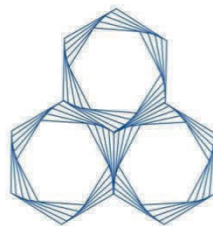


Középiskolai Kémiai Lapok



XLIV.

2017/1.



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. január	XLIV. évfolyam	1. szám
--------------	----------------	---------

Alapító: Dr. Várnai György

Főszerkesztő: Zagyi 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, Zagyi Péter

Szerkesztőség:	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 címlapfotó Czakó Anna és Kis Zoltán Sándor munkája.

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

Címlapfotó

"Színig meg van töltve puskaporral.

Gergely belemarkol s visszapörgeti.

- Ez - úgymond - ágyúba való. Jó száraz.

- A puskába valót apró tonnákban tartom - feleli Dobó.

- Itt csinálták vagy Bécsben?

- Itt is, Bécsben is.

- S milyen vegyítékű az idevaló?

- Háromnegyed salétrom, a negyedik negyed kén és szén.

- Puhafa-szén vagy kemény?

- Puha.

- Az a legjobb. Hanem én egy-két kanállal többet keverek a szénből, mint mások szoktak."

(Gárdonyi Géza: Egri csillagok, részlet)

A fenti szövegrészletből nem nehéz megállapítani, hogy a képen lévő reakció nem más, mint fekete (füstös) lőpor égése.

Ha a "hivatalos" arányokat tekintjük, 10 g lőpor előállításához 7,4 g kálium-nitrát, 1 g kénpor és 1,6 g szénpor kell. Ez közelítőleg meg is egyezik a fenti recepttel. Viszont ez nem a legjobb arány. A reakció beindításához hasznos, ha a kén illetve a kálium-nitrát kis feleslegben van. A kén égése megfelelő hőt generál ahhoz, hogy a kálium-nitrát elkezdje oxidálni a ként és a szenet.

Ennek a reakciónak nincs egzakt egyenlete, mivel annyira heves, hogy a kálium-nitrát "mindent oxidál, amit csak ér". A képen a hevesség egyértelműen látszik, ahogy az is, hogy a tűz lángja nagyon forró.

Mivel a reakcióban sok légnemű anyag keletkezik, ha a reakció zárt térben zajlik le, a nyomás hirtelen többszörösére nő, robbanás játszódik le, innen a (régén) elterjedt használat.

(Czakó Anna és Kis Zoltán Sándor, Hancsák Károly tanár úr segítségével)

Keszei Ernő

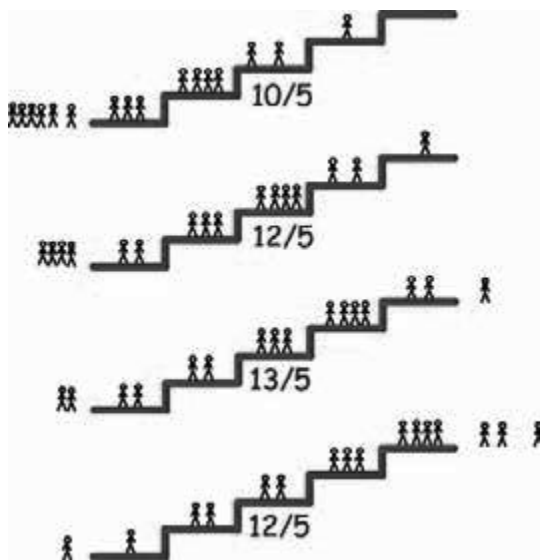
Hogyan lehet jó megoldásokat tenyészteni?

Furcsán hangozhat ez a cím a KÖKÉL lapjain, de nem takar semmi különösebben bonyolult dolgot. Matematikából nyilván ismerős, hogy megoldása egyenleteknek vagy egyenletrendszereknek van. A kémiában pedig sokféle egyenlet előfordul. Ebben a cikkben nem sztöchiometriai egyenletekkel, hanem algebrai egyenletekkel találkozunk majd. Az is kiderül, hogy miért kell és hogyan érdemes ezek megoldásait „tenyészteni”. De menjünk sorjában.

Az egyenletek, amikről szó lesz, azért kellenek, hogy pontosabb információkat szerezzünk egyes molekulák kémiai reakció közben mutatott viselkedéséről. Erről a témáról egyrészt elhangzott egy „Alkímia ma” előadás 2008-ban [1,2], másrészt lehet olvasni róla a Természet Világában [3], illetve az Élet és Tudományban is [4]. Angolul tudók elolvashatják a Nobel-díjas Ahmed Zewail Nobel-előadását is [5]. A dolog lényege az, hogy a 10^{-12} m (pikométer; pm) nagyságrendű mérettel rendelkező, közel 1 km/s sebességgel „rohangáló” és másodpercenként 10^{14} rezgést végző molekulák megfigyelése messze nem egyszerű dolog, továbbá vannak annak fizikai korlátai. Foglalkozzunk először ezen korlátok közül az egyik kikerülhetetlennel.

Ahhoz, hogy érthető legyen ez a korlát, először egy analógiát vizsgálunk – próbára téve az olvasó türelmét, aki cserébe remélhetőleg megérti a témánk szempontjából fontos *konvolúció* fogalmát. Tegyük fel, hogy egy földalatti-megállóból sietve kiáradó utasok sebességét akarjuk megmérni a felfelé vezető lépcsőn. Mivel egy lépcsőfokon kb. 1 másodpercet töltenek az utasok felfelé haladtukban, ezért a lépcső alá helyezett mérleg –tehetetlensége miatt – nem tudná ennyi idő alatt megmérni a rajta hirtelen megjelenő, majd hirtelen eltűnő tömeget. Ha viszont – mondjuk – 5 lépcső alá tesszük a mérleget, ami az ezeken lévő együttes tömeget méri, akkor azt már pontosan meg lehet mérni. Ezzel a módszerrel viszont csak a lépcsőnkénti *átlagos* utasszámot lehet nyomon követni az idő függvényében. (Az emberek tömege átlagosan kb. 70 kg, így a tömegből vissza lehet következtetni a számukra. Ha másodpercenként haladnak egy lépcsőfoknyit, akkor a mért tömeg éppen a sebességük „lépcsőmagasság/s” egységben kifejezve.) Mit is

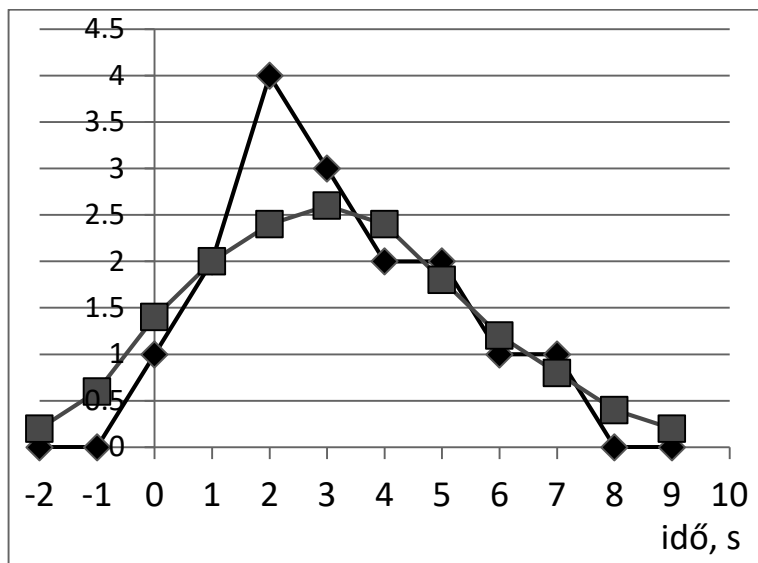
tudunk ilyenkor mérni? Nézzük meg ehhez az 1. ábrát. Ezen azt láthatjuk, hogy 16 utas a következő lépcsőnkénti megoszlásban halad át a lépcsőfokokon: 1, 2, 4, 3, 2, 2, 1, 1. Eközben azonban a mérleg 5 lépcsőjén mérve az *átlagosan* egy lépcsőn lévő emberek száma az összes mért létszám osztva 5-tel. Az ábrán csak 4 egymást követő másodpercben látjuk a lépcsőt, de ebből az egymásután a lépcsőkre lépők számát – ami az ábrán is látszik – figyelembe véve könnyen ki lehet számítani mind a 12 másodpercben mérhető átlagot, amíg az 5 lépcsőn emberek vannak: $1/5$, $3/5$, $7/5$, $10/5$, $12/5$, $13/5$, $12/5$, $9/5$, $6/5$, $4/5$, $2/5$, $1/5$, illetve tizedes törtre átvérve: 0,2; 0,6; 1,4; 2; 2,4; 2,6; 2,4; 1,8; 1,2; 0,8; 0,4; 0,2.



1. ábra

Foglaljuk össze az eredményeket egy diagramon. Ebbe rajzoljuk be a középső lépcsőn áthaladók valódi számát, majd azt, hogy az 5 lépcsőn mérhető átlag mennyi lesz a középső lépcsőre számolva. A 2. ábra ezt a diagramot mutatja. Érdekes megfigyelni, hogy a *mozgó átlag* (álló, kék négyzetek) máshogy néz ki, mint az „igazi” áthaladást leíró függvény. Egyrészt hamarabb kezdődik, aminek oka nyilván az, hogy mielőtt még a középső lépcsőfokra érnének az 1. lépcsőre rálépők, az 5 lépcső átlaga már méri őket. Hasonlóképpen még 2 másodpercig méri őket a mérleg,

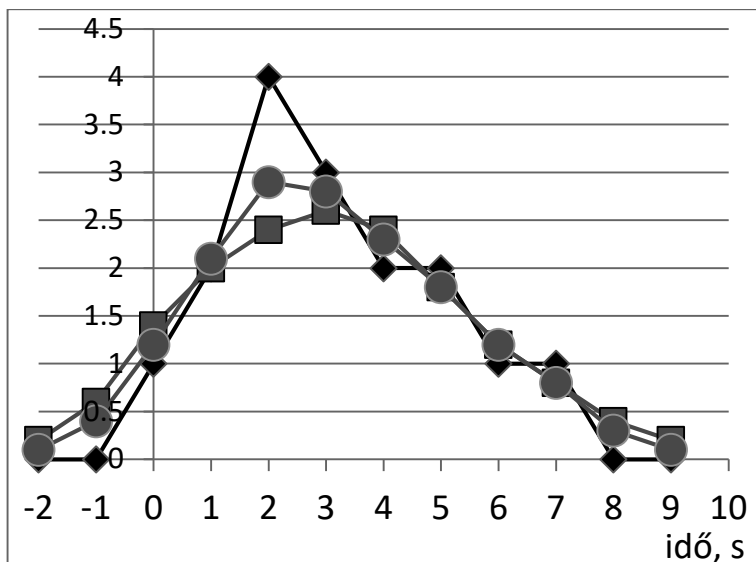
miután az utolsó is lelépett a középső lépcsőről. Megállapíthatjuk tehát, hogy a mozgó átlag az igazi időfüggéshez képest *időben kiszélesedik*, egyúttal a *nagyobb értékek lecsökkennek*.



2. ábra

A mérést máshogy is végezhetnénk. Benézhetnénk egy ablakon, ahol éppen az öt lépcsőn áthaladó embereket tudnánk megszámolni, amit másodpercenként (amely időközönként az utasok az egyes lépcsőfokokon egyet feljebb lépnek) feljegyeznénk. Az eredmény nyilván azonos lenne az előbbi mérésekkel. Végezhetnénk a mérést úgy is, hogy minden utas ruháján lenne egy fényvisszaverő csík, amit megvilágítunk, és a visszavert fény erőssége arányos lenne az ablakban látható személyek számával. Végül ezt úgy is elvégezhetnénk, hogy az ablak lépcsőnként más fényáteresztő képességű lenne. Ez azt eredményezné, hogy a látott fényerősség összege a fényáteresztő képességgel *súlyozott átlagot* mérné. Ha a legjobban a középső lépcső előtti ablaksáv engedi át a fényt, legkevésbé pedig a két szélső, akkor a súlyozott átlag közelebb lenne a középső lépcsőn éppen áthaladó utasok számához. Nézzük meg ezt a példát is, ugyanazon utasok megfigyelésével, mint az előbb.

Legyen az egyes lépcsők előtti ablaksáv fényáteresztő képessége rendre 0,1; 0,2; 0,4; 0,2; 0,1. Észrevehetjük, hogy a fényáteresztő képességek összege éppen 1. Az 5-tel való osztás helyett ebben az esetben a súlyok összegével kell osztani, hogy a súlyozott átlagot kapjuk. Mivel ez az összeg éppen 1, a lépcsőkön lévő utasszámot a megfelelő súlyokkal megszorozva és összeadva éppen a súlyozott átlagot kapjuk. Az 1. ábrán látható lépcsőnkénti sorrendet figyelembe véve a legfelső esetben $0 \cdot 0,1 + 1 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,4 + 4 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,1 = 2,1$ lesz a súlyozott átlag. A következő – felülről második – esetben a súlyozott átlag $1 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,4 + 3 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,1 = 2,9$. Az ezt követő két esetben hasonló eljárással 2,8 és 2,3 lesz a súlyozott mozgó átlag. Egészítsük ki a 2. ábrát a súlyozott átlaggal is, és figyeljük meg az így kapott 3. ábrát.



3. ábra

Azt láthatjuk, hogy a kék körökkel jelzett súlyozott átlag valamivel jobban követi az „igazi” időfüggést, de ugyanúgy 2 másodperccel korábban mér utasokat és 2 másodperccel tovább is, hasonlóan a súlyozatlan átlaghoz. Továbbá ugyancsak lecsökkenti a nagy értékeket és megnöveli a kicsiket. Végössze tehát a súlyozott mozgó átlag is

időben kiszélesíti az igazi időfüggő jelet, és lecsökkenti a nagyobb értékeket.

Általánosítsuk az ablakban mérhető súlyozott mozgó átlag fogalmát a következőképpen. Az „ablakolással” mérhető időfüggő sorozat úgy áll elő, mintha az „igazi” sorozaton „végigtolnánk” az ablakfüggvényt, és minden egyes eltolás után kiszámítanánk a látott átlagot, amit az ablak közepéhez rendelnénk. Fenti példánkban a 8 lépcsőfokot elfoglaló 16 utason toljuk végig az ablakfüggvényt, és az egyszerre 5 lépcsőt látó ablakkal számított mozgó átlagokat mérhetjük – mivel a mérés csak ezeket „látja” –, az egyes lépcsőkön lévő létszámot nem. A mérés eredményét a következőképpen írhatjuk fel az idő függvényében. Jelentse az egyes lépcsőfokokon haladó utasok számát a $T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6, T_7, T_8$ jelsorozat. Az első nemzérus mérési eredmény akkor jelentkezik, amikor az ablak „széle” rátolódik az első lépcsőre, majd ezt követően minden másodpercrek megfelelően eggyel tovább tolva, mindig eggyel több lépcső kerül be az átlagolásba. Ha az ablak által látott lépcsők száma eléri az ötöt, utána kikerül a mérésből a T_1 , majd a T_2, T_3 , és így tovább. Amikor az ablakot teljesen végigtoltuk a lépcsőkön, utána ismét zérus a mérés eredménye. (Az áttekinthetőség kedvéért az alábbiakban az ablakfüggvény szorzótényezői **vastag számok**.)

$$\begin{aligned}
 T_1 \cdot 0,1 + T_2 \cdot 0 + T_3 \cdot 0 + T_4 \cdot 0 + T_5 \cdot 0 + T_6 \cdot 0 + T_7 \cdot 0 + T_8 \cdot 0 &= 0,1 \\
 T_1 \cdot 0,2 + T_2 \cdot 0,1 + T_3 \cdot 0 + T_4 \cdot 0 + T_5 \cdot 0 + T_6 \cdot 0 + T_7 \cdot 0 + T_8 \cdot 0 &= 0,4 \\
 T_1 \cdot 0,4 + T_2 \cdot 0,2 + T_3 \cdot 0,1 + T_4 \cdot 0 + T_5 \cdot 0 + T_6 \cdot 0 + T_7 \cdot 0 + T_8 \cdot 0 &= 1,2 \\
 T_1 \cdot 0,2 + T_2 \cdot 0,4 + T_3 \cdot 0,2 + T_4 \cdot 0,1 + T_5 \cdot 0 + T_6 \cdot 0 + T_7 \cdot 0 + T_8 \cdot 0 &= 2,1 \\
 T_1 \cdot 0,1 + T_2 \cdot 0,2 + T_3 \cdot 0,4 + T_4 \cdot 0,2 + T_5 \cdot 0,1 + T_6 \cdot 0 + T_7 \cdot 0 + T_8 \cdot 0 &= 2,9 \\
 T_1 \cdot 0 + T_2 \cdot 0,1 + T_3 \cdot 0,2 + T_4 \cdot 0,4 + T_5 \cdot 0,2 + T_6 \cdot 0,1 + T_7 \cdot 0 + T_8 \cdot 0 &= 2,8 \\
 T_1 \cdot 0 + T_2 \cdot 0 + T_3 \cdot 0,1 + T_4 \cdot 0,2 + T_5 \cdot 0,4 + T_6 \cdot 0,2 + T_7 \cdot 0,1 + T_8 \cdot 0 &= 2,3 \\
 T_1 \cdot 0 + T_2 \cdot 0 + T_3 \cdot 0 + T_4 \cdot 0,1 + T_5 \cdot 0,2 + T_6 \cdot 0,4 + T_7 \cdot 0,2 + T_8 \cdot 0,1 &= 1,8 \\
 T_1 \cdot 0 + T_2 \cdot 0 + T_3 \cdot 0 + T_4 \cdot 0 + T_5 \cdot 0,1 + T_6 \cdot 0,2 + T_7 \cdot 0,4 + T_8 \cdot 0,2 &= 1,2 \\
 T_1 \cdot 0,1 + T_2 \cdot 0 + T_3 \cdot 0 + T_4 \cdot 0 + T_5 \cdot 0 + T_6 \cdot 0,1 + T_7 \cdot 0,2 + T_8 \cdot 0,4 &= 0,8 \\
 T_1 \cdot 0,1 + T_2 \cdot 0 + T_3 \cdot 0 + T_4 \cdot 0 + T_5 \cdot 0 + T_6 \cdot 0 + T_7 \cdot 0,1 + T_8 \cdot 0,2 &= 0,3 \\
 T_1 \cdot 0,1 + T_2 \cdot 0 + T_3 \cdot 0 + T_4 \cdot 0 + T_5 \cdot 0 + T_6 \cdot 0 + T_7 \cdot 0 + T_8 \cdot 0,1 &= 0,1
 \end{aligned}$$

Vegyük észre, hogy méréssel csak a mozgó súlyozott átlagot látjuk, hiszen a $T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6, T_7, T_8$ jelsorozatot a mérésből nem ismerjük. (Ha ismernénk, nem kellene mérnünk. Fenti példánkban azt csak azért tettük ismertté, hogy lehessen látni az átlagolás hatását.) Hogyan juthatunk hozzá ehhez az „igazi”, torzítatlan jelsorozathoz? Meg kell hozzá oldani a felírt egyenletrendszer, amiből az is látszik, hogy

igazából négyet el is hagyhatnánk belőle, mert a 8 ismeretlen T érték 8 egyenletből meghatározható. A baj azonban az, hogy az egyenletek túlságosan hasonlítanak egymásra, ami miatt azoknak több megoldása is lehet, még ha nagyon pontosak is a mérési eredmények. Ha azonban a méréseknek hibája is van, akkor nagyon sok, általában végtelen számú megoldás létezik. (Ezt pl. úgy lehet elképzelni, hogy a szomszédos T értékek váltakozva hol igen nagyok, hol igen kicsik. Ez az ingadozás az átlagolás miatt eltűnik, és eredményként végtelen sok jelsorozat ugyanazt a 12 átlagos értéket adja az idő függvényében.)

A matematika nyelvén a mozgó átlag képzését *konvolúciónak* nevezik. A mérendő T jelsorozat és az A ablakfüggvény esetén így a fenti 12 egyenlet helyett egyszerűen írhatjuk az azokat szimbolizáló $T * A = K$ alakot, ahol K a mért jelsorozat (a mozgó átlag). Szokás ezeket a jelsorozatokat *tárgyfüggvénynek*, *ablakfüggvénynek* és *képfüggvénynek* is nevezni. Ez arra utal, hogy az éles „tárgyat” csak torzított „kép” alakjában látjuk az „ablakon” keresztül. A továbbiakban ezeket az elnevezéseket használjuk.

Amint láthattuk, a konvolúció egy olyan művelet, amelynek során csak mozgó átlagot látunk, ami eltorzítja a képet. Ha ebből a képből vissza szeretnénk állítani az eredeti tárgyat, akkor a konvolúció inverz (fordított) műveletét kell elvégeznünk: a képfüggvényből (az ablakfüggvény ismeretében) visszaállítani a tárgyfüggvényt. Amint azonban a példából is látszott, ez nem egy egyszerű művelet, mint ahogy pl. a szorzás inverz művelete az osztás. Ehelyett egy (rosszul viselkedő) egyenletrendszert kell megoldani. Az inverz műveletek mintájára azonban ennek az eljárásnak is van egy egyszerű neve: *dekonvolúció*, azaz a konvolúció „visszafordítása”. Ha tehát csak konvolúción keresztül tudunk mérni egy jelsorozatot, akkor az eredeti, torzítatlan jel visszanyeréséhez dekonvolúciót kell végeznünk. Azt is láttuk viszont, hogy a dekonvolúció eredménye akár végtelen sok különböző képfüggvény is lehet.

Na de miért is kell konvolúciót mérni? Ilyent csak akkor teszünk, ha máshogy nem tudjuk megmérni az adott jelsorozatot. (A fenti példában, amikor mérleggel mérünk pl. azért nem, mert egyetlen lépcsőn töltött idő a mérleg tehetetlensége miatt nem elég ahhoz, hogy meg tudjuk mérni a rajta túl gyorsan megjelenő és eltűnő tömeget.) Nyilván kitalálta az olvasó, aki eddig eljutott, hogy a molekulák viselkedésében is lehet

valami nagyon gyors dolog, ami miatt csak konvolúcióval torzítva tudjuk nyomon követni viselkedésüket a kémiai reakciók során. Nézzük most ennek az okait. Amint a bevezetőben említésre került, a molekulák nagyon gyorsan mozognak, és nagyon sokan vannak. A kémiai reakció során az atommagoknak kell más elrendeződést felvenni, azaz jelentősen elmozdulni. Az atommagok tehetetlensége kicsi, ezért elmozdulásuk gyors. Stabilis molekulákban ez a periodikus mozgás éppen a rezgési frekvenciáknak felel meg. Amint a bevezetőben olvasható, a molekulák másodpercenként kb. néhányszor 10^{14} rezgést végeznek, ennek megfelelően 10^{-15} másodperc (femtoszekundum; fs) egységben kifejezve kb. 10 és 100 fs közötti idő szükséges a molekulák átrendeződéséhez; a régi kötések felszakadásához és az újak kialakulásához. Az időmérést mostanában elektronikus rezgőkörök rezgéseinek számlálásával végezzük. Kvarckristállyal működő digitális óráinkban ez a rezgésszám kb. 1 kHz, azaz másodpercenként 1000 rezgés. Ezzel legfeljebb 0,001 másodperc időtartamot tudunk mérni. A leggyorsabb rezgéseket, amit időmérésre tudunk használni, számítógépeink processzorai végzik. Ezek közül a leggyorsabbak mostanában kb. 10 GHz frekvenciájúak, ami azt jelenti, hogy 10^{-10} másodperc alatt rezegnek egyet. Ennek megfelelően legfeljebb 0,1 nanoszekundum ($0,1 \times 10^{-9}$ másodperc) rövidségű időtartam mérhető velük. A 10 fs ennek 100 000-ed része, ezért ez nem jöhet szóba időmérésként. A megoldást a fény kínálja: közel 300 000 km/s sebességével 1 fs alatt 0,3 mikrométert ($0,3 \mu\text{m}$) tesz meg. Ez azt jelenti, hogy ha a reakciót elindító és annak előrehaladását mérő fényimpulzusok között 0,3 μm a fényút-különbség, akkor azok időben éppen 1 fs különbséggel követik egymást. Ezt az útkülönbséget egy tükör megfelelő elmozdításával pontosan be lehet állítani, így elérhető az 1 fs időfelbontás. Természetesen ehhez elég rövid fényimpulzusokra is szükség van.

Ugyan rövid fényimpulzusok előállítása impulzuslézerekkel ma már megoldott, de alkalmazásuknak határt szab egy természeti törvény, a *Heisenberg-féle határozatlansági reláció*. Eszerint a fényimpulzust alkotó fotonok energiája és az impulzus időbeli kiterjedése között érvényes az alábbi összefüggés:

$$\Delta E \Delta t \geq \frac{1}{2} \frac{h}{2\pi}$$

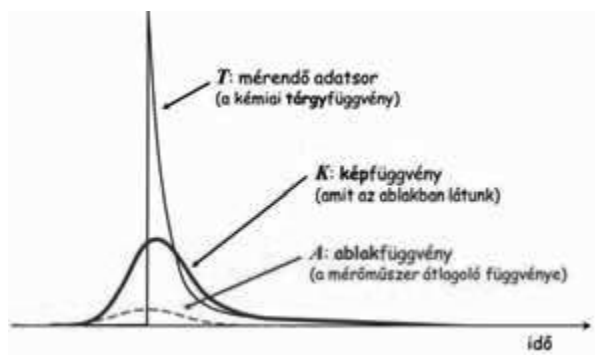
A képletben ΔE a fotonenergia-eloszlás szélessége, míg Δt az impulzus időbeli kiterjedésének szélessége. A jobb oldalon szereplő h a *Planck-állandó*, amelynek értéke $6,626 \cdot 10^{-34}$ J·s. Eszerint az energia kiszélesedésének mértéke fordítottan arányos az időbeli szélességgel; minél kisebb a fényimpulzus kiterjedése időben, annál kiterjedtebb az abban haladó fotonok energiatartománya. Ha ezt kb. 520 nm hullámhosszú, zöld színű látható fényre vonatkoztatjuk, akkor a hullámhosszban fellépő kb. 10 nm kiszélesedésnek kb. 100 fs időbeli impulzusszélesség felel meg.¹ Mivel a reakció indítása is, de még inkább a molekulák reakció közben történő változásának nyomon követése igen pontos energiát (azaz fényhullámhosszat) igényel, ezért nem nagyon lehet 100 fs-nál rövidebb impulzusokat alkalmazni erre a célra, mert akkor a fotonok energiája nem lenne elég pontos. (Itt érdekes az, hogy a molekulák nagyon sokan vannak, és a lézerimpulzus közülük csak kevésben indítja el a reakciót. Ezt a keveset kell megkülönböztetni a rengeteg többitől, ami pontos energiát kíván meg.)

Adva van tehát egy olyan folyamat – a molekulák átalakulása más molekulákká –, ami 100 fs nagyságrendű idő alatt játszódik le, valamint két fényimpulzus, aminek segítségével ezt a folyamatot akarjuk nyomon követni, de a fényimpulzusok szélessége is 100 fs nagyságrendbe esik. Szerencsére a konvolúciónak van egy jó tulajdonsága, a *kommutativitás*. A szorzáshoz hasonlóan ennél a műveletnél is mindegy a sorrend, ha pl. három függvény konvolúciójáról van szó. Így megtehetjük azt, hogy először a reakciót elindító „ablakfüggvényt” (A_1) konvolváljuk a termékek viselkedését mérő „ablakfüggvénnyel” (A_2), majd az eredményt konvolváljuk a termékek viselkedését visszatükröző jelsorozattal. Ez a jelsorozat lehet az átalakuló molekulák fényelnyelése a mérő impulzusból, vagy a mérő impulzus által gerjesztett molekulák fénykibocsátása. Az egyszerűség kedvéért a két ablakfüggvény konvolúciójából előálló „eredő ablakfüggvényt” tekintsük a továbbiakban a mérés során alkalmazott egyetlen ablakfüggvénynek:

$$A_1 * T * A_2 = A * T = K$$

¹ A fény E energiája a ν hullámhossz függvényében $E = h\nu$, amit kifejezhetünk a c fénysebességgel és a λ hullámhosszal $E = hc/\lambda$ alakban is.

Ezzel a jelöléssel elérkeztünk a mérés során fellépő torzítás értelmezéséhez. A továbbiakban még egy egyszerűsítést alkalmazunk; mivel a mérések során elvileg akármilyen kis időközökre bonthatnánk a jelsorozatokot (már amit a fényűtkülönbség beállításának pontossága megenged), ezért a jelsorozat pontjai helyett csak az azokat összekötő görbét rajzoljuk a diagramokba. Így pl. egy széteső molekula bomlása közben mérhető, monoton csökkenő jelsorozat példáján a femtoszekundum időfelbontású mérést a 4. ábrával szemléltethetjük.



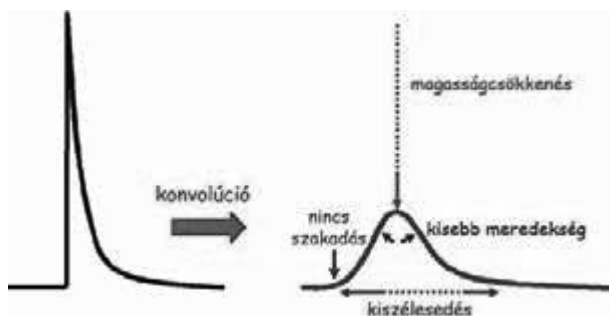
4. ábra

A 4. ábrán látható, hogy a fent felsorolt okok miatt a molekulákban lévő kötések felszakadását és az új kötések kialakulását közvetlenül nem, csak az ablakfüggvény átlagoló torzításán keresztül tudjuk megmérni. Ha a molekuláris átrendeződés időbeli lefolyását – az „igazi” tárgyfüggvényt – szeretnénk megismerni, dekonvolúciót kell végeznünk, azaz megoldani a konvolúciót leíró egyenletrendszer. Mivel a mérések során mindig fellép valamilyen véletlen (ingadozásszerű) hiba is, ezért eleve reménytelen a szokásos matematikai módszerek alkalmazása, mert azok végtelen sok megoldást eredményezhetnek. Vannak olyan módszerek is, amelyek a megoldás során megpróbálják az eredményt valamilyen korlátok között tartani, de ennek az az ára, hogy belevisznek valami olyan torzítást, amely eleve nem engedi meg a helyes, teljesen torzítatlan megoldást eredményként. (Erről angol nyelven részletesen lehet olvasni jelen cikk szerzőjének munkájában [6]).

A „korlátok között tartás” egyik érdekes és nagyon hatékony lehetősége a jó megoldások *tenyésztése*, amely az állatok, ill. növények nemesítésének eljárását utánozza: kiválasztja a jobbaknak bizonyuló megoldásokat, és azokat engedi tovább „szaporodni”. Azokat a módszereket, amik eszerint működnek, *evolúciós algoritmusoknak* szokás nevezni. Ezeknek több változata is van, amik közül az egyik leggyakrabban alkalmazott módszer a *genetikus algoritmus*. A továbbiakban ezzel foglalkozunk. Mielőtt a konkrét probléma megoldásával foglalkoznánk, röviden áttekintjük, hogyan is működik egy genetikus algoritmus. Az eredeti ötlet evolúcióbiológusoktól származik, akik az evolúció számítógépes modellezésére használták a módszert. Létrehoztak egy *kezdeti génállományt*, ami minden egyed esetén kissé különböző volt a többiekétől. Az egyedeknek ebből a genomjából létrehozták magukat az élőlényeket, majd megmérték mindegyiknek az életképességét, azaz *fitneszt*. A továbbiakban az egyedeket fitneszüikkel arányos valószínűséggel válogatták ki szaporodásra. A kiválasztott szülők génállományát *keresztelték*, majd az így kialakuló genomot még *mutációnak* vetették alá, aminek során véletlenszerűen megváltoztattak néhány gént. A mutáción is átesett utódok alkották a következő generációt, akikkel ismét végrehajtották ezt a „szaporítási” folyamatot. (A szülők vagy „kihaltak”, vagy a leg fittebbet közülük megtartották az új generációban is – ami garantálta, hogy biztosan nem romlott az új generáció legjobb egyedének fitnesze. Ennek a szülőmegtartásnak a neve az *elitizmus*.) A tenyésztés során így az egyedek fitnesze sosem romlott, de gyakran javult. Amikor a megfelelő fitneszt (a kívánt tulajdonságú egyed) elérték, akkor volt vége a tenyésztésnek. Amint látható, az eljárásban két kulcsprobléma merül fel. Az egyik a *kezdeti populáció* kialakítása (a „teremtés”), a másik az evolúció során alkalmazott evolúciós műveletek (kiválasztás, keresztezés és mutáció) módszereinek megválasztása.

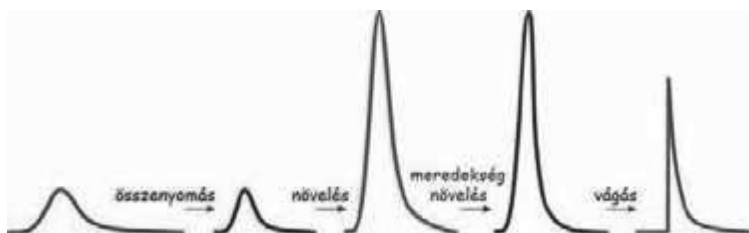
Térjünk át most a genetikus algoritmus alkalmazására a dekonvolúció elvégzése céljából. Foglalkozzunk először a kezdeti populáció létrehozásával. A genetikus algoritmusok alkalmazása esetén a leggyakrabban teljesen véletlenszerűen állítják össze a kezdeti populációt. Az rögtön kiderül, hogy dekonvolúciós célokra ez alkalmatlan; a megoldás „kordában tartását” semmiképpen nem szolgálja, pedig ez a fő feladat. Ha viszont megfigyeljük, milyen változásokat okoz a mozgó átlagolás (a konvolúció) a tárgyfüggvényben,

akkor kiindulhatunk a képfüggvényből, és azt úgy változtathatjuk, hogy jobban hasonlítson a konvolúció előtti, torzítatlan alakjához. Ebből az is következik, hogy célszerű a génállomány szerepében eleve egy megoldásfüggvény-jelölt adatsort használni, mint a lehetséges torzítatlan tárgyfüggvény valamilyen közelítését. Ennek kialakításához tekintsük az 5. ábrát, amin nyomon követhetjük a konvolúció torzító hatását.



5. ábra

Az ábrán feltüntetett hatásokat kell „visszaalakítani”, azaz a mért képfüggvényen a 6. ábrán látható változtatásokat kell végrehajtani. Észrevehetjük, hogy a kezdeti populáció 6. ábrán vázolt „teremtésével” valóban közelebb juthatunk a dekonvolúció megvalósításához, a képfüggvényből a kevésbé torzított változatok létrehozásához.



6. ábra

Hogyan lesz az ábrán látható eljárás eredménye több változat? Az összenyomás, a jelmagasság és a meredekség növelése, valamint a vágás

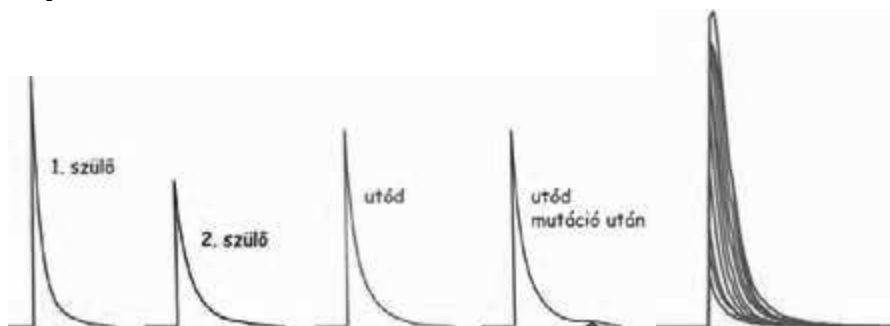
helyének kiválasztása tartalmaz *véletlen hatásokat* is, így a kezdeti populáció egyedei valamelyest különbözni fognak egymástól.

A fenti eljárás viszont nem fordít arra figyelmet, hogy a kezdeti populáció egyedei megfeleljenek annak az elvárásnak, hogy ha őket az *A* ablakfüggvénnyel konvolváljuk, akkor *pontosan* a képfüggvényt kell visszakapnunk. Az evolúció – az egymást követő generációk tenyésztése – éppen ezt a célt szolgálja: azokat az egyedeket részesíti előnyben a szaporodásra nagyobb valószínűséggel, akik jobban teljesítik ezt a feltételt. Vizsgáljuk meg az egyes evolúciós műveleteket ennek során.

Először az adott generáció egyedeinek fitnessét kell kiszámítani. Ez úgy történik, hogy mindegyiket konvolváljuk az ablakfüggvénnyel, majd a konvolvált jelsorozat minden pontját összehasonlítjuk a megfelelő képfüggvény-ponttal. A pontonként képezett eltérések négyzetének összege mutatja meg a különbség mértékét a két jelsorozat között. (Azért a négyzete, hogy a pozitív és negatív különbségek egyaránt növeljék ezt az eltérést.) Ennek az összegnek a reciprok értéke pl. annál nagyobb, minél kisebb az eltérés, így ez egy jó fitness-mérő szám. Az egyedekből a fitnesszel arányos valószínűséggel kiválasztunk két szülőt, akik keresztezésével megkapjuk az utódjukat. Ez a keresztezés úgy történik, hogy a két jelsorozat megfelelő pontjainak *átlaga* lesz az utód-jelsorozat adott pontja. Ezután következik a mutáció. Hogy az ne „hullámoztassa meg” nagyon a jelsorozatot, ezért az átlag-utód jelsorozatához egy viszonylag hosszú, sima, kis magasságú (vagy mélységű) jelsorozatot adunk hozzá. Ennek magasságát és hosszúságát véletlen számok határozzák meg, ettől alakul véletlenszerűen a végleges utód jelsorozata. Miután elegendő számú utódot hoztunk így létre, hozzájuk adjuk a szülők legfittebb egyedét, a többi szülő-jelsorozat pedig törlődik. A szaporítást az így kapott generációval megismételjük. Az eljárást addig folytatjuk, amíg a legnagyobb fitnessű jelsorozat és a képfüggvény közötti eltérések négyzeteinek összege kisebb lesz egy előre meghatározott küszöbértéknél.

A tenyésztésbe beépíthetünk további korrekciókat is. A 4–5–6. ábrán szereplő, szakadással induló tárgyfüggvény esetén pl. a kezdeti populációban jónak talált szakadási helyet nem engedjük megváltoztatni. (Ehhez persze jól kell azt az elején megválasztani, amit egy előzetes „próbatenyésztés” eredményeire alapozva tehetünk meg.)

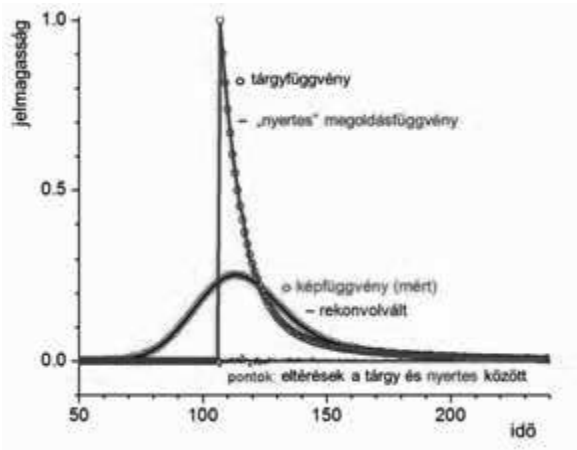
Nézzük meg a 7. ábrán, hogyan alakul ki egy új jelsorozat egy generáció szaporítása során.



7. ábra

A mutáció előtt létrehozott utód a két szülő pontonkénti átlaga. A mutáció ezen úgy változtat, hogy – az ábrán egy pozitív értékekből álló, azaz felfelé módosító – sima görbét ad hozzá a nyíllal jelölt helyen. A mutációt azonban véletlen számok irányítják, így lehet negatív korrekció is, amelynek magassága (mélysége) és szélessége is véletlen számoktól függ. Az így létrehozott egyedek egymástól is, szüleiktől is különböznek. Mutáció nélkül nem tudnak ugyan sem kisebbek, sem nagyobbak lenni a szülőknél (mivel átlaguk szükségképpen a kettő között marad), de a mutáció a véletlen változtatások miatt akár nagyobb, akár kisebb utódot is eredményezhet a szülőknél. A 7. ábra jobb szélén egy lehetséges generációt láthatunk.

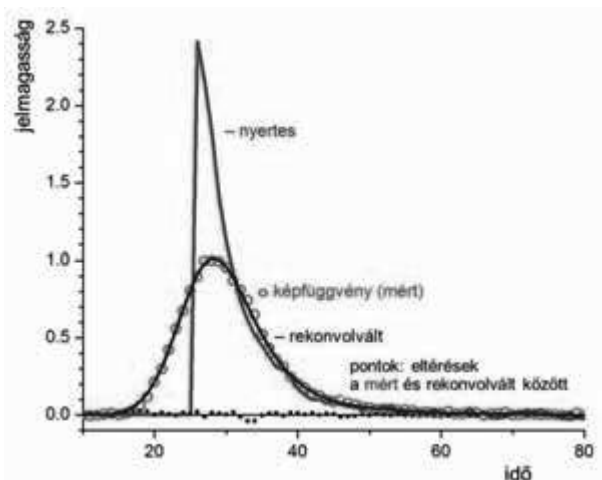
A genetikus algoritmusok teljesítőképességét úgy lehet megítélni, hogy számítógéppel előállítunk egy jelsorozatot, amit tárgyfüggvényként kezelünk, és konvolváljuk egy adott ablakfüggvénnyel. Az így kapott képfüggvényt aztán dekonvolváljuk az algoritmus használatával. A kapott dekonvolvált jelsorozat összehasonlítása az eredeti tárgyfüggvénnyel megmutatja a módszer jóságát. (Ezt az eljárást szokás *validációnak*, azaz a módszer érvényességét bizonyító eljárásnak nevezni.) A 8. ábrán ennek az eljárásnak a részletei láthatók.



8. ábra

Az ábrán a kiindulási tárgyfüggvényt pontonként, üres fekete körökkel tüntettük fel. Ebből képeztük a pontonként lila körökkel rajzolt szintetikus képfüggvényt, amit dekonvolúciónak vetünk alá. A genetikus algoritmus során „nyertes” (az eljárás végén a leg fittebb) megoldásfüggvényt a piros vonal mutatja, amin látszik, hogy torzítatlanul követi a fekete köröket. Ennek a rekonvolt (újra konvolt) változata a folyamatos kék vonal. A tárgy és a nyertes közötti eltéréseket kis piros pontok jelzik. Jól látható, hogy azok csak kissé és véletlenszerűen térnek el zérustól, ami a pontos megoldásra utal. (Az eltérések oka az, hogy a szintetikus tárgyfüggvényhez adtunk egy kis véletlen hibát is, a valódi mérés utánzása céljából.) Az ábráról megállapíthatjuk, hogy a tárgyfüggvény ismerete nélkül azt nagyon pontosan megtalálta a genetikus algoritmus.

A validálást követően valódi kísérleti adatokkal is elvégezhetjük a dekonvolúciót. Egyik ilyen vizsgálathoz a 9. ábrán lila körökkel berajzolt mért jelsorozatot használtuk, amelyet dezoxi-adenozin-foszfát (a DNS molekula egyik monomer nukleotidja) gerjesztését követően kialakuló molekulák fluoreszcencia-lecsengésének mérése során kaptak egy francia laboratóriumban.



9. ábra

A gerjesztés során képződött molekuláktól az várható el, hogy a fluoreszcencia hirtelen felugrással kezdődik, és monoton lecsengéssel folytatódik. Ezt a tendenciát sikerült egészen jól visszaadni, miközben a dekonvolvált (nyertes) jel maximuma közel a mért jel 2,5-szeresére emelkedett. A felutás itt is lépcsőszerű, és nem jelentkeznek nagyobb hullámzások sem a dekonvolvált jelben.

Az ábrán a piros vonal a dekonvolvált megoldásfüggvényt mutatja, a folyamatos kék vonal pedig ennek a rekonvolvált (újra konvolvált) változata. A mért és a rekonvolvált jelsorozatok közötti eltéréseket kis kék pontok jelzik. Látszik, hogy az eltérések kicsik és véletlenszerűek. (Ebben az esetben természetesen nem tudjuk kiszámítani a nyertes eltérését az ismeretlen tárgyfüggvénytől.)

Az itt leírt dekonvolúciós eljárás nemcsak ultragyors folyamatok eredményeire alkalmazható. A különböző spektrumokban megjelenő sávok is értelmezhetők spektrumvonalak kiszélesedéseként, ami ugyancsak leírható konvolúcióval. Hasonló tulajdonságúak a különböző kromatogramokban megjelenő, kiszélesedett csúcsok is. De nemcsak a kémiai gyakorlatban fordul elő olyan eset, ahol konvolúció eredményeként lehet leírni valamely jelet. Pl. torzított hangfelvételek helyreállításakor is kiválóan alkalmazható a dekonvolúció. Az eljárás kétdimenziós, síkon történő általánosításával életlen képek is

hatékonyan élesíthetők. Érdemes tehát tudni róla, hogy a mozgó átlaggal leírható, gyakran előforduló mérési eredményeket hogyan lehet megszabadítani a konvolúció okozta torzítástól.

Hivatkozások

- [1] www.chem.elte.hu/w/pr/alkimia_2008_2009/alkimia_Keszei.wmv
- [2] www.chem.elte.hu/w/pr/alkimia_2008_2009/alkimia_Keszei.pdf
- [3] Keszei Ernő: Molekulák viselkedése reakció közben: a kísérleti megfigyelés korlátai és azok meghaladása, Természet Világa, 140. évfolyam, 5. szám, 2009. május;
www.termeszetvilaga.hu/szamok/tv2009/tv0905/keszei.html
- [4] Bajomi Bálint: Interjú Keszei Ernővel. Élet és Tudomány, 2016. október 12.;
www.eletestudomany.hu/a_molekulak_ultragyors_viselkedese
- [5] Ahmed Zewail: Femtochemistry. Atomic-scale dynamics of the chemical bond using ultrafast lasers. Nobel lecture, December 8, 1999; www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1999/zewail-lecture.pdf
- [6] Ákos Bányász, Ernő Keszei: Model-free deconvolution of femtosecond kinetic data, *J. Phys. Chem. A*, **110**, 6192-6207 (2006)

Mi lett belőled ifjú vegyész? – Pál András, csillagász, Lendület-csoportvezető

Mikor nyertél vagy értél el helyezést kémiai versenyeken?

1999, bangkoki diákolimpia, az előtte levő években ('98, '99) OKTV, azt megelőzően ('96, '97) pedig Irinyi.

Ki volt a felkészítő tanárod? Hogyan gondolsz vissza rá?

Nadrainé Horváth Katalin (budapesti Eötvös József Gimnázium). Nagyon jó tanárunk volt, nemcsak szakmai szempontból. Azt a fajta nyitottságot, ami szerintem nagyon fontos a kutatói létformához is, tőle tanultuk.

Milyen indíttatásból kezdtél el a kémiával komolyabban foglalkozni?

Nagyon jó tanárunk volt :) Az általános természettudományos érdeklődésen felül ez fontos szempont volt.

Ismerted-e diákkorodban a KÖKÉL-t?

Ismertük, persze.

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

Gimnázium alatt még matematikai illetve fizikai versenyeken (OKTV-k, előtte pedig Arany Dániel, Mikola Sándor...) indultunk. Ezekben általában a döntőikig sikerült is eljutnunk (többünknek is, akikkel egy csoportban voltunk a gimnáziumban), azonban a kémiához (Irinyi, OKTV) hasonló jó eredményeket nem sikerült elérni.

Hozzásegítettek-e a pályaválasztásodhoz a versenyeken elért eredmények?

Természetesen közvetve igen.



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

Végzettség szerint fizikus (részecskefizika szakiránnyal) és csillagászat. Jelenleg ez utóbbi területen dolgozom, leginkább azon belül is műszaki-műszerfejlesztési illetve szoftveres (adatfeldolgozás, algoritmusok, vezérlőrendszerek) területen. A fizika anno, gimnázium alatt egy fokkal „általánosabb” választásnak tűnt a természettudományok területein belül, melyből későbbi specializációval még „bármivé” lehetett válni. Végül a részecskefizika, ill. az asztrofizika győzött.

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

Kémikus nincs, mostanában már a kémia felé inkább az érdeklődés mintsem a naprakész, aktuális dolgok ismerete a jellemző... Ettől függetlenül persze az érdekesebb híreket, eredményeket a mai napig figyelem és (például) a mostani, 2016-os Nobel-díj kapcsán is jó volt felidézni a korábban tanultakat – a molekuláris gépeknél bemutatott reakciók, eljárások teljes mértékben ismerősek voltak.

Mit üzensz a ma kémia iránt érdeklődő diákoknak?

Maradjanak nyitottak, a kémián belüli szakterületek között is, meg kicsit tágabb értelemben is, mármint ami a kapcsolódó természettudományokat illetik. A túlzott, egy adott területre fókuszáló specializáció (szerintem legalábbis) egy kutatási vagy kutatás-fejlesztési munka során hosszú távon nem biztos, hogy célravezető.

Mi a hobbid – a kémián kívül?

Igen, most már a területváltás miatt a kémia is hobbi leginkább, de abban a szerencsés helyzetben lehetek, hogy a mostani munkámra (ld. fentebb) is tudok hobbiként tekinteni – mint ahogy a környezetünkben sokak. Emellett persze a szabadidőt próbálom minél aktívabban eltölteni (mászás, hegymászás, túrázás, futás...), ebben az is segít, hogy a kutatási, kutatás-fejlesztési projektek még mindig könnyen, nagy részben szabad időbeosztással végezhetőek.

Mestersége kémiatanár – Szalay Luca

Bemutakozás

Dr. Szalay Luca 1963. augusztus 11-én született Mezőkövesden. Az egri Szilágyi Erzsébet Gimnázium kémia tagozatos osztályában 1981-ben tett érettségi vizsgát. Az Eötvös Loránd Tudományegyetem (ELTE) Természettudományi Kara (TTK) vegyész szakának gyógyszerkutató szakirányán diplomázott 1986-ban, majd a Gyógyszerkutató Intézetben preparatív kémikusként dolgozott. 1990-ben iker fiai születtek, s a velük otthon töltött évek alatt elvégezte az ELTE TTK kémia kiegészítő tanári szakát. 1994-2006 között a Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Vegyipari, Környezetvédelmi és Informatikai Szakközépiskolában volt kémiatanár. 2006-ban az ELTE TTK Kémia Doktori Iskolájában szerzett PhD fokozatot, és utána lett az ELTE Kémiai Intézetének szak módszertanos oktatója. 2011-től 2016-ig a Magyar Kémikusok Egyesülete Kémiatanári Szakosztályának elnöke, és a KÖKÉL szerkesztőbizottságának tagja volt. 2016-ban elnyerte az ELTE TTK-n a „Mikola Sándor Katedra birtokosa” címet. Angol férje, Ken Gadd saját hazájában (a szintén kémiából szerzett PhD után) sikeres kémiatanárként, tanterv- és tananyagfejlesztőként, illetve egy nagy college igazgatóhelyetteseként dolgozott. Ken már átadta a természettudomány-oktatást támogató kis cége vezetését is a következő generációnak, így sok időt tud Magyarországon tölteni. Luca fiai – Csanád és Zsombor – mindketten elismert, és a munkájukat szerető informatikusként dolgoznak, nagy multinacionális vállalatoknál. Luca édesanyja sajnos 30 évvel ezelőtt meghalt, de édesapja második feleségével jelenleg is szülőfalujában (a festői szépségű Kácson) él, ahol szerencsére sok időt tud együtt tölteni a család.



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

Általában megfelelni igyekvő, szorgalmas gyerek voltam (már csak vallásos neveltetésem okán is), de nagyszájú és kotnyeles kislány, aki ezzel azért elég sokszor kihúzta a tanároknál a gyufát. Egyszer még körmöst is kaptam (ha jól emlékszem általános iskola második osztályában, amikor a velünk együtt tanuló negyedikeseknek szánt kérdésre bekiabáltam a választ). Szintén alsó tagozatban volt egyszer intőm is, de akkor nem nagyon értettem, hogy miért. Ugyanis úgy éreztem, semmi rosszat nem tettünk azzal, hogy az iskola melletti, nem elkerített, érdekes alakú lakatlan villa telkén játszottunk. Persze, az nyilván nem az iskolához tartozott, így nem lett volna szabad oda mennünk, csak nem emlékeztem, hogy erre engem korábban bárki figyelmeztetett volna. Ezért aztán az intőt így utólag sem tartom pedagógiailag helyes döntésnek. Diplomaszerezésig két darab egyest kaptam összesen, mindkettőt 5. osztályban. Egyszer azért, mert elfelejtettem váltócipőt vinni a most technika tantárgynak nevezett gyakorlati foglalkozásra a kerti munkához, egyszer pedig otthon hagytam a biológiaórára gyökereztetett fűzfaágat. Lehet, hogy emiatt jegyzem be most szinte kényszeresen a legapróbb teendőimet is a naptáramba... Mindemellett többnyire kitűnő voltam az általános iskolában és már akkor is mindig találtam magamnak valami szerveznivalót (rajtitkár voltam és én szedtem össze a Pajtás újság előfizetői díját...). Szándékosan nem követtem el nagyobb rémtetteket, de harmadikos gimnazista koromban egyszer elárasztottuk a barátnőmmel az egész iskolát a ballagás napjára. Ugyanis díszítés közben az épület legfelső szintjén lévő laborban teleraktunk egy mosogatót orgonával, majd bedugaszoltuk, és megengedtük a csapot. Aztán (mivel a virágtól nem látszott, hogy folyik a víz) elfelejtkeztünk róla és úgy hagytuk egész éjszakára. Sose felejttem el viszont azt az érzést, amikor reggel ezzel költöttek föl a kollégiumban! Szegény negyedikesek abban az évben lavórok és vödrök, meg a mennyezetről csöpögő víz között szalalozva ballagtak...

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

25 éves koromig álmomban sem gondoltam, hogy kémiatanár leszek. A Magyar Kémikusok Lapjában 2014 őszén megjelent interjúban már

elmondtam, hogy a gének győztek... A rendszerváltás előtt ugyanis a következő generációkat nevelő tanárok templomba járása politikai szempontból elfogadhatatlan volt. Ezért mélyen vallásos édesanyám mindig azt mondta, hogy bármi lehetek, csak tanár ne. (Szüleim nagyon gerinces emberek voltak, akiket komoly fenyegetésekkel és anyagi következményekkel se lehetett soha eltéríteni se a templomba járástól, se az én hittanra való beíratásomtól. Pedig nagy nyomás nehezedett rájuk, mert a faluban az emberek tisztelték őket, és emiatt fontos volt, hogy mit tesznek. Ezért tartom ma is elfogadhatatlannak azt, ha valaki a vallásos meggyőződése vagy éppen annak hiánya miatt kerül hátrányba.) Nem is gondoltam azonban a tanárságra, mert kitűnő általános és középiskolai kémia tanáraim megszerettették velem a kémiát, és középiskolában kémia versenyeken is voltak sikereim, tehát minden a vegyész pályára predesztinált. Anyukám ugyan arról álmodozott, hogy gyógyszerész leszek, mert „a gyógyszerárban szép tisztaság, rend és meleg van”... Ő ugyanis védőnőként évtizedekig járta esőben, sárban, hóban, fagyban a falvakat és tanyákat. Középiskolai kémia tanárom viszont azt mondta, hogy a gyógyszerész csak egy „magasan kvalifikált eladó” (elnézést kérek a gyógyszerész képzettségű kémikusoktól!), így hát kutató vegyész lettem. Azonban úgy hozta az élet, hogy az első férjemmel Japánban töltött egy év alatt magyar nyelvet tanítottam több ismerősnek és barátnak is. Akkor jöttem rá (25 éves koromban!), hogy mennyire élvezem elmagyarázni azt, amit tudok, illetve kitalálni, hogyan lehetne elérni, hogy mások is megértsék. Ezért hazatérve már magától értetődő volt, hogy az első adandó alkalommal meg kell szereznem a kémia tanári diplomát. Ez akkor következett be, amikor az ikrek egyévesek lettek, és már volt elég szabadidőm arra, hogy mellettük tanuljak is.

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

Őszintén szólva, nem nagyon képzeltem el előre semmit. Hacsak azt nem, hogy (mivel az akkori férjem nagyon elfoglalt volt) majd a saját gyerekeimmel együtt sok időt fogok tölteni az osztályaimmal. Ez így is lett: rengeteg kirándulást, nyaralást, színház- és múzeumlátogatást, vetélkedőt és bulit szerveztem. Többször jöttek hozzánk a tanítványaim az obligát szerenádosásokon kívül is, palacsintát sütni, kerti partikra stb. Fiatal tanárként még egész éjszakákat képes voltam velük végig

beszélgetni. Később aztán sokféle projektet is koordináltam. Akkor már a magyar és külföldi kollégák is jöttek gulyáslevesre, meg a szerves laborból hozott etil-alkohollal nyakon öntött lángoló Gundel-palacsintára... Közben a kémiatanításba is belejöttem lassan – nagyon sokat tanultam a Petrikben dolgozó mintegy 20 kémiatanár kollégán kívül a saját tanítványaimtól is. Jó volt, hogy nem csak közoktatási kémiát kellett tanítanom, hanem biokémiát, fiz. kém.-et, környezetvédelmet, és az összes labort, sőt még angol szakmai kommunikációt is. Érvényesült a szinergia: a sokféle terület tananyaga kb. 5 év alatt egymást támogatva, nagyjából összeállt a fejemben. Utána már tudtam előre meg hátra (és oldalra is) utalni a tananyagban. Nagy öröm számomra, hogy még most is ugyanúgy élvezem, mint a kezdet kezdetén, ha főzés, takarítás vagy bármilyen más tevékenység közben eszembe jut egy jó gyakorlati példa vagy analógia, ami a kémia tanításához használható. Persze, azóta már a kollégáktól, a konferenciákról, az internetről és minden más lehetséges forrásból is ömlenek rám az ötletek, amiket csak rendszerezve el kell menteni, hogy szükség esetén megtaláljam őket.

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

Mester Juci nénit, az általános iskolai, és Irénke nénit (dr. Orosz Ernőné), a középiskolai kémiatanáromat nagyon tiszteltem, mert kitűnően tanították, magyarázták a kémiát, és engem nagyon jól tudtak motiválni is. Azóta azonban már azt is értem, hogy miért voltak még náluk is sokaknak komoly problémáik ezzel a tárggyal. Hiszen nem vagyunk egyformák, más-más adottságokkal születünk. Nekem óriási szerencsém volt, hogy a múlt század hetvenes éveinek Magyarországon egy lánynak már nem csak táncsal, énekléssel vagy festéssel, költéssel lehetett karriert csinálni, mint mondjuk egyes közép- vagy jelenkori keleti társadalmakban. Gésának vagy bajadérnak például pocskék lettem volna... Sokan vannak viszont, akik adottságaiknál fogva ezeknek a Gauss-görbéknek a szerencséesebbik felére esnek, de a matematikai-logikai és a természettudományos intelligencia területeik kevésbé fejleszthetők. Ezt nekünk, kémiatanároknak nehéz elfogadni, hiszen a szívünk csücske a kémia, amelyet többnyire értettünk és szerettünk már az iskolában is, hiszen épp azért lettünk kémiatanárok. Ahhoz, hogy beleéljük magunkat az ilyen tanítványaink helyzetébe, érdemes arra gondolni, milyen érzés volt, amikor egy egyetemi

előadáson elveszítettük a fonalat... Most már tudom (és a kémia tanár hallgatónak tanítom is), hogy ezért sok diáknak a hagyományostól eltérő motivációra, változatosabb módszerekre is szükségük van. Irénke néni viszont nem értette, hogy járhattam harmadikos gimnazista koromban egy olyan osztálytársammal, aki épp csak ketteske volt kémiaiából (és az is csak a velem való gyakorlás után). Ezt ő kémia tanárként szellemi *mésalliance*-nak tartotta, és ennek a véleményének hangot is adott, ami nekem akkor (fülig szerelmes fruskaként) rosszul esett. Ezért aztán nagyon igyekszem, hogy sose avatkozzam bele kéréstlenül a tanítványaim magánéletébe.

Ön szerint milyen a „jó” gyerek?

Szerencsére minden gyerek személyisége egyedi és megismételhetetlen, mert így kerek a világ. Ezért (mint ahogy tanárból is) gyerekből is végtelen sokféle „jó” van. Ugyanígy számtalan módon lehet egy viselkedésmód (de nem az egész gyerek!) elfogadhatatlan. Kétségtelenül könnyebb olyan diákkal dolgozni, aki felszív minden tudást, mint egy szivacs, pláne ha utána még kreatívan alkalmazza is a tanultakat. Azonban nagyon élvezetes (bár olykor pokolian nehéz) tud lenni a sokat kérdező, önállóan gondolkodó, erős egyéniségű, és ezért kevésbé befolyásolható, tehetséges diákkal való munka is.

Mit gondol, mitől jó egy kémiaóra?

Abban is szerencsém van, hogy elég sokat járom az országot-világot, és mindig igyekszem megismerni azzal, ki, mit és hogyan tanít kémiaiából. Szakmódszertanusként kutya kötelességem is ellesni és utána terjeszteni minél többféle oktatási és szemléltetési módszert. Ezt legalább annyira szeretem, mint magát a kémia tanítását. A mai fejemmel azt gondolom, hogy egy kémiaóra akkor jó, ha (mint az élet minden területén) megtaláljuk a helyes arányokat és az egyensúlyt. A jó kémiaórában van elég logikus, és szépen vezetett frontális tanári előadás, magyarázat ahhoz, hogy megadja az óra gerincét és a diákok megérthessék a kulcsfogalmakat, meg a közöttük lévő alapvető összefüggéseket. Azonban van benne elegendő, nagy tanulói aktivitásra teret adó rész is, amelyek során a diákoknak változatos tevékenységeket kell végezniük, egyedül, párban vagy csoportmunkában. Például modelleznek, rajzolnak, elemeznek, terveznek és (legalább alapszinten, lehetőleg a mindennapi életükhöz kapcsolódóan!) számolnak is. Egy

ilyen órán a tanár történeti vagy a hétköznapiakhoz kapcsolódó érdekességekkel és problémafelvetésekkel, időnként játékkal és versenyhelyzetbe hozva, máskor együttműködésre sarkallva motiválja a tanulókat. A kooperatív csoportmunka során ugyanis a diákok megtapasztalják az egymásra utaltság érzését, mert az ilyen feladatot kizárólag együtt képesek megoldani. Jó, ha erre is szoktatjuk őket, mert a felnőtt életükben ritkán fognak magányos farkasként vagy szuperhősként harcolni a világban. Közhely, hogy amikor lehetőség van rá, használni kell a modern infokommunikációs eszközöket is. Nem elsősorban azért, mert (az én generációmmal ellentétben) ez a mai gyerekeknek lételeme, hanem azért, mert olyan lehetőségeket ad a kezünkbe például a szemléltetés, a szervezés és a formatív értékelés terén, amelyeket a hagyományos módszerek nem biztosítanak. És legyen persze lehetőleg minden órán kísérlet valamilyen formában: tanári vagy tanulói, élő vagy felvételről, induktív vagy deduktív módon vezetett, receptszerű leírás alapján végzett vagy részben a tanulók által tervezett – a lényeg az, hogy szervesen kapcsolódjon a tananyaghoz. Maga a tananyag pedig ne legyen túlságosan elvont, absztrakt, száraz. Muszáj mindig meg is indokolnunk a diákoknak, hogy miért kell arról tanulniuk, amiről éppen szó van. Nagyon fontos ugyanis, hogy ők is lássák és megértsék a közelebbi és a távolabbi célokat. A módszereket pedig a körülmények függvényében, sőt az adott tanár személyiségéhez illesztve kell megválasztani. Ezért végtelen sokféle módon lehet jó egy kémiaóra, de ha a tanár maga is unja a saját óráját, az biztos jele annak, hogy az az óra nem jó...

Van kedvenc anyaga vagy kedvenc kísérlete? Miért éppen az?

Sose gondoltam egyik tananyagrésze sem úgy, mint a „kedvencemre”. Nagyon szerettem azonban biokémiát és a természetes szénvegyületek szerkezet-funkció összefüggéseit tanítani, Nagy kár, hogy a kis kémia óraszám miatt nem tudunk többet segíteni a biológiának ezeknek az összefüggéseknek a magyarázatában. Például szerintem az optikai izoméria ismeretének hiányában a fehérjék (és különösen az enzimek) működése nem érthető meg. Ha muszáj lenne a rengeteg, általam kedvelt kísérlet közül is kedvenct választani, akkor az valószínűleg az „égő kéz” lenne, de csak azért, mert azt a diákok is annyira szeretik. Még a hallgatók is úgy játszanak vele, mint a gyerekek, amikor (például a

Kutatók Éjszakáján) meggyújtom a kezükön a mosogatószeres vízből földgázzal fújt habot.

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

Mindenképpen az áltudományokat kifigurázó témát. Szerintem a szakmai utánpótlás-nevelésen kívül a természettudományos tárgyakat tanítók legfontosabb küldetése az, hogy felvegyék a harcot az interneten most már fénysebességgel terjedő, sötét szándékokkal létrehozott álhírekkel és spontán termelődő butasággal. Sajnos rengeteg, pénzlehúzásra való reklámot és önjelölt „természetgyógyász” nézeteket propagáló honlap van. Ezekről mindig lehet olyan részletet választani, amelyik az adott tananyagrészhöz passzol, és akár már az általános iskolában szerzett kémiatudással is könnyen cáfolható kijelentéseket tartalmaz. Ezek a szövegek ideális hibakeresési feladatok alapjául szolgálhatnak, sőt számolási feladatokat is lehet építeni rájuk. A diákok pedig (mint minden ember) imádják, ha bebizonyosodik, hogy más volt a buta...

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

Mondtam már többször, hogy szerencsés vagyok, ezért sok ilyen pillanat és esemény volt és van: a diákokkal, illetve a hallgatókkal való első találkozástól a jó eredményeiken és sikereiken át a búcsúzásig, majd azokig az alkalmakig, amikor már felnőttként (sokszor kollégaként) találkozunk. Néha egészen meglepődik az ember, mert olyan dolgokra emlékeznek, amelyekre én már nem, és olyasmik estek nekik jól, amikre én akkor nem is gondoltam. Persze, előfordult azért olyan is, hogy egy anyukától vádló hangú levelet kaptam a ballagás után, mert szerinte nem tettem meg mindent a fia előmenetelért. Egy másik mamával pedig kellemetlen telefonbeszélgetésem volt, mert úgy gondolta, nekem támogatni kellene inkább a fia továbbtanulási szándékait, s nem lebeszélni a srácot róla. Szép emlékek viszont a nagyobb pályázatok megnyeréséről kapott hírek, és pláne a projektek sikeres befejezése fölött érzett öröm és megkönnyebbülés is.

Hogyan látja a kémiaoktatás jelenlegi helyzetét?

Muszáj változtatni, mert ez az út a biztos csődbe vezet. Néhány kiemelkedően sikeres iskola és tanár erősen válogatott tanulói kívül már most is csak nagyon kevesen értik (és pláne szeretik!) a kémiát. Túl nagy és túl absztrakt a tananyag, amelyet a diákok túlnyomó része akkor se értene meg, ha egyszer újra lenne több kémiaóra. Ráadásul sajnos nyilvánvalóan nem lesz több idő a kémia tanítására, pedig sokan és sokat harcoltunk érte. Hallottam egyszer egy elméletet arról, hogy a volt szocialista országokban azért hanyatlak a valamikor remek természettudomány-oktatás színvonala, mert elmúlt a hidegháború, és a politikusoknak már nincs szüksége a fegyverkezési versenyben is használható, és az embargók hatását kiküszöbölni képes tudósokra... Ráadásul a mi generációnknak még csak kb. 20%-a ült a gimnáziumokban és mintegy 5-8%-a került be a felsőoktatásba. Nehezebb volt bejutni, ezért nagy általánosságban jobban meg is becsültük magunkat, többet lehetett követelni tőlünk. Azonban ezen már kár siránkozni, mert az idő kerekét nem lehet (és nem is kell) visszaforgatni. A mai fiataloknak ugyanis egy csomó más jó tulajdonsága és készsége van, ami viszont nekünk nem volt. Akárhogy is van, muszáj a pillanatnyi realitásokból kiindulni. Szerintem a mindenki számára kötelező órákon kizárólag a legalapvetőbb fogalmak és összefüggések hierarchikus rendszerének kiépítésére kellene koncentrálni. Csak annyi, minimálisan szükséges elméletet kellene tanítani, amellyel a diákok számára is releváns, érdekes hétköznapi jelenségek magyarázhatók, illetve az ezekhez kapcsolódó problémák megoldhatók. Nem kerülhető meg egy radikális tananyagcsökkentés. Már jelezték nekem, hogy idén újra Natot írunk, de a tantervrással (és főleg azok elfogadásával) kapcsolatban eddig sajnos elég sok rossz tapasztalatom van.

Mivel foglalkozik legszívesebben, amikor éppen nem dolgozik?

A családi és baráti összejöveleteken, valamint az olvasáson és az utazáson, illetve a nagy sétákon kívül a fő hobbim az emberekkel való ismerkedés és beszélgetés. Ebben is szerencsés vagyok, mert rengeteg alkalmam van rá...

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

A hallgatóknak rögtön a Bevezetés a kémia tanításba kurzus elején félig-meddig viccesen azt szoktam mondani, hogy csak abból lesz jó kémia tanár, aki genetikailag alkalmas rá... Nagyon jó jel, ha a jelölt élvezzi, amikor elmagyarázhat valamit, mert a siker fölött érzett öröm rengeteg nehézségen átlendíti az embert. Ami persze csak szükséges, de nem elégséges feltétel, hiszen megfelelő színvonalú tárgyi tudás, gondolkodási képességek és szervezőkészség, meg az empátia szükséges mértéke, sőt még egy csipetnyi exhibicionizmus is kell a tanári pályához. Trükköket és fogásokat persze tudunk tanítani, de aki nem ilyen adottságokkal született, annak jobb lesz minél hamarabb váltania. Szerencsére csak nagyon kevés olyan hallgatóval találkoztam, akik a mikrotanításaik alkalmával a rendelkezésükre álló idő felének letelte után megálltak, és közölték, hogy nincs több mondanivalójuk. Ők egyébként többnyire maguktól belátták, hogy nem valók tanárnak. A mostani osztatlan tanárképzésben pedig már sok, és többségében jó előképzettségű kémia tanár-jelölt van, akik úgy készülnek már a 10 perces kis „nanotanításukra” is, mintha az életük múlna rajta. Nagyon jó velük dolgozni. Azt szoktam mindenkinek kívánni (amit én is elmondhatok magamról, mióta tanítok), hogy sose keljenek föl hétfő reggel azzal az érzéssel, hogy milyen szörnyű, hogy már megint dolgozni kell menni. Ez jóval többet ér, mint egy Lottó ötös.

Milyen tervei vannak az elkövetkezendő évekre?

Még kb. 12 évem van a nyugdíjig. Azalatt szeretném elérni, hogy újra sok, jól képzett és tetterre kész fiatal kapja kézhez az ELTE-n a kémia tanári diplomáját minden évben. Jelenleg úgy néz ki, hogy ebben az idén már a nagy elődeimen, Wajand Juditon és Rózsahegyi Mártán kívül egy új kémia szakmódszertanos kolléga is segítségemre lesz. Velük együtt kell majd gondoskodnom a további utánpótlás-nevelésről. Közben múlt szeptembertől egy MTA-ELTE kutatócsoport vezetője is vagyok. Ennek keretében huszonhárom gyakorló kémia tanár és öt egyetemi oktató kollégával négy éven keresztül azt vizsgáljuk, hogy hogyan lehetne a részben tanulók által tervezett kísérletekkel érdekesebbé tenni a diákok számára a kémiaórákat, s közben fejleszteni a természettudományos gondolkodásukat, illetve a megszerzett tudásuk alkalmazásának

képességét is. Ez most a legizgalmasabb projektünk, és szerencsére a kollégáktól is sok lelkes beszámolót, illetve remek kritikai észrevételt, javaslatot kapok a feladatlapok kipróbálásairól. A részt vevő kémiatanárok nemcsak a feladatlapok témáinak kiválasztásába, hanem az elkészítésükbe is bekapcsolódnak. A különböző módokon megvalósított kísérleteket végző tanulócsoporthoz fejlődését mérő tesztek megoldásait statisztikailag elemezzük, összehasonlítjuk, és az eredményeket publikáljuk is. Az egyik, tudományos diákköri munkát végző hallgatóm pedig a diákok feladatmegoldásaiban megjelenő tipikus tévképzeteket gyűjti és rendszerezi, valamint azok kiküszöbölésének lehetséges módjait elemzi. A másik TDK-zó kémiatanár jelöltünk viszont a tesztkérdések, illetve a megoldókulcsok jobbításának lehetőségeit vizsgálja. Az eredmények alapján javított, nyomtatásra kész tesztek és megoldókulcsaik, a 3x24 feladatlap (a tanári változataikkal együtt), illetve a tanulókísérletek elvégzéséről készült fényképek is föl lesznek töltve az ELTE TTK Természettudományos Oktatásmódszertani Centrumának honlapjára (<http://ttomc.elte.hu>). Reményeink szerint mindez segítheti majd a kémiatanár kollégákat annak eldöntésében, hogy milyen kísérleteket és hogyan érdemes elvégeztetni a tanítványaikkal a rendelkezésre álló szűkös időben, és gyakran kedvezőtlen körülmények között. Biztosan lesznek új kihívások is, mint ahogy most körvonalazódik egy nagy, országos projekt a hátrányos helyzetű diákok lemorzsolódási arányának csökkentésére. Jó lenne, ha nem csak a sok pénz lenne elköltve, hanem tényleg érdemi munka folyna e téren, mert Magyarországon valóban tűrhetetlen mértékben determinálja az iskolai sikerességet a családi háttér, ami végső soron mindenkinek rossz. Szóval remélem, hogy sokáig tart még életemnek ez a termékeny a szakasza. Azzal szoktam biztatni a fiatalokat, hogy ne féljenek az idő múlásától, mert én például most sokkal boldogabb és elégedettebb vagyok, mint húsz vagy harminc évvel ezelőtt...

GONDOLKODÓ



Feladatok

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

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat 2017. február 9-ig lehet feltölteni a honlapon. A postán küldött megoldásokat is kérjük a honlapon regisztrálni. A levélcím:

KÖKÉL Feladatmegoldó pontverseny

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

A kokel.mke.org.hu honlapon található az online rendszer. Beszkennelt kézírás esetén figyeljete a minőségre és az olvashatóságra (tisztá fehér lapra jól látható tintával írjatok)!

A71. Vendel szereti a szénsavas sós vizet. Éppen ezért szódabikarbónából és sósavból olyan oldatot készül előállítani, amely nátrium-kloridra nézve telített (és a són kívül más oldott anyagot nem tartalmaz). Minthogy a folyamatban szén-dioxid is képződik, az oldat szénsavas is lesz egyben.

- a) *Milyen töménységű sósavat kell használnia a kísérletben?*
- b) *A képződő szén-dioxidnak hány százaléka marad oldott állapotban a reakció végén?*

A szén-dioxid oldhatósága telített sóoldatban 25 °C-on 0,011 mol/dm³.
A telített sóoldat sűrűsége 1,19 g/cm³.

(Zagyi Péter)

A72. Vendel szereti a vicces képleteket. Legújabb kedvenceit így jellemzi:

Két vegyület ugyanazzal a két összetevővel. Egyikük 1,000 mólja $1,204 \cdot 10^{24}$ darab atomot és $1,066 \cdot 10^{26}$ db protont tartalmaz. A másik 1 mólja $1,807 \cdot 10^{24}$ darab atomot és $1,566 \cdot 10^{26}$ db protont tartalmaz.

Vendel megint nagyon precíz volt: az Avogadro-állandó értékét $6,022 \cdot 10^{23}$ 1/mol-nak vette.

Határozd meg Vendel kedvenc képleteit!

(Zagyi Péter)

A73. Beszakadt a ródium ára – töprengett Vendel. Ma (január 8-án) mindössze 25,7 \$/g-ba kerül, pedig pár éve még nagyjából nyolcszor ennyi lehetett. Ha most veszek ródium-kloridot, elemi fémet állítok elő belőle, várok egy kicsit, amíg ismét feljebb kúszik az ára, komoly haszonra tehetek szert.

Az Alibaba.com weboldalon ródium(III)-klorid-trihidrátot ($\text{RhCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) árulnak, már 10 \$/g + szállítási költség áron, de ugyanennyiért ródium(III)-nitrát-dihidrátot is lehet kapni.

a) *Melyiket éri meg megrendelni?*

b) *1 kg anyag megrendelése esetén legfeljebb milyen szállítási díj mellett húzhat hasznot Vendel az üzletből, ha el tudja adni a ródiumot a jelenlegi áron?*

(Zagyi Péter)

A74. Vendelt régóta foglalkoztatja a kérdés, hogy miért eltérő a fémek elektromos vezetőképessége. Kigondolt egy logikusnak tűnő elméletet: a vezetőképesség közelítőleg egyenesen arányos az egységnyi térfogatban (pl. 1 m^3 -ben) megtalálható delokalizált (vezetésben részt vevő) elektronok számával. Elmélete ellenőrzésére választott néhány olyan fémet, amelyről úgy gondolta, hogy meg tudja mondani, atomonként hány elektronnal járulnak hozzá a delokalizált elektronfelhőhöz. Megnézte az elektromos vezetőképességüket, kikeresett még pár adatot, és elvégezte a számításokat.

Kövesd Vendel példáját, és állapítsd meg, van-e alapja a feltételezésének!

Segítségképpen a Vendel által választott fémek és elektromos vezetőképességük S/m (siemens per méter) egységben:

lítium: $1,08 \cdot 10^7$; kálium: $1,4 \cdot 10^7$; magnézium: $2,3 \cdot 10^7$; bárium: $2,9 \cdot 10^6$; alumínium: $3,8 \cdot 10^7$; ezüst: $6,2 \cdot 10^7$; arany: $4,5 \cdot 10^7$

Egyéb szükséges adatoknak nézz utána!

(Zagyi Péter)

A75. 52,6 g ismeretlen molekulaképletű bórt, nitrogént és hidrogént tartalmazó vegyületet elégetünk. Az égéstermékben bór-trioxid mellett $23,9 \text{ dm}^3$ standard légköri nyomású, 25°C -os nitrogén, illetve kétszer ekkora anyagmennyiségű víz van.

- Mi a vegyület összegképlete, ha gőzének oxigénre vonatkoztatott sűrűsége $2,51$?*
- Írd fel az égés egyenletét!*
- Mi lehet a molekula szerkezeti képlete?*
- Melyik közismert anyaghoz hasonlít szerkezeti képlete alapján?*

(Bacsó András)

K261. Az etanol és a trinitroglicerin egyaránt éghető anyag.

- Mennyi az etanol és a trinitroglicerin égéshője tökéletes égést és vízgőz képződését feltételezve?*

A trinitroglicerin robbanása során a széntartalomból CO keletkezik.

- Mekkora ennek a folyamatnak a reakcióhője?*

Közismert, hogy az etanolt ugyan tűzveszélyes de komoly veszélyt nem rejtő anyagként tartják számon, míg a trinitroglicerint robbanószerként.

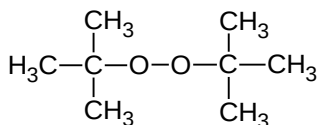
- A kiszámított adatok segítségével vedd össze, mennyi energia szabadul fel az felírt folyamatokban! Ezek alapján mennyire magyarázható az ismert viselkedés? Hogyan magyarázható meg a különbség?*

(Berta Dénes)

K262. Egy torontói tűzeset során a légzőkészülékeket használó tűzoltók nem tudták motoros láncfűrészükkel megbontani az égő épület tetőszerkezetét, ami megghiúsította a mentést.

a) *Vajon miért nem működött a láncfűrés?*

Az eset után kanadai kutatók olyan üzemanyagot kerestek, amely még az említett esetben sem hagyta volna cserben a tűzoltókat. Megfelelő anyagnak bizonyult a di-*terc*-butil-peroxid (DTBP). Ez az anyag amellet, hogy normális esetben jól égő folyadék, magas hőmérsékleten hőbomlást szenved, amely folyamatban etán és aceton képződik.



A di-*terc*-butil-peroxid szerkezete

b) *Írd fel a di-*terc*-butil-peroxid hőbomlásának egyenletét!*

c) *Miért volt alkalmas üzemanyagnak a di-*terc*-butil-peroxid az említett esetbenben is?*

d) *Számítsd ki, hány-szoros mennyiségű energia szabadul fel a di-*terc*-butil-peroxid tökéletes égésekor a hőbomláshoz viszonyítva! Az alábbi képződéshőket használd:*

$$\Delta_k H(\text{DTBP}) = -381 \text{ kJ/mol}; \Delta_k H(\text{C}_2\text{H}_6, \text{g}) = -84 \text{ kJ/mol};$$

$$\Delta_k H(\text{aceton}, \text{g}) = -219 \text{ kJ/mol}; \Delta_k H(\text{CO}_2, \text{g}) = -394 \text{ kJ/mol};$$

$$\Delta_k H(\text{H}_2\text{O}, \text{g}) = -242 \text{ kJ/mol}$$

(Zagyi Péter)

K263. Egy 50 literes és egy 8 literes állandó térfogatú edényt vékony cső köt össze. A két edény összesen 6,5 mol nitrogéngázt tartalmaz.

a) *Mekkora lesz a rendszerben a nyomás akkor, ha a nagyobbik edényt 50 °C-on, a kisebbiket 70 °C-on tartjuk?*

b) *Mennyire kell lehűteni a nagyobbik tartályt, hogy a molekulák 10:1 arányban legyenek megosztva a tartályok között?*

c) *Ezek alapján érdemes lehet-e ilyen módszerrel előállítani sűrűségkülönbséget egy rendszer két pontja között?*

(Bacsó András)

K264. Egy elem két oxidjának összetétele X_2O és XO_2 . A kétféle oxidból azonos tömegű mennyiségeket összekeverve az ismeretlen elem atomjainak száma 1,015-szerese az oxigénatomok számának.

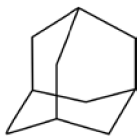
a) *Melyik elemről van szó?*

Ugyanez az elem egy harmadik elemmel X_nY és XY_n összetételű vegyületeket is tud alkotni (n értéke a két vegyületben azonos), és az X_nY vegyület moláris tömege 2,53-szorosa az XY_n vegyületének.

b) *Mi lehet az Y elem és mennyi n értéke?*

(Dénesné Rác Krisztina)

K265. Érdekes szerkezetű szénhidrogén az adamantán. Képlete az alábbi:



a) *Mi az adamantán összegképlete?*

Az adamantán név a gyémánt ógörög elnevezéséből származik.

b) *Mi köze az adamantánnak a gyémánthoz?*

Az utóbbi évtizedekben előállították az adamantán számtalan származékát. E származékok egyik csoportját azok a vegyületek alkotják, amelyekben az adamantán egy hidrogénatomját valamilyen más atom (vagy atomcsoport) helyettesíti. Előállíthatók pl. halogénezett adamantánok is.

c) *Hányféle monobróm-, ill. dibróm-adamantán izomer létezik?*

Egy meglepően egyszerű adamantánszármazék hatásosnak bizonyult a Parkinson-kór kezelésében. Ennek széntartalma 79,41 m/m%, hidrogéntartalma 11,33 m/m%.

d) *Mi lehet a kérdéses vegyület szerkezete?*

Egy másik ilyen, szubsztituált adamantánszármazék elemi összetétele nagyon hasonlít az előzőéhez: széntartalma 79,96 m/m%, hidrogéntartalma 9,39 m/m%.

e) *Mi lehet ennek az anyagnak a szerkezete?*

(Zagyi Péter)

H261. Első hallásra talán furcsa lehet, hogy sokáig nem sikerült előállítani telítetlen szénhidrogént az adamantán szénvázával. A kémikusok persze számítottak erre, és amikor mégis megvalósult az

adamantén szintézise, nem lepődtek meg az instabilitásán. Érdekes módon ez a vegyület nem állítható elő egyszerű hidrogén-bromid-eliminációval a monobrom-adamantánból sem. A monobrom-származéko(ka)t erős bázissal (nátrium-metiláttal) reagáltatták, és ekkor egy új éter típusú vegyület(ek)et kaptak.

(A feladat megoldásához segítséget nyújthat a KÖKÉL 2006/1. számából Kotschy András: Néhány jelentősebb szerves kémiai mechanizmus című írása.)

- a) Mi a képződött éter típusú vegyület(ek) szerkezete? Milyen reakciómechanizmus szerint képződtek a vegyület(ek)?*
- b) Miért nem játszódnak le az eliminációs reakciók? Milyen molekulaszervezeti oka lehet az adamantén instabilitásának?*
- c) Elvileg hányféle adamantén létezhet (amely tehát az adamantán szénvázát és egyetlen kettős kötést tartalmaz)?*
- d) Adamantadiént végképp nem sikerült előállítani. Elvileg hányféle szerkezetű adamantadién létezhetne?*

(Varga Szilárd, Zagyi Péter)

H262. A foszforsavat bizonyos üdítők savanyú ízének beállítására is használják. A foszforsav és vegyületeinek oldatában a kémhatástól függően H_3PO_4 molekulák, illetve H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-} ionok egyaránt előfordulhatnak. A koncentrációkat a foszforsav három, egymás követő disszociációjának egyensúlyi állandói határozzák meg:

$$K_1 = 7,11 \cdot 10^{-3}; K_2 = 6,32 \cdot 10^{-8}; K_3 = 4,5 \cdot 10^{-13}$$

Egy kólaízű üdítő pH-ja 2,46. Foszforsavtartalma 0,050 m/m%, és sűrűsége vehető jó közelítéssel 1 g/ml-nek.

A foszforsav fent felsorolt négy formája közül bármilyen kémhatáson csak kettőnek lesz számottevő a koncentrációja.

- a) Melyik kettő lesz ez ebben az oldatban? Számítsa ki a koncentrációikat! Mutassa meg számolással, hogy a többi forma koncentrációja ezekhez képest elhanyagolhatóan kicsi!*

Az említett kóla pH-ját mérhető térfogatváltozás nélkül semlegesre állítjuk.

b) Melyik két foszforsav-forma koncentrációja dominál ebben az oldatban? Számítsa ki az összes foszforsav-forma koncentrációját!

Tételezzük fel, hogy az üdítő kémhatását más adalék nem befolyásolja, csak a foszforsav.

c) Hány gramm NaOH-t kellene egy 2 literes palackhoz adni, hogy semlegesítse?

(Magyarfalvi Gábor)

H263. 1,00 g tömegű, kristályvíztartalmú réz-(II)-nitrátot két részletre osztunk, majd mindkét részletből azonos térfogatú vizes oldatot készítünk (25 °C-on és 101 kPa nyomáson). Mindkét oldatba fémrezt merítve egy koncentrációs elemet állítunk össze, melynek elektromotoros ereje 28,2 mV. Az elem lemerüléséig az egyik fémréz-darab tömegcsökkenése 105 mg. (Az elem működése közben bekövetkező esetleges térfogatváltozásokat elhanyagolhatjuk.)

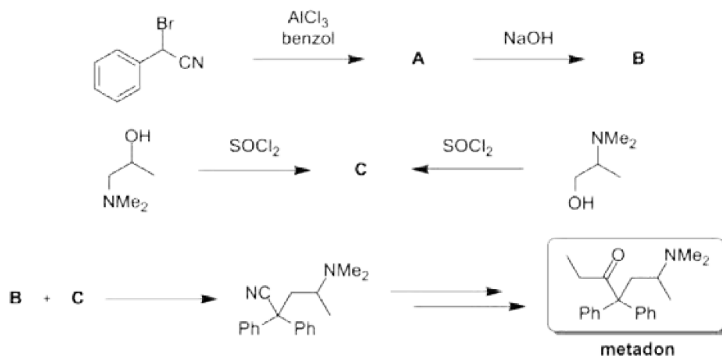
a) Az anód vagy a katód esetén tapasztaltuk a tömegcsökkenést?

b) Mekkora tömegű részekre osztottuk a kiindulási sót?

c) Mi volt a kiindulási só képlete?

(Vörös Tamás)

H264. A metadon egy fájdalomcsillapító hatású gyógyszerhatóanyag. Egy lehetséges szintézisének egyes lépései láthatóak alább.

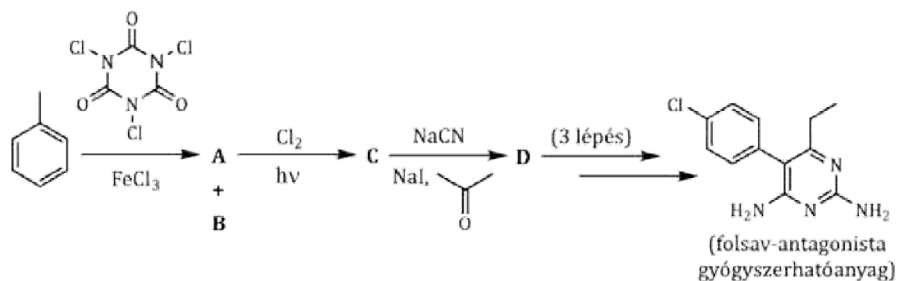


B és **C** egyaránt sószerű vegyület. **C** mindkét bemutatott kiindulási vegyületből hasonló módon keletkezik, és egy háromatomos heterociklust tartalmaz.

- Mi **A**, **B** és **C** vegyületek szerkezete?*
- A** átalakítását **B**-be NaOH-dal végezhetjük. Mi az oka annak, hogy nincs szükség erősebb bázisra?*
- B** és **C** reakciójakor egy melléktermék is keletkezhet, mely a főtermék konstitúciós izomere. Mi ez a vegyület, és miért keletkezik kisebb mennyiségben?*

(Berta Dénes)

H265. Az alábbi reakcióséma szerinti szintézist hajtjuk végre.



A és **B** vegyületek szerkezetvizsgálata során kiderült, hogy molekuláik egynél többféle (**A** 5-féle, **B** 7-féle) különböző kémiai környezetben lévő szénatomot tartalmaznak.

- Rajzold fel az **A-D** betűk által jelölt szerves vegyületek szerkezetét!*
- Írd fel a fenti reakciósor lépéseinek rendezett reakcióegyenletét! (**A D** vegyület végtermékké alakítását értelemszerűen nem.)*
- Milyen előnyei vannak a toluol efféle **A** és **B** vegyületté történő átalakításának a gyakran alkalmazott Cl_2/Fe -módszerhez képest? Legalább kettőt említs meg!*
- Milyen szerepet tölt be a NaI a **C** anyag **D** vegyületté történő átalakításában? Állításodat a megfelelő reakcióegyenletek felírásával igazold!*

A D vegyület – fenti reakciósémának megfelelő – előállításakor a reakcióelegy a mintegy 1 napot igénybe vevő szintézislépés végrehajtása során megbarnul; a barnás szín azonban szinte teljesen

megszüntethető telített vizes nátrium-metabiszulfít-oldat hozzáadásával.

e) *Írd fel a barnás szín létrejöttét, valamint eltűnését eredményező reakció rendezett ionegyenletét! Miért nem célszerű órák hosszát kevertetni az elegyet a vizes nátrium-metabiszulfít-oldattal?*

(Baglyas Márton)

Megoldások

A61. a) Az argon feltehetőleg a hipoxia indukáló faktorra (HIF) aktiváló hatású, ami fokozza az eritropoietin (EPO) hormon termelődését, ezáltal a vörös vértestek számát növeli a vérben. Megjegyzendő azonban, hogy ez a HIF-aktiváló hatása vitatott, mégis elővigyázatosságból felkerült (a xenonnal együtt) a WADA doppinglistájára.

(Megtalálható itt: <https://www.wada-ama.org/sites/default/files/resources/files/wada-2015-prohibited-list-en.pdf> a 4. oldalon).

b)

100 mol telített oldat 0,253 mol argont és 99,747 mol hexánt tartalmaz. Tömegszázalékos argontartalma tehát

$$\frac{0,253 \text{ mol} \cdot 39,95 \text{ g/mol}}{0,253 \text{ mol} \cdot 39,95 \text{ g/mol} + 99,747 \text{ mol} \cdot 86,18 \text{ g/mol}} = 0,117 \text{ m/m\%}$$

Az elkészített telített oldat tömege $10 \text{ cm}^3 \cdot 0,655 \text{ g/cm}^3 = 6,55 \text{ g}$.

Argontartalma $6,55 \text{ g} \cdot 0,00117 = 7,69 \cdot 10^{-3} \text{ g}$.

(Pálffy Gyula)

A62. a) Rómát a vandálok 455-ben dúlták fel. A közelmúltban felfedezett elemek 7 elektronhéjjal bírnak. Első és negyedik elektronhéjuk telített, 2 és 32 elektronnal. Legyen a legkülső, 7. héjon x elektron; a többi héjon összesen 110 elektron van, tehát az atomban levő protonok és elektronok száma egyaránt $110+x$.

Vendel magától értetődő összefüggése ezek szerint:

$$\frac{455}{7}x + 2(110 + x) + 2 + 32 = 455$$

A kapott $x = 3$ megoldásnak megfelelően az elem rendszáma 113. Ezt az elemet a kérdés megjelenésekor hivatalosan még ununtrium névvel jelölték. November végén azonban az IUPAC véglegesítette rá a nihónium nevet.

b) Lucifer nevét jó néhány elemmel asszociálták a beküldők. A feladat kitűzőjének eredeti ötlete a foszfor volt, hisz mindkét szó ugyanazt jelenti: fényhozó. A pokol, ördög fogalma joggal kapcsolható lazábban

vagy szorosabban további elemekhez is: plutónium, kén. Összetettebb kapcsolatokat is elfogadtunk: az ókoriak Lucifer illetve Phosphorus néven nevezték a Vénusz bolygót, a fényt hozó Esthajnalcsillagot. Ugyanakkor a 7 ismert bolygót és fémeket is összekapcsolták: a Vénuszhoz a réz társult.

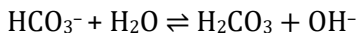
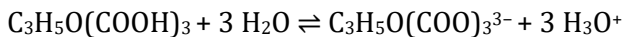
A feladat könnyűnek bizonyult, a beküldők többsége maximális pontot ért el. Az a) részben egyenlet felírása nélkül is könnyen azonosítani lehetett a követelményeknek megfelelőt a néhány frissen felfedezett elem közül.

(Magyarfalvi Gábor)

A63. Az anyagok azonosítására számos módszer kidolgozható, ezek közül egy lehetőséget mutatunk be (néhány megjegyzéssel kiegészítve). Kiindulásnak két alapvető kísérlet adódik természetesnek: egyik valamilyen indikátoroldat elkészítése (vöröskáposzta, lilahagyma, megfelelő tea stb.), s az anyagok oldódása során bekövetkező pH-változás követése; a másik a lángfestés vizsgálata (minél inkább színtelen lángba szórjuk az anyagot).

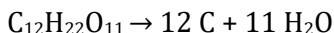
Vizsgáljuk az anyagok lángfestését: amennyiben tartalmaz nátriumot a vizsgálandó anyag, akkor a lángot sárga színűre festi. Ezek alapján két csoportot hozhatunk létre: (1) amikor tapasztalható sárga lángfestés (szódabikarbóna, só, mosószóda) és (2) amikor nem (szalalkáli, citromsav, cukor).

Ezek után vizsgáljuk a 2-es csoportot. A korábban említett módon vizsgáljuk meg, hogy az oldásuk után milyen lesz a vizes oldat kémhatása (érdemes a vizet felforralni az anyagok oldása előtt, hogy eltávolítsuk belőle az oldott szén-dioxid jelentős részét). A szalalkáli oldata enyhén lúgos, a cukoroldat semleges, amíg a citromsavoldat savas kémhatású. (Például a vöröskáposztából készített oldat savas közegben pirosas, semleges közegben kékes és bázikus közegben zöldes színű.)

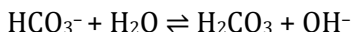
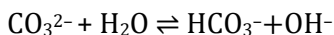


Így ezen anyagokat egyértelműen azonosítottuk! Ha nem sikerülne elkülöníteni ily módon a szalalkáliat a cukortól, akkor hevítjük mindkét

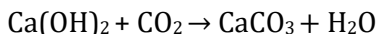
anyagot: a cukor karamellizálódik, majd elszenesedik, a szalalkáli szűrős szagú gáz keletkezése közben bomlik (ammónia keletkezik).



Az 1-es csoportban található anyagok oldatát megvizsgálva azt tapasztaljuk, hogy a háromból kettő lúgos kémhatású (szódabikarbóna, mosószóda), a harmadik pedig semleges (só); így azonosítható a só.



A vöröskáposztalé is képes kimutatni, hogy a mosószóda oldata erősebben lúgos kémhatású, mint a szódabikarbónáé. De végezhetünk hevítést is, majd a keletkező gázt meszes vízbe vezethetjük (vagy egy edénybe is juttathatjuk a levegőnél nagyobb sűrűségű gázt, s égő gyújtópálcát belehelyezve, azt tapasztaljuk, hogy elalszik; a szén-dioxid nem táplálja az égést). A szódabikarbóna (ugyanúgy a szalalkáli) esetében az oldat zavarosodását tapasztalnánk (a fejlődő szén-dioxid miatt).



A beküldött megoldások között egy hibátlan volt (Ujvári Kamilla). Általános hibák voltak a következők: a szalalkálioldat kémhatásának eltévesztése, a citromsav bomlásának figyelmen kívül hagyása és a módszer kidolgozásának hiánya (csak tények közlése). Az átlagpontszám 6,5 lett.

(Broda Balázs)

A64. a) Az óceánvíz átlagtól jelentősen eltérő deutériumtartalma azzal magyarázható, hogy a nagy kiterjedésű állóvizek sokkal nagyobb mértékben párolognak, mint a folyóvizek, a talajvíz, a rétegvíz stb. A nehézvíz kevésbé párolog (forráspontja nagyobb), így a visszamaradó víz deutériumtartalma növekszik.

b) A 125 ppm deutériumtartalmú vízben 10^6 db hidrogénatomból 125 db deutérium. Ezek alapján $10^6 - 125 = 999875$ db ^1H atom van.

Tehát a $^1\text{H}:^2\text{H}$ anyagmennyiség-arány ezen esetben $999875:125 = 7999:1$.

Ugyanígy gondolkodva, a 25 ppm deutérium-tartalmú vízben 10^6 db hidrogénatomból 25 db deutérium. Ezek alapján $10^6 - 25 = 999975$ db ^1H atom van.

Tehát a $^1\text{H}:^2\text{H}$ anyagmennyiség-arány: $999975:125=39999:1$.

c) Ahhoz, hogy meghatározzuk, hogy elvileg milyen határok között változhat a deutériumot tartalmazó vízmolekulák százalékos aránya a 125 ppm deutériumtartalmú vízben, először a két szélsőséges esetet kell megtalálni.

Az egyik ilyen eset, ha minden deutériumot tartalmazó vízmolekula pontosan egy deutériumot tartalmaz (HDO molekula), a másik eset, hogy amikor egy vízmolekula tartalmaz deutériumot, akkor pontosan kettőt (D_2O).

Ezek után számoljuk ki, hogy ebben a két esetben milyen a deutériumot tartalmazó vízmolekulák százalékos aránya.

Vegyünk 16000 db hidrogénatomot (ebből 2 db deutérium), ez 8000 db vízmolekulában található meg. Az első szélsőséges esetben 2 db vízmolekula tartalmaz deutériumot (2 db HDO), amíg a második esetben mindössze csak 1 db (D_2O). (Természetesen vehettünk volna 10^6 db vagy éppen 1 mól hidrogénatomot is.)

Ezek alapján a két szélsőséges arány: $2/8000 \cdot 100\% = 0,025\%$ és $1/8000 \cdot 100\% = 0,0125\%$.

A valóságos arány az előbbihez áll közelebb, amikor a deutérium csak HDO molekulákban található meg (nincs jelen D_2O molekula). Ennek magyarázata, hogy a deutériumok statisztikusan szétszóródva találhatóak meg a molekulahalmazban, s annak a valószínűsége, hogy két deutérium egy molekulában legyen jelen, nagyon kicsi.

A beküldött megoldások között egy teljesen hibátlan volt (Ujvári Kamilla). A feladat a) része bizonyult sokak számára a legnehezebbnek. Az átlagpontszám 4,8 lett.

(Broda Balázs)

A65. a) Három lehetőség jön szóba, a tömegszázalék, anyagmennyiség-százalék és térfogatszázalék. Fontos észrevétel, hogy az utolsó kettő a

gázok esetében megegyezik. A tömegszázalék esetében könnyedén kiszámíthatók az értékek:

$$2,4 \text{ kg} \cdot 0,52 = 1,248 \text{ kg}$$

$$2,4 \text{ kg} \cdot 0,48 = 1,152 \text{ kg}$$

Az anyagmennyiség-százalék esetén:

$$\frac{m_1}{32 \text{ g} \cdot \text{mol}} \cdot 0,48 = \frac{2,4 \text{ kg} - m_1}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}} \cdot 0,52 \quad m_1 = 1,058 \text{ kg}$$

$$\frac{m_2}{32 \text{ g} \cdot \text{mol}} \cdot 0,52 = \frac{2,4 \text{ kg} - m_2}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}} \cdot 0,48 \quad m_2 = 0,964 \text{ kg}$$

b) Az alacsonyabb hőmérsékleten a dinitrogén-monoxid egy része cseppfolyósodik, ezért csökken a részaránya a gázfázisban, és ezzel a kiáramló gázban is.

A feladat nehéznek bizonyult, sokan nem értelmezték jól a feladatot, és csak a tömegszázalékot számolták ki. A második részt is csak keveseknek sikerült kitalálnia.

(Borsik Gábor)

K251. a) Vizsgáljunk 1,000 mol az ismeretlen, kristályvíztartalmú timsóból! Ebben 12,00 mol víz van, melynek tömege $12,00 \text{ mol} \cdot 18,016 \text{ g/mol} = 216,2 \text{ g}$. A minta hevítése során bekövetkező 39,40%-os tömegcsökkenés feltételezhetően a kristályvíz távozását jelenti. Ez alapján a vegyület 1,000 móljának tömege: $216,2 \text{ g} / 0,3940 = 548,7 \text{ g}$. A vegyület 1,000 móljának tartalmaznia kell legalább 2,000 mol szulfátiont ($2 \cdot 96,06 \text{ g} = 192,1 \text{ g}$), illetve az 1,000 mol Mn(III)-iont (54,94 g). Ezeket az értékeket és a 12,00 mol kristályvíz tömegét levonva a vegyület 1,000 móljának tömegéből 85,46 g adódik, mely éppen megfelel 1,000 mol Rb^+ tömegének. A timsó képlete tehát $\text{RbMn}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{ H}_2\text{O}$. (A timsó viszonylag kis moláris tömege miatt annak a lehetősége kizárható, hogy a vegyületben a Mn(III)-ion mellett esetleg más, nem egyszeresen pozitív töltésű ion lenne.)

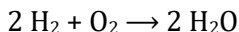
b) A hevítés után visszamaradó vegyület a $\text{RbMn}(\text{SO}_4)_2$. 1,000 móljának tömege 332,5 g, melyben 1,000 mol, azaz 54,94 g Mn található. A %-os Mn-tartalom: $54,94 \text{ g} / 332,5 \text{ g} \cdot 100\% = 16,52 \text{ m/m}\%$.

A pontszámok átlaga 9,2 pont. Maximális pontszámot 24 tanuló ért el. A feladat szövege szerint a timsók kettős szulfátok, ez azonban nem jelenti szükségszerűen azt, hogy 1,000 mol vegyületben 2,000 mol szulfácion van, vagyis a Mn(III)-ion mellett mindenképpen egyszeres töltésű a másik fémion. Emiatt érdemes megvizsgálni azt az esetet is, hogy lehet-e nem egyszeres töltésű az ismeretlen fémünk (a moláris tömeg ismeretében ez az eset egyébként már könnyen kizárható).

(Vörös Tamás)

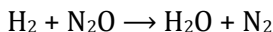
K252. Nem megy az általánosság rovására most sem, és a későbbiekben sem, ha mindig 100 mól elegyből indulunk ki. A feladatban szereplő gázokat ideálisnak tekintjük. A megoldásban, ahol külön nem jelezzük, mólszázalékos összetétel értendő.

a) 100 mól elegyben a térfogat-százalékos összetétel miatt (ami Avogadro törvénye nyomán megegyezik az ideális gázok mólszázalékos összetételével – ezt később is, külön hivatkozás nélkül használjuk) 10 mol hidrogéngáz és 90 mol levegő van, amely a megadott összetétel alapján $90 \text{ mol} \cdot 20/100 = 18 \text{ mol}$ oxigéngázt és így $90 \text{ mol} - 18 \text{ mol} = 72 \text{ mol}$ hidrogéngázt tartalmaz. A nitrogén inert gáz, a hidrogén csak az oxigénnel reagál a következő reakció szerint:



Látható, hogy a reakcióegyenlet szerint a 10 mol hidrogén feleannyi, azaz 5 mol oxigénnel reagál, így a megmaradó vízgőzmentesnek tekintett gázelegyben $18 \text{ mol} - 5 \text{ mol} = 13 \text{ mol}$ oxigéngáz marad. Azaz összesen $13 \text{ mol} + 72 \text{ mol} = 85 \text{ mol}$ gázelegyünk lesz, aminek így $13/85 \cdot 100 \% = 15 \%$ -a lesz oxigén, és a maradék 85 %-a pedig nitrogén.

b) 100 mól elegyben ismét 10 mol hidrogén, de ezúttal 90 mol kéjgáz van, melyek közt a következő reakció játszódik le:



Ez alapján látható, hogy 10 mol hidrogénnel ugyanannyi, azaz 10 mol kéjgáz reagál és szintén 10 mol nitrogéngáz keletkezik, így a maradék vízgőzmentesnek tekintett gázelegyben 10 mol nitrogén és 80 mol kéjgáz, azaz összesen 90 mol anyag lesz. Így az elegy mólszázalékos összetétele: 11 % nitrogén és 89 % kéjgáz.

c) 100 mol elegyben ismét 10 mol hidrogén, de ezúttal 10 mol kéjgáz, 64 mol nitrogén és 16 mol oxigén lesz (utóbbi két összetevő a 80 mólnyi levegőből adódik a megadott összetételt használva). Látható, hogy rendelkezésre áll a 10 mol hidrogénhez akár 5 mol oxigén, akár 10 mol kéjgáz, így akármelyik reakció végbemehet akár teljes mértékben az előző két részben leírtak közül, hiszen a korábban kiszámolt szükséges mennyiségek alapján elegendőek a mennyiségek mindkét reakcióhoz, amiből az is következik, hogy a hidrogéngáz elfogy, nem lesz jelen az égéstermékben. Reagáljon a 10 mol hidrogénből x mól az oxigénnel, ekkor $(10-x)$ mól reagál a kéjgázzal, és a két korábbi reakcióegyenlet alapján $x/2$ mól oxigéngáz fogy.

$(10-x)$ mol nitrogéngáz keletkezik és $(10-x)$ mol kéjgáz fogy a reakciókban, így az égés után megmarad $(16-x/2)$ mol oxigén, $(74-x)$ mol nitrogén, és x mol kéjgáz, azaz összesen $(90-x/2)$ mol gázelegy. Így az oxigéngázra kapott mólarány:

$$\frac{16 - 0,5x}{90 - 0,5x} = \frac{90 - 0,5x - 74}{90 - 0,5x} = 1 - \frac{74}{90 - 0,5x}$$

A kéjgázra kapott mólarány:

$$\frac{x}{90 - 0,5x} = \frac{180 + x - 180}{90 - 0,5x} = -2 + \frac{180}{90 - 0,5x}$$

A nitrogéngázra kapott mólarány:

$$\frac{74 - x}{90 - 0,5x} = \frac{180 - x - 106}{90 - 0,5x} = 2 - \frac{106}{90 - 0,5x}$$

Mindhárom mólarány esetében a végeredményben kapott különbségekben a törtet vizsgálva látható, hogy pozitív állandó számláló mellett akkor lesz a tört maximális, ha a nevező a lehető legkisebb (mivel x a 0 és a 10 közé esik, így pozitív a nevező), és akkor lesz a tört minimális, ha a nevező a lehető legnagyobb. A nevező akkor a lehető legnagyobb, ha a 90-ből a lehető legkisebb számot vonjuk ki, azaz $x=0$, és akkor a lehető legkisebb, ha a 90-ből a lehető legnagyobb számot vonjuk ki, és ez 5, ami x maximális értéke mellett, $x = 10$ -nél teljesül.

Az oxigéngáz mólarányának felső határa tehát 1-ből a lehető legkisebb törtet kivonva, $x=0$ mellett kapható: 0,18, míg a mólarány alsó határa 1-ből a lehető legnagyobb törtet kivonva, $x = 10$ mellett: 0,13. Ez alapján az oxigén mólszázaléka 13% és 18% közt változhat.

Hasonló elvek alapján a nitrogéngáz mólszázaléka 75% és 82% között, míg a kéjgáz mólszázaléka 0% és 12% között változhat.

Megjegyzés: Azért nem elegendő csupán a két szélsőhelyezettel számolni (amikor a hidrogén vagy teljesen az egyik, vagy teljesen a másik reakcióegyenlet szerint reagál), mert a nitrogén mólszázaléka mindkét esetben nő: egyik esetben az összmennyiség csökkenése miatt, míg a másik esetben a nitrogéngáz képződése miatt. Így ránézésre nem dönthető el, hogy ha a két reakció vegyesen megy végbe, akkor nem lehet-e nagyobb a nitrogén mólszázaléka, mint a szélsőhelyzetekben. (Az oxigén és a kéjgáz mólszázaléka az egyik reakcióban csökken, a másikban nő, így ott ránézésre is látható, hogy a szélsőhelyzetek kiszámítása megfelelő módszer.)

d) Ebben a feladatrészben is jó szolgálatot tesz az előbbi számolásunk, hiszen ugyanabból az összetételű gázelegyből indulunk ki, így használhatóak a kapott eredményeink. (Még egy ok, hogy megérte ezt a megoldási utat követni.) A kéjgáz 1,1%-a a teljes gázelegynek, így

$$\frac{x}{90 - 0,5x} = \frac{1,1}{100}$$

Ahonnán $x = 0,985$. Ezt behelyettesíthetjük a molarányok kifejezésébe, így adódik, hogy az elegy 82% nitrogént, és 17% oxigént tartalmaz.

A versenyzők többsége nem volt tekintettel az adatok pontosságára, és akár 4-6 értékes jegyre is megadta a végeredményt.

(Csorba Benjámin)

K253. a) A tetraéderben minden szénatom további 3 szénatommal létesít kötést, a negyedik kötése pedig egy hidrogénatomhoz fog kapcsolódni. Így a tetrahedrán összegképlete: C_4H_4 .

b) Egy tetraéderes szerkezetű vegyületnél (pl. CH_4) a kötésszög $109,5^\circ$. Viszont a tetrahedránban a szénatomok közötti kötésszög csak 60° , mert itt az atomok a tetraéder csúcsain helyezkednek el. A nagy szögfeszültség miatt pedig az anyag bomlékony lesz.

c) Ha a tetraéderben minden szénatomhoz ugyanolyan szénhidrogén-csoport kapcsolódik, akkor a szén- és a hidrogénatomok száma 4-gyel osztható kell, hogy legyen. Ha a szénatomok kétötöde negyedrendű, akkor a szénatomok száma öttel osztható. Ezek alapján a legkisebb

molekula 20 darab szénatomból áll. Ezt az esetet tovább vizsgálva, 8 darab negyedrendű szénatom lesz a molekulában, amiből 4 a tetraéder csúcsán van. A lelógó csoportokat $(20-4)/4 = 4$ szénatom alkotná, amik közül az egyik negyedrendű kell, hogy legyen, így a többi elsőrendű lesz (metilcsoport). Az eredményül kapott molekula a tetra-terc-butiltetrahedrán:



Összegképlete: $C_{20}H_{36}$, $M = 276,49$ g/mol.

A molekula tömegszázalékos hidrogén tartalma: $(36,29/276,49) \cdot 100 = 13,12\%$, ami megfelel a feladatban leírtaknak, tehát ez a helyes megoldás.

d) Közismert „heterotetrahedránnak” tekinthető a fehérfoszfor (P_4), kevésbé ismertek pedig az arzén sárga módosulata (As_4), a gázfázisban létező Sb_4 molekula, ill. a szilíciumot tartalmazó származékok.

(Rutkai Zsófia)

K254. A feladat szerint a molekulát a dodekaéder csúcsainak számával egyenlő, azaz 20 db atom alkotja. Ebből legyen x db fém (M), és $(20-x)$ db szénatom (C). Belátható, hogy a szénatomok száma $3/2$ -szerese a szénatomokénak, hisz minden fémhez 3 szén kapcsolódik, de mivel minden szén két fémhez tartozik, számukat osztani is kell kettővel, így $N_C = 3 \cdot N_M / 2$, azaz $20 - x = (3/2)x$. Az egyenlet megoldásával $x = 8$ -at kapunk, azaz a molekula összegképlete $C_{12}M_8$.

Az arányokat figyelembe véve: $12 \cdot 12$ g / mol + $8 \cdot M_M = 528$ g / mol, ebből az egyenletből $M_M = 48$ g / mol-t kapunk, amely közel megfelel a titán moláris tömegének. Tehát a molekula feltételezhetően a $C_{12}Ti_8$.

Erre a feladatra igen sok helyes megoldás érkezett. Felhívnám a figyelmet, hogy a pontozásnál fontos szempont, hogy ne legyenek a megoldásban logikai ugrások, hanem minden részeredmény látszódjon, hogy milyen meggondolás, számolás útján született, még rövidebb, egyszerűbb feladatoknál is.

(Szobota András)

K255. a) Egyszeres kötés kialakulása várható az N_{60} -ban a nitrogénatomok között; szerkezetének (fullerénszerű), valamint a nitrogénatom sajátosságainak köszönhetően ez a legvalószínűsíthetőbb struktúra. A nitrogénatomok nemkötő (magános) elektronpárjai nem delokalizálódnak, így tisztán egyszeres N–N kovalens kötések alakulnak ki. Fontos megemlíteni, hogy a N-atom körül nem helyezhetünk el 10 elektront 5 kovalens kötés formájában, ugyanis az elem a periódusos rendszer 2. periódusának tagja, emiatt az oktett kiterjesztése esetében nem lehetséges. Másrészt, amennyiben 8 elektront helyezünk el körülötte egy-egy kettős kötés formájában, akkor egy pozitív formális töltés jelenik meg rajta (5 vegyértékelektron mellett a kötésben csak 4 hozzá rendelhető elektron).

b) Legyen az N_{60} molekulában található N–N átlagos kötési energiájának mérőszáma x (dimenziója $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$). A nitrogénmódosulat N_2 molekulákká történő elbomlásakor az eredeti mennyiséghez képest 30-szor akkora anyagmennyiségű N_2 keletkezik:

$$N_{60} = 30 N_2$$

Az N_{60} -ban minden N-atomhoz három másik kapcsolódik egyszeres kovalens kötéssel, ezért egy N_{60} molekulában $(60 \cdot 3)/2 = 90$ kötés található (a 2-vel való osztás oka az, hogy minden kötetst pontosan kétszer számoltunk meg). A Hess-tétel alapján a következő egyenlet írható fel a reakció energiaviszonyaira:

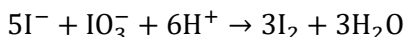
$$90x - 30 \cdot 946 = -6790$$

Ebből x értékére 240 adódik, ami szerint az N_{60} molekulában az N–N átlagos kötési energiájának értéke $240 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

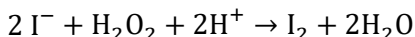
A beküldők több mint felét megtréfálta a feladat b) része, ők ugyanis nem vették figyelembe, hogy kovalens kötések szabad atomokból történő képződése során energia szabadul fel, továbbá néhányuk figyelmét az is elkerülte, hogy a folyamat során energia szabadul fel, ami miatt a reakció entalpiaváltozása negatív. Gyakori hibaforrást jelentett még az előbbieken kívül a kötési energia mértékegységének helytelen feltüntetése. Kiemelkedően szép megoldást küldött be Fajsi Bulcsú, Fraknói Ádám, illetve Széles Olivér. Átlagpontszám: 7,08 pont.

(Baglyas Márton)

H251. A só nagyon kevés jodidot tartalmaz, ezért ki kell használnunk, hogy a kálium-jodid sokkal jobban oldódik vízben, mint a nátrium-klorid. Ezt úgy érhetjük el, hogy sok sóhoz kevés vizet adunk, és az így kapott telített oldatot használjuk fel. A legegyszerűbb megoldás a sók azonosítására, hogy az oldataikat összeöntjük, és megsavanyítjuk sósavval. Az elegyekhez keményítőt adtunk, ami az egyik esetben kék színű lett. Ebből megállapíthatjuk, hogy melyik a két jódózott konyhasó.



Már csak a két jódózott sót kellett megkülönböztetni. Ezt a jodid oxidálásával a legkönnyebb meghatározni. Az oldatokhoz hidrogén-peroxidot vagy nátrium-perkarbonátot (fehérítő mosószerből) kell adni, és sósavval megsavanyítani. A keletkező jódot keményítővel kimutatható.



A feladat nem bizonyult nehéznek, de sokan elfeledkeztek arról, hogy koncentrálni kell a kálium-jodidot.

(Borsik Gábor)

H252. Ha glicerint észteresítünk zsírsavakkal, akkor trigliceridek keletkeznek:



ahol R_1 , R_2 és R_3 alkilcsoportokat jelölnek, amelyek lehetnek azonosak illetve, különbözőek is. Figyeljük meg, hogy ha az R_1 és R_3 különböző, akkor a csillaggal jelölt szénatom kiralitáscentrum és a molekulának kétféle sztereoizomere létezik, amelyek enantiomerek.

Ha glicerint n -féle zsírsavval észteresítünk és a lehetségesen képződő trigliceridek számára vagyunk kíváncsiak, akkor az ismétléses variáció egy esetével állunk szemben. Az ismétléses variáció az a kombinatorikai probléma, amikor n különböző elemből választunk ki k elemet úgy, hogy egy elemet többször is kiválaszthatunk és az elemek sorrendje számít. Esetünkben az n az n -féle zsírsavat jelenti, míg a $k = 3$, ugyanis mindig 3 zsírsavat kell kiválasztani, hiszen a trigliceridek számát szeretnénk tudni. Felmerülhet a kérdés, hogy ilyenkor bizonyos triglicerideket nem

veszünk-e kétszer is figyelembe. Ugyanis ezzel a módszerrel beleszámoljuk például az $R_1R_2R_3$ alkilánc-sorrendet és az $R_3R_2R_1$ alkilánc-sorrendet is. Ez első gondolatra hibásnak tűnhet, azonban mégsem az, hiszen ezek különböző szerkezetek a kiralitásuk miatt. Ismétléses variáció esetén a különböző kiválasztások száma n^k , esetünkben tehát n^3 .

Sokan úgy számoltak, hogy három esetre bontották a problémát: amikor mindhárom alkilánc egyforma a trigliceridben, két különböző van közöttük, és mindhárom különböző.

Ha mindhárom alkilánc egyforma, akkor n -féle észteresítő zsírsav esetén n -féle triglicerid keletkezhet.

Ha kétféle alkilánccal számolunk, akkor először n -féle zsírsavból kell kettőt kiválasztani és ezeket kell sorba rendezni. A sorba rendezés hatféleképpen lehetséges: $R_1R_2R_2$ és $R_2R_2R_1$ (enantiomerek), $R_2R_1R_1$ és $R_1R_1R_2$ (enantiomerek), $R_1R_2R_1$, $R_2R_1R_2$.

Ha háromféle alkilánccal számolunk, akkor először n -féle zsírsavból kell hármat kiválasztani és ezeket kell sorba rendezni. A sorba rendezés hatféleképpen lehetséges: $R_1R_2R_3$ és $R_3R_2R_1$ (enantiomerek), $R_2R_3R_1$ és $R_1R_3R_2$ (enantiomerek), $R_2R_1R_3$ és $R_3R_1R_2$ (enantiomerek).

Összesen tehát ha glicerint n -féle zsírsavval észteresítünk:

$$n + \binom{n}{2} \cdot 6 + \binom{n}{3} \cdot 6 = n + \frac{n!}{2! \cdot (n-2)!} \cdot 6 + \frac{n!}{3! \cdot (n-3)!} \cdot 6$$

Vegyük észre, hogy a második két tag egyszerűsíthető

$$\begin{aligned} \frac{n!}{2! \cdot (n-2)!} &= \frac{n!}{(n-2)!} \cdot 3 = \frac{n(n-1)(n-2)!}{(n-2)!} \cdot 3 = 3n(n-1) \\ \frac{n!}{3! \cdot (n-3)!} \cdot 6 &= \frac{n(n-1)(n-2)(n-3)!}{(n-3)!} = n(n-1)(n-2) \end{aligned}$$

Emiatt a képletünk is jelentősen leegyszerűsödik:

$$\begin{aligned} n + 3n(n-1) + n(n-1)(n-2) \\ = n + 3n^2 - 3n + n^3 - 3n^2 + 2n = n^3 \end{aligned}$$

Láthatjuk tehát, hogy ugyanahhoz az eredményhez jutottunk, mint az ismétléses variáció képletéből. Igazából mi sem csináltunk mást, mint levezettük az ismétléses variáció képletét a $k = 3$ esetre.

Tehát ha $n = 2$, akkor $2^3 = 8$, ha $n = 3$, akkor $3^3 = 27$ eltérő trigliceridet kaphatunk.

Az izomerek száma általánosan n -féle észteresítő zsírsav esetén n^3 .

A feladat nem bizonyult nehéznek, sokan küldtek be 10 pontos megoldást, a pontátlag 7,6. Sokan a második módszert választották az általános képlet felírására, de egyáltalán nem egyszerűsítettek, így viszont egy olyan képletet kaptak, ami csak akkor értelmezhető, ha $n \geq 3$, ehhez megfelelő diszkusszió kellett, amelyről néhányan elfeledkeztek: ezért 0,5 pontot vontunk le. Néhányan pedig az $n = 2$ és $n = 3$ esetre felírták az összes lehetséges szerkezetet és ebből következtettek az n^3 képletre, mindenféle indoklás nélkül, erre sem adtunk teljes pontszámot. Sokakban felmerült, hogy ha a zsírsavak között telítetlen is van, akkor felléphet cisz-transz izoméria is, de ezt a legtöbbben úgy oldották meg, hogy a cisz- és a transz-formát két különböző zsírsavnak tekintették az n -féléből. Mivel a feladat nem adott semmilyen információt a zsírsavakról, ezért ez a leginkább helyes megoldás. Azonban ha valaki ezzel valamilyen módon mégis számolt, azért nem járt pontlevonás.

(Palya Dóra)

H253. a) Elsőként használjuk ki azt az információt, hogy a **D** fém szulfidja leválasztható savas közegben, s jellegzetes színű (csak az **A** fém egyik szulfidja hasonló színű, de az sem annyira jellegzetes). Ez alapján az egyik logikus választási lehetőség a CdS-SnS₂ páros (a szulfidok sárga színűek). Tudjuk, hogy az **E** anyag az **A** fém oxidja, így két lehetőség adódik a korábbiából (CdO és SnO₂). Ezekre kiszámolva az oxid fémtartalmát, kiderül, hogy az **A** fém az ón (Sn), az **E** anyag ón(IV)-oxid (SnO₂), a **J** anyag az ón(IV)-szulfid (SnS₂), a **D** fém a kadmium (Cd) és az **I** anyag a kadmium-szulfid (CdS).

A **B** fémről tudjuk, hogy vízmentes biner kloridjának fémtartalma 66,27 m/m%, valamint, hogy csak erősen savas közegben nem hidrolizál. Kiszámolva, hogy milyen moláris tömeg adódik, ha a fém +1 es, +2-es, +3-as, illetve +4 oxidációs állapotú, azt kapjuk, hogy egyetlen (a korábbi feltételeknek megfelelő) megoldás adódik, a +3-as oxidációs állapotú esetben a bizmut-klorid. Tehát a **B** fém a bizmut (Bi).

A nitrátszennyezés, ami ammónium-nitrát hatására keletkezett, csak a bizmutil-nitrát lehet (BiONO₃) (ez a nitrát rosszul oldódik). Hévítés után

pedig a bizmut oxidjának kellett keletkeznie, s mivel nem változott a fém oxidációs állapota, így ez az oxid nem lehet más, mint a Bi_2O_3 , ami az **F** anyag. A BiONO_3 hevítése során a **H** anyag keletkezett, melyről tudjuk, hogy 4,43%-os tömegvesztés után keletkezik **F**. Mivel tudjuk, hogy az **F** nem tartalmaz sem kristályvizet, sem hidrogént, így feltételezhetjük, hogy $\text{Bi}_x\text{O}_y(\text{NO}_3)_z$ összegképletű vegyület, és a bomlás során NO_2 távozik. Utánanézve az irodalomban mindössze néhány opciót találhatunk, melyekre könnyedén ellenőrizhetjük a tömegvesztést, így adódik, hogy az **F** anyag a $\text{Bi}_5\text{O}_7\text{NO}_3$. A hevítés során lejátszódó reakció egyenlete:



A **C** fém szulfátjában 2,670 g a fém tömege és 1,238 g a szulfationé. A fémre létező moláris tömeget 1:1 molarányú csapadék esetén kapunk (207 g/mol). Tehát a **C** fém az ólom (Pb), ami egyben megfelel a további kritériumoknak is, a **G** anyag pedig az ólom-szulfát (PbSO_4).

Összefoglalva a betűkkel jelzett fémeket és vegyületeket:

A: Sn, **B:** Bi, **C:** Pb, **D:** Cd, **E:** SnO_2 , **F:** Bi_2O_3 , **G:** PbSO_4 , **H:** $\text{Bi}_5\text{O}_7\text{NO}_3$, **I:** CdS, **J:** SnS_2 .

b) Az összetétel kiszámítása az alábbi módon történik (10,00 g ötvözetben):

A = Sn: $1,689 \text{ g} \cdot 0,7877 = 1,33 \text{ g}$

B = Bi: $5,574 \text{ g} \cdot (2 \cdot M(\text{Bi}) / M(\text{Bi}_2\text{O}_3)) = 5,574 \text{ g} \cdot (2 \cdot 208,98 / 465,96) = 5,00 \text{ g}$

C = Pb: $3,908 \text{ g} \cdot 0,6832 = 2,67 \text{ g}$

D = Cd: $(10,00 - 1,33 - 5,00 - 2,67) \text{ g} = 1,00 \text{ g}$

Tehát az ötvözet összetétele:

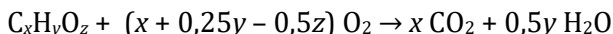
13,3 m/m% Sn; 50,0 m/m% Bi; 26,7 m/m% Pb és 10 m/m% Cd

c) Az ötvözet neve: Cerrobend vagy Wood-fém.

*A beküldöttek között nagyon sok hibátlan megoldás volt. A legnagyobb nehézséget a **H** anyag kitalálása okozta a versenyzőknek. Az átlagpontszám 9,3 lett.*

(Broda Balázs)

H254. Mivel nincs megadva a teljes térfogat, így vegyünk 1 mol $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ vegyületet és 4 mol oxigént. A lejátszódó reakció egyenlete:



Feltételezhetjük, hogy az O_2 feleslegben volt az égetésnél, mert elég valószínűtlen, hogy egy gáz-halmazállapotú, oxigént is tartalmazó szerves vegyület 1 móljának égéséhez nem elegendő 4 mol oxigén. Ez a feltételezés egyébként az eredmény ismeretében ellenőrizhető. Ha 1 mol szénhidrogén és 4 mol oxigén reagált, akkor a reakció után lesz:

$$\begin{aligned} &4 - (x + 0,25y - 0,5z) \text{ mol } O_2 \\ &x \text{ mol } CO_2 \\ &0,5y \text{ mol } H_2O \end{aligned}$$

A víz visszahűtés után folyadék, előtte viszont gáz. Ezek összege 650 K-en az összes gázmennyiség:

$$4 - (x + 0,25y - 0,5z) + x + 0,5y = 4 + 0,25y + 0,5z$$

A tökéletes gázok állapotegyenletét a m teljes tömeg és a ρ sűrűség segítségével a következő alakra lehet hozni: $pm = \rho nRT$.

A képletben p szokás szerint a nyomást, n a teljes anyagmennyiséget, R a gázállandót, T pedig a hőmérsékletet jelenti. A 300 K-es és 650 K-es elegyek tömege és nyomása azonos, ezért a reakció utáni anyagmennyiség könnyen kiszámolható:

$$n_{650 \text{ K}} = \frac{300 \text{ K} \cdot 5 \text{ mol}}{0,355 \cdot 650 \text{ K}} = 6,50 \text{ mol}$$

A paraméterekkel kiszámolt és a tényleges anyagmennyiség összehasonlításból írható fel a következő egyenlet:

$$6,50 = 4 + 0,25y + 0,5z$$

Ezt egyszerűsítve:

$$10 = y + 2z$$

Mivel y és z csak pozitív egész szám lehet, összesen négy megoldás lehetséges, $z = 1, 2, 3, 4$ és rendre $y = 8, 6, 4, 2$.

A 650 K-es gázelegy teljes tömege $\mu_{650 \text{ K}} = 12x + y + 16z + 128$, visszahűtés után ez 0,5y mol víz tömegével csökken, vagyis az érték $\mu_{270 \text{ K}} = 12x - 8y + 16z + 128$. Ez alapján a 3,200-as relatív sűrűség segítségével a következő egyenlet írható fel:

$$\frac{12x - 8y + 16z + 128}{12x + y + 16z + 128} = 3,200 \frac{270 \cdot (4 - 0,25y + 0,5z)}{650 \cdot (4 + 0,25y + 0,5z)}$$

Mivel y és z értékére csak a már felsorolt négy lehetőség van, ezek egyszerű behelyettesítésével meg lehet győződni arról, hogy csak a $z = 2$, $y = 6$ párhoz tartozik egész megoldás, erre $x = 2$. Vagyis a molekulaképlet $C_2H_6O_2$.

Hidroxilcsoportot tartalmazó, szobahőmérsékleten gáz-halmazállapotú vegyület nincsen. Ezért a szerkezeti képlet csak $CH_3-O-O-CH_3$ lehet, vagyis a vegyület a dimetil-peroxid.

A feladatra heten adtak be kifogástalan megoldást (10 pont), további ötven csak apróbb hibát vétettek (9 pont).

(Lente Gábor)

H255. a) Az oldhatósági szorzat alapján az ólom-szulfát csapadékkal egyensúlyban levő oldatban az ólomion koncentrációja $1,265 \cdot 10^{-4}$ M. Az ólom-jodid oldhatósági szorzatába behelyettesítve ezt a koncentrációt, azt kapjuk, hogy ha legalább annyi nátrium-jodidot oldunk az oldatban, hogy a $[I^-] = 2,949 \cdot 10^{-3}$ M legyen, akkor ólom-jodid csapadék kezd el leválni. Ekkor az $[Pb^{2+}]$ csökken, ami az ólom-szulfát oldódása felé tolja el az egyensúlyt.

Amikor az oldat egyszerre tartalmaz szulfát és jodid csapadékot is, akkor a következő összefüggés írható fel:

$$[I^-] = \sqrt{\frac{L(PbI_2)}{L(PbSO_4)} [SO_4^{2-}]} = 0,2622 \cdot \sqrt{[SO_4^{2-}]} \quad (1)$$

Ha az ólom-szulfát teljes oldódásakor keletkező szulfátkoncentrációkat helyettesítjük be az (1) képletbe, olyan jodidkoncentrációkat kaphatunk, amelyeket könnyen létre lehet hozni (0,06875 M-nál nagyobb szulfátkoncentrációknál a szükséges jodidkoncentráció a szulfáténál már kisebb). Tehát így át tudjuk alakítani ólom-jodiddá a szulfátcsapadékot.

Ilyenkor nem kell az átalakulást egyébként is elősegítő trijodo-plumbát komplex képződésével számolni, mivel az ólom-jodid csapadékkal egyensúlyban lévő komplex koncentrációja nagyon kicsi, ha az $[I^-]$ is kicsi:

$$[PbI_3^-] = 10^{4,65} \cdot L(PbI_2) \cdot [I^-] = 4,9135 \cdot 10^{-5} \cdot [I^-] \quad (2)$$

b) Az ólom-jodid csapadék jodidoldatban történő oldódásakor a csapadékból az oldatba kerülő jodidion mennyisége elhanyagolható, ezért tekinthetjük úgy, hogy az oldatban az összes jodidkoncentráció 1 M, ami szabad jodidion és trijodo-plumbát komplex formájában van jelen:

$$c_I = 1 \text{ M} = [I^-] + 3 \cdot [PbI_3^-] = [I^-] + 3 \cdot 4,9135 \cdot 10^{-5} \cdot [I^-]$$

Az összeg második tagja jóval kisebb, ezért $[I^-] = 1 \text{ M}$, amiből meghatározhatjuk $[Pb^{2+}]$ -t és $[PbI_3^-]$ -t. Az ólom-jodid oldhatóságát felírhatjuk a szabad $[I^-]$ függvényében:

$$c_{Pb} = [Pb^{2+}] + [PbI_3^-] = \frac{L(PbI_2)}{[I^-]^2} + 4,9135 \cdot 10^{-5} \cdot [I^-]$$

$$c_{Pb} = \frac{1,1 \cdot 10^{-9}}{[I^-]^2} + 4,9135 \cdot 10^{-5} \cdot [I^-]$$

Behelyettesítve az $[I^-] = 1 \text{ M}$ értéket megkapjuk, hogy az oldhatóság $c_{Pb} = 4,91 \cdot 10^{-5} \text{ M}$. Tehát az ólomionok nagyrészt komplex formában vannak jelen, és reális volt a beoldódó szabad ólomionok elhanyagolása.

c) Az ólom-jodid oldhatóságát a b) részben leírtak szerint kifejezhetjük $[I^-]$ függvényében. Ennek a kifejezésnek keressük a minimumát. A minimumot meghatározásához használhatunk differenciálást vagy megfelelő szoftvert.

Azt kapjuk, hogy a minimum $[I^-] = 3,55 \cdot 10^{-2} \text{ M}$ -nél van, tehát amíg $[I^-]$ ennél kisebb, addig a jodidkoncentráció növelése csökkenti az ólom-jodid oldhatóságát.

d) Ennek az alkérdésnek a fordítása nem lett egyértelmű. Értelmezhető úgy is, hogy teljesen elbontható-e, eltüntethető-e a komplex az oldatból. Erre a kérdésre egyértelmű nem a válasz, hisz a csapadékokkal egyensúlyban ólom- és jodidion is marad az oldatban, amelyekből kevés komplex mindig képződik. Ez volt az eredeti orosz feladat kérdése.

A másik értelmezés, hogy szulfát-oldat hozzáadására eltolódik-e a komplex képződésének egyensúlya a bomlás felé. Erre a kérdésre viszont egyértelmű igen a válasz, ugyanis a komplex bomlását egyszerű hígítással is elő lehet segíteni, nem is szükséges szulfát-oldat hozzá. Elég a komplex képződési egyensúlyának állandóját megvizsgálni, és látszik, hogy hígításra a nevező jobban csökken, az egyensúly a bomlás felé

tolódik. Ha nincs feleslegben jodid jelen, akkor ólom-jodid csapadék is válik le.

Ennek az esetnek egy érdekes részkérdését érdemes megvizsgálni: mikor válik le ólom-szulfát csapadék is szulfátiont tartalmazó oldat hatására a komplexet tartalmazó oldatból (a hígításra leváló ólom-jodid mellett). Akkor kell a legkevesebb szulfátiont adni az oldathoz, ha a lehető legkisebb jodidfelesleg van jelen, azaz ha az ólom-jodidra is telített az oldat, nem csak a szulfátra. Ekkor a trijodo-plumbát komplex egyensúlyi koncentrációjának függvényében az (1) és (2) egyenlet megadja, hogy mekkora szulfátkoncentrációnál kezdődik a szulfátcsapadék leválása.

$$[\text{SO}_4^{2-}] = \frac{[\text{PbI}_3^-]^2}{(4,9135 \cdot 10^{-5})^2(0,06875)} = 6,02 \cdot 10^9 \cdot [\text{PbI}_3^-]^2$$

Tekintsük a b) kérdés esetét, ahol $[\text{I}^-] = 1 \text{ M}$ és $[\text{PbI}_3^-] = 4,9135 \cdot 10^{-5} \text{ M}$. Ekkor a szükséges szulfátkoncentráció $[\text{SO}_4^{2-}] = 14,5 \text{ M}$, míg nátrium-szulfátból csak kb. 1 M oldat készíthető. Itt nagyon kicsi mennyiségű komplex mellett sem tud leválni a szulfátcsapadék, de a c) pontban tárgyalt oldatnál, amiben még ennél is kevesebb a komplex, annak egy része – igen kevés ugyan – de szulfátként válna le a reakcióban.

A két vegyület oldhatóságát az a) pontban oldhatósági szorzatok összevetésével nem lehet összehasonlítani, mert más a dimenziójuk. A d) pont esetén mindkét lehetséges értelmezést elfogadtuk.

(Simkó Irén)

KÉMIA IDEGEN NYELVEN



Kémia németül

Szerkesztő: Horváth Judit

A 2016/4. számban megjelent szakszöveg fordítását és a beérkezett fordítások értékelését a következő számban közöljük.

Chemie auf Deutsch (fordításra kijelölt német nyelvű szakszöveg)

Lecithin – ein Fett der Gegensätze

Lecithin ist in allen lebenden Organismen zu finden. So ist es im **tierischen Körper** weit verbreitet. Besonders viel findet man in den **Markscheiden des Nervengewebes**, in den **Zellmembranen** und im **Eidotter**. Daher stammt nicht nur sein Name (griech. *lekithos*; Eidotter). Aus Eigelb kann man es auch leicht gewinnen.

Eier enthalten eine Vielzahl von bedeutsamen Nährstoffen. Besonders das **Eigelb** ist reich an Mineralstoffen wie Eisen und Calcium und Vitaminen. Es enthält sogar mehr „Eiweiß“ als das Eiklar. Die allgemeine **Zusammensetzung des Eies** besteht aus 74 % Wasser 13 % Eiweiß, 12 % Fett und 1 % Kohlenhydrate. Es ist deutlich zu sehen, dass Wasser den größten Anteil des Eies ausmacht. Beschränkt man sich jedoch bei der Betrachtung der Zusammensetzung nur auf das **Eigelb**, so ist nur noch ein Wassergehalt von 48,7 % vorhanden. Dagegen sind 32,6 % **Fette und Lipide** enthalten. Etwa ein Drittel des Fettanteils im Eidotter wird von Phospholipiden (Phosphatide) gebildet. Diese wiederum bestehen zu 75 % aus Phosphatidylcholinen (Lecithinen).

Versuch 1: Herstellung von Lecithin aus Eigelb:

- Gib zu frischem Eigelb von vier Eiern 40 ml Ethanol (w = 96–100 %)(F) und verrühre alles zu einer homogenen Masse.
- Dann versetze die Mischung mit 50 ml Ether (F+). Die ausfallenden fast farblosen Proteine und Kohlenhydrate filtrierst du ab.



- Dampfe das Lösemittelgemisch **auf einem heißen Wasserbad** ab, bis sich eine Emulsion bildet (keine offenen Flammen oder heiße Herdplatten! Nicht bis zur Trockene eindampfen!).
- Die Emulsion musst du anschließend drei bis vier Mal mit jeweils 10 ml Aceton (F) gut durchrühren. Das Aceton enthält die gelösten rötlich-gelben **Eigelb-Farbstoffe und andere Fette**; es wird immer wieder abgegossen.
- Anschließend wird das restliche Lösemittel abgedampft.

Ergebnis:

Wir erhalten eine **wachsartige**, noch etwas **gelbliche Masse**: Lecithin. **Im Kühlschrank aufbewahren!**

Generell werden unter **Lipiden unpolare Verbindungen** verstanden, die z.B. durch **organische Lösungsmittel** (in der Regel Hexan oder Chloroform) **aus biologischen Proben extrahiert** werden können. **Lipide** unterscheiden sich also von den meisten anderen Verbindungen (Proteinen und Kohlenhydraten) dadurch, dass sie **hydrophob** bzw. **lipophil** ("fettliebend") sind.

Lecithin ist ein Stoff der Gegensätze. Einige seiner Eigenschaften entsprechen denen von **unpolaren Fetten**, andere eher denen von **polaren ionischen Verbindungen**. Man bezeichnete Lecithin früher daher oft nicht als Lipid, sondern als Lipoid, d. h. als **fettartigen Stoff**. Deshalb vergleichen wir es in unseren Versuchen mit "normalen" Fetten

wie Sonnenblumenöl. Obwohl das **Lecithin zu den Fetten zu zählen ist**, ist die Fettfleckprobe negativ.

Versuch 2: Man streicht etwas Lecithin auf ein glattes Blatt Papier.

Ergebnis: Hält man das Blatt gegen das Licht, so erkennt man keine sonderlich transparente Stelle. Die Fettfleckprobe ist also negativ. Wenn wir in unserer Probe dennoch einen Fettfleck feststellen, so liegt das daran, dass unser Lecithin noch Fette enthält

Zunächst einmal ist Lecithin **nicht in allen typischen Fettlösemitteln löslich**.

Versuch 3: Untersuche die Löslichkeit von Lecithin in Heptan (F), Aceton (F), Ethanol (F) und Wasser.

Ergebnis:

Alle Lösemittel bis auf Aceton lösen Lecithin. In Wasser gibt es eine Emulsion, da sich das Lecithin selbst emulgiert.

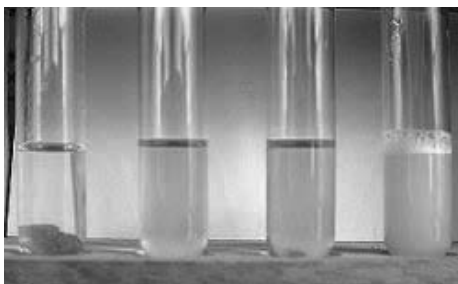


Bild: Von links nach rechts: Lecithin in Aceton, Ethanol, n-Heptan und Wasser. Weiter ist Lecithin neben den Gallensäuren Bestandteil der **Gallenflüssigkeit**, die bei der **Fettverdauung** eine wichtige **emulgierende Rolle** spielt. In der Leber gebildetes Lecithin ist die wichtigste Transportform von Fettsäuren im Blutplasma.

Durch diese Eigenschaften werden Lecithine auch als **Emulgatoren** bei der **Herstellung von Lebensmitteln** wie zum Beispiel Margarine oder Mayonnaise eingesetzt. Sie **verhindern, dass sich die wässrige und die nichtwässrige Phase voneinander trennen**. Der Inhaltsstoff Lecithin in manchen Lebensmitteln wird mit der Bezeichnung **E322** kenntlich gemacht. Lecithin gehört zu den natürlichen Emulgatoren. Neben diesen gibt es auch noch die künstlichen Emulgatoren.

Emulgatoren sind im Allgemeinen Stoffe, die die **Mischung zweier nicht mischbaren Flüssigkeiten ermöglichen**. Sie reichern sich an der Grenzfläche zwischen den beiden Phasen an. Es ergibt sich folglich eine Emulsion. Dies ist ein heterogenes Stoffgemisch aus zwei flüssigen Phasen. Lecithine werden als **Nebenprodukte bei der Raffination** von pflanzlichen Ölen gewonnen. Die Hauptquelle ist Sojaöl.

Außerdem ist **Lecithin** auch **in allen Pflanzen** zu finden, hier vor allem in den Früchten. Besonders viel davon enthält die **Sojabohne**.

Besonders viel Fett ist in **Nervenzellen** bzw. deren **Leitungsbahnen** vorhanden. Deshalb ist das Vorkommen von Lecithin typisch für Nervenzellen und **für deren Funktion Voraussetzung**. Ob aber Lecithinpräparate deshalb das Denken oder gar die Intelligenz fördern, ist umstritten. Schließlich wird Lecithin ja **im Darm hydrolysiert** und gelangt gar nicht direkt in die Blutbahn bzw. ins Gehirn.

Grundlage für die biologischen Wirkungen von Lecithin sind seine **besonderen Eigenschaften**, die letztlich **auf seiner Struktur beruhen**. Einen Hinweis gibt die Beobachtung, dass Lecithin besonders dort anzutreffen ist, wo **biologische Membranen durchlässig** gemacht werden oder **Emulsionen zu stabilisieren** sind.

Dies muss am **besonderen Aufbau des Moleküls** liegen.

Versuch 4: Erhitzen von Lecithin

Ein Stück Lecithin wird unter dem Abzug in einem Porzellantiegel verkohlt. Geruch? Mache mit einem Filterpapier, das zuvor mit Schiff-Reagenz getränkt wurde, die Probe auf Aldehyde. Dazu hältst du das Papier in den Dampf. Halte auch ein **feuchtes pH-Indikatorpapier** in den Dampf.

Ergebnis: Der Geruch ist erst fischig und wird zunehmend stechend. Der **Nachweis auf Aldehyde ist positiv** (Rotfärbung); das pH-Indikatorpapier färbt sich blau.

Wenn der **Dampf fischig riecht** und ein **Indikatorpapier eine Base anzeigt**, erinnert das an organische Stickstoffverbindungen, an **Amine**. Die müssen in dem Molekül gebunden sein. Außerdem riecht die erhitzte Probe **stechend**. Es handelt sich um das bekannte **Zersetzungsprodukt von Glycerin Acrolein**. Das ist ein **ungesättigter Aldehyd**. Der bildet sich auch beim Erhitzen von Fetten. Den nicht weiter zersetzlichen Rückstand identifizieren wir als **Phosphat**. Das

wird gestützt durch das Verhalten von Lecithin gegenüber **Ionen von Schwermetallen** wie Kupfer, Cadmium oder Quecksilber. Mit ihnen bildet Lecithin **schwerlösliche Salze**. Es muss also auch die Eigenschaften eines **Anions** haben.

Nun schauen wir uns das Molekül genauer an!

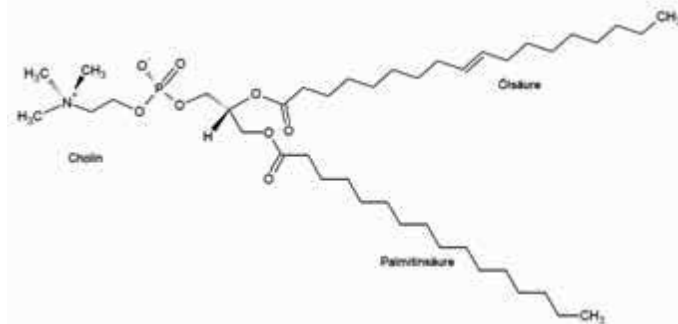


Abbildung: Strukturformel eines α -Lecithins

Das Molekül des Lecithins ist zunächst **ähnlich wie ein Fett** aufgebaut. Es ist ein **Ester des Glycerins**, bei dem aber **nur die erste und zweite OH-Gruppe mit einer Fettsäure verestert** ist. Eine von den beiden Fettsäuren ist fast immer **ungesättigt**. Es handelt sich meistens um Linolensäure. Neben diesem lipophilen Teil enthält das Lecithin-Molekül einen hydrophilen, elektrisch zugleich negativ wie positiv geladenen Abschnitt. Beim Emulgieren taucht das lipophile Ende ins Fetttröpfchen, das hydrophile Ende in das Wasser.

Die Ladungen rühren von einem **Phosphatrest** und von einem **stickstoffhaltigen Molekülteil**, dem **Cholin** her. Der **Cholin-Stickstoff** ist **vierbindig** und deshalb **positiv geladen**. (Vergleiche das mit dem Ammonium-Ion!) Die beiden entgegengesetzten Ladungen sind im Molekül räumlich fixiert und können sich intramolekular nicht gegenseitig eliminieren. Damit stellt das Molekül einen stabilen **elektrischen Dipol** dar.

Biologische Rolle von Lecithin

In Lebewesen ist Lecithin zur **Durchlässigkeit** von Grenzflächen wie etwa den **Zellmembranen** unverzichtbar. Am Aufbau dieser Membranen sind **Fette** beteiligt, die **nach innen und außen an**

wässrige Lösungen angrenzen. Die Membran besteht aus einer **Lipid-Doppelschicht**. Damit ein Kontakt zwischen Innen- und Außenraum der Zellen möglich wird, sind **Transportproteine** notwendig. Deren äußere Hülle besteht aus ausgesprochen **hydrophilen Aminosäureresten**. Sie werden in den ansonsten lipophilen Membranen **durch Lecithin** (und andere Phosphorlipide) **fixiert**. Lecithin hilft also bei der Bildung **hydrophiler Fenster** in der ansonsten undurchlässigen Biomembran. So können Ionen, **wasserlösliche Substanzen** und Wassermoleküle **hindurchgeschleust** werden.

Forrás:

http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/06_04.htm

http://www.chids.de/dachs/praktikumsprotokolle/PP0237Margarine_mit_Emulgatoren_aus_Huehnereidotter.pdf

[http://research.uni-](http://research.uni-leipzig.de/schij/wahlfach/Biophys_Chemie_msII.pdf)

[leipzig.de/schij/wahlfach/Biophys_Chemie_msII.pdf](http://research.uni-leipzig.de/schij/wahlfach/Biophys_Chemie_msII.pdf)

Beküldési (postára adási) határidő: 2017. március 9.

A megoldásokat a honlapon át vagy postán küldhetitek be.

Postacím:

KÖKÉL német fordítási verseny

ELTE TTK Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

Kézzel írt vagy szövegszerkesztővel készített fordítás egyaránt beküldhető. A kézzel írók (is) mindenképpen hagyjanak a **lap mindkét** (bal és jobb) **szélén min. 1 cm margót** (a pontoknak). Minden beküldött lap tetején szerepeljen a **beküldő neve, osztálya** valamint **iskolájának neve és címe**. A lapokat kérem **összetűzni!** Mindenki ügyeljen az olvasható írásra és a pontos címezésre!

Kémia angolul

Szerkesztő: MacLean Ildikó

Kedves Diákok!

A 2016/4. számban megjelent, kiralitással foglalkozó szöveghez kevesen kaptatok bátorságot, azonban nagyon szép munkákat küldtetek be. Az első mintafordításhoz egy új fordító, *Berta Réka 10. D osztályos* (Kőrösi Csoma Sándor Két Tanítási Nyelvű Baptista Gimnázium) tanuló munkáját vettem alapul.

Kísérleti kémia Optikai izoméria cukrokban

Az **optikai aktivitás**¹ oktatása számos helyen beilleszthető a tananyagba. Nehéz elképzelni olyan kémiaórát, ahol ne esne szó a talidomid felemelkedéséről és bukásáról (és újbóli felemelkedéséről), de természetesen vannak olyan más **királis**² molekulák is, amelyekkel szintén egyszerűen és érthetően be lehet mutatni. Egy hagyományos példa a karvon enantiomerjei, amelyek a fodormenta és kömény illatát okozzák. A cukrok azonban egy még ismertebb példát is biztosítanak, és optikai tulajdonságaik **polárszűrő**³ segítségével jól megfigyelhetők.

Kellékek

- polárszűrők (legalább egynek minimum 15 cm szélesnek kell lennie a legjobb hatás érdekében)
- négy 100 cm³-es **főzőpohár**⁴
- **szacharóz**⁵ (étkezési cukor)
- **D-glükóz**⁶
- **fruktóz**⁷ (nagyáruházakban a cukorrészlegen gyümölcs-cukorként található meg)
- citromlé
- melegítő eszköz
- hátsó megvilágítás, ami lehet asztali kivetítő vagy fénydoboz

Az eljárás

Előkészítés

Óvatosan fordítsuk a lámpát az oldalára ügyelve arra, hogy a ventilátorok szabadon maradjanak. A polárszűrővel fedjük el minél nagyobb felületet a fényből. Takarjuk le a lámpa többi részét. Ez a lépés inkább a közönség kényelméért van, és hogy ne vakítson el a fény. Ha nincs eltakarva a többi rész, és a lámpában van beépített Fresnel-lencse, akkor a bemutató közben előfordulhat, hogy belenézünk a **fókuszponton**⁸ keresztül az erős fénybe, amit viszont jobb elkerülni. Oldjunk fel minden főzőpohárban 40 cm³ cukrot 20 cm³ meleg vízben (ezt érdemes jóval a bemutató előtt elkészíteni, mivel időigényes). A bemutatóhoz két főzőpohárban szacharózra és egy-egy főzőpohárban a két másik cukorra lesz szükség.

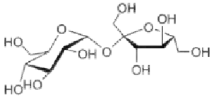
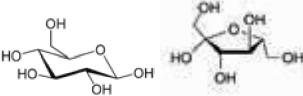
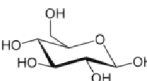
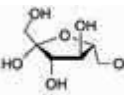
A közönség előtt

Sötétítsük be a helyiséget, hogy ezáltal nagyobb legyen a hátsó megvilágítás és a környezete közötti kontraszt. A közönség úgy üljön, hogy átlásson a két polárszűrőn. Tarthatnak kisebb méretűeket a kezükben vagy tehetünk egy nagyobbat a főzőpoharak elé, amit majd forgatni lehet. Bizonyosodjunk meg róla, hogy mindenki látja, hogy a két szűrő együttesen eltakarja a hátsó megvilágítást, és magyarázzuk el, hogyan működik. Mutassuk meg a fruktózoldatot, és mondjuk el, hogy (természetesen) nem **világít**⁹. Ahogy a fényforrás (és az első szűrő) elé helyezzük, az **oldat**¹⁰ kivilágosodni látszik, ahogy elforgatja az első szűrőn áthaladó polarizált fényt a megfelelő irányba, hogy az áthaladjon a második szűrőn. Most adjuk hozzá a két szacharózoldatot, amelyek szintén világítani látszanak, és kérjük meg a közönséget, hogy kezdjék el forgatni a második szűrőt. Ennek hatására úgy tűnik, mintha a fruktóz- és szacharózoldatok a színváltozásban kergetnék egymást. Ez azért következik be, mert a fehér fényt alkotó színek saját hullámhosszúknak és az adott oldatnak megfelelő mértékben forgatódnak el, amely következtében egy „forgatási szivárványt” látunk. Ahogy a második szűrő is forogni kezd, a néző a szivárvány minden színét elfordulni látja. Ezen a ponton távolítsuk el az egyik szacharózmintát, adjunk hozzá körülbelül 1 cm³ citromlevet és finoman forraljuk 5 percig. Ez alatt az idő alatt magyarázzuk el a diákoknak, hogy mit láttak. Amikor a szacharóz felforrt, tegyük vissza a hátsó megvilágításhoz a másik szacharóz- és fruktózoldatok közé. Ha a második szűrőt most elforgatjuk, a forralt szacharóznál látott színváltozás a másik két oldat

által okozott színváltozás között lesz. Egy kék, lila és sárga színekből álló hullám fog a hátsó világítás előtt az egyik oldalról a másikra mozogni.

Szemléltethető tények

Számos pont van itt, amit szemléltetni kell. Először is a szacharóz és a fruktóz kiralitása miatt a beeső fényhullám polarizációs síkja elfordul. Mind a szacharóz és a glükóz is **dextrógír**¹¹ azaz jobbra forgató, ezért is hívják az utóbbit 'dextróznak'. A fruktóz (kevésbé ismert nevén 'levulóz') **balra forgató**¹² (és még erősebben, mint amennyire a glükóz jobbra forgató, habár ez minőségileg nem szembetűnő ebben a kísérletben). A szacharóz hidrolizál, elkezd **invertcukor**¹³ sziruppá alakulni – az elnevezés abból ered, hogy az így kialakuló fruktóz-glükóz keverék már nem jobbra, hanem balra forgató. Az invertcukor szirup keletkezése során lejátszódó reakció folyamata legjobban polarimetriásan követhető. A diákokat meg lehet kérni, hogy hasonlítsák össze az invert szirup sajátos elforgásának adatait a komponensei adataival.

Cukor	Szerkezet	Fajlagos forgatóképesség
Szacharóz		+66,5°
Invertcukor szirup (glükóz+fuktóz)		-39° (teljesen hidrolizált állapotban)
Glükóz (D-glükóz vagy dextróz)		+52,7°
Fruktóz (levulóz)		-92°

Az optikai aktivitás nem egy adott kiralitáscentrum következménye, hanem a molekula egészének tulajdonsága. Ez tisztán látszik abból is, hogy az annyira hasonló belső felépítés ellenére a szacharóz és az invertcukor szirup olyan drámaian máshogy forgat el.

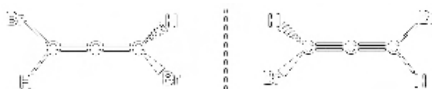
És nézzünk egy kis extra lefordítandó szöveget:

Az optikai izoméria szokatlan esetei

Ökölszabály¹⁴ szerint a királis molekuláknak legalább egy **kiralitás-centrummal**¹⁵ kell rendelkezniük, azaz olyan szénatomjuk van, amihez négy eltérőszubsztituens¹⁶ kapcsolódik. Azonban, mint a legtöbb ökölszabályban, itt is vannak kivételek, és vannak olyan királis molekulák, amiknek nincs kiralitáscentrumuk, ilyen példáról van szó az alábbiakban.

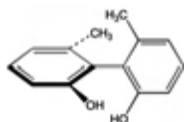
Az allének

Az allének például olyan vegyületek, amelyekben egy szénatom két kettős kötéssel kapcsolódik két másik szénatomhoz, és enantiomerekre választhatók szét, pedig nincs kiralitáscentrumuk. Egy allénben lévő központi szénatom sp hibridizációjú, és a szubsztituensek a két végénél merőlegesen egymásra. A szubsztituensek az egyik oldalon le és felfelé állnak a függőleges síkhoz képest, és a másik oldalon a síkban előre és hátra állnak. A kettős kötések merevsége miatt szobahőmérsékleten és nyomáson nem jöhet létre szabad forgás, és a két enantiomer között nincs egymásba való átalakulás, így elválaszthatók egymástól.



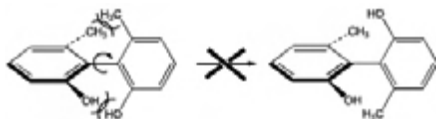
A biarilok¹⁷

A biarilok azon vegyületek egy másik csoportja, amelyek kiralitáscentrum hiányában is lehetnek királisak. A biarilok olyan vegyületek, amikben két aromás gyűrűt egy egyes kötés kapcsol össze, és lehetnek királisak, ha orto helyzetű **nagy térkitöltésű**¹⁸ csoportokat tartalmaznak, amelyek megakadályozzák az egyes kötés körüli elfordulást.



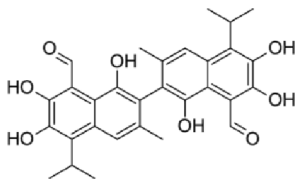
A bifenil enantiomerekre választható szét

Ezek a vegyületek királisak, mert az orto helyzetben lévő csoportok miatt a szén-szén egyes kötés körüli szabad elforgatás energetikailag kedvezőtlen, és a konformációk nem alakulnak át könnyen egymásba. Ezeket a **sztereoizomereket**¹⁹, amelyek egy egyszeres kötés körüli elforgatással alakulhatnak át egymásba, atropizomereknek hívjuk. A **butánnak**²⁰ vannak például olyan konformációi, amik atropizomerek, azonban a biarilokkal ellentétben, az elforgatás energiagátja olyan kicsi, hogy szobahőmérsékleten gyorsan egymásba alakulnak, és így gyakorlatilag akirálisnak tekinthetők.



Ennek a bifenilnek az enantiomerei között lejátszódó átalakulás szobahőmérsékleten nagyon lassú az elforgatás magas energiagátja miatt

Az **enantiomerek**²¹ egy gyakorlati alkalmazása a gosszipol, egy binaftalin származék, egy olyan természetes anyag, ami enantiomerekre választható szét, mivel az egyes kötés körüli szabad forgás energetikailag gátolt. Ennek a vegyületnek egy enantiomerjét vizsgálták gyógyszercegek férfi fogamzásgátló gyógyszer céljából. Sajnos letettek róla, mert igaz hogy sikeres **fogamzásgátlónak**²² bizonyult, de mérgezőnek is találták. (A fogamzásgátlás ilyen értelemben a gyógyszercegek számára sem kívánatos.)

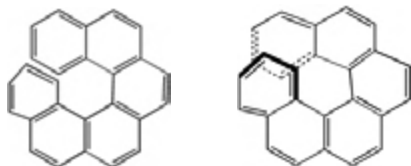


A gosszipol, egy természetes anyag

A hexahelicének²³

A hexahelicének is a kiralitás érdekes esetei. A hexahelicének hatalmas policiklusos aromás szénhidrogének, amik elméletben sík szerkezetűek, mivel minden szénatom sp^2 hibrid állapotú és egy síkban van. A valóságban ezek az aromás gyűrűk nem sík szerkezetűek és vagy az óramutató járásával megegyező vagy azzal ellentétes csavarvonalakba (hélix) rendeződnek. Ebben az értelemben hasonlítanak a csavarokhoz,

amiket egy csavarhúzóval az óramutató járásával megegyező vagy azzal ellentétes irányban lehet becsavarni, attól függően, hogy milyen irányú a menetük.



A szövegben előfordult kémiai és egyéb kifejezések:

¹**optical activity:** optikai aktivitás

²**chiral:** királis

³**polarizer:** polárszűrő

⁴**beaker:** főzőpohár, egy rendszerint előforduló kifejezés, melyet érdemes megjegyeznetek. Nem egyszerű pohárról, serlegről van szó, hanem a laboratóriumok leggyakrabban használt eszközéről.

⁵**sucrose:** szacharóz

⁶**glucose:** glükóz

⁷**fructose:** fruktóz

⁸**focal point:** fókuszpont (lencse esetén)

⁹**glooming:** világító, bár egyszerű kifejezésnek tűnhet, sok fordítónak fejtörést okozott a legmegfelelőbb kifejezés megtalálása. Az oldat úgy tűnik, mintha világítana, de semmiképp nem fordítanám izzónak.

¹⁰**solution:** oldat, egy szintén egyszerű kifejezés, de valóban a *megoldást* is jelentheti, ha más szövegkörnyezetben olvassuk e kifejezést.

¹¹**dextrorotatory:** dextrógír vagy jobbra forgató

¹²**levorotatory:** balra forgató

¹³**invert sugar:** invertcukor, nem fordítjuk le magyarra a kifejezést, mivel ebben a formában épült be a szaknyelvbe. Semmiképp sem kifordított, felváltott cukorról beszélünk, mint ahogyan páran fordítottátok.

¹⁴**rule of thumb:** ökölszabály, örömmel tapasztaltam, hogy szinte mindnyájan felismertétek a kifejezést, és nem szó szerint fordítottátok le.

¹⁵**chiral center:** kiralitáscentrum

¹⁶**substituent:** szubsztituens vagy oldalcsoport

¹⁷**biaryl:** biarilok

¹⁸**bulky groups:** nagy térkitöltésű csoportok. Az eredeti szöveg itt kissé szlenges, de a nagy térkitöltésű csoportokat, nagyméretű szubsztituenseket jelenti.

¹⁹**stereoisomers:** sztereoizomerek

²⁰**butane:** bután, az alkánok végződése az angol nyelvben: -ane. Érdekes megjegyeznünk. Az alkének -ene, míg az alkinek -yne végződést kapnak angolul.

²¹**enantiomers:** enantiomerek

²²**contraceptives:** fogamzásgátlók

²³**hexahelices:** hexahelicének

A 2016/4. lapszám legsikeresebb fordítói:

Pós Szonja Polett 12. B	Bethlen Gábor Ref. Gimn., Hódmezővásárhely	98
Nyariki Noel 12. B	Berzsenyi Dániel Gimnázium, Budapest	97
Répási Marcell 10. A	Eötvös József Gyakorló Iskola, Nyíregyháza	96
Berta Réka 10. D	Kőrösi Csoma Sándor Két Tanítási Nyelvű Baptista Gimnázium, Budapest	94
Tempfli Vivien	DE Kossuth Lajos Gyak. Gimn. és Ált. Isk.	92
Horváth Kátai Krisztina 3/4	Zentai Gimnázium	90
Szigetvári Barnabás 13. A	VSZC Ipari Szakgimnáziuma, Veszprém	88
Polyák Petra 10. A	ELTE Apáczai Cs. J. Gyak. Gimn. és Koll., Budapest	87
Hornyák Petra 10. A	Táncsics Mihály Gimnázium, Dabas	86
Németh Laura Kata 11. D	Jurisich Miklós Gimnázium, Kőszeg	85

A legújabb fordítási feladat a karácsonyhoz kapcsolódik:

What is a Sparkler?

All fireworks are not created equal! For example, there is a difference between a firecracker and a sparkler. The goal of a firecracker is to create a controlled explosion. A sparkler, on the other hand, burns over a long period of time (up to a minute) and produces a brilliant shower of sparks. Sometimes sparklers are called 'snowballs' in reference to the ball of sparks that surrounds the burning part of the sparkler.

Sparkler Chemistry

A sparkler consists of several substances:

- An oxidizer
- A fuel
- Iron, steel, aluminum, or other metal powder
- A combustible binder

In addition to these components, colorants and compounds to moderate the chemical reaction also may be added. Often, firework fuel is charcoal and sulfur. Sparklers simply may use the binder as the fuel. The binder is usually sugar, starch, or shellac. Potassium nitrate or potassium chlorate may be used as oxidizers. Metals are used to create the sparks. Sparkler formulae may be quite simple.

Sparkler Reaction Details

Now that you've seen the composition of a sparkler, let's consider how these chemicals react with each other:

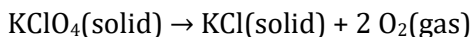
Oxidizers

Oxidizers produce oxygen to burn the mixture. Oxidizers are usually nitrates, chlorates, or perchlorates. Nitrates are made up of a metal ion and a nitrate ion.

Chlorates are made up of a metal ion and the chlorate ion. Chlorates give up all of their oxygen, causing a more spectacular reaction. However, this also means they are explosive. An example of potassium chlorate yielding its oxygen would look like this:



Perchlorates have more oxygen in them, but are less likely to explode as a result of impact than are chlorates. Potassium perchlorate yields its oxygen in this reaction:



Reducing agents

The reducing agents are the fuel used to burn the oxygen produced by the oxidizers. This combustion produces hot gas. Examples of reducing agents are sulfur and charcoal, which react with the oxygen to form sulfur dioxide (SO_2) and carbon dioxide (CO_2), respectively.

Regulators

Two reducing agents may be combined to accelerate or slow the reaction. Also, metals affect the speed of the reaction. Finer metal powders react more quickly than coarse powders or flakes. Other substances, such as cornmeal, also may be added to regulate the reaction.

Binders

Binders hold the mixture together. For a sparkler, common binders are dextrin (a sugar) dampened by water, or a shellac compound dampened by alcohol. The binder can serve as a reducing agent and as a reaction moderator.

How Does a Sparkler Work?

Let's put it all together: A sparkler consists of a chemical mixture that is molded onto a rigid stick or wire. These chemicals often are mixed with water to form a slurry that can be coated on a wire (by dipping) or poured into a tube. Once the mixture dries, you have a sparkler. Aluminum, iron, steel, zinc or magnesium dust or flakes may be used to create the bright, shimmering sparks. The metal flakes heat up until they are incandescent and shine brightly or, at a high enough temperature, actually burn. A variety of chemicals can be added to create colors. The fuel and oxidizer are proportioned, along with the other chemicals, so that the sparkler burns slowly rather than exploding like a firecracker. Once one end of the sparkler is ignited, it burns progressively to the other end. In theory, the end of the stick or wire is suitable to support it while burning.

Important Sparkler Reminders

Obviously, sparks cascading off of a burning stick present a fire and burn hazard. Less obviously, sparklers contain one or more metals to create the sparks and any colors, so they can present a health hazard. For example, they should not be burned on cakes as candles or otherwise used in a manner which could lead to consumption of the ash. So use sparklers safely and have fun

Just like in our last issue, let' see a little additional text to translate that relate to some Christmas traditions:

Christmas Cracker Chemistry

Chances are you'll be making use of Christmas crackers over the holiday period. Chances also are that you've never really given a lot of thought to the chemical compounds contained therein, or the chemical reaction that makes Christmas crackers go bang. Well, allow me to elaborate.

Christmas crackers owe their crack to a compound called silver fulminate. This compound has the molecular formula AgCNO , and can be prepared relatively simply by reacting concentrated nitric acid with silver and ethanol. Fulminates contain the fulminate ion, CNO^- , the instability of which leads to fulminate salts being friction sensitive explosives. Silver fulminate is at the finer end of this sensitivity; it can detonate with very little provocation, and is in fact so sensitive that, if prepared in a quantity more than a few milligrams, it can easily self-detonate under its own weight.

Having such an explosive nature understandably rather limits the uses of silver fulminate. Since its discovery in 1800, its applications have been largely limited to their use in novelty noisemakers – and Christmas crackers. In crackers, it is embedded in one of the two thin strips of card that run inside, whilst the other strip contains an abrasive. When the cracker is pulled, the friction generated by this abrasive detonates the silver fulminate, producing an audible crack.

In terms of the chemistry involved in the sensitivity of the fulminates, it arises due to the instability of the fulminate ion. The nitrogen-oxygen bond is weak, and nitrogen can easily form a much more stable triple bond with another nitrogen atom, leading to the decomposition of the

fulminate compound, typically to nitrogen gas, carbon dioxide, and more stable metal salts.

Silver fulminate was considered for military applications in the 1970s, but research concluded that the compound was too sensitive to have any real practical use. Another fulminate, however, does have applications in explosives: mercury fulminate. This compound is frequently used as a primary explosive in detonators; that is, to trigger larger amounts of a less sensitive secondary explosive. It's also found some exposure in recent popular culture through *Breaking Bad*, in which Walter White uses a small amount to cause an explosion in a drug dealer's office – though this was proven by *Mythbusters* to be a little on the optimistic side.

Forrás:

<http://chemistry.about.com/od/fireworkspyrotechnics/a/sparklers.htm>

<http://www.compoundchem.com/2013/12/24/christmas-cracker-chemistry/>

Beküldési határidő: 2017. február 9.

A fordítást **kizárólag** a nevezési weblapon keresztül küldhetitek be:

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

KERESD A KÉMIÁT!



Szerkesztő: Kalydi György

Kedves Diákok!

Kezdjük az új évet egy szilveszterről szóló idézettel! Előtte azonban az első idézet megoldásait közlöm.

A megoldásokat a <http://kokel.mke.org.hu> honlapon át küldhetitek be. A levélben küldött megoldásokat is feltétlenül kérjük a honlapon regisztrálni, mielőtt feladjátok az alábbi címre: Krúdy Gyula Gimnázium, Győr, Örkény út 8-10. 9024.

Beküldési határidő: 2017. február 9.

Megoldások

1. idézet

1. Az ecetsav képlete: CH_3COOH , a funkciós csoportja a karboxil-csoport és a karbonsavak csoportjába tartozik. (4)
2. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
acetátion, oxóniumion (5)
3. $M_{\text{ecetsav}} = 60 \text{ g/mol}$, $M_{\text{bután}} = 58 \text{ g/mol}$. Az ecetsav forráspontja $118,1^\circ\text{C}$, a butáné $0,5^\circ\text{C}$. A butánmolekulák apolárisak, ezért köztük csak gyenge diszperziós kölcsönhatás működik. Az ecetsavmolekulák között viszont erős hidrogénkötések, ezért magasabb a forráspontja. (9)
4. $2 \text{ CH}_3\text{COOH} + \text{Zn} = (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn} + \text{H}_2$ Keletkezett cink-acetát és hidrogéngáz. A hidrogént durranógázpróbával lehet kimutatni. (5)
5. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
A keletkezett anyag az etil-acetát. (4)
6. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$ (oxidáció)(3)

7. Rozsnyika, maszlagértz, felségmaszlag, tserépkobalt, mireny, örökösödési por, egérkő. (5)
8. Például a Marsh-próbával:
Az arzénvegyületet savas közegben a naszcensz hidrogén AsH_3 gázzá redukálja.
$$\text{H}_3\text{AsO}_3 + 6 \text{'H'} = 3 \text{H}_2\text{O} + \text{AsH}_3$$
$$2 \text{AsH}_3 \rightarrow 3 \text{H}_2 + 2 \text{As}$$

Hevítés hatására arzéntükrő válik ki. Kimutathatósági határ 10^{-7}g . (6)
9. Paul Ehrlich. A gyógyszer neve Salvarsan. 1908-ban kapott orvostudományi Nobel-díjat az immunitás terén végzett munkáinak elismeréséért. (5)
10. Sárga arzén: molekularácsos. Fekete arzén: atomrácsos. Szürke arzén: fémrácsos. (6)
11. NH_4NO_3 , NH_4Cl , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (6)
12. Az ammónium-szulfát az E517, az ammónium-klorid az E510, az ammónium-nitrátot műtrágyázásra használják. (6)
13. Ammóniából és kénsavból. $2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (4)
14. $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$; savas kémhatású. (4)
15. A higroszkópos azt jelenti, hogy megköti a levegő nedvességtartalmát. Ilyen anyagok még pl.: kalcium-klorid, tömény kénsav, nátrium-hidroxid, glicerin, foszfor-pentoxid, karbamid, piridin. (8)

Összesen: 80 pont

A javítás alapján a következő pontszámok születtek.

	Név	Iskola	80
1.	Újvári Kamilla	József Attila Gimnázium, Monor	78
2.	Szabó Renáta	Katona József Gimnázium, Kecskemét	78
3.	Heidlein Tímea	Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	78
4.	Tóth Evelin	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	77
5.	Kolozsvári Péter	Batthyány Lajos Gimnázium, Nagykanizsa	76
6.	Lettner Hanna	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs	76
7.	Répási Marcell	Eötvös József Gyakorló Iskola, Nyíregyháza	76
8.	Kállay Hanga	Érdi Vörösmarty Mihály, Gimnázium	76
9.	Vitéz Kata	Paksi Vak Bottyán Gimnázium	75
10.	Gruber Anna	II. Budai Rákóczi Ferenc Gimnázium, Budapest	75
11.	Hús Luca	Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Bonyhád	75
12.	Preiner Berta Karolina	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	75
13.	Szalai Laura	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	75
14.	Tóth Fanni	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	75
15.	Jászai Viktória	Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	75
16.	Joós Réka	Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Bonyhád	75
17.	Dudás Réka	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs	73
18.	Takács Péter	Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Bonyhád	72
19.	Kerekes Nikoletta	II. Budai Rákóczi Ferenc Gimnázium, Budapest	71
20.	Agócs Kata	Magyar László Gimnázium, Dunaföldvár	70
21.	Lacz Norbert Gábor	Eötvös József Gimnázium, Budapest	70
22.	Módi Sára	Berzsenyi Dániel Gimnázium, Budapest	70
23.	Papp Dominika	Vak Bottyán Gimnázium, Paks	69
24.	Mráz Jázmin	Táncsics Mihály Gimnázium, Dabas	69
25.	Bánfi Benedek	II. Budai Rákóczi Ferenc Gimnázium, Budapest	68
26.	Borsos Réka	DRK Dóczy Gimnáziuma, Debrecen	68
27.	Pető Eszter	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	66
28.	Bereczki Karina	Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	66

29.	Székely Vivien	Vak Bottyán Gimnázium, Paks	66
30.	Varga Bettina	Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	66
31.	Ernyey Dániel	Pannonhalmi Bencés Gimnázium	66
32.	Barabás Judit	Audi Hungária ÁMK Győr	65
33.	Kiss Regina	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	64
34.	Winterverber L. Mátyás	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs	64
35.	Krecsmáry Dóra	Berzsenyi Dániel Gimnázium, Budapest	62
36.	Polgár Dorina	Audi Hungária ÁMK, Győr	62
37.	Gyekiczki Fanni	Vajda Péter Evangélikus Gimnázium, Szarvas	61
38.	Nagy Gréta	Berzsenyi Dániel Gimnázium, Budapest	60
39.	Ádám Gabriella	Könyves Kálmán Gimnázium, Budapest	59
40.	Lecsek Nadin	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	59
41.	Szabó Csenge	Berzsenyi Dániel Gimnázium, Budapest	59
42.	Máté János		58
43.	Szolnoki Lili	József Attila Gimnázium, Monor	58
44.	Krémer Melinda		58
45.	Madár Valentina	Szent István Gimnázium, Budapest	54
46.	Leposa Dávid	Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	49
47.	Majer Bátor	II. Budai Rákóczi Ferenc Gimnázium, Budapest	48
48.	Siska Dávid	Selye János Gimnázium, Révkomárom	47
49.	Molnár Ádám	Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	45
50.	Rákóczy László	Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	42
51.	Jakab Julianna		41
52.	Homoki Farkas Bence	Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	41
53.	Kanyó Rebeka	Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	36
54.	Nagy Karolina	Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	34
55.	Kovács Dóra	Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	33
56.	Kiss Boglárka	Szent Orsolya Gimnázium, Sopron	32

4. idézet

„Szilveszterkor apró bögrékben folyékony ólom sutorog. A kíváncsi világ ezen a napon ólomba számúzi a jövőndőt, mely az év többi napjaiban kártyákban, kezünk kusza firkaiban vagy jósnők delejes nézésében alszik. Most egy fürge folyadékban szunnyad minden. Ismerjük a múltat, s abból az eseményanyagból, mely szilárd valósággá fagyva, lehűlve és megmerevedve már kezünkben van, fantasztikus figurákat öntünk ki magunk mulattatására, és örülünk nekik, ha nevetünk is, ha nem is hiszünk bennük, ha tudjuk is, hogy az ólom gyenge recézete s füstszerű csipkéje csak árnyéka annak a valóságnak, mely pár óra múlva végzetes súlyossággal dübörög a fejünk fölé. A jövőlátás éjszakáján aranyhegyek integetnek felénk. Reggelre azonban főfájással ébredünk, mert este a mosdótál vizében elhűtöttük a kezünket. Torkunkon a hideg borogatás, s úgy látszik, ez az egyetlen valóság. Egy álmodozó kiemeli a mosdótálból az ólomgyurmát, és lelkesen magyaráz:

– Az emberiség született szobrász. Úgy tetszik, hogy ezen az éjszakán mind modellt ülünk, és a saját szobrunkat gyúrjuk a lehetőségek téztájából. Csak nekem nem akar formába törni a makacs valóság. Fellegeket öntök az ólomból is, fantasztikus erdőket, sárkányokat és tündéreket, ostorokat és koszorúkat. Az életem, mely elmúlt, épp olyan álom, mint a jövőndő.”

(Kosztolányi Dezső: Álom és ólom)

Kérdések:

1. Jellemezd az ólmot szín, halmazállapot, toxicitás, megmunkálhatóság alapján!
2. Miért nevezték az ólmot régen írónak?
3. Írd fel (ha lehet) az ólomnak sósavval, kénsavval és salétromsavval való reakcióját! Ha nincs reakció, mi a magyarázata?
4. Egy ólomvegyületet benzin-adalékanyagként ismerünk. Mi ennek a vegyületnek a neve, képlete, miért adagolták a benzinhoz és miért szüntették be az alkalmazását?
5. Az ólom megtalálható a gépkocsik akkumulátoraiban is. Az alábbi egyenlettel leírt folyamat az akkumulátorban játszódik le. Rendezd az egyenletet!



Járj utána, milyen töménységű kénsavat használnak az akkumulátorokban! Miért éppen azt? A felső nyíl a töltés, az alsó a kisütés folyamatát írja le. Az egyenlet felhasználásával magyarázd meg, melyik irányban töményedik és melyik irányban hígul a kénsav!

6. Az ólom egyik érce a galenit. Hogyan állítható elő ebből az ólom? Írd fel egyenlettel!
7. A Római Birodalomban az ólmot széles körben alkalmazták például az arcfestékekben, edényeket, vízvezetékeket készítettek belőle. Miért volt veszélyes ez?
8. Miért nem lehetett az ólomkamrás kénsavgyártás során 80%-nál töményebb kénsavat előállítani?
9. Történelem tanulmányainkból ismert az ólomcukor. Kik használták ezt az anyagot és mire? Mi a képlete?

5. idézet

„Az ezerhétszázhármass esztendő egyik kora nyári napján ponyvával fedett nehéz parasztszekeret vonszolt két csupacsont gebe a kátyús szepesi úton. Szőrgubás parasztember és széles hajtókájú egyenruhába feszítő katona zötyögött a bakon. A szekér körül hosszúcsizmás zsoldosok lovagoltak a három muskétás zárta le a díszes menetet. Aranyat se szállíthatnának nagyobb őrizettel, a császár hintóját se kíséri több fegyveres, mint ezt a nyikorgó, nyomorúságos parasztszekeret. Sókockákat visznek a szepesi várba. Azért a nagy őrizet. Hiszen mióta a császári udvar öt forintra felcsapta az egytalléros kőso mázsáját, az ország lakossága, mert megvenni nem tudja, a közönséges rablástól sem riad vissza.”

(R. Várkonyi Ágnes: A kuruckor hősei)

Kérdések:

1. Jellemezd a kőso szín, szag, halmazállapot, vezetőképesség, keménység, oldhatóság alapján! Milyen rács típusban kristályosodik?
2. Írd fel a kőso grafit-elektrodok közötti olvadékelektrolízisének elektrodreakcióit!

3. Írd fel a kősóoldat grafitelektródok közötti elektrolízisének elektródreakcióit! Mi változik, ha grafit helyett higanykatódot alkalmazunk, és miért?
4. Mi a fiziológiás sóoldat, és mire használják?
5. Mária Terézia uralkodása idején egy magyar mérnök-feltaláló volt a magyar sóbányák igazgatója. Ki ő és mit talált fel?
6. Az étkezéshez használt sóhoz különböző adalékanyagot adnak. Miket és miért?
7. Hogyan értelmezzük a húsok sóval való tartósítását?

Bayer: Tudomány egy jobb életért

A Bayer a világ szinte minden táján ismert nemzetközi nagyvállalat. Az emberiség életét leginkább meghatározó területeken – mint például az egészségvédelem, a növényvédelem, vagy a polimer alapú ipari anyagok – folytat sikeres kutatásokat.



A Bayer egészségügyi üzletágának központja Németországban, Leverkuszenben található. Az itt dolgozó kollégák olyan új termékek után kutatnak, amelyek különböző betegségek megelőzésére, felismerésére vagy kezelésére alkalmasak.

A Bayer növényvédelmi ágazatának központja szintén Németországban, Monheimben található. Ez a terület napjainkban világelső a növényvédelem, a kártevőirtás, a növény- és vetőmag-nemesítés kutatása terén.



A Bayer anyagtudományi ága, a világ vezető polimer alapú ipari alapanyagok gyártóinak egyike. A polikarbonát és poliuretán alapanyagok kutatása, fejlesztése mellett, új megoldásokat kínál a festékek, lakkok, vagy ragasztók területén is. Termékeinek legnagyobb felhasználói az autóipar, az

építőipar, az elektronika, a sport és szabadidős termékek gyártói, de ide sorolhatók a csomagolóipar és az egészségügyi berendezések fejlesztői is.

Világszerte elismert, nemzetközi vállalat lévén a Bayer tisztában van társadalmi felelősségével is. Klímavédelmi beruházásai mellett a világon több mint háromszáz szociális jellegű projektet támogat. A Bayer vállalati filozófiájának és stratégiájának alapja a fenntartható fejlődésre való törekvés.

A Bayer vállalat értékeit, küldetését egy mondatban a következőképp foglalhatjuk össze:

„Tudomány egy jobb életért.”

A szám szerzői

Bacsó András PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Baglyas Márton BSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Berta Dénes MSc-hallgató, BME

Borsik Gábor BSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Broda Balázs MSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Czakó Anna BSc-hallgató, BCE-GTK

Csorba Benjámin BSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Dénesné Rácz Krisztina egyetemi oktató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Kalydi György középiskolai tanár, Krúdy Gyula Gimnázium, Győr

Dr. Keszei Ernő egyetemi tanár, ELTE TTK, Kémiai Intézet

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

Dr. Lente Gábor egyetemi tanár, DE TTK, Kémiai Intézet

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

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

Pálfy Gyula PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Palya Dóra MSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Rutkai Zsófia MSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Simkó Irén BSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Szobota András BSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Dr. Varga Szilárd tudományos munkatárs, MTA TTK

Vörös Tamás PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Zagyi Péter középiskolai tanár, Németh László Gimnázium, Budapest

TARTALOM

CÍMLAPFOTÓ	1
SZAKMAI CIKK	2
Keszei Ernő: Hogyan lehet jó megoldásokat tenyészteni?	2
MI LETT BELŐLED IFJÚ VEGYÉSZ? – Pál András	18
MESTERSÉGE KÉMIATANÁR – Szalay Luca	20
GONDOLKODÓ	30
KÉMIA IDEGEN NYELVEN	57
Horváth Judit: Kémia németül	57
MacLean Ildikó: Kémia angolul	62
KERESD A KÉMIÁT!	74
Kalydi György: Keresd a kémiát!	74
NAPRAKÉSZ	81
Bayer: Tudomány egy jobb életért	81
A SZÁM SZERZŐI	83



Bayer

A felfedezés öröme. A tanulás élvezete. A tudomány és a technika varázslatának megértése. Innovatív, kutató vállalként a Bayer szeretné átadni a tudomány és a kutatás iránti szenvedélyét a fiataloknak.

Bayer: Science For A Better Life.

