témakörönként (szerves, szervetlen, analitikai, fizikai és polimerkémia) 3 feladatból egyet kellett kiválasztanunk és megoldanunk, egyiket például a bor aromaanyagaival kapcsolatban. A gyakorlati fordulón, mely a fenn említett, pálmafákkal, szökőkutakkal, medencékkel tarkított egyetemen volt, egy antibiotikumot kellett előállítanunk, kromatográfiával vizsgálnunk majd az egyik komponensét diazometriásan titrálunk. A feladatokat Magyarfalvi tanár úr 3 éjszakán, hajnalon átívelő fordító munkájának köszönhetően magyarul kaptuk kézhez.

A rendelkezésünkre álló egy hétben a programokon és a szabadidőnkben rengeteg új emberrel ismerkedhettünk meg. Így beszélgettünk történelmükről a kirgizekkel, bowlingoztunk az azeriekkel, sőt a hotel szaunájában a kazahok a kumiszról meséltek nekünk. Illetve

egyik este kipróbáltuk a vízi aerobikot is. Ugyan az elnök tollgyűjteményének megtekintése helyett inkább postát keresve bebarangoltuk a várost, az esti mecsetlátogatás illetve az asztanai stadionok és a „Halálcsillag” megtekintése kifejezetten érdekesnek bizonyultak. Napjainkat általában vagy egy jóleső törökfürdő zárta az izraeliek társaságában (akikkel tavaly óta különösen jóban vagyunk) vagy némi Pilótáért és Negróért cserébe csoki és egy bögre tea melletti kártyázás az oroszok „luxuslakosztályában”.

Az egyik utolsó megmértetést a pontokért való vitatkozás jelentette. Ez az olimpia tipikusan a legnehezebb kémiából, köszönhetően az orosz, belorusz, ukrán feladatkitűzőknek. A feladatok legtöbbször jó logikát, gyakorlatot és magyar mércével mérve magas lexikai tudást igényelnek. Idén azonban mintha a tavalyinál könnyebbek lettek volna a feladatok és a pontozás is emberséges volt – így a 20 perc vitatkozási idő alatt az elérhető 155 pontból átlagosan felet sikerült megreklamálnunk. A másnapi zárót ugyan kis szorongás előzte meg, de megnyugodtan lélegeztünk fel a bronzok osztásának kezdetén, az izgalom azonban mindaddig nem hagyott alá, míg az utolsó ezüstérem is a miénk nem lett. Az elmaradhatatlan csapatfotó közben habár ki elégedett volt, ki kevésbé, együtt örültünk annak, hogy Magyarország összességében az eddigi évek egyik legjobb szereplését tudhatja maga mögött (Tomi, Levi, Eszti, jómagam ezüst, Matyi és Peti bronzérmes szerzett). Az olajcégek támogatásának köszönhetően idén ki egy mobilt, ki egy ebook olvasót is kapott érme mellé.

A záró után, este, a 16. emeleten lévő étteremben elfogyasztottuk utolsó vacsoránkat is –a pincérek talán már meg se lepődtek azon, hogy narancsléből fejenként akár 4-5 pohárral iszunk, a süteményeket pedig előrelátó módon már vacsora elején az asztalra gyűjtjük. Ezután mivel hajnalig sok időnk volt, felfedezhettük a régóta hívogató tetőszintet, megmaradt pénzünket pedig ping-pongra, bowlingra vagy frissítőkre költöttük.

Miután búcsút vettünk Kazahsztántól, az ismerős Minszken keresztül indultunk hazafelé. Kazah idő szerint délután hatkor, magyar idő szerint kettő körül érkeztünk meg Budapestre. Az érmeken kívül rengeteg élménnyel, emlékekkel és tapasztalattal is gazdagodva. Elváltunk ugyan, de csak, hogy pár hét múlva újra találkozhatunk a válogatón.

---

## A szám szerzői

**Bacsó András** PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

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

**Berta Dénes** MSc-hallgató, BME

**Broda Balázs** MSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

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

**Hobinka Ildikó** nyugalmazott középiskolai tanár, Fazekas Mihály Gimnázium, Budapest

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

**Kalydi György** középiskolai tanár, Krúdy Gyula Gimnázium, Győr

**Kis Zoltán Sándor** BSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

**MacLean Ildikó** középiskolai tanár, BME Két Tanítási Nyelvű Gimnázium, Budapest

**Németh Flóra Boróka** BSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

**Dr. Pálinkó István** egyetemi tanár, Szegedi Egyetem, Kémiai Intézet

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

**Palya Dóra** MSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

**Pusztai Árpád** BSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

**Rutkai Zsófia** MSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

**Simkó Irén** BSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

**Turi Soma** tanuló, Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium, Budapest

**Várda Ernák** középiskolai tanuló, Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs

**Varga Bence** MSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

**Vörös Tamás** PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

**Zwillingер Márton** MSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

## A Mengyelejev Diákolimpia magyar csapata



Bajczi Levente (Török Ignác Gimnázium, Gödöllő), Turi Soma (ELTE Apáczai Gimnázium), Magyarfalvi Gábor (ELTE), Kalapos Péter (ELTE Trefort Gimnázium), Stenczel Tamás Károly (Török Ignác Gimnázium, Gödöllő), Arany Eszter Sára (Lovassy László Gimnázium, Veszprém) és Sajgó Mátyás (Földes Ferenc Gimnázium, Miskolc)

### A csapat támogatói:

