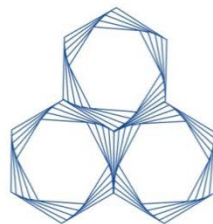


# Középiskolai Kémiai Lapok



XLVII.

2020/1.



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

# Középiskolai Kémiai Lapok

A Magyar Kémikusok Egyesülete  
Kémia tanári Szakosztályának folyóirata

2020. január	XLVII. évfolyam	1. szám
--------------	-----------------	---------

**Alapító:** Dr. Várnai György

**Főszerkesztő:** Zagyi Péter

**A szerkesztőbizottság:**

**Elnöke:** Dr. Magyarfalvi Gábor

**Tagok:** Dr. Borbás Réka, Dr. Horváth Judit, Dr. Ósz Katalin,  
Tóth Edina, Dr. Tóth Zoltán, Dr. Varga Szilárd, Zagyi Péter

<i>Szerkesztőség:</i>	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  
jelzőszámmon „MKE9068” megjelöléssel.

**Készült:** Europrinting Kft.

**Megjelenik** évente ötször.

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

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

**ISSN 0139-3715 (nyomtatott)**

**ISSN 2498-5198 (online)**

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

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

A címlapfotó Hegedüs Kristóf munkája.

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

## Mi lett belőled ifjú vegyész? – Vesztergom Soma, az ELTE Kémiai Intézetének adjunktusa

*Mikor nyertél vagy értél el helyezést kémiai versenyeken?*

Különösebben jó helyezéseket sosem értem el (valahogy a döntők kísérletes részei nem mentek igazán jól). Az OKTV-n mindazonáltal egy-egy tizenhetedik helyezést sikerült elérnem, ha jól emlékszem, tizenegyedikes és tizenkettedikes koromban is.

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

A budapesti Szinyei Merse Pál Gimnáziumban érettségiztem 2005-ben, és Puskás Éva volt a kémia-tanárom. Ő már régen nyugdíjas, de lendületes stílusban és rengeteg humorral tartott óráira mindig öröm visszagondolni. Emellett ki szeretném emelni természetességét és őszinteségét, valamint azt, hogy a diákok minden – bizony, a „felnőtt” szempontjából gyakran bagatellizálható – problémáját komolyan tudta venni, és bölcs (de sosem erőszakos) tanácsokat tudott adni. Mintaszerű nevelő volt, sok pedagógus tanulhatna tőle.



*Milyen indíttatásból kezdted el a kémiával komolyabban foglalkozni?*

Édesanyám a SOTE egy szövettani laboratóriumában dolgozik, ahol még kisgyermekként én is megfordultam néhányszor. Azt hiszem, szó szerint a vegyszerszag fogott meg: már általános iskolában folyton azt vártam, mikor tanulhatok végre kémiát. (Az orvoslás maga – bár az orvosokat nagyon tisztetem – egyébként sosem érdekelt.) Nem volt kérdés, hogy a kémia irányában fogok továbbtanulni, és később az ELTE-n szereztem vegyész diplomát. Bár ma a munkám során többen ülnek a számítógép előtt, mint vagyok a laborban, és továbbra is olyan

ügyetlen kísérletező vagyok, hogy azt néha a kollégáim és a hallgatóim is – joggal – megmosolyogják, a kémiát még mindig szeretem, és sosem gondoltam arra, hogy bármi mással is foglalkozhatnék.

*Ismerted-e diákkorodban a KÖKÉL-t?*

Persze. Minden hónapban vártam az új feladatsorok megjelenését, küldtem is be szorgalmasan a megoldásokat, egészen szép sikerekkel. Sok későbbi egyetemi barátságot köszönhetek a KÖKÉL-nek; a régi versenytársak már ismert nevéhez az egyetemen arcok is társultak. Szép emlékem, hogy egyszer egy rövidebb (ha jól emlékszem, gyertyák égésével foglalkozó) tanulmányomat a KÖKÉL-ben „változatlanul leköszölte” Róka András tanár úr, akivel azóta kollégák vagyunk, és sokat dolgozunk együtt. Akkor, kb. 17 évesen, erre nagyon büszke voltam. Egyébként ma is az vagyok.

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

Sosem voltam jó versenyző, az eredményeim, amiket nem éreztem elég erősnek, inkább elszomorítottak. De ez nem baj, mert nem adtam fel, és másokat is erre buzdítok. Fontos, hogy az ember tudjon néha alulmaradni is: az élet amúgy sem verseny.

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

Az ELTE-n végeztem vegyészként 2010-ben. Már másodéves hallgatóként elkezdtem dolgozni Láng Győző professzor úr mellett az Elektrokémiai és Elektroanalitikai Laboratóriumban, ahol elsősorban mérőrendszerek (tehát műszerek) építésével és programozásával foglalkoztam. Később a doktori értekezésemet is ebben a témában írtam, és védtem meg 2013-ban. Azután egy évig Svájcban, a Berni Egyetemen dolgoztam Prof. Peter Broekmann mellett (azóta is sokat dolgozunk együtt), 2015-től pedig az ELTE Fizikai Kémiai Tanszékének adjunktusa vagyok.

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

Középiskolásként még nem. Egyetemistaként aztán nyertem programozói versenyeket (vegyészként!) a National Instruments pályázatain, illetve szintén még egyetemi hallgatóként kaptam meg a

Köztársasági Ösztöndíjat. Már doktorandusz voltam, amikor egy évre megkaptam az akkor indult Nemzeti Kiválóság Program egy ösztöndíját, illetve ezután egy évig élveztem a Svájci Államszövetség igen nagyvonalú támogatását, amelynek segítségével a Berni Egyetemen dolgozhattam.

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

Megnevezni senkit nem akarok. Inkább azt mondom, vannak idősebb kollégáim (néhány), akikkel ha beszélgetek, érzem: nem bánám, ha én is így tudnék megöregedni. Értem ezalatt: felnevelve néhány kitűnő kutatót, megírva néhány, legalább a terület számára érdekes munkát, élve egy teljesnek mondható életet stb. Ez, azt gondolom, elég.

*Mit üzensz a ma kémia iránt érdeklődő diákoknak?*

Nagyjából összefoglalva három dolgot. Az egyik az, hogy – bármilyen pályát választanak is – találjanak benne valamit, amiben elhatározzák, hogy ők lesznek a legjobbak. Ezt fontos jól érteni: még ha nem is sikerül mindig a legjobbnak lenni, maga az elhatározás nagyon fontos. Ha ezt komolyan is gondolják, sokra fogják vinni. Tanulni nyilván kell majd a többi dolgot is, ami a szakmához szükséges, de korántsem kell (és egyébként nem is lehet) mindenből jónak lenni.

A másik javaslatom az, hogy olvassanak sokat, és leljék ebben örömeiket. Nem szak-, hanem szépirodalomra gondolok: ezáltal tehetnek szert arra a szókincsre és kifejezőkészségre, amely nemcsak a szakmai kommunikációhoz, de magához a gondolkodáshoz is elengedhetetlen.

A harmadik javaslatom pedig, hogy igyekezzenek minél jobban megtanulni angolul. Lehet ezt szeretni vagy nem szeretni, de ezen a nyelven beszél ma a világ.

## Mestersége kémiantanár – Albert Viktor

### *Bemutakozás*

Gyermekkorom és iskolám a 11. kerülethez kötődnek. Itt születtem, itt nőttem fel ikertestvéremmel, Attilával, és azóta is itt élek szűkebb és tágabb családommal együtt. Feleségem, egy lányom és egy fiam van. Általános iskolám a jelenlegi Bethlen Gábor Általános Iskola és Gimnázium, akkoriban még ének- és zenetagozatú általános iskola volt, ahová szüleim a két párhuzamos osztályba írtattak be minket, hogy személyiségünk jobban fejlődjön. Abban az időben ragadta meg az érdeklődésemet a biológia, ami főleg állatokkal kapcsolatos könyvek olvasását és kisállatok tartását jelentette.



Volt olyan időszak, amikor testvéremmel közös, mindössze nyolc négyzetméteres szobánkban több mint száz állat élt velünk. Zebrapintyek, japáni sirálykák, különböző fajú papagájok és egerek, valamint tengerimalacok alkottak egymás mellett jól megférő közösséget. Valószínűleg jól érezték magukat, mert aktívan szaporodtak, és az utódok eladásából még zsebpénzünk is lett.

Gimnáziumi tanulmányainkat a József Attila Gimnáziumban végeztük, ahol a biológia szeretete tovább fokozódott, és érdeklődésünk a biokémia és az élettan felé fordult. A kémia tantárgy 10. évfolyamon való lezárásakor még nem is sejtettük, hogy a kémia egyszer meghatározó lesz az életünkben. Édesapánk, aki vegyipari gépészmérnök volt, mindig is szorgalmazta a kémia irányú továbbtanulást, bár nem tanári, hanem gyógyszervegyész vonalon. Minket azonban nagyon megfogott a tanítás szépsége. Amikor pályaválasztásra került sor, felvételiztünk az ELTE biológia-kémia szakára, ahol öt csodaszép évet töltöttünk. Ötödévben az ELTE Radnóti Miklós Gyakorlóiskolájába kerültünk, ahol az idő tájt éppen megüresedett egy kémiantanári állás, és én, vezetőtanárain javaslatára ott maradhattam.

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

Alapvetően jó diák voltam, de csínytevéseim azért voltak. Igazi fiútestvérek módjára gyakran veszekedtünk Attilával, talán ez is közrejátszott abban, hogy szüleink külön osztályba íratnak minket. Intőt is kaptam, de mai meglátásom szerint abban az időben sűrűbben osztogatták a tanárok a figyelmeztetőket és intőket, mint napjainkban.

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

Többféle lehetőség kínálkozott, amely mind a biológiához kapcsolódott. Ezek közül engem a tanári vagy az orvosi pálya vonzott. Az orvosi egyetemre akkoriban csak biológia-fizika érettségivel lehetett bekerülni, így maradt az általam sokkal jobban megszeretett kémia, így a biológia-kémia tanár szak. Érdekes, hogy akkoriban olyan népszerűek voltak a tanárszakok, hogy az orvosképzésbe vagy a természettudományos tanárképzésbe lényegében azonos pontszámmal lehetett bekerülni. Jó lenne, ha ez manapság is így lenne...

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

Nagy lelkesedéssel gondoltam a tanításra már a gimnázium alatt is, az egyetemet pedig úgy jártam végig, hogy folyamatosan azt néztem, hogy mit hogy fogok tudni hasznosítani a tanári pályán. Különleges terveim nem voltak, egyszerűen jó tanár akartam lenni. Arra akkoriban még gondolni sem mertem, hogy egyszer gyakorlóiskolában fogok tanítani, kémia vezetőtanár leszek, arra pedig, hogy tankönyvíróként saját könyvből taníthatok, végképp nem. Ebben nyilván szerepe volt a szerencsének, de a tanári pálya iránti elkötelezettségemnek is. Utóbbi nélkül nem lehet igazán magas szintű munkát végezni, sikereket elérni, de még a pályán maradni sem. Jelenleg úgy érzem, hogy azt csinálom, amit leginkább szeretek, és mindent megkaptam a sorstól, amit ezen a pályán elérhetünk.

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

Természetesen, több is. Az egyetemen Dr. Zboray Géza anatómia tanárunk már az első évben elkápráztatott minket kiválóan felépített előadásával és gyönyörű táblavázlataival. Órái megtanítottak engem

arra, hogy akkor lehetnek magas szintű elvárásaim a tanulókkal szemben, ha magammal szemben is azokat támasztok.

Másik példaképem egykori kémia vezetőtanárom, Dr. Balázs Lórántné. Kimagasló szakmai tudása nagyfokú szerénységgel és segítőkészséggel párosult. Az együtt töltött évek alatt mind pedagógiai, mind szakmai szempontból nagyon sokat tanultam tőle. Tanárjelöltként, majd később, kollégájaként is bármilyen kérdéssel fordulhattam hozzá. Nemcsak az óráin, hanem munkaközösség-vezetőként a szűkebb szakmai közösségünkben is kitűnő hangulatot, nyílt légkört tudott teremteni. Többek között ez biztosította a Radnótiban a kreatív, alkotó munka hátterét.

*Mit gondol, mitől jó egy kémiaóra?*

Legfontosabb, hogy a tanulókat olyan ismeretekkel és tevékenységekkel kössük le, amely folyamatos gondolkodásra, az agyuk „mozgatására” készíti őket. Ha megismerjük a diákjainkat, felmérjük az igényeiket, a motiváltságukat, akkor egy kis rutinnal észrevehetjük, hogy adott csoportban adott pillanatban mit és hogyan kell tanítanunk. Olykor a komoly, logikusan felépített és vezetett óra a hatékony, máskor azonban pár perc kötetlen beszélgetés, vagy humor billenti át a gyerekeket a holtpontra. Ha az óráinkat lelkiismeretesen átgondoljuk és felépítjük, a tanulócsoporthoz adaptáljuk, akkor diákjaink és mi is többnyire elégedetten megyünk ki az óráról.

*Ön szerint milyen a „jó” gyerek?*

Szerintem nincs olyan kategória, hogy „jó” gyerek. Valószínűleg mindenkinek mást jelent ez a fogalom, és sokféleképpen is értelmezhető. Természetesen én magam is szeretem, ha az órán ülő tanuló figyel, jelentkezik, okosakat válaszol, és persze ötösré írja a dolgozatait – így talán ilyen a „jó” gyerek. De ha minden tanuló ilyen lenne, az unalmas lenne. Kellenek a kihívások, az olyan feladatok, amelyeket egy-egy heterogén gyerekcsoport érdeklődésének a felkeltése, figyelmének a lekötése, személyiségének a megismerése jelent. Az a jó, ha a gyerekek sokfélék, változatosak, és látjuk a közös munkának a hatását.



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

Nincs olyan anyagrész, amiről azt mondhatnám, hogy jobban szeretem a többinél. Tanítás közben mindig a gyerekek fejével gondolkozom, így mindig azt veszem alapul, hogy milyen előismereteik vannak, mit tudhatnak vagy gondolhatnak éppen, milyen kérdés születhet meg a fejükben. Ilyenkor én is szinte újraélem a felfedezés örömét, és felfedezni jó. Ezért mindig az a kedvencem, amit éppen tanítok. Annyi igaz, hogy ha van egy új tankönyv, egy új megközelítés, egy új módszertan, akkor az még inkább fokozza a lelkesedésemet, ezért azokat talán jobban szeretem.

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

A kisebbeknél nagyon szeretem a fémek redukáló sorának a kísérleteken keresztül történő felépítését. Bár ez az általános iskolai korosztálynak elég nehéz téma, de nagyon logikus, jól építhetők egymásra az ismeretek, míg a végén összeáll a rendszer. A nagyoknál szép kihívás a sztereokémia megtanítása. Ez átfogja a szerves kémia jelentős részét, miközben lehetőséget ad a képletírástól a modellezésen át a bonyolultabb biokémiai ismeretek megalapozására.

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

Igen, és többségük a diákjaim sikereihez fűződik. Legutóbbi éppen a tavalyi évben volt, amikor egy, a saját osztályomba járó hetedikes diák egy évi kémiatanulás után az első helyezett díját vehette át a Hevesy György Kémiaverseny országos döntőjén. Emlékezetes marad számomra az a pillanat is, amikor kezembe foghattam első tankönyvemet, vagy amikor osztályfőnökként először mentem be a diákjaimhoz a tanterembe. Ezeknek a pillanatoknak is köszönhető, hogy hosszú ideje ezen a pályán vagyok.

*Hogyan látja a kémiaoktatás jelenlegi helyzetét?*

Sajnos, nagyon elkeserítőnek. A kémiaoktatás a tanárhiány miatt haldoklik. Egyre többször hallhatunk az önálló kémia tantárgy megszűnéséről, ami az általános iskolákban és a szakiskolákban már megfigyelhető. Ez a tendencia az óraszámok további csökkenésével

csak folytatódni fog, és az ördögi kör bezárult. Pedig hiszem, hogy a kémia az egyik legizgalmasabb tantárgy, és ha érdekes tartalmakat jól tanítunk, akkor a gyerekek nagyon is szeretik. A jövő fontos kérdése pedig az orvosi és vegyipari szakember utánpótlás. Ezekhez elengedhetetlen a kémia, és jelenleg nem látom, milyen lehetősége lesz a diákoknak arra, hogy a kötelező alapképzés után megszerezzék az egyetemi belépéshez szükséges tudást és szemléletet.

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

Feleséggel együtt (aki szintén tanár) sokat dolgozunk, ezért ha lehet, a szabadidőnk nagy részét együtt és gyermekeinkkel töltjük. Legkedvesebb szabadidős tevékenységünk a kirándulás és a túrázás. Akár több tíz kilométeres túrákat is megteszünk, miközben figyeljük a természetet és jókat beszélgetünk.

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

Általában az megy tanárnak, aki szeret gyerekekkel foglalkozni, szereti a tantárgyát, és magát az iskolai légkört. Ez azonban ma már nem elég. Óriási elhivatottság, elszántság és kitartás kell ahhoz, hogy egy fiatal ma közép- vagy hosszútávon a tanári pályán maradjon. Fontos, hogy szeresse a kihívásokat, szeressen aktív életet élni, sokat dolgozni, folyamatosan küzdeni, harcolni. Legyen optimista, tudjon és akarjon folyamatosan megújulni. Amikor pedig a kezdő tanárok bérét a garantált bérminimumra kell emelni, akkor az sem árt, ha – legalább a pályája első évtizedében – gondoskodik arról, hogy valaki eltartsa. Ha azonban túljut az első egy-két évtized nehézségein, és mester vagy kutatótanár fokozatba kerül, már könnyebbé válhatnak a mindennapjai.

## GONDOLKODÓ



### Feladatok

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

**A megoldásokat 2020. február 17-ig lehet a [kokel.mke.org.hu](http://kokel.mke.org.hu) honlapon keresztül feltölteni, vagy postára adás után regisztrálni. A formai követelmények figyelmes betartását kérjük. A postacím:**

#### **KÖKÉL Gondolkodó**

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

A **K** feladatsorra beküldött megoldásokból a legjobb 5 feladatot számítjuk csak be fordulónként. A 11-12. évfolyamos diákok esetében a nehezebb (csillagozott) példák mindenképp bekerülnek az 5 közé.

**K347.** A világmindenség első (vagy egyik első) olyan kémiai részecskéje, amelyben kovalens kötéssel kapcsolódott össze két atom, egy egyszerűen pozitív töltésű összetett ion volt. (Úgy kell ezt érteni, hogy az ősröbbanást követően hosszú ideig még atomok sem léteztek, de később, ahogy hűlt az Univerzum, megjelentek atomok, és ezután ezek összekapcsolódásával létrejöhettek molekulák és összetett ionok is.)

Ebben a bizonyos „elsőben” az elemi részecskék száma 7. De mivel az alkotó atomjainak több izotópja is létezik, ez a szám 6, 8, 9 és 10 is lehet, ha nem a leggyakoribb izotópokkal számolunk.

- Mi a képlete ennek az összetett ionnak?*
- Összesen hányféle izotopológ létezhet a természetben? Melyik ezek közül a legritkább?*

(Zagyai Péter)

**K348.** A Curiosity mérései szerint a Mars légkörének térfogat-százalékos összetétele a felszín közelében átlagosan: 95,1% CO<sub>2</sub>, 2,59% N<sub>2</sub>, 1,94% Ar, 0,16% O<sub>2</sub> és 0,06% CO néhány egyéb, kis koncentrációban jelen lévő gáz mellett. Az átlagos felszíni légnyomás 610 Pa. A mérések azt is megmutatták, hogy télen a hőmérséklet annyira lecsökken a sarkok közelében, hogy a szén-dioxid egy része kifagy a légkörből. Ilyenkor a szén-dioxid térfogatszázaléka jellemzően 94,4%-ra csökken.

- a) *Hányszorosa az 1 m<sup>3</sup> levegőben található oxigén mennyisége a Földön a marsihoz képest a felszín közelében?*
- b) *Feltéve, hogy télen csak a szén-dioxiddal történik bármi is a marsi légkörben, hány százalék oxigéntartalomra számítottunk ilyenkor?*

(Zagyai Péter)

**K349.** A 19. század elején meglehetősen zavaros volt a magyar kémiai szaknyelv, egy-egy kémiai elemnek sok, jelentősen eltérő megnevezését használták.

- a) *Derítsd ki, hogy a következő elnevezések melyik kémiai elemet takarják!*

lomany, napany, kemeny, férjany, menyany, sárgany, szerdany, higany, lágyany, nemiszany, arany, bátrany, imany, iblany, ingerlany, édeny, ződany

- b) *A felsoroltak egyike mindegyik másik kémiai elemmel alkot vegyületet, némelyikkel többet is. Írd fel ezeknek a vegyületeknek a képletét!*

(Zagyai Péter)

**K350.** 2020. január 13-án publikálták azt a tanulmányt, amelyben beszámolnak az eddig ismert legősibb anyagról, amit a Földön találtak. Egy 1969-ben lezuhant meteoritban olyan szilícium-karbid-szemcséket (méretük a  $\mu\text{m}$ -es tartományba esik) találtak, amelyek akár 7 milliárd évesnél is idősebbek lehetnek. Ez azt jelenti, hogy a Naprendszeren kívül keletkeztek, annál több milliárd évvel korábban, a Napnál jóval idősebb csillagokban. Az ilyen idős, nem földi és nem naprendszeri eredetű minták korának meghatározása nem egyszerű feladat, a hagyományos eljárások nem működnek. Egy lehetőség a minta <sup>21</sup>Ne-tartalmának meghatározása: ez az izotóp a kozmikus sugárzás hatására

keletkezik többé-kevésbé ismert sebességgel. Minél több  $^{21}\text{Ne}$ -t találunk a szemcsében, annál több időt töltött a világűrben.

Az egyik SiC szemcse (tömege  $2,0 \cdot 10^{-9}$  g) analízise során a  $^{21}\text{Ne}$ -tartalmat  $1,98 \pm 0,15 \cdot 10^{-6}$  cm<sup>3</sup>/g-nak mérték. (A gáz térfogatát standard légköri nyomásra és 25 °C-ra adták meg.) Szinte hihetetlen, hogy ma már lehetséges ilyen kis mennyiségű anyag meghatározása is.

*Hány  $^{21}\text{Ne}$  atom lehetett a vizsgált SiC szemcsében?*

(Zagyi Péter)

**K351.** A likopin többek között a paradicsomban megtalálható hosszú szénláncú szénhidrogén. Számos megbízható vizsgálat mutatja, hogy a fogyasztása hatékonyan képes csökkenteni több betegség kialakulásának kockázatát (pl. szív- és érrendszeri megbetegedések, prosztaták). Javasolt tehát sok paradicsomot fogyasztani.

A helyzet azonban nem ilyen egyszerű. Kutatások bizonyították, hogy a paradicsomban megtalálható likopin döntő része az *all-transz* izomer, vagyis az, amelyikben minden kettős kötés *transz* konfigurációjú. Ennek a biológiai hasznosulása azonban elég rossz, lényegesen rosszabb azokhoz az izomerekhez képest, amelyekben egy kettős kötés *cisz* konfigurációjú.

a) *Rajzold fel az all-transz-likopin szerkezetét!*

b) *Hány különböző likopin-izomer létezik egyetlen cisz konfigurációjú kettős kötéssel?*

Részletes vizsgálatok azt is kiderítették, hogy a paradicsom hőkezelése növeli a *cisz*-izomerek arányát, ezért célszerű – más gyümölcsöktől és zöldségektől eltérően – nem nyersen enni a paradicsomot. Sőt bizonyos anyagok jelenléte katalizálja ezt az izomerizációt, így ilyen anyagokkal együtt sütve-főzve a paradicsomot, jelentősen növelhetjük a likopin hasznosulását, vagyis fokozhatjuk jótékony hatását. Ilyen anyagok például a jód, a diallil-triszulfid, a lentionin és az allil-izotiocianát.

c) *Javasolj olyan élelmiszereket, amelyekkel – ennek alapján – célszerű együtt főzni a paradicsomot!*

(Zagyi Péter)

**K352.\*** A száraz levegő összetétele az alsó légkörben jó közelítéssel állandó: 78,08% nitrogén, 20,95% oxigén, 0,93% argon és a 0,04% szén-dioxid. A levegő maximális nedvességtartalma viszont erőteljesen változik a hőmérséklettel. 0 °C-on 610 Pa a telített vízgőznek megfelelő tetető nyomás (az ún. parciális nyomás), míg 25 °C-on ennek 5,13-szorosa.

- a) *Milyen tartományban változhat 101325 Pa légköri nyomáson a nedves levegő száraz levegőhöz viszonyított relatív sűrűsége ( $\rho_{\text{nedves}}/\rho_{\text{száraz}}$ ) 0 °C-on, 25 °C-on, valamint 100 °C-on?*
- b) *Száraz és vízgőzzel telített levegő azonos mennyiségével töltünk meg két egyforma edényt 25 °C-on. Mekkora térfogatú edények esetén lenne várható, hogy más értéket mutasson a 0,001 g pontossággal dolgozó mérlegünk?*

(Magyarfalvi Gábor)

**K353.\*** A szerves kémiai analitikából jól ismert Fehling-reagens elkészítéséhez rézgálicot, kálium-nátrium-tartarátot és nátrium-hidroxidot 1:3,8:5,8 mólarányban oldanak fel vízben úgy, hogy a kapott oldat rézion-koncentrációja 0,217 mol/dm<sup>3</sup> legyen.

- a) *1 dm<sup>3</sup> Fehling-oldat elkészítéséhez hány grammra van szükség az egyes összetevőkből?*

Részletes vizsgálatok kimutatták, hogy ebben az erősen lúgos oldatban a legnagyobb koncentrációban jelen lévő részecske a  $[\text{Cu}(\text{tart})_2]^{6-}$  ion. Ebben a képletben a tart rövidítés a borkősav savmaradékionját jelöli.

- b) *Rajzold fel ennek az ionnak a konsitúcióját!*

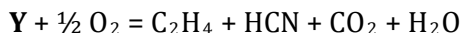
A b) feladatban szereplő komplex aniont tartalmazó só is előállítottak. A kísérlet leírása szerint 3,960 g NaOH-t és 2,402 g borkősavat oldottak vízben, majd 878 mg réz(II)-hidroxidot adtak az elegyhez. A kapott oldatból végül 2,85 g só tudtak kikristályosítani, ami 48,3%-os kitermelésnek felelt meg.

- c) *Mi az előállított só képlete?*

(Zagyi Péter)

**K354.\*** Az etén (etilén) fontos szerepet tölt be a növényekben zajló biokémiai folyamatok szabályozásában (pl. a gyümölcsök érésében, a virágok hervadásában vagy a levelek lehullásában). Gyakorlatilag a

növény minden részében termelődik, mégpedig egy kémiai szemmel elég szokatlan szerkezetű vegyület (**Y**) enzimatis oxidációjával:

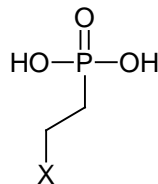


**Y** egy telített szénláncú  $\alpha$ -aminosav (molekulájában  $-NH_2$  és  $-COOH$  csoport is található).

- Mit jelent a fent használt  $\alpha$  jelölés?
- Mi **Y** összegképlete? Rajzold fel a konstitúcióját!
- Mint az aminosavak általában, **Y** is ikerionos szerkezetű szilárd halmazállapotban. Rajzold fel az ikerion szerkezetét!

Etilén képződik egy viszonylag egyszerű vegyület hidrolízisével (vízzel való reakciójával) is semleges vagy lúgos közegben. Használják is az élelmiszeriparban érésszabályozóként, mivel bomlás-termékei közönséges, ártalmatlan anyagok.

- Mi az **X** atom, ha tudjuk, hogy 82 mg-jának hidrolízisével  $13,9 \text{ cm}^3$  légköri nyomású,  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ -os etilén képződik?



- Írd fel a vegyület hidrolízisének egyenletét!
- A vegyület jól oldódik vízben, általában tömény vizes oldatban forgalmazzák. Hogyhogy nem hidrolizál az oldatban?

(Zagyi Péter)

**H321.** Az atomok elektronegativitását (EN) két atom között kialakuló kötés jellegének előzetes megbecslésére használják. Az elektronegativitás kiszámítására többféle definíció is létezik, leggyakrabban a Pauling-féle elektronegativitási skála használatos. A Pauling-skála a következő módon definiálja két atom elektronegativitásának különbségét:

$$K \cdot (EN_A - EN_B)^2 = E_{köt}(AB) - \sqrt{E_{köt}(AA) \cdot E_{köt}(BB)}$$

A képletben a kötésfeszülési energiák ( $E_{köt}$ ) kJ/mol egységekben értendők, a  $K$  konstans értéke  $96,48 \text{ kJ/mol}$ , a fluoratomra vonatkozó referenciaérték  $EN_F = 3,98$ , az oxigén fenti összefüggéssel meghatározott elektronegativitása pedig  $EN_O = 3,44$ .

A fenti definíció olyan atomok esetén értelmezhető csak, amelyek egymással létesítenek kémiai kötést. A nemesgázok esetében erre nem

volt mód egészen a fluorral és oxigénnel alkotott vegyületeik felfedezéséig.

A szilárd  $\text{XeF}_6$  képződéshője:  $-338 \text{ kJ/mol}$

A szilárd  $\text{XeF}_6$  szublimációs hője:  $59 \text{ kJ/mol}$

A Xe–O kötésfeszakítási energia:  $36,4 \text{ kJ/mol}$

A F–F kötésfeszakítási energia:  $159 \text{ kJ/mol}$

Az O–O kötésfeszakítási energia:  $210 \text{ kJ/mol}$

*A felsorolt adatok segítségével becsüld meg az Xe atom elektronegativitását!*

(Lázár Armand)

**H322.** A standardpotenciál-táblázatokban található adatok jó kiindulást jelentenek, amikor meg szeretnénk jósolni, hogy egy redoxireakció végbemegy-e vagy nem. Természetesen azt fejben kell tartanunk, hogy a táblázatban megadott redukciós potenciálok arra a helyzetre vonatkoznak, amikor a redukciós folyamatban szereplő minden anyag koncentrációja standard érték. Ennélfogva a táblázatok standardpotenciáljai vagy  $\text{pH}=0$  vagy  $\text{pH}=14$  esetére vonatkoznak.

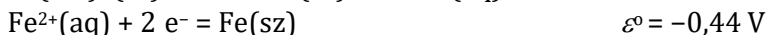
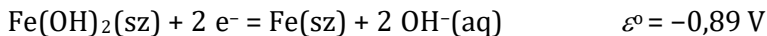
A két körülmény esetén érvényes standardpotenciálok természetesen nem függetlenek egymástól. Csupán a Nernst-egyenlet megfelelő alkalmazásával is megtalálható a kapcsolat köztük.

a) Számítsd ki a  $2 \text{ H}_2\text{O}(f) + 2 e^- = \text{H}_2(g) + 2 \text{ OH}^-(aq)$  folyamat standardpotenciálját! Milyen egyensúlyi állandó értékére van szükség a számításhoz?

b) Mi lesz a  $\text{O}_2(g) + 2 \text{ H}_2\text{O}(f) + 4 e^- = 4 \text{ OH}^-(aq)$  folyamat standardpotenciálja, ha ismerjük az oxigén redukciójának standardpotenciálját savas közegben  $\text{O}_2(g) + 4 \text{ H}^+(aq) + 4 e^- = 2 \text{ H}_2\text{O}(f)$  ( $\mathcal{E}^\circ = 1,23 \text{ V}$ )?

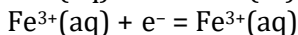
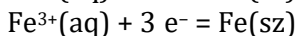
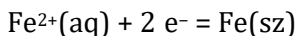
Más standardpotenciál-értékek között is teremthető kapcsolat a Nernst-egyenlet megfelelő alkalmazásával, ha ismerünk bizonyos egyensúlyi állandókat.

c) Milyen egyensúlyi állandó értéke köti össze a következő két standardpotenciált?





A Nernst-egyenletet megfelelően alkalmazva megmutathatóak további kapcsolatok is. Például a



redukciók standardpotenciáljai sem függetlenek egymástól.

d) *Mi a standardpotenciálok közti kapcsolat, és hogy mutatható ez meg a Nernst-egyenletet felhasználva?*

(Magyarfalvi Gábor)

**H323.** Noha a nukleofil szubsztitúció az alifás vegyületek jellemző reakciója, aromás gyűrűk esetén is előfordulhat, ha a gyűrűhöz megfelelő számú nagy elektronegativitású atom kapcsolódik. Ennek talán legjobb példái a hexafluorobenzol és a pentafluoropiridin.

a) *Hány különböző termék keletkezését várhatjuk ezen két molekula esetében, ha (i) egy, (ii) kettő, vagy (iii) három tiofenollal reagálnak HF gáz keletkezése mellett?*

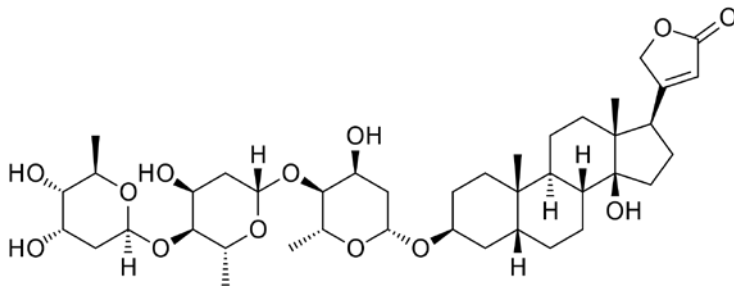
Egy hasonló reakció játszódik le a hexafluorobenzol és **A** anyag között is. Ekkor a reagensek 1:1 arányban reagálnak egymással, és két ekvivalens HF gáz szabadul fel. **A** vegyületnek érdekes, égett szaga van. Ha **A** folyadékot savas katalízis mellett benzaldehiddel reagáltatjuk, akkor egy fokhagymakrémlevesre emlékeztető szagú, öttagú gyűrűt tartalmazó molekula képződését figyelhetjük meg vízkilépés mellett. A hasonló származékok jellemzője, hogy meglepően savasak, például NaH-del sőt képeznek. **A** folyadék egy grammját elégetve 0,936 g széndioxid, 0,575 g víz és 1,362 g kén-dioxid keletkezését figyelték meg.

b) *Mi volt az **A** gáz? Írd fel a reakcióegyenleteket!*

(Forman Ferenc)

**H324.** A digitoxin egy nagyon jól ismert és sokat tanulmányozott természetes vegyület, ún. szívglikozid. Fokozza a szívösszehúzóerőt, ami a szívélgtelenség kezelésénél jól jön: több ezer éves múltra tekint vissza az alkalmazása (eleinte persze növényi kivonatként).

Könnyű azonban túladagolni, és a halálos dózis sem túl nagy. (A krimi-irodalom egyik kedvelt mérge.)



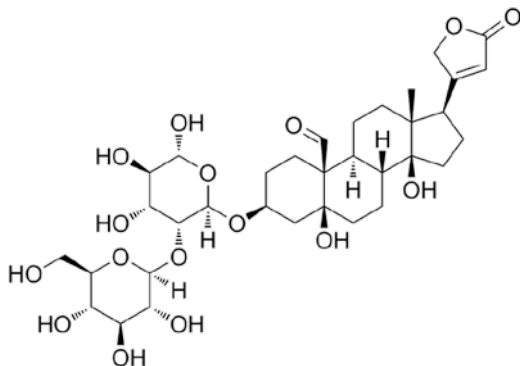
digitoxin

a) Milyen monoszacharidokból származtatható a digitoxin molekulája? Add meg a pontos nevét!

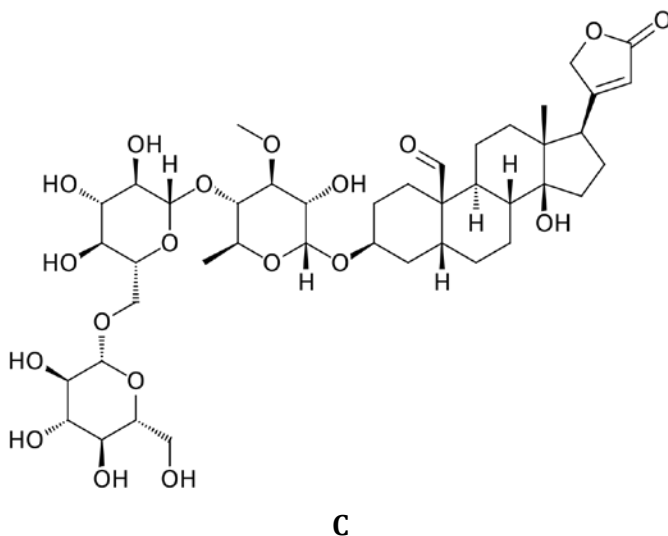
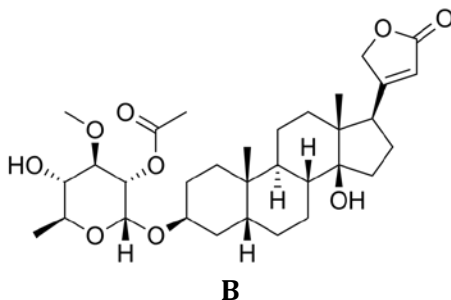
b) Redukáló hatású cukorszarmazék a digitoxin?

Az alábbi három molekula nagyon hasonlít a digitoxinhoz. Monoszacharidjaikat tekintve azonban tartogatnak meglepetést.

c) Állapítsd meg, hogy mely monoszacharidokból származtatható az **A**, **B** és **C** molekula! Melyek a szokatlanok és miért?



**A**



(Kóczán György, Zagyai Péter)

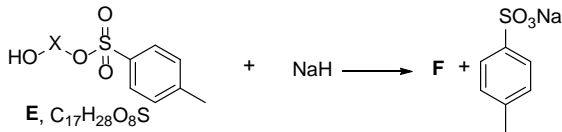
**H325.** Az eténgázt ezüst katalizátor jelenlétében oxigéngázzal oxidálva az **A** vegyületet kapjuk (**a** reakció). Az így kapott vegyület a szerves vegyipar egyik fontos alapanyaga. A következőkben ennek az anyagnak a kémiai reakcióit fogjuk vizsgálni.

**A** savas közegben könnyen dimerizálódva egy gyűrűs vegyületet képez (**B**, **b**). Mindkét vegyület oxigéntartalma 36,32 *m/m* %.

Ha az **A** vegyület oldatába Cs<sup>+</sup>-ionok jelenlétében kén-dioxidot vezetünk, a **C** gyűrűs vegyület képződik. A reakcióban a kén-dioxid és az **A**

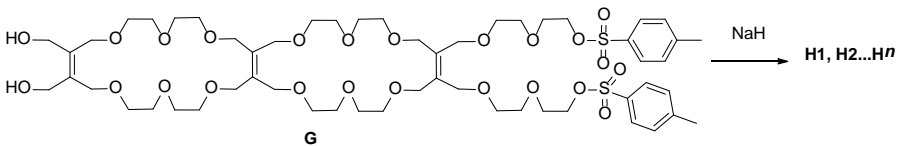
vegyület sztöchiometriai aránya 1:3, és a folyamat során csak a **C** vegyület keletkezik (**c**).

Az **A** vegyület sav (**d**), illetve bázis (**e**) katalízis mellett is polimerizálható. Adott körülmények között a **D** pentamer szintetizálható. Ebből a pentamerből az **E** tozilát származék állítható elő, amiből NaH bázis mellett az **F** gyűrűs termékhez jutunk.



- Rajzold fel az **A-F** vegyületek szerkezetét! Írd fel az **a-e** átalakítások rendezett egyenletét!
- Vázold a **d-e** átalakítások mechanizmusát nyílt láncú trimerek képződéséig!
- A **C** és **F** vegyületek előállítása során miért fontosak a jelenlévő kationok, miért nem használható szerves bázis?

Az így kapható koronaéterek számos érdekes tulajdonsággal bírnak. Ezen vegyületek tanulmányozása során a következő kísérleteket hajtották végre:



A **G** vegyület gyűrűzárási reakciójában a **H** izomerek elegye keletkezik (**H1, H2, ..., Hn**). A **H** vegyület(ek) ozonolízisével a megfelelő **I** vegyületek keletkeznek (**I1, I2, ..., In**).

- Rajzold fel a **H-I** vegyületek szerkezetét! (A szerkezet lehet sematikus, az ismétlődő részek rövidíthetők.) Milyen viszonyban vannak egymással a **H** vegyületek egyes izomerjei?

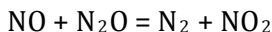
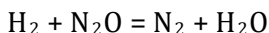
(Varga Szilárd)

## Megoldások

**K331.** A nevetógáz (kéjgáz) a dinitrogén-monoxid,  $N_2O$ , melyet ammónium-nitrát kontrollált hevítésével lehet előállítani:



Reakcióiban a  $N_2O$  jellemzően formális oxigénatom-donorként viselkedik, melynek hajtóereje a stabil  $N_2$  képződése.



Az 1 millió tonna gáz 76%-a 760 ezer tonna, ami  $7,6 \cdot 10^8 \text{ g}/M(N_2O) = 1,73 \cdot 10^7$  mólnak felel meg. Ez azonos anyagmennyiségű, azaz  $1,73 \cdot 10^7 \cdot M(NH_4NO_3) = 1,4 \cdot 10^9 \text{ g}$  (1,4 millió tonna) só bomlásával keletkezett.

Bár nem járt érte pontlevonás, vegyük észre, hogy az adatok jellegéből adódóan a végeredményt nincs értelme két értékes jegynél pontosabban megadni.

*A versenyzők nagy része kiválóan oldotta meg a feladatot, többségüknek maximális pontszámot tudtunk adni.*

(Forman Ferenc)

**K332.** a) Mivel az a kérdés, hogy legalább mennyi iszapot kell venni, ezért a legnagyobb tömegszázalékos értékkel kell számolni. Kihasználva, hogy tudjuk, hogy 1 mol  $Sc_2O_3$ -ban 2 mol Sc van, ezért

$$n(\text{Sc}) = \frac{m(\text{Sc})}{M(\text{Sc})} = \frac{21 \text{ g}}{45 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,467 \text{ mol}$$

$$n(\text{Sc}_2\text{O}_3) = \frac{n(\text{Sc})}{2} = 0,233 \text{ mol}$$

$$m(\text{Sc}_2\text{O}_3) = n(\text{Sc}_2\text{O}_3) \cdot M(\text{Sc}_2\text{O}_3) = 0,233 \text{ mol} \cdot 138 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 32,2 \text{ g}$$

$$m(\text{vörösizap}) = \frac{m(\text{Sc}_2\text{O}_3)}{1,7 \cdot 10^{-6}} = \frac{32,2 \text{ g}}{1,7 \cdot 10^{-6}} = 18,9 \cdot 10^6 \text{ g} = 18,9 \text{ t}$$

b) Az ásvány képletéből tudjuk, hogy  $\text{ScPO}_4$  és még valamennyi kristályvíz alkotja. Tudjuk, hogy 21 mg Sc található 82,17 mg  $\text{ScPO}_4$ -ban. 1 mmol Sc tömege 45 mg és 1 mmol  $\text{ScPO}_4 \cdot x \text{H}_2\text{O}$  tömege egyenes arányossággal kiszámolható: 176 mg. Mivel 1 mmol  $\text{ScPO}_4$  tömege 140 mg, ebből a kristályvíz tömege már adódik: 36 g.

Ebből következik, hogy 2 mol vízzel kristályosodik a szkandium-foszfát. Vagyis az ásvány képlete:  $\text{ScPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ .

c) Vendel az ásványnak örülne jobban, hiszen abban több a tiszta szkandium. A tömegszázalékos összetételeket összehasonlítva ez egyértelműen kiderül. A vörösiszap esetén ez az érték adott. Az ásvány esetén a következőképpen számolható:

$$w\% = \frac{m(\text{Sc})}{m(\text{ScPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O})} \cdot 100 = \frac{21 \text{ mg}}{82,17 \text{ mg}} \cdot 100 = 25,6\%$$

Vélhetően az is szempont, hogy 18,9 tonna vörösiszapot nehezebb elhelyezni a polcon.

*A feladat könnyűnek bizonyult, a beküldők között nagyon sok szép és kreatív megoldást olvastunk. A hibátlan megoldások mellett sok esetben tapasztaltunk apróbb elszámolásokat, ebben az esetben 1–1 pont hiányzott a maximumhoz. A legkreatívabb része a feladatnak a harmadik kérdés volt, ebben az esetben is sok ötletes megoldást olvastunk.*

(Jantner Anna)

**K333.** A triviális eseteket nem számítva (egybetűs vegyjel), tizenhárom elempárra igaz, hogy a sorrendet felcserélve is vegyjelet kapunk:

Al-La, Ar-Ra, Ca-Ac, Sc-Cs, Re-Er, Se-Es, Ni-In, Br-Rb, Ag-Ga, Ta-At, Fr-Rf, Mt-Tm, Mc-Cm

Az egyes tulajdonságok táblázatosan, a b) alkérdéseinek válaszait kiemelve:

Elempár	A felfedezés éveinek különbsége:	Legjellemzőbb vegyérték
<b>Al-La</b>	<b> 1825-1839  = 14</b>	<b>3-3</b>
<b>Ar-Ra</b>	<b> 1894-1898  = 4</b>	<b>0-2</b>
Ca-Ac	1808-1899  = 91	2-3

Sc-Cs	1879-1860  = 19	3-1
Re-Er	1925-1843  = 82	4-3
Se-Es	1817-1952  = 135	-2 - 3
Ni-In	1751-1863  = 112	2 - 3
<b>Br-Rb</b>	<b> 1826-1861  = 35</b>	<b>-1 - 1 <u>RbBr</u></b>
Ag-Ga	<b> -4000-1875  ~ <u>6000</u></b>	1-3
Ta-At	1802-1940  = 138	5- -1
Fr-Rf	1939-1964  = 25	1-4
Mt-Tm	1982-1879  = 103	3(?) - 3
Mc-Cm	2003-1944  = 59	3(?) - 3(?)

A b1 és b2 részre egyértelműen az Ar-Ra és az Ag-Ga párosok a megoldás. Az egymással alkotott vegyületeknél (b3) értelemszerűen a szupernehéz radioaktív elemek elő nem állított vegyületeit nem vettük figyelembe. A jellemző vegyértéknél még felmerülhet a Ca-Ac (az Ac alkot  $\text{AcH}_2$  sót), ahogy számos Re(III)-vegyületet is ismerünk. A Ni(III), Ag(III), At(V) csak extrém körülmények között léteznek. Bár a Mt, Mc és Cm is megoldásai lehetnek a b4 feladatrésznek, ezek kémiai tulajdonságait még nem ismerjük eléggé, hogy határozottan legjellemzőbbnek titulálhassunk egy oxidációs számot, így ezeket elfogadtuk, de hiányukért nem vontunk le pontot.

*A feladat népszerű volt, és jól sikerült a versenyzők többségének, az átlagpontszám 7,8 lett. Ugyanakkor meglepően sokan nem találták meg a 13 párt, másoknál az indoklás hiányzott, így maximális pontszám nem született.*

(Forman Ferenc)

**K334.** Az anagrammák:

a) szkandium-fluorid

b) gallium-foszfid (fogalmi szulfid) – narancssárga félvezető

ólom-tellurid (teli modulról) – termoelektromos anyag

kobalt-arzenid (arab kezd tolni) – norvég ásvány

kalcium-nitrid (mind ultraciki) – 3:2 arány

*A feladat könnyed játék szándékozott lenni, csak néhány beküldött tréfált meg az utolsó két anagramma. Előfordultak helyesírási tévedések, de ezt nem büntettük. A korrekt írásmód magyarul kötőjelet szerepeltet a vegyületnevek tagjai között. A fémes elem neve minden nyelvben elől, az elektronegatívabb elemé pedig az összetétel végén szerepel.*

(Magyarfalvi Gábor)

**K335.** a) A thortveitit összetétele megadható  $\text{Sc}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  formában is, vagyis a keresett tömegszázalékos összetétel:

$$\frac{M(\text{Sc}_2\text{O}_3)}{M(\text{Sc}_2\text{O}_3) + 2M(\text{SiO}_2)} = 53,4\%$$

b) Ebben az esetben  $\text{Sc}_2\text{O}_3 \cdot \text{Y}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$  formában írható fel a képlet, és az előzőhöz hasonló módon számolva 22,8 m/m%  $\text{Sc}_2\text{O}_3$ -tartalom, 37,4 m/m%  $\text{Y}_2\text{O}_3$ -tartalom és 39,8 m/m%  $\text{SiO}_2$ -tartalom adódik.

c) A Sc-t és Y-t tartalmazó thortveitit a két fémet elvileg bármilyen anyagmennyiség-arányban tartalmazhatja, tehát nyilván elképzelhető az is, hogy az oxidok tömegaránya 1:1. Ekkor tehát 1 mol (137,9 g)  $\text{Sc}_2\text{O}_3$  mellett ugyanekkora tömegű  $\text{Y}_2\text{O}_3$  van, ami 0,61 mol. Tehát ekkor  $n(\text{Sc}_2\text{O}_3) : n(\text{Y}_2\text{O}_3) = 1:0,61$ . Ez egyben a fémek mólaránya is.

d) A fém-oxid –  $\text{SiO}_2$  mólarány mindenképpen 1:2 az ásványban, tehát akkor számítunk a legnagyobb  $\text{Sc}_2\text{O}_3$ -tartalomra, ha a szennyező oxid anyagmennyisége a legkisebb. Ez a legnagyobb moláris tömegű  $\text{Yb}_2\text{O}_3$  esetén valósul meg.

Vegyünk 100 g ásványt! Ebben 1 g  $\text{Yb}_2\text{O}_3$  van, ami  $2,537 \cdot 10^{-3}$  mol.

Ha az  $\text{Sc}_2\text{O}_3$  anyagmennyisége  $x$ , akkor az  $\text{SiO}_2$  anyagmennyisége  $2(2,537 \cdot 10^{-3} + x)$ .

Felírható:

$$137,9x + 1 + 60,1 \cdot 2(2,537 \cdot 10^{-3} + x) = 100$$

Ebből  $x = 0,38$

Eszerint 52,7 g  $\text{Sc}_2\text{O}_3$  van a mintában, azaz 52,7 m/m% az  $\text{Sc}_2\text{O}_3$ -tartalom.



d) 100 g minta  $2 \cdot 0,38 = 0,76$  mol Sc-t tartalmaz, ami 34,2 g. A drágakő 10,01 karátos, azaz tömege 2,002 g. Ebben 0,68 g Sc van.

*A feladat a), b) és c) része általában nem okozott gondot. A d) feladat-rész nehézségét annak mérlegelése jelentette, hogy melyik szennyező fém esetén kapjuk a legnagyobb szkandiumtartalmat. Az átlagpontszám 6,2.*

(Zagyai Péter)

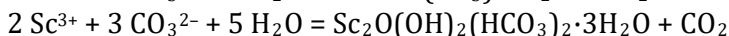
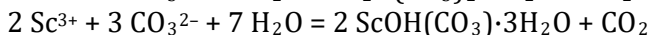
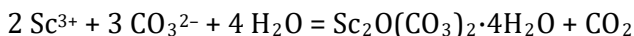
**K336.\*** a) Mivel a  $\text{Sc}_2\text{O}(\text{OH})_2(\text{HCO}_3)_x \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  képlettel leírható vegyületben a szkandium oxidációs száma +3, és formálisan  $\text{O}^{2-}$ -t, valamint  $\text{OH}^-$ -t és  $\text{HCO}_3^-$ -t tartalmaz, így tekintettel az anyag elektromos semlegességére, a következő egyenlet írható fel:

$$2 \cdot (+3) + (-2) + 2 \cdot (-1) + x \cdot (-1) = 0,$$

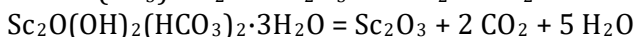
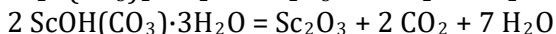
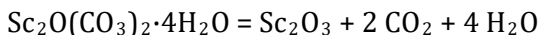
ahonnan  $x$  értékére 2 adódik eredményül.

A feladat természetesen az egyes elemek oxidációs számának (Sc: +3, O: -2, H: +1, C: +4) alkalmazásával is helyesen megoldható.

b) A három csapadékképződéssel járó reakció pontos körülményeitől függően többféleképpen is elképzelhető a végbemenő folyamatok ion-egyenletének megadása, amelyek közül az egyik lehetőséget az alábbiakban mutatjuk be.



c) A fenti három bázisos szkandium-karbonát bármelyikéből kiindulva, hevítés során szkandium(III)-oxidot kapunk termékül szén-dioxid és víz képződése mellett. A kristályvíztartalmú vegyületek hőbomlásakor lejátszódó folyamatokat az alábbi reakcióegyenletekkel adhatjuk meg.



Ezek alapján látható, hogy a  $\text{Sc}_2\text{O}(\text{CO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , illetve a  $\text{Sc}_2\text{O}(\text{OH})_2(\text{HCO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  esetében ekvimoláris mennyiségben keletkezik a  $\text{Sc}_2\text{O}_3$ , míg a  $\text{ScOH}(\text{CO}_3) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  vegyületnél a kiindulási anyagmennyiség felének megfelelő anyagmennyiségben marad vissza a szkandium(III)-oxid a reakció végbemenetelét követően.

A hőbomláskor fellépő tömegveszteség a kiindulási bázisos karbonát, valamint a hevítés után visszamaradó oxid (moláris) tömegéből a következők szerint számítható ki.

$$\begin{aligned} \left(1 - \frac{M_{\text{Sc}_2\text{O}_3}}{M_{\text{Sc}_2\text{O}(\text{CO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}}}\right) \cdot 100\% &= \left(1 - \frac{138}{298}\right) \cdot 100\% = 53,7\% \\ \left(1 - \frac{M_{\text{Sc}_2\text{O}_3}}{2M_{\text{ScOH}(\text{CO}_3) \cdot 3\text{H}_2\text{O}}}\right) \cdot 100\% &= \left(1 - \frac{138}{352}\right) \cdot 100\% = 60,8\% \\ \left(1 - \frac{M_{\text{Sc}_2\text{O}_3}}{M_{\text{Sc}_2\text{O}(\text{OH})_2(\text{HCO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}}}\right) \cdot 100\% &= \\ \left(1 - \frac{138}{316}\right) \cdot 100\% &= 56,3\% \end{aligned}$$

Tehát megállapítható a három számított értékből, hogy a  $\text{ScOH}(\text{CO}_3) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  hevítésekor mérhető a legnagyobb tömegveszteség.

A példát értelemszerűen a lejátszódó reakciók egyenleteinek felírása nélkül is meg lehet oldani, hiszen elegendő csupán a szükséges molarányt megállapítani, amely már a vegyületek képleteiből is szembetűnik, illetve a megfelelő moláris tömegeket összevetni.

*A feladat a versenyzők többségének alapvetően nem bizonyult nehéznek, azonban több visszatérő hiba is jelentkezett a dolgozatokban. A figyelmetlenségből adódó pontatlanságokon kívül a leggyakoribb problémát a bázisos karbonátokban található kristályvíz figyelmen kívül hagyása, illetőleg a helyes sztöchiometria megállapítása, alkalmazása és az ion-egyenletek megadása, rendezése jelentette. Egyetlen hibátlan, teljes értékű megoldás született, amelyet Csaba Dávid küldött be. Továbbá kiemelkedő teljesítményt nyújtott még Sajósi Benedek is. Átlagpontoszám: 7,17 pont.*

(Baglyas Márton)

**K337.\*** a) A szkandium erősebbé, ellenállóbbá teszi az alumíniumötvözeteket magasabb hőmérsékleten is – a sűrűségük növelése nélkül.

b) A csúcson található atomok 8 elemi cellához tartoznak, és 8 van belőlük cellánként, így ilyen atomból összesen 1 jut egy cellára. A lapközepeken levő atomok két cellához tartoznak, és 6 van belőlük, tehát

egy cellára 3 ilyen atom jut. A két atom aránya egyértelművé teszi, hogy a csúcsokon szkandium, a lapokon alumínium van.

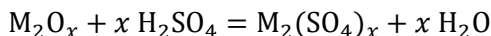
c) A szkandium atomtömege 45 g/mol, az  $\text{Al}_3\text{Sc}$  moláris tömege 126 g/mol. Így a 0,2 g (4,44 millimol) szkandium 0,56 g vegyületnek felel meg. A többi, 99,44 g (3,68 mol) alumínium nem vegyült. Tehát a vegyület és az alumínium anyagmennyiség aránya 1: 829-hez.

*A megoldók érdekes módon a c) pont egyszerű számolásában vétettek több hibát. Az átlagpontszám 7,5 lett.*

(Magyarfalvi Gábor)

**K338.\*** Nilson mérései során a szulfát és az oxid tömegének aránya rendre 2,765; 2,763; 2,763 és 2,764-nek, átlagosan pedig 2,764-nek adódott.

Az ismeretlen,  $x$  vegyértékű elem oxidja az alábbi reakcióegyenlet szerint reagál kénsavval:



Mivel 1 mol oxidból 1 mol szulfát keletkezik, a szulfát és az oxid tömegarányára felírhatjuk a következő egyenletet:

$$\frac{m(\text{M}_2(\text{SO}_4)_x)}{m(\text{M}_2\text{O}_x)} = \frac{2M + 96x}{2M + 16x} = 2,764$$

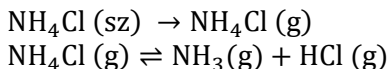
Az egyenlet átrendezésével az  $M = 14,68x$  összefüggést kapjuk. Ez  $x = 1$  és  $2$  esetén már ismert elemek relatív atomtömegének közelében van. Viszont  $x = 3$  esetén a számított relatív atomtömeg 44, ami megfelel a Mengyelejev által előre megjósolt eka-alumínium várt relatív atomtömegének, ráadásul a megfigyelt elem tulajdonságai alapján is nagyon hasonlít az alumíniumhoz.

*Az átlagpontszám 7,4 pont lett. A legtöbben azért vették pontot, mert a kiindulási és a végtermék tömegét a különböző mérésekre összeadták, kiátlagolták vagy csak egy mérés eredményeit használták fel. Hibátlan megoldást küldött be Csécsi Marcell, Gulyás Gréta, Sajósi Benedek és Tóth Nóra.*

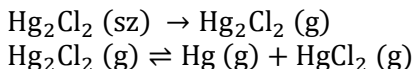
(Balbisi Mirjam)

**H311.** Ismeretes, hogy egy gáz adott gázhoz viszonyított relatív sűrűségének értéke annyi, ahányszorosa a gáz moláris tömege az adott gázénak, amennyiben a gázokat ideálisnak tekintjük. Ez alapján g/mol értékben kifejezve a vizsgált gázok átlagos moláris tömegét, az a feladatban lévő táblázatban megadott relatív sűrűség értékeknek 2-szerese (mivel a hidrogéngáz moláris tömege 2 g/mol). Ezt külön magyarázat nélkül fel fogjuk használni a megoldás során.

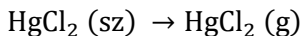
Az ammónium-klorid esetén a gázelegy átlagos moláris tömege 28,88 g/mol, ami kicsivel több mint a fele az ammónium-klorid moláris tömegének (53,5 g/mol). Ez alapján látható, hogy az ammónium-klorid a vizsgált hőmérsékleten nagymértékben elbomlik ammóniára és hidrogén-kloridra, azonban kismértékben ammónium-klorid is maradhat a gáztérben. Így a lejátszódó reakciók:



A higany(I)-klorid esetén a gázelegy átlagos moláris tömege 237,04 g/mol, ami kicsivel több, mint a fele a  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  moláris tömegének, ami alapján a higany(I)-klorid nagy része elbomlik. A vizsgált hőmérséklet a higany és a higany(II)-klorid forráspontja felett van, így ezek teljesen elpárolognak. Elképzelhető, hogy kevés higany(I)-klorid is marad a gázban. A lejátszódó reakciók:

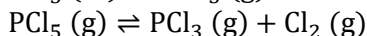
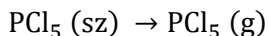


A higany(II)-klorid esetén a gázelegy átlagos moláris tömege 271,98 g/mol, ami jó közelítéssel azonos a higany(II)-kloridéval, így ekkor feltételezhetően csak ez lesz a gázelegyben (a kis pontatlanság a 150 évvel ezelőtti gyengébb pontosságú műszerek miatt lehet). A lejátszódó reakció:

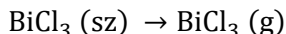


A foszfor-pentaklorid esetén a gázelegy átlagos moláris tömege 140,04 g/mol, ami jelentősen alacsonyabb a foszfor-pentakloridénál (208,5 g/mol), amit már biztosan nem a mérési pontatlanság okoz. Ez alapján a foszfor-pentaklorid foszfor-trikloridra (137,5 g/mol) és klórgázra (71 g/mol) bomlik (1:1 mólarányban), így ezek is jelen lesznek a telített gőzben. Ez a bomlás viszont csak részleges, mivel csak így le-

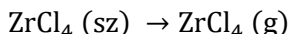
hetséges, hogy átlagos moláris tömegként 140,04 g/mol értéket mérjünk a gázra. Így a lejátszódó reakciók:



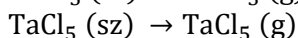
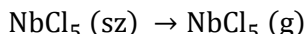
A bizmut-triklorid esetén a gázelegy átlagos moláris tömege 327,74 g/mol, ami nagyobb a bizmut-triklorid moláris tömegénél (315,5 g/mol), de kisebb annak kétszeresénél. Ez viszont csak mérési hiba lehet, mivel a bizmut-trikloridra nem jellemző a dimerizáció, tehát egyedül bizmut-triklorid alkotja a gőzt. A lejátszódó reakció:



A cirkónium-tetraklorid esetén a gázelegy átlagos moláris tömege 235,34 g/mol, ami jól közelíti a cirkónium-tetraklorid moláris tömegét (233,22 g/mol), így ebben az esetben egyedül cirkónium-tetraklorid alkotja a gőzt. A mérés korában a cirkóniumot a hozzá nagyon hasonló viselkedésű hafniumtól még nem tudták megfelelően elkülöníteni, sőt a hafniumot ennél fogva nem is ismerték még, így az is elképzelhető, hogy a minta kismértékben hafnium-tetrakloridot is tartalmazott. A lejátszódó reakció:

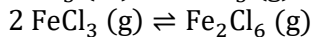
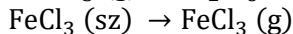
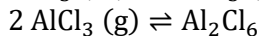
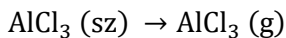


A nióbbium-pentaklorid esetén a gázelegy átlagos moláris tömege 314,74 g/mol, ami nagyobb a nióbbium-pentaklorid moláris tömegénél (270,4 g/mol). A tantál-pentaklorid esetén a gázelegy átlagos moláris tömege 277,22 g/mol, ami kisebb a tantál-pentakloridénál (358,5 g/mol). A mérés korában a nióbbiumot és a tantált sem tudták megfelelően elkülöníteni, így valószínűleg az okozhatta az előbbi eltéréseket, hogy mindkét esetben tiszta anyag helyett az előbbi két anyag különböző összetételű keverékeit vizsgálták. Tehát mindkét esetben nióbbium-pentaklorid és tantál-pentaklorid alkotta a gőzt. A lejátszódó reakciók:



Az alumínium és a vas trikloridja esetén egyaránt azt figyeljük meg, hogy a telített gőz sűrűségei alapján a gőzök átlagos moláris tömegei egyaránt kétszeresei a megfelelő trikloridokénak, ami alapján szinte teljes dimerizáció megy végbe, így ezek lesznek nagymértékben jelen a

gőzben. (Nyomokban azért maradhat dimerizálatlan molekula a gőzben.) A lejátszódó reakciók:



A megoldás során szakirodalmi adatokat is figyelembe vettünk. Ahol csak nyomokban maradt az adott anyagból, ott elfogadtuk azt is helyes megoldásnak, ha valaki ezeket nem vetette fel, és a régi adatok pontatlanságára hivatkozott.

*A feladat viszonylag nehéznek bizonyult, hibátlan megoldás sajnos nem érkezett. A legtöbben a higany(I)-klorid esetét rontották el. A nióbium-pentaklorid és a tantál-pentaklorid esetén más logikus megoldásra is megadtuk a teljes pontszámot. Az átlagpontszám 5,88 volt.*

(Csorba Benjámint)

**H312.** Legyen az egyik gyenge sav képlete HX, savi disszociációs állandója  $K_1$ , a másiké HY, illetve  $K_2$ . (Figyelembe vettük a képletek felírásakor, hogy egyértékű savakról beszélünk.)

A savas, 2,30 pH-jú kezdeti oldatban a hidroxidionok koncentrációja az oxóniumionok mellett elhanyagolható (9-10 nagyságrend különbség a vízionszorzat alapján), így a töltésmérleg a következő:

$$[\text{H}^+] = [\text{X}^-] + [\text{Y}^-]$$

A megadott pH alapján  $[\text{H}^+] = 10^{-2,3}$ .

Az anyagmérlegek felírásához szükséges tudnunk a savak egymással megegyező kiindulási koncentrációit. A titrálás során a KOH a savak teljes mennyiségét titrálja, közömbösítés történik. Mivel összesen  $0,02 \text{ dm}^3 \cdot 0,3 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 0,006 \text{ mol}$  KOH fogy, így összesen ennyi egyértékű sav volt a 10 ml kiindulási oldatban (egyértékű savakkal az egyértékű KOH 1:1 arányban reagál). Ez alapján a savak összkoncentrációja  $\frac{0,006 \text{ mol}}{0,01 \text{ dm}^3} = 0,6 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$  volt, azaz megegyező koncentrációjuk révén mindkét savra  $0,3 \text{ mol/dm}^3$  bemérési koncentráció jut. Ez alapján az anyagmérlegek:

$$0,3 = [\text{HX}] + [\text{X}^-] = [\text{HY}] + [\text{Y}^-]$$

Így a savi disszociációs állandók képleteit felírva, majd a disszociálatlan savformák egyensúlyi koncentrációit az anyagmérlegek segítségével átírva a következő egyenletek adódnak:

$$K_1 = \frac{[\text{H}^+][\text{X}^-]}{[\text{HX}]} = \frac{[\text{H}^+][\text{X}^-]}{0,3 - [\text{X}^-]}$$

$$K_2 = \frac{[\text{H}^+][\text{Y}^-]}{[\text{HY}]} = \frac{[\text{H}^+][\text{Y}^-]}{0,3 - [\text{Y}^-]}$$

Innen az anionok egyensúlyi koncentrációit kifejezve:

$$[\text{X}^-] = \frac{0,3K_1}{K_1 + [\text{H}^+]}$$

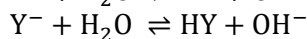
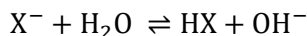
$$[\text{Y}^-] = \frac{0,3K_2}{K_2 + [\text{H}^+]}$$

Ezeket a töltésmérleg egyenletébe helyettesítve (\*):

$$\frac{0,3K_1}{K_1 + [\text{H}^+]} + \frac{0,3K_2}{K_2 + [\text{H}^+]} = [\text{H}^+]$$

Ebben az egyenletben már csak a savi disszociációs állandók az ismeretlenek.

A titrálás után a lúgosan hidrolizáló KX és KY képletű sók vizes oldatát kapjuk (ezek erős bázisok és gyenge savak sói, ezért hidrolizálnak lúgosan). A hidrolízisek reakcióegyenletei:



A titrálás során az oldat térfogata a háromszorosára nő, így a lúgosan hidrolizáló sók specieszeinek összkoncentrációja (páronként) harmadára csökken, így az anyagmérlegek (megkülönböztetésül a specieszek titrálás után kialakuló egyensúlyi koncentrációit vesszözéssel látjuk el):

$$0,1 = [\text{HX}]' + [\text{X}^-]' = [\text{HY}]' + [\text{Y}^-]'$$

A töltésmérlegben az oxóniumionok koncentrációja elhanyagolható a hidroxidionoké mellett, mivel koncentrációjuk körülbelül 4 nagyságrenddel kisebb a vízionszorzat alapján. A káliumionok koncentrációja az egyensúlyban a titráláshoz használt KOH-oldat koncentrációjának 2/3-a, mivel azok nem reagálnak, és a térfogatnövekedés a KOH-oldat

fogyott térfogatához viszonyítva 1,5-szeres. Így  $[K^+] = 0,2$ . Ezek alapján a töltésmérleg:

$$0,2 = [K^+] = [X^-]' + [Y^-]' + [OH^-]$$

A titrálás után  $pH = 8,93$ , így  $pOH = 14 - 8,93 = 5,07$ , azaz  $[OH^-] = 10^{-5,07}$ .

A hidrolízisek egyensúlyi állandóit felírva (rögtön behelyettesítve a hidrolízisállandók ismert kifejezéseit a  $K_v = 10^{-14}$  víziionszorozattal és a savi disszociációs állandókkal), majd a disszociálatlan savspeciesszek egyensúlyi koncentrációit az anyagmérlegek segítségével átírva:

$$\frac{K_v}{K_1} = \frac{[OH^-][HX]'}{[X^-]'} = \frac{[OH^-](0,1 - [X^-]')}{[X^-]'}$$

$$\frac{K_v}{K_2} = \frac{[OH^-](0,1 - [Y^-]')}{[Y^-]'}$$

Innen az anionok koncentrációit kifejezve:

$$[X^-]' = \frac{0,1K_1[OH^-]}{K_v + K_1[OH^-]}$$

$$[Y^-]' = \frac{0,1K_2[OH^-]}{K_v + K_2[OH^-]}$$

Ezeket a titrálás után kapott töltésmérlegbe behelyettesítve:

$$0,2 = \frac{0,1K_1[OH^-]}{K_v + K_1[OH^-]} + \frac{0,1K_2[OH^-]}{K_v + K_2[OH^-]} + [OH^-]$$

Ez és a fentebbi (\*) egyenlet már egyaránt csak a savi disszociációs állandókat tartalmazza ismeretlenként. A kétegyenletes, kétismeretlenes egyenletrendszerbe az ismert paramétereket behelyettesítve, és az egyenletrendszert megoldva, az egyik ismeretlent kiküszöbölve egy másodfokú egyenletet kapunk, melynek mindkét gyöke valós és kémiaailag értelmes. Visszahelyettesítve ezt az előző vagy a (\*) egyenletbe, megkapjuk a másik savi disszociációs állandót is. A két megoldáspár ugyanaz lesz, viszont a két savi disszociációs állandó értéke bennük fel lesz cserélve.

A megoldás a savi disszociációs állandókra  $1,74 \cdot 10^{-5}$ , és  $6,74 \cdot 10^{-5}$ .

Megjegyzés: a megoldásban alkalmazott elhanyagolásokon túl további elhanyagolások is tehetők, kihasználva azt, hogy  $[X^-]$  és  $[Y^-]$  nyilvánvalóan kisebb, mint  $[H^+]$  (hiszen kettejük összege  $[H^+]$ ), így a savi disz-



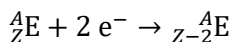
szociációs állandók felírásakor a nevezőben 0,3 mellett elhanyagolhatók (mivel csak 2 nagyságrend különbség van 0,3 és az anionkoncentrációk közt, így ekkor körülbelül 1 %-os hibát vétünk). A hidrolízisállandók felírásakor  $[X^-]$  és  $[Y^-]$  a számláló zárójeles tagjában 0,1 mellett szintén elhanyagolható, ami hasonló okokra vezethető vissza. Ilyen elhanyagolásokkal is megkapjuk jó közelítéssel az előbb kiszámolt végeredményt.

*A feladat viszonylag könnyűnek bizonyult, több teljesen hibátlan megoldás is érkezett. Ezeket Debreczeni Dorina, Fajsi Bulcsú, Nguyen Bich Diep és Simon Vivien Klaudia küldték. Az átlagpontoszám 7,73 pont volt.*

(Csorba Benjámín)

**H313.** Az elektronbefogás nevű radioaktív bomlás nem számít ritkaságnak, ilyenkor az egyik 1s elektront az atommag befogja, s így egy protonból neutron lesz. A bomlás során így a rendszám eggyel csökken, a tömegszám nem változik. Érdekesség, hogy ez a radioaktív bomlás a légkörben lévő argon fő forrása, amely a  $^{40}\text{K}$  izotóp radioaktív bomlásával került a levegőbe.

Mivel 1s elektrontól minden, hidrogénnél nehezebb atomban kettő van, ezért az sem elképzelhetetlen, hogy egy atommag egy időben mindkettőt befogja. Ekkor egyszerre két protonból keletkezik neutron, vagyis a tömegszám nem változik, a rendszám ellenben kettővel csökken. Így a kételektron-befogásos radioaktív bomlás általános egyenlete:



Így a  $^{124}\text{Xe}$ -izotópból  $^{124}\text{Te}$ -izotóp keletkezik egy ilyen bomlás során. A gamma-sugár-impulzust pontosan ugyanaz okozza, mint egy röntgensőben a karakterisztikus röntgensugárzást: a hiányzó 1s elektron helyére a külső elektronok fokozatosan belépnek, s az energiafeleslegtől foton formájában szabadulnak meg.

A feladat szövege szerint a medencében 1502 kg tiszta xenon van, ennek az anyagmennyisége  $1,502 \cdot 10^6 \text{ g} / 131,29 \text{ g mol}^{-1} = 11\,440 \text{ mol}$ , ez  $6,8895 \cdot 10^{27}$  db xenonatomot jelent, amelynek 0,0952%-a, vagyis  $6,56 \cdot 10^{24}$  db a  $^{124}\text{Xe}$ -izotóp. A kísérlet teljes ideje 2017. július 24. délután 4 órától 2018. január 18-án reggel 9 óráig 177 nap és 17 óra, vagyis 4265 óra, ami 0,4865 év. Ennyi idő alatt 126 bomlást figyeltek

meg, vagyis a bomlás sebessége  $126 / 0,4865 \text{ év} = 259,0 \text{ év}^{-1}$ . Minden radioaktív bomlás elsőrendű folyamat, ezek sebessége egyenesen arányos a jelen lévő atommagok számával, az arányossági tényező neve pedig bomlási állandó ( $\lambda$ ), ennek értéke ebben az esetben  $\lambda = 259,0 \text{ év}^{-1} / 6,56 \cdot 10^{24} = 3,95 \cdot 10^{-23} \text{ év}^{-1}$ . Ebből a felezési idő egyszerűen számolható:  $t_{1/2} = \ln 2 / 3,95 \cdot 10^{-23} \text{ év}^{-1} = 1,76 \cdot 10^{22} \text{ év}$ .

*Megjegyzések:*

1. A kiszámolt felezési idő a világegyetem becsült korának több mint ezermilliárdszorosa. Az utóbbi fél évszázadban jónéhány meglepően hosszú felezési idő sikerült meghatározni, ezekről a Középiskolai Kémiai Lapok 2009. évi 1. számában jelent meg cikk (36. kötet, 1-5. oldal).

2. Néhányan elkövelték azt az elvi hibát, hogy a feladatban megadott gyakoriságadatot tömegszázaléknak tekintették mólszázalék helyett. Ők mindannyian 124-nek vették a  $^{124}\text{Xe}$ -izotóp relatív atomtömegét (a pontos érték 123,905). Ez a számolások végeredményét tekintve ugyanaz, mintha a Xe moláris tömegét  $124 \text{ g mol}^{-1}$ -nak vesszük  $131,29 \text{ g mol}^{-1}$  helyett, vagyis a végeredményben mintegy 5% különbséget okoz.

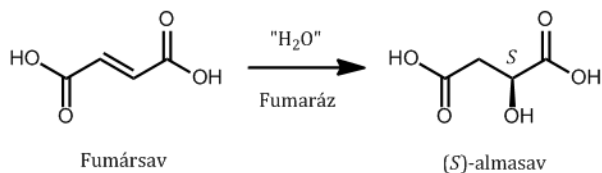
3. A megoldók túlnyomó többsége az elsőrendű folyamatokra levezethető exponenciális képlet segítségével próbált számolni, amely a  $t$  idő után megmaradó atommagok számát ( $N$ ) adja meg:  $N = N_0 e^{-\lambda t}$ . Ez a módszer ahhoz a problémához vezet, hogy egy 1-nél alig kisebb szám,  $(6,56 \cdot 10^{24} - 126) / 6,56 \cdot 10^{24}$  természetes alapú logaritmusát kellene kiszámolni, amire a legtöbb számológép 0-t ad ki számbázisú problémák miatt. Ugyan a műveletet néhányan helyesen el tudták végezni (ők meg is kapták a maximális pontszámot), de csak egy megoldó írta le, hogyan oldotta meg ezt a problémát.

4. Az elektronbefogásos radioaktív bomlás elektronneutrínó ( $\nu_e$ ) keletkezésével is jár, ezt néhányan le is írták, de ennek semmilyen szerepe nem volt a megoldás szempontjából.

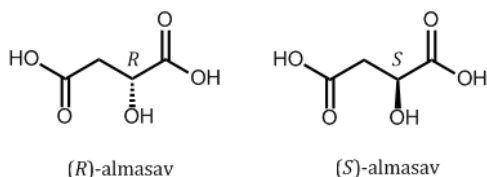
5. A kísérlet részletes leírása a Nature című tudományos folyóiratban jelent meg 2019-ben az 568. kötet 532-535. oldalán. A számolás ott kicsit összetettebb volt, mert a feladat idealizálta a körülményeket: a valóságban azt is figyelembe kellett venni, hogy a radioaktív bomlások egy csekély része nem okozott jelet a detektorban.

(Lente Gábor)

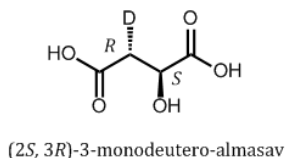
**H314.** a) A reakció egyenlete egyszerűsítve a következőképp írható fel:



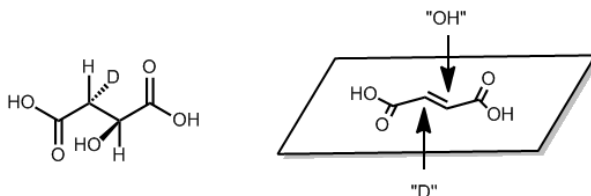
Az almasav két sztereoisomere a kiralitáscentrumok abszolút konfigurációjának jelölésével:



b) A képződő termék szerkezete a következő:



Ha alaposabban kirajzoljuk a terméket és megvizsgáljuk a két beépülő csoport viszonyát a kiindulási vegyület síkjához képest, látható, hogy ellentétes oldalra kerültek, a fumaráz enzim tehát anti-addíciót végez:



c) Az enzimek rendkívüli specifikussága abban is megmutatkozik, hogy gyakran eleve igen korlátozott számú vegyület átalakítására képesek. A maleinsav a fumaráz enzim kompetitív inhibitora, és nem is alternatív szubsztrátja, így azt nem képes hidratálni. Enzim nélkül a maleinsav vízzel való reagáltatása magasabb hőmérsékletet és nyomást igényel,

és 1:1 arányban mindkét izomert megkapjuk. (És egyébként a fumaráz valószínűleg ilyen körülmények között bomlik.)

*A térbeli szerkezet ábrázolása sokaknál nem volt egyértelmű, és előfordult a Fischer-projekció helytelen használata is. Ezeket az ábrázolásmódokat érdemes megismerni, és legközelebb figyelni a helyes alkalmazásukra, mert a szerves kémiában sok helyen fontos szerepük van.*

(Szobota András)

**H315.** A szulfuril-klorid közismert klórozószer, így feltételezhetjük, hogy a fémmel való reakció során fém-klorid keletkezik. Ezt az is megerősíti, hogy a **B** termék biner vegyület, vagyis csak kétféle elemet fog tartalmazni, a keletkező szúrós szagú gáz a kén-dioxid lesz. Az éterben oldott anyag molalitását az alábbi képlet segítségével tudjuk kiszámolni:  $\Delta T = K_e \cdot m_B$ , ahol  $\Delta T$  a forráspont-emelkedés,  $K_e$  az ebulioszkópos állandó és  $m_B$  a molalitás.

Ezek alapján  $m_B = \Delta T / K_e = 0,0202 / 2,02 = 0,01$  mol/kg, a **B** termék anyagmennyisége pedig  $n_B = m_B \cdot m_{\text{éter}} = 0,01 \cdot 1 = 0,01$  mol. Átkristályosítva a termék 64%-át sikerült kinyerni, ami 5,616 g-nak adódott, tehát összesen  $5,616 / 64 \cdot 100 = 8,775$  g **B** keletkezett. Kiszámolható **B** moláris tömege,  $M = m / n = 8,755 / 0,01 = 877,5$  g/mol. Tudjuk, hogy a keletkezett 8,775 g **B**-t 5,580 g **A** fém és  $8,775 - 5,580 = 3,195$  g klór alkotja. A klór anyagmennyisége:

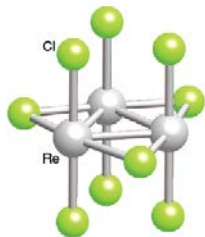
$$n = m / M = 3,195 / 35,5 = 0,09 \text{ mol,}$$

ami kilencszerese a keletkezett termék anyagmennyiségének, azaz 1 mol **B**-ben 9 mol klór van, a várható összegképlet  $A_x Cl_9$ . Az **A** fém moláris tömegét kiszámíthatjuk az alábbi képlettel:

$M = m / n = 5,580 / 0,01 \cdot x$ , ahol  $x = 3$  esetén kapunk valós értéket, 186 g/mol-t, a keresett fémünk így a rénius. Tehát **A** = Re, **B** =  $Re_3 Cl_9$ , **X** = Cl.

A fémklaszter hőre érzékeny, magas hőmérsékleten bomlik, ezért lehet csak alacsony hőmérsékleten tisztítani.

(Bacsó Zsófia Réka)



## KERESD A KÉMIÁT!

Szerkesztő: Keglevich Kristóf



### Kedves Diákok!

Itt a Keresd rovat 2019/2020. évi harmadik feladatsora. Egy speciális, de közismert kristálytani kérdéssel foglalkozik, valamint a mintegy száz éve divatba jött, erősen sugárzó rádiumvegyületeket tartalmazó kozmetikumokkal. Az új feladatok kitűzése után a 2019. évi 4. és 5. számban szereplő idézetekhez kapcsolódó kérdések megoldásai olvashatóak.

Megoldásaitokat szokott módon a <http://kokel.mke.org.hu> honlagra feltöltve küldhetitek be, illetve esetleg – ha ezt a tényt a honlapon jelzitek – postai úton is: Keglevich Kristóf, Fazekas Mihály Gimnázium, 1082 Bp. Horváth Mihály tér 8.

**Beküldési határidő: 2020. február 17.**

Sikeres munkát, jó versenyzést kívánunk mindenkinek!

### 6. idézet: eltérő rácsszerkezetek (12 pont)

*„– Többféle útja-módja van annak – kezdte magyarázatát dr. Breed –, ahogy bizonyos folyadékok kristályosodhatnak – megfagyhatnak –, többféle útja-módja van annak, ahogy az atomjaik szabályosan, mereven halmozódhatnak és összekapcsolódhatnak.*

*A májfoltos kezű öregember ösztökélt: gondoljak a többféle útra-módra, ahogyan ágyúgolyókat felhalmozhatunk a törvényszéki palota kertjében, a többféle útra-módra, ahogy a narancsot csomagolhatják a narancsos-ládába.*

*– Így áll a dolog a kristályokban található atomokkal is; és azonos anyag két különböző kristálya merőben különböző fizikai tulajdonságokkal rendelkezhet.”*

*(Kurt Vonnegut: Macskabölcső [1963] – Borbás Mária fordítása)*

**Kérdések:**

- Az idézet arról szól, hogy ugyanazon kémiai anyag részecskéi különböző kristályszerkezeteket is alkothatnak. Hogyan nevezik ezt a jelenséget elemek, és hogyan vegyületek esetében?
- Sorold fel legalább öt különböző ásvány nevét, amelynek képlete  $\text{SiO}_2$ !
- Írj legalább három példát olyan elemre, és hármat (az  $\text{SiO}_2$ -n kívül) vegyületre, amelyek esetén előfordul ez a jelenség!
- Legalább egynél említs meg olyan fizikai tulajdonságot, amely a két módosulat esetében nagyon különbözik!

(Lente Gábor)

**7. feladat: a rádium 1933-ban (18 pont)**

*„Rendes egyhónapos, nyári szabadságát Hévízen töltötte, ott pihent, s a kellemest a hasznossal összeegyeztetve, egészségét ápolta. Fürdött a forró, rádiumos tóban, melynek sötét tükrén buja, óriási, indiai lótuszok libegnek, elnyúlt a pocsolyában, magára lapátolta a kénes iszapot, különösen bal felső karjára, melyben utóbb szaggatást érzett.”*

*(Kosztolányi Dezső: Esti Kornél c. 1933-ban megjelent novella-füzéréből)*

Francia plakát 1933-ból. A Tho-Radia márkanévű púdert különösen sugárzó arcbőrrel reklámozták. Összetétele a következő volt: 0,01 mikrogramm rádium-bromid, 0,10 gramm tórium-szulfát, 4,00 gramm titán-dioxid

**Kérdések:**

- a) Valóban tartalmaz a hévízi gyógyvíz rádiumot vagy más radioaktív anyagot, illetve ként? Ha igen, milyen részecske formájában?
- b) A radonos gyógyvizek lehetnek gyógyító hatásúak, de a rádium komoly mérgezést is okozhat. Ez történt pl. a rádiumlányokkal, akik az 1920-as évek Amerikájában (New Jersey) a radiolumineszcencia fölhasználásával készítettek sötétben világító óraszámlopokat és mutatókat. Nézz utána, mit jelent a radiolumineszcencia! Milyen anyagok voltak szükségesek hozzá?
- c) A számlapok kézi festése kivételesen jól fizetett, könnyű munka volt Amerikában a 20-as években. Ebből is sejthető, hogy a vezetők tisztában lehettek a veszélyekkel, noha a festést végző fiatal lányokat úgy utasították, a finom ecsetet az ajkaik között sodorják hegyesre. A *Scientific American* magazin 1920. áprilisi száma szerint addigra már 4 millió karórát és faliórát gyártottak radiolumineszcens festéssel. A „rádiumlányok” azonban hamarosan mérgezés tüneteit tapasztalták magukon, sokan meg is haltak. Milyen tünetek, elváltozások léptek fel a dolgozóknál? Legalább ötfélét említs!
- d) A legkülönbözőbb rádiumos kozmetikumok, testápoló szerek az 1920-as évektől egészen az 1950-es évekig forgalomban voltak. Fialító, energetizáló hatást tulajdonítottak a rádiumnak. Mindenhatónak gondolták, csak mert daganatos betegségek esetében esetenként tényleg hatásosnak bizonyult. Nézz utána, milyen (kozmetikai) termékeket „dúsítottak” rádiummal! Írj 3 példát!
- e) Ma is árulnak karórákat radiolumineszcens számlappal, ám festés helyett a mutatón és a számlap körül parányi üvegcsövecskék világítanak. Ezekben a 0,5 mm átmérőjű kapillárisokban tríciumgáz van leforrasztva, belső falukra vékony lumineszcens festékréteget vittek föl. (Pl. cink-szulfidot, amit a radioaktív sugárzás gerjeszt, vö. lentebb, 2. feladat megoldása.) A tríciumos órák 20–30 évig is világítanak éjjel-nappal. A trícium  $\beta$ -sugárzó. Mennyi a felezési ideje? 25 év múlva az üvegcsövek tartalmának aktivitása kb. hányad része lesz a mainak?
- f) Mivel azonos a  $\beta$ -részecske?
- g) Miért kell a festéket a kapilláris *belső* falára felvinni?

(Horváth Judit)

## A 2019/4. és 5. számban kitűzött feladatok megoldása

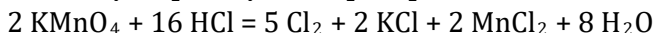
A megoldásokat olyan formában teszem közzé, hogy annak számára is tanulságos olvasmány legyen, aki nem küldte be a feladatsort.

### 1. idézet: a hipermangán kapcsolata a kokainnal és Hitlerrel

A kálium-permanganát ( $\text{KMnO}_4$ ) erős oxidálószer. Emiatt nagyon híg oldata **fertőtlenítő**. Aranyér esetén ülőfürdőként, szülés után a gátseb tisztítása, néhány évtizede még a babák fürdővize gyanánt is használták.  $\text{KMnO}_4$ -oldattal átitatott gézzel felületi seb is tisztítható.

Miután Magyarország csatlakozott az Európai Unióhoz, a 195/2005 (VIII. 16.) számú kormányrendelet a hipermangánt II. kategóriájú kábítószer-prekuzornak minősítette. Forgalma korlátozottá vált, már a patikákban is csak receptre kapható. Ennek oka, hogy a **kokain** előállításakor is szerepet játszik. A kokacserje szárított, őrölt leveleiből petróleum és mész segítségével kivonják az apoláros hatóanyagot, majd az így keletkezett kokainpasztát folyamatos keverés közben híg kénsav- és kálium-permanganát-oldattal kezelik, hogy a jelen lévő szennyezések oxidálódjanak. A vényköteles hipermangán helyett pl. Neomagnol (hatóanyaga: klorogén, azaz N-klór-benzolszulfonamid-nátriumsó) ajánlható.

A hipermangán a laboratóriumban oxigén és klór előállítására használható. Hevítve hőbomlást szenved, ha tömény sósavat öntünk rá, oxidálja a kloridionokat.



Egy-két megoldásban fölmerült, hogy a hipermangánból tömény kénsavval mangán-heptaoxid, ennek bomlásakor pedig ózon képződik. A  $\text{Mn}_2\text{O}_7$  azonban túlságosan reaktív (robbanékony) ahhoz, hogy ez a reakció a gyakorlatban használható legyen.

A  $\text{KMnO}_4$  a hidrogén-peroxid bomlását is katalizálja. Ezt a reakciót használta ki Wernher von Braun német tudós **Hitler csodafegyvere**, az 1944 őszén bevetett **V-2** tervezése során. A V-2 hajtóművének tüzelőanyaga etanol és víz keveréke volt, oxidálószerként – hidrogén-peroxid kálium-permanganátos oldattal történő bontásából származó –



oxigént használt. A  $\text{H}_2\text{O}_2$  bomlása során keletkező hő a bomlástermékből gőzt fejlesztett, ez hajtotta azt a turbószivattyút, amely az oxigént és az alkohol-víz keveréket a hajtómű égésterébe szállította.

Ha a lakások ivóvízszelése esetén rézcsöveket használnak, a réz maga is antiszeptikus (fertőtlenítő) hatású. További előnyei: nem korrodeálódik, könnyen újrahasznosítható.

## 2. idézet: a sátán kutyája, a foszfor és Sherlock Holmes

Arthur Conan Doyle *The Hound of the Baskervilles* c. regényének címadója egy sátáni kutya, amelynek sötétben sziporkázó pofája dr. Watson szerint foszforral van bevonva. Ez kémiai szempontból lehetetlenség, mivel a foszfor két közismert allotrópjá közül a fehérfoszfor egy élőlény bőrére kerülve súlyos mérgezést okoz (azonkívül kellemetlen szaga van, nem beszélve arról, hogy csak forrón, vízgőz jelenlétében világít zöldes fénnel), a vörösfoszfor pedig nem képes ilyesfajta **kemolumineszcenciás reakcióra**.

Fájó annak kimondása, hogy a fehérfoszfor nem foszforeszkál, hanem kemolumineszkál: oxidációja során a hő mellett / helyett elsősorban fényt emittál. A **foszforeszkálás** és a **fluoreszkálás** fizikai jelenség. A fluoreszkáló anyag elnyel (abszorbeál) valamilyen hullámhosszú elektromágneses sugárzást, gerjesztődik, majd az alapállapotba visszakerülve még a gerjesztés alatt a bejövő sugárzástól eltérő hullámhosszú (energiájú, színű) fényt bocsát ki. A foszforeszkáló anyag kvantummechanikai okokból nem azonnal sugározza ki azt az energiát, amelyet korábban abszorbeált, hanem másodpercekkel-órákkal később, ennek megfelelően alacsonyabb intenzitású fényt ad. A foszfortartalmú ásványok közül az apatit  $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}/\text{OH}/\text{Cl})]$  fluoreszkál. A fogzománc kb. 90 %-a hidroxilapatit, 2-3 %-a pedig fluorapatit.

A legtöbb beküldő nem hangsúlyozta válaszában, hogy a '*phosphorus*' angol szó foszfort jelent, a '*phosphor*' pedig a lumineszkáló, azaz nem hő hatására fényt kibocsátó anyagok általános neve. Ezért szerencsés lett volna, ha Sherlock Holmes helyesbíti dr. Watson, miszerint a kutya bőrét '*phosphor*'-ral vonták be.

A Sátán kutyája mocsaras vidéken játszódik. Ilyen környezetben **lidércfény** is létrejöhet. A jelenség lényege, hogy a különféle szerves anyagok rothadása során redukív környezetben (pl. a mocsárban) éghető gázelegy keletkezik, aminek egyik fő összetevője a metán. Ez a gázelegyben lévő öngyulladó difoszfín ( $P_2H_4$ ) hatására gyullad be.

### 3. idézet: Zsigmond király (1387–1437) és az arany

Az aranyat az ezüstitől elválasztó „víz” a **választóvíz**, azaz a salétromsav. Tömény oldata az ezüstöt a következőképpen oldja:



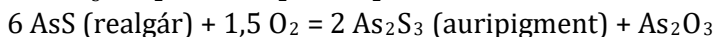
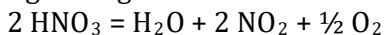
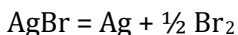
A salétromsavat a középkorban salétrom ( $KNO_3$ ) és kénsav ( $H_2SO_4$ ) reakciójával vagy salétrom és timsó ( $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ ) desztillációjával állították elő, elsőként az arab alkímisták a 9. században. Korábban más módon választották el az aranyat az ezüstitől. A megolvasztott aranyérchez ólmot és egy kevés nátrium-kloridot vagy antimonitot ( $Sb_2S_3$ ) adtak, majd hevíteni kezdték. Az ólom ólom(II)-oxidá alakult, ez elsalakosította (magába oldotta) az ércben lévő nem nemes fémeket. A klorid vagy a szulfid pedig az ezüstöt alakította át olyan vegyületté, amely szintén a salakanyagba, azaz más fázisba került, mint az arany. A salak elválasztása után ezért színarany maradt vissza. Ezt az ún. **kupellációs eljárást** az ókortól tulajdonképpen napjainkig használják az aranyötvözetek tisztaságának meghatározására.

Az arany karikagyűrűk anyaga nem teljesen tiszta (24 karátos) arany, hiszen az túl puha lenne. Jellemzően fehéraranyból: arany és ezüst ötvözetéből (utóbbit palládium vagy nikkel is helyettesítheti) vagy vörösaranyból: arany és réz ötvözetéből készülnek.

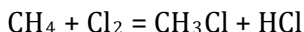
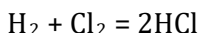
### 4. idézet: karácsonyi kémia és kultúrtörténet

Az **adventi idő** a nov. 30-ához legközelebb eső vasárnap kezdődik, utolsó napja mindig dec. 24. Így a lehetséges legrövidebb advent 22 napos (ha dec. 25-e hétfőre esik, advent első vasárnapja emiatt dec. 3-a), a leghosszabb pedig (karácsony napja vasárnap, ilyenkor nov. 27-e, vasárnap az advent első napja) 28 napos. A számok a Ti, illetve a Ni rendszámának felelnek meg.

Endoterm, a **fény energiáját hasznosító kémiai folyamatok** pl.:

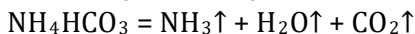


Bizonyos exoterm folyamatok is csak fény hatására indulnak be, pl. az alábbi két esetben a kék fény vagy UV-sugárzás az aktiválási energia leküzdéséhez – a klórmolekulában lévő kötés felszakításához – kell:



A **forralt bor** alkoholtartalma kevesebb, mint az alapanyagául szolgáló boré, ugyanis az alkohol-víz oldatot forralva az alkohol (pontosabban a 96 V/V% alkoholt tartalmazó, ún. azeotróposhoz közelítő összetételű alkohol-víz elegy) távozik belőle.

Kémia a konyhában: a beigli, a mézeskalács stb. tésztáját többféle anyaggal tehetjük „könnyűvé”. Különböző süteményeknél az élesztő mellett a **sütőpor** két fajtája: a szódabikarbóna és a szalalkáli a legelterjedtebb:



A **gyertyák** régen viaszból (pl. méhviasz) vagy faggyúból (állati zsír) készültek, ma inkább paraffinból. Az előbbi kettő nagy szénatomszámú karbonsavak észtereinek keveréke, a paraffin a kőolaj feldolgozásának egyik terméke, nagy szénatomszámú szénhidrogének amorf keveréke.

A **csillagszórók** mindenekelőtt tartalmaznak egy éghető fémet (Fe, Mg, Al) kellően elporított állapotban. Ezen kívül az égést szabályozó, lassító anyagra: kén, szén is szükség van. Harmadszor van bennük oxidálószer (nagy oxigéntartalmú anyagok, pl.  $\text{KNO}_3$ ), végül pedig valamiféle éghető ragasztóanyag (dextrin, enyv) is, hogy a masszává gyúrt anyagot fel lehessen vinni a fémszátra. Ha zöld szikrákat szeretnénk, ezt báriumvegyületek ( $\text{BaCl}_2$ ) hozzáadásával biztosíthatjuk.

Az eredeti karácsonyfadíszek – mások mellett – **foncsorozott üveggömbök** voltak. Az üveggömb belső felületére az ezüstréteg többféle módon vihető föl, pl. fémgőzöléssel, flokkolással, ezüsttükörpróbával vagy galvanizálás révén. A galvanizálás során a gömb belsejében a

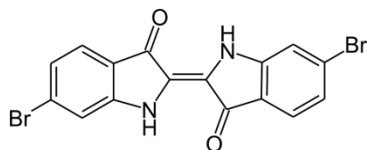
gömb falát katódnak kapcsolva ezüst-nitrát-oldatot elektrolizálnak, így az ezüst vékony rétegben kiválik (az előzetesen vezető lakk felvitelével vagy kémiai redukcióval leválasztott igen vékony fémréteggel vezetővé tett) üvegfelületre.

## 5. feladat: szárnyasoltár karácsonyi részlete, pigmentek

A kisded Jézus a napkeleti bölcsektől aranyat, tömjént és mirhát kapott. Mi ez a három anyag természettudományos szempontból és mit szimbolizálnak a Biblia szövegében? Az **arany** egy nemesfém, mely jellemzően terméselemként fordul elő. Jézus királyságára utal. A **tömjén** egyes közel-keleti fafajták kérgéből kivont és megszáritott gyanta, mely szublimál, ezért füstölőszerként használják. Jézus istenségét jelképezi. A **mirha** a mirhafa vagy szomáliai balzsamfa mézgája, a belőle készített kenőcsöt az ókorban halottak balzsamozására használták. Jézus emberségét (majdani halálát) szimbolizálja. (Az egyszerű biblikus szimbolikát az interneten nehéz megtalálni, helyette az első találatok dezinformálják az olvasót.)

Az ókorban – a Római Birodalomban, Krisztus születése, azaz időszámításunk kezdete táján – legalább hét fémeket ismertek: Au, Ag, Cu, Sn, Pb, Fe, Hg és lehetséges, hogy a Zn-et is. A nemfémek közül a C és a S volt elemi formában ismert.

Az elemzett oltárképen az egyik napkeleti bölcс bíbor színű kesztyűt és sarut visel. Az ókorban a **bíbor** rendkívüli ára miatt az uralkodók kiváltságos színe volt. A Földközi-tengerben élő bíborcsiga testnedvéből volt minimális mennyiségben kinyerhető. Paul Friedländer német vegyész 1909-ben 12 ezer bíborcsigából kiindulva a klasszikus módszerrel 1,4 g színezéket vont ki, majd meghatározta összetételét és szerkezetét: az antibíbor kémiailag 6,6'-dibrómindigó, szerkezete nagyon közel áll a nagy tömegben előforduló, olcsó indigóéhoz.



A pontos képlet vagy a molekula neve helyett sok beküldő csak annyit írt (a wikipédia nyomán), hogy a festékanyag fő összetevője az indigó „brómderivátuma”. Ez nem pontos válasz, minthogy nem egyértelmű.

A középkori festők – többek között – a következő színanyagokból készítettek **festéket**:

ólomsárga (ólom(II)-kromát):  $\text{PbCrO}_4$ ;

ólomfehér (bázisos ólom(II)-karbonát):  $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb(OH)}_2$ ;

cinóber (higany(II)-szulfid):  $\text{HgS}$ ;

okkerek:  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeO(OH)}$ ,  $\text{MnO}_2$  különböző arányú és színű keverékei;

azurit (bázisos réz(II)-karbonát):  $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ ;

zöldföld (szeladonit):  $\text{K(Mg/Fe}^{2+})(\text{Fe}^{3+}/\text{Al})\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$  – színe a  $\text{Fe}^{2+}$ -iontól van.

\*

Meg kell jegyeznem, hogy a beküldött válaszok között meglehetősen furcsák is előfordultak. Pl. akadt, aki szerint az ezüst az aranytól a következőképpen választható el: „lópata, szamárpata és kecskeszarv darabkáit két napon át trágyával lefedve kell tartani, majd ezt követően szalmiáksó oldatához adni és az ezüsttel együtt desztillálni”. Érdeemes az alkímiai receptet elkülöníteni a valóban működő régi eljárásoktól (salétromsav vagy kupelláció, ld. fentebb). Mások a *'phosphorus'* angol szó fordításának a kétségkívül ugyanezen a néven forgalmazott homeopátiás gyógy(?)szert tartják.

\*

A beküldött megoldások közül kiemelkedett Cseke Julianné, Horváth Lilláé, Lelkes Máté és Lovas Miklósé. Örültem a – tavaléhoz hasonlóan – szép számú soproni versenyzőnek. A következő eredmények születtek:

	<b>Név</b>	<b>1.</b>	<b>2.</b>	<b>3.</b>	<b>4.</b>	<b>5.</b>	<b>Σ</b>
1.	Aszódi Réka (9.)	8,5	5,5	5	16	9,5	<b>44,5</b>
2.	Bali Zsófia (9.)	8	8	4,5	15,5	7,5	<b>43,5</b>
3.	Bittó Eszter (12.)	9,5	7	7	12	7	<b>42,5</b>
4.	Bodnár Mária (9.)	9	7	7	17	8	<b>48</b>
5.	Cseke Julianna (9.)	11	10	8	17	7	<b>53</b>
6.	Fehér Flóra (10.)	5	5	3			<b>13</b>
7.	Gabnai Márta (10.)	10	8,5	5,5	12,5	11	<b>47,5</b>
8.	Gaján Réka (11.)	9	4,5	2			<b>15,5</b>
9.	Horváth Lilla (10.)	11	7	6	17,5	10	<b>51,5</b>
10.	Kovács Borbála Irma (10.)	8	7,5	4,5	9,5	7	<b>36,5</b>
11.	Kovács Lídia (10.)	6	3	2			<b>11</b>
12.	Lajtai Lívia (10.)	8	5	7	11	10	<b>41</b>
13.	Lelkes Máté (9.)	11	8	8	19	9	<b>55</b>
14.	Lovas Miklós (11.)	11,5	8,5	8	16	10	<b>54</b>
15.	Mócza Levente András (11.)	10	9	5	16	8,5	<b>48,5</b>
16.	Pap Richárd (10.)				13,5	6,5	<b>20</b>
17.	Pető Annamária (9.)	9	7,5	6			<b>22,5</b>
18.	Reichart Virág (10.)	3,5	7,5	2	10	6	<b>29</b>

# KÉMIA IDEGEN NYELVEN



## Kémia németül

*Szerkesztő: Horváth Judit*

A beérkezett fordítások értékelését a következő számban közöljük.

*Chemie auf Deutsch* (fordításra kijelölt német nyelvű szakszöveg)

---

### Seltene Erden – Chinas ultimative Waffe?

---

#### Definition

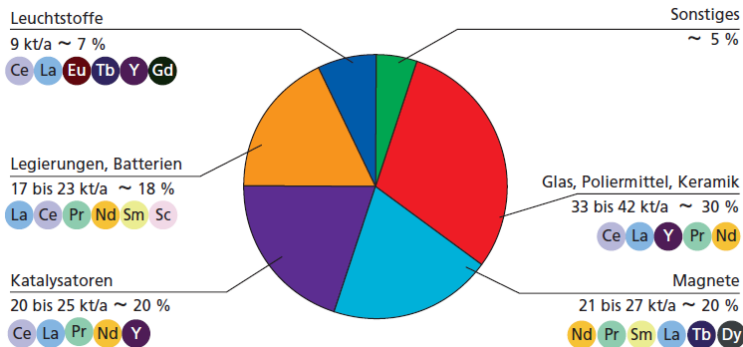
Als **Seltene Erden** werden **15 chemische Elemente** aus der Gruppe der **Lanthanoide** mit den **Ordnungszahlen 57 bis 71** bezeichnet; aufgrund ihrer Eigenschaften werden die beiden **Elemente Scandium** und **Yttrium** normalerweise dazugezählt.

Entgegen ihrer Bezeichnung sind die Seltenen Erden jedoch **nicht selten**; der Begriff ist darauf zurückzuführen, dass sie zwischen dem 18. und 19. Jahrhundert in **Erzen** entdeckt wurden, die damals **wenig verbreitet** waren. Einige, wie etwa **Cer, Lanthan, Neodym** und **Ytterbium, kommen in der Erdkruste in grösseren Mengen vor als Blei oder Kobalt**. Alle Seltenen Erden, mit Ausnahme von Promethium, kommen **häufiger vor als Gold oder Silber**.

Ihr Abbau ist jedoch mit Schwierigkeiten verbunden: Zum einen liegen sie **nicht als reine Metalle** vor, sondern vermischt mit anderen Mineralien. Zum anderen kommen sie im Allgemeinen **in geringen Konzentrationen** vor. Da sie **ähnliche chemische Eigenschaften** besitzen, ist es **kompliziert und kostspielig, die Seltenen Erden zu isolieren**. Es gibt deshalb nur eine begrenzte Anzahl von Minen, in

denen die Konzentration an Seltenen Erden so hoch ist, dass ihre Ausbeutung wirtschaftlich ist. Der Abbau von Seltenen Erden hat aufgrund der zur **Verarbeitung** verwendeten **Chemikalien** und der produzierten Mengen an **Aushub- und Haldenmaterial** («tailings») auch beachtliche **Auswirkungen auf die Umwelt**. Zudem erfordert diese Aktivität einen **hohen Energieaufwand**.

## Verwendung



## Globaler Bedarf an Seltenen Erden für unterschiedliche Anwendungen

- **Dauermagneten** aus einer **Legierung von Neodym, Eisen und Bor** sind bekannt für ihre Leichtigkeit und ihre Effektivität. Sie werden beim **Bau von Elektromotoren** von Hybridautos, **Mobiltelefonen** und **Festplatten** eingesetzt. Diese Magnete werden auch in **Windkraftanlagen** sowie **Hybrid- und Elektrofahrzeugen** verwendet.
- **Phosphore aus Seltenen Erden** werden in energiesparenden **Kompaktleuchtstofflampen** und in **Leuchtdioden (LED)** verwendet.
- In der **Glasindustrie** werden Seltene Erden für das **Polieren** von Glas, als **Zusatzstoff** zur Erreichung von optischen Eigenschaften oder zur **Einfärbung** von Glas verwendet. Cer wird zum Entfärben von Glas benutzt, während **Lanthan** vor allem dazu dient, den **Refraktionsindex** von optischen Gläsern **zu erhöhen**.



- Interessant sind auch die **katalytischen Eigenschaften** der Seltenen Erden. Sie spielen eine Rolle bei der **Erdölraffination** und ermöglichen in der Autoindustrie, die Schädlichkeit von **Motorenabgasen (Kohlenmonoxid) zu reduzieren**.
- Seltene Erden finden auch Verwendung bei der Herstellung von **synthetischen Edelsteinen, Lasern und Supraleitern**.

Da es **schwierig** ist, die Seltenen Erden durch andere Stoffe zu **ersetzen**, ist ihre **Bedeutung für die Industrie besonders gross**. In gewissen Fällen ersetzen die Seltenen Erden ihrerseits andere, giftigere Stoffe wie beispielsweise **Kadmium in wiederaufladbaren Batterien** oder **Schwermetalle in Farbstoffen**.

### Seltene Erden – Chinas ultimative Waffe?

*“Für China sind Seltene Erden das, was Öl für Saudi-Arabien ist.“*



**Karte der Volksrepublik China.** Provinzen in denen der Abbau von Seltenen Erden von Bedeutung ist, sind farblich hervorgehoben. Größtes Abbaugbiet ist Bayan-Obo in der Inneren Mongolei.

Die chinesische Regierung klassifizierte die Seltenen Erden früh als **geschützte, strategische Ressource** und begann eine **staatlich kontrollierte Produktionskette** aufzubauen. Die amerikanische

Behörde *US Geological Survey* schrieb im **Dezember 2017** in einem Bericht, dass **über 90 Prozent der weltweiten Lieferungen an Seltenen Erden aus China stammten**. Das ist der Fall, seit Peking in den späten 1990er-Jahren die Förderung dieser Erze zur Priorität erklärte.

**China bestimmt** nunmehr weltweit **die Menge, den Preis und ob überhaupt geliefert wird**, - die Chinesen haben diesbezüglich einmal mehr vorausschauende Weitsicht und **langfristig strategisches Denken** und Handeln klug bewiesen.

**Tabelle 1: Quasi-monopolistische Kontrolle neuer Industriemetalle durch acht Staaten**

<b>Weltproduktion von...</b>	<b>...wird zu...</b>	<b>...kontrolliert von:</b>
Tantal (Ta)	60%	Australien
Germanium (Ge)	75%	China
Palladium (Pd)	79%	Russland/Südafrika
Molybdän (Mo)	79%	China/USA/Chile
Niob (Nb)	91%	Brasilien
Platin (Pt)	91%	Kanada / Brasilien / Südafrika
Wolfram (W)	92%	China/Russland/Kanada
<b>Metalle der Seltenen Erden</b>	<b>95%</b>	<b>China</b>
Vanadium (V)	97%	China/Südafrika/ Russland

## Umweltbelastungen durch den Abbau



Der meiste **Abbau von Seltenerdmetallen** erfolgt aus Kostengründen im **Tagebauverfahren**. Nach dem Abbau erfolgt die Weiterverarbeitung häufig in Umgebung der Mine. Teilweise werden auch **vorort physikalische und chemische Prozesse** angewandt, um die **Seltenerdmetalle aus dem Gestein zu lösen**. Je nach Extraktionsmethode fallen verschiedene Arten von **Schlacken und Rückständen** an. Für eine Tonne Seltenerdmetalle in der Weiterverarbeitung 63 000 m<sup>3</sup> **Abgase** kontaminiert mit **Schwefel- und Flusssäure**, 200 m<sup>3</sup> **säurehaltiges Abwasser** und 1,4 Tonnen **radioaktiver Abfall** anfallen. Während die Gase meist **unkontrolliert** in die Umgebung **entweichen**, werden die flüssigen Abfälle zum Teil **ohne Behandlung** in den Yellow River geleitet oder in **offene Abraumbekken** umrandet von Dämmen gelagert. Beide Maßnahmen führten in der Vergangenheit zu starker **Kontaminierung der Umgebung**.

### Recycling

**Bisher** gewannen größere Recyclingfirmen **lediglich** Metalle die im **größeren Umfang vorhanden** waren zurück. Lediglich **Stahl, Zink, Aluminium, Eisen, Nickel, Kupfer** und **Zinn** sowie einige **wenige Spezialmetalle** werden derzeit recycelt. Für die **geringen Anteile der seltenen Elemente lohnte sich eine Rückgewinnung nicht**, sie landeten in der **Schlacke**, welche maximal noch als **Baustoff** verwendet wurde. Da **China** faktisch ein **Monopol** über die Elemente hat, die für die Herstellung von Mobiltelefonen und anderen **Hightech-Geräten unverzichtbar** sind, ist es **unumgänglich**, dass das

**rohstoffarme Europa** seine eigenen urbanen Quellen anzapft, spricht **recycelt**.

Seit Mai 2012 nimmt der französische Rohstoffspezialist *Rhodia* jedoch **Tausende Tonnen** des weißen **Pulvers aus Leuchtstoffröhren und Energiesparlampen** zurück. Sogar aus den USA bringen Schiffe den begehrten Müll. In einem neuartigen Prozess **gewinnen die Franzosen daraus sechs Seltene Erden zurück**. Rund 500 Tonnen waren es allein im vergangenen Jahr (2013).

Der Stoff, in dem die seltenen Erden stecken, ist **pulvrig**, und er macht nur einen **kleinen Anteil** an der Materialzusammensetzung einer Energiesparlampe aus: der **Phosphor-Puder, der unsichtbares ultraviolette Licht in sichtbares Licht umwandelt**. Der **Anteil des Phosphor-Puders in einer Lampe** liegt bei **3 Prozent**. Aber in diesem Abfallpulver sind zwischen **10 und 20 Prozent seltene Erden** enthalten. **2020** soll die Kapazität nach Konzernplänen auf 2.500 Jahrestonnen ausgedehnt werden. „Damit verfügen wir über **ausreichend Kapazitäten, um alles in der EU anfallende Phosphor-Puder zu recyceln**“, sagt Rhodia-Projektleiter Nicolas Barthel.

Für *Rhodia* wird der Schrott zu einer wichtigen Ressource. Seit 2012 nimmt das Unternehmen zudem Hunderte Tonnen **Produktionsabfall von Magnetherstellern und Überreste des Batterierecyclings** zurück, die beide **reich an Seltenen Erden** sind. Eine handelsübliche **NiMH-Batterie** enthält **7 Prozent** Seltenerd-elemente, darunter **Cer, Lanthan, Neodym und Praseodym**. Während sich in einer **AAA-Batterie** gerade einmal **1 Gramm** seltene Erden findet, stecken in **Batterien für Haushaltsgeräte** schon ein paar Gramm mehr, nämlich rund **60 Gramm**. Aus jeder **Autobatterie** lassen sich immerhin **2 Kilogramm seltene Erden** zurückgewinnen.

*Rhodia* gelang es Seltene Erdmetalle aus verschiedenen Abfallarten **heraus zu lösen**, jedoch wird über das genaue **patentierete Verfahren** bis heute geschwiegen. Bisher konnten **aus Leuchtkörpern Yttrium und Europium** zurück gewonnen werden und es existieren auch mehrere Verfahren für die Rückgewinnung von **Lanthan und Cer aus Akkumulatoren**. Prozentual gesehen konnten die größten Erfolge bei **Altmagneten** erzielt werden, in denen **Neodym, Praseodym sowie Dysprosium** enthalten ist. Die erprobten Verfahren laufen

**pyrometallurgisch** und **nasschemisch** ab und die Palette der recycelbaren Ausgangsmaterialien ist sehr groß.

**Forrás:**

<https://kopp-report.de/seltene-erden-chinas-ultimate-waffe/>

<https://www.e-periodica.ch/cntmng?pid=asm-004:2014:180::1040>

[https://www.vivis.de/wp-content/uploads/RuR6/2013\\_RuR\\_533\\_544\\_Luidold](https://www.vivis.de/wp-content/uploads/RuR6/2013_RuR_533_544_Luidold)

[https://www.seco.admin.ch/dam/seco/de/dokumente/Aussenwirtschaft/Wirtschaftsbeziehungen/Rohstoffe/BR-Bericht\\_Antwort\\_Po\\_12-3475.pdf.download.pdf/01\\_BR-Bericht\\_Antwort\\_Po\\_12-3475.pdf](https://www.seco.admin.ch/dam/seco/de/dokumente/Aussenwirtschaft/Wirtschaftsbeziehungen/Rohstoffe/BR-Bericht_Antwort_Po_12-3475.pdf.download.pdf/01_BR-Bericht_Antwort_Po_12-3475.pdf)

[http://www.reuse-computer.org/fileadmin/user\\_upload/documents/Artikel/UM\\_Recherche\\_Seltenerdmetalle.pdf](http://www.reuse-computer.org/fileadmin/user_upload/documents/Artikel/UM_Recherche_Seltenerdmetalle.pdf)

<https://www.heise-gruppe.de/presse/Technology-Review-ueber-Recycling-von-seltenen-Erden-1772046.html>

<https://www.computerwoche.de/a/wie-sich-seltene-erden-recyclen-lassen,2557126,4>

***Beküldési (postára adási) határidő: 2020. március 30.***

Ne felejtsetek el az ábrafeliratokat lefordítani! A térképet nem kell.

A megoldásokat a **<http://kokel.mke.org.hu>** honlapon át vagy postán küldhetitek be. A levélben küldött megoldásokat is feltétlenül kérjük a honlapon regisztrálni, mielőtt az alábbi címre feladjátok:

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 szélén legalább 1-1 cm margót** (a pontoknak). Minden beküldött lap tetején szerepeljen a **beküldő neve, osztálya**, valamint **iskolájának neve**. Postai beküldés esetén a lapokat kérem **összetűzni!**

# Kémia angolul

*Szerkesztő: Tóth Edina*

## **Előszóban**

2019. a műanyagokról szolt és azok káros környezeti hatásairól. Tudományos szemmel egyetlen anyag sem „eredendően rossz”. Ezért 2020-at kezdjük a műanyagok keletkezésének mélyebb megismerésével. Aki tanult már szerves kémiát, sokszor hallott a polimerizációról. Vélhetően minden alkalommal elhangzik, hogy a polimerizációs reakciók katalizátor segítségével zajlanak.

A katalizátorokat azonban a középiskolai kémiaórákon többnyire balladai homály fedi. A szöveg eredetije egy ezredforduló környékén megjelent környezeti és zöld kémiával, illetve fenntarthatósággal foglalkozó oktatási segédanyagban jelent meg, és a műanyagok gyártását, legfőképp a polimerizációs katalizátorok alapvető működését tárgyalja középiskolások számára.

Bár a műanyagok megítélése alapjaiban megváltozott az elmúlt 2 évtizedben, a cikkben szereplő információk változatlanok és helytállóak. A szerző lelkesedése támadhatatlan, ha figyelembe vesszük, hogy az 1953-as kémiai Nobel-díjasok munkásságát mutatja meg tizenéveseknek.

A lefordított anyagokat 2020. február 17-ig küldjétek be a <http://kokel.mke.org.hu> weblapon keresztül!

## **Making daisy chains with oyster-shell molecules**

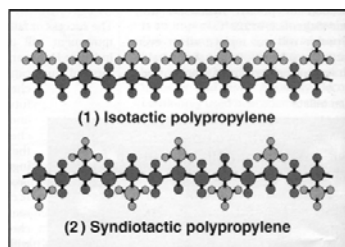
**By David Bradley**

Think how useful it might be to have a bullet-proof polyethene bag. Or, what about tough and inexpensive polystyrene cooking pots that don't melt in the oven? Better still – plastic engines for cars that use far less fuel than their metal alloy counterparts? All these ideas and more might be possible because chemists now have a new set of catalysts for making polymers with precise control of their properties.

When chemists make polymers, they are usually hard pushed to control the length of the polymer chains and the positions of dangling chemical side groups along the chain length. The result is that controlling the properties of a plastic is a bit of a hit-and-miss affair. If there is a wide mixture of chain lengths, the polymer will not be uniform throughout: some parts will be crystalline, while others will be more random and therefore non-crystalline. If chemists could make polymers in which the chains were all of uniform length, or where the side groups all pointed in the same direction along the chain, they could control properties such as melting point, stiffness, flexibility, resistance to chemical corrosion and even the ability of the polymer to conduct electricity. Polymers could be tailor-made for particular applications.

### Ziegler-Natta catalysts

Synthetic polymers have been around since the end of the last century, but it was not until the 1950s when two European chemists – Karl Ziegler and Giulio Natta – discovered that it was possible to control the way the monomers add together during polymerisation by using metal chloride catalysts. These catalysts act as a support for the first monomer, orienting it so that the next monomer adds in the same directions and so on, leading to a so-called isotactic polymer (1). For instance, if a titanium chloride catalyst with an aluminum-based co-catalyst is used to polymerise the propene monomer, the side chains all stick out on the same side, but if a vanadium version of the catalyst is used instead, the side groups alternate to produce what is called a syndiotactic polymer (2). Throughout the 1960s and to this day, these catalysts have been used to make millions of tonnes of polypropene and polyethene for countless different applications. The side groups on the chains are nice and regular so do chemists surely have full control over polymers?



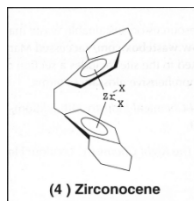
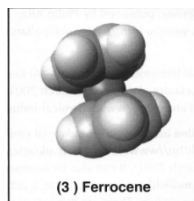
Not quite. Ziegler-Natta (ZN) catalysts are not so specific that they can control the exact nature of the polymers. They add monomer after monomer in a regular way, but if they become ‘damaged’ or poisoned

by the product during the reaction, the chain stops growing. Alternatively, a second particle of catalyst might trigger the growth of the side chain on the polymer. Neither of these effects is entirely controllable, so branched polymers with various chain lengths result. For many applications branching and variable chain length are not a problem, but if you want to make perfectly transparent plastic for use in optoelectronics, for instance, then highly uniform plastics are needed to let light pass through them without distortion. In addition, ZN catalysts only work for a small fraction of the whole range of monomers: small hydrocarbons, such as propene and ethene, in fact, the variety of polymers that can be made with ZN catalysts is limited.

### Metalloenes

In the past few years, chemists have found that a group of chemicals known as the metallocenes –first discovered in the early 1950s by John Birmingham working in Geoffrey Wilkinson’s laboratory at Imperial College in London– can bring more discipline to a variety of polymers. Metallocenes can control polymerisation of all sorts of monomers, including ethene. Furthermore, they can make polymer chains million of times longer than any possible polymer produced using ZN catalysts. This new control over polymers will lead to some exciting new plastics. Longer and more regular polymer chains with side chains could be used to make super strong polyethene that cannot easily tear, so would make better bin bags and might even provide better bullet-proofing than the toughest Kevlar.

So how do these new catalysts work? The simplest metallocene is made up of a positively charged metal ion sandwiched between two cyclopentadienyl anions (essentially negatively charged hydrocarbon rings). If the metal is iron, the molecule is a ferrocene (3), zirconium makes a zirconocene (4) and so on. By adding other ions, chemists can change the shape of the simple metallocenes, which resemble old-fashioned bobbins, to make something shaped like an oyster shell, where the two rings – like each half of the shell- are tilted apart. The metal is like a pearl at the centre of the half open shell.





[...]

However, in the 1980s Walter Kaminsky of the University of Hamburg, by chance, found that these compounds react with methyl alumoxane (MAO), which grabs ions from the metallocenes and swaps them for its methyl groups. He and Hans Brintzinger of the University of Konstanz recognised that 'activating' metallocenes in this way could be exploited in industrial polymerisations.

If activated zirconocene is added to propene, for example, which has an electron-rich carbon double bond, the first propene bonds to the zirconocene. The new temporary molecule rearranges and reactivates the zirconocene without falling off, leaving it ready to react with the next propene monomer. This time the rearrangement leaves the second propene attached to the first and the zirconocene is activated again. The propene chain begins to grow very quickly and soon thousands of monomers are joined like daisies in a chain. Chemists found that they only needed a few milligrams of zirconocene under high pressure to make hundreds of grams of plastics in an hour.

The new polypropene is harder, more crystalline and more transparent than the polymer made by using the ZN catalysts because the chains are longer and more uniform in length. It cannot be easily broken down by  $\gamma$ -rays, so it is an ideal lightweight material for medical packaging such as blood bags and for medical garments, which are often sterilised using radiation.

[...]

Metallocenes have now been developed that they can turn almost any monomer into a polymer well beyond the range of conventional catalysts. By fine-tuning the structure of the metallocene, it is possible to change the structure of the resulting polymer very subtly so that specific polymers can be synthesised. From a humble oyster-shell molecule are coming some enormous pearls.

The original text is moderated from

Article entitled '*Making daisy chains with oyster-shell molecules*' by David Bradley from Warren, D., Osborne, C. & Pack, M. (2001). *Green chemistry: a resource outlining areas for the teaching of green and environmental chemistry and sustainable development for 11-19 year old students*. p 22-23. London: Royal Society of Chemistry 2001

## A 2019/4. szám szövegének mintafordítása

Több példaértékű munka érkezett a 2019/4. számban megjelent feladatra. Javaslom mindenkinek, hogy fussák át a mintafordítást, hiszen több, a középiskolai ismereteket erősen meghaladó információnak kellett utánanézni. Ne feledjétek, hogy a fordítás célja egy jól érhető magyar szöveg!

### Bór

Teniszütőkhöz

#### Története

(Neve az arab *Buraq* vagy a perzsa *Burah* szóból származtatható.) A bór vegyületeit évezredek óta ismerjük, de magát az elemet csak 1808-ban fedezte fel Sir Humphry Davy, valamint Gay-Lussac és Thénard.

#### Előfordulása

A természetben önmagában nem, hanem ortobórsavként egyes vulkáni forrásokban, valamint borátokként a bóraxban (az angol eredeti itt hibás volt) és a colemanitban fordul elő. Az ulexitet, egy másik bórásványt, érdekessé teszi az, hogy a természet saját „száloptikájaként” viselkedik. A bór fontos forrásai a razorit (vagy kernit) és a tinkál (bórax érc). Ezen ércek megtalálhatók a Mojave-sivatagban, ahol a tinkál a legjelentősebb bórforrás. Törökországban szintén jelentős bóraxtelepek találhatók.

A természetben jelen lévő bór 19,78%-a 10-es tömegszámú és 80,22%-a 11-es tömegszámú bórizotóp. Nagy tisztaságú kristályos bór előállítható a bór-triklorid vagy -tribromid gőz állapotban elektromos fűtőszálon történő hidrogénes redukációjával. A szennyezett vagy amorf bór egy barnásfekete por, amely bór-trioxid és magnéziumpor keverékének hevítésével állítható elő.

Már 99,9999%-os tisztaságú bórt is előállítottak, ami kereskedelmi forgalomban elérhető. Az elemi bór tiltott sávja 1,50 és 1,56 eV között van, ami magasabb mind a szilícium, mind pedig a germánium megfelelő értékénél.

#### Tulajdonságai

Optikai tulajdonságai közé tartozik, hogy átengedi az infravörös tartomány egyes részeit. A bór szobahőmérsékleten rossz vezető, magasabb hőmérsékleten viszont jó vezető.

## Felhasználása

Az amorf bórt jelzőfáklyákban használják jellegzetes zöld lángfestése miatt, továbbá rakéták begyújtását segítő anyagként. Kereskedelmileg messze a legjelentősebb bórvegyület a  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Ezt a pentahidrátot nagy mennyiségben használják az iparban üvegyapot szigetelőanyag és nátrium-perborát fehéritő gyártásához.

A bórsav egy szintén fontos bórvegyület, amelynek piaca jelentős a textiliparban. A bórax enyhe fertőtlenítőszerként való alkalmazása mennyiség és bevétel szempontjából kevésbé jelentős. Továbbá a bórvegyületeket széles körben használják a boroszilikát üvegek gyártásához is. Más bórvegyületek pedig ígéretesnek mutatkoznak az izületi gyulladásos megbetegedések kezelésében.

A bór 10-es tömegszámú izotópját szabályzórudak anyagaként használják atomreaktorokban, radioaktív sugárzás elleni védekezésben és neutronérzékelő berendezésekben. A bór-nitrid figyelemre méltó tulajdonságokkal rendelkezik, és akár gyémánt keménységű anyagok is előállíthatók segítségével. A nitrid szintén elektromos szigetelőként viselkedik, de a hőt úgy vezeti, akár egy fém.

A bór-nitrid a grafithoz hasonlóan kenőanyagának is alkalmas. A hidridek könnyen oxidálhatók, ez pedig jelentős mennyiségű energia felszabadulásával jár, emiatt rakéták potenciális üzemanyagaként is vizsgálták. A bórszálakra való kereslet növekszik. Ezt a nagy szilárdságú, pillekönnyű anyagot elsősorban korszerű repülőgép- és űrhajóalkatrészekben alkalmazzák.

A bór abban hasonlít a szénhez, hogy képes stabil molekuláris hálózatokat kialakítani kovalens kötések segítségével. A karboránok, metalloboránok, foszfakarboránok és egyéb vegyületcsoportok több ezer vegyületet foglalnak magukba.

## Polónium

A nukleáris energiahordozókhoz

### Története

(Nevét Lengyelország, Madame Curie szülőhazája után kapta.) A polónium, másik nevén rádium F, volt az első elem, amit Madame Curie felfedezett 1898-ban, miközben a csehországi Joachimsthalból

származó uránszurokérc radioaktivitásának okát vizsgálta. Az elektroszkóp kimutatta, hogy a bizmutteral együtt válik ki.

### **Előfordulása**

A polónium egy, a természetben előforduló nagyon ritka elem. Az uránércnek tonnánként mindössze 100 mikrogrammot tartalmaznak belőle. A gyakorisága csak 0,2%-a a rádiuménak.

1934-ben tudósok felfedezték, hogy amikor természetes bizmutot ( $^{209}\text{Bi}$ ) bombáztak neutronokkal, a 210-es tömegszámú bizmut izotóp keletkezett, ami a polónium anyaeleme. Ezúton az atomreaktorok nagy neutronáramát kihasználva milligrammos mennyiségben lehet polóniumot előállítani. A polónium kereskedelmi forgalomban elérhető, külön megrendelésre gyártja az Oak Ridge National Laboratory.

### **Tulajdonságai**

A 210-es tömegszámú polónium alacsony olvadáspontú, meglehetősen illékony fém, melynek  $55^\circ\text{C}$ -on 45 óra alatt 50%-a elpárolog. Alfa-sugárzó, a felezési ideje 138,39 nap. Egy milligramm annyi alfa részecskét sugároz, mint 5 g rádium.

A bomlás során felszabaduló energia olyan nagy (140 W/g), hogy egy körülbelül fél gramm polóniumot tartalmazó kapszula hőmérséklete  $500^\circ\text{C}$  fölé emelkedik. A kapszula 0,012 Gy/h nagyságú gammasugárzási dózist jelent. Pár curie-nyi ( $1\text{ curie} = 3,7 \cdot 10^{10}\text{ Bq}$ ) polónium kék derengést mutat, amit a környező gáz gerjesztése okoz.

A polónium jól oldódik híg savakban, de kevésbé oldékony lúgokban. A szerves savak polóniumsói gyorsan elfeketednek; a halogéntartalmú aminok redukálják a fémet.

### **Felhasználása**

A polónium felhívta magára a figyelmet, mert hőforrásként használható a műholdak kis tömegű termoelektromos elemeiben, ugyanis szinte az összes kibocsátott alfa-sugárzás elnyelődik magában a szilárd anyagban vagy a tárolóedényben, miközben leadja az energiáját.

Neutronforrást állíthatunk elő, ha a polóniumot összekeverjük vagy ötvözzük berilliummal. Magát az elemet például textilgyárakban a statikus töltést megszüntető eszközökben alkalmazták; bár erre a célra a béta-sugárzó anyagok használata a gyakoribb és kevésbé veszélyes.

Fotográfiai filmek portalanítására használt kefékben is megtalálható. Az ezekben az eszközökben található polóniumot gondosan elzárják és ellenőrzik, hogy minimálisra csökkentsék a felhasználókat érintő veszélyeket.

## **Asztácium**

A természetben elvétve fordul elő

### **Története**

(Neve a görög *astatos*, instabil jelentésű szóból származtatható.) Az asztáciumot 1940-ben a bizmut alfa-részecskékkel való bombázásával állította elő D.R. Corson, K.R. MacKenzie, és E. Segre a Kaliforniai Egyetemen. A leghosszabb élettartamú izotópjai a természetben is előforduló urán és tórium izotópokkal alkotnak egyensúlyi rendszert. Nyomnyi mennyiségű  $^{217}\text{At}$  pedig azokkal a  $^{233}\text{U}$  és  $^{239}\text{Np}$  izotópokkal van egyensúlyban, amelyek a tórium és urán természetes eredetű neutronokkal való egyesülése során keletkeznek. A földkéregben lévő asztácium mennyisége azonban 1 unciánál (kb. 28,35g) is kevesebb.

### **Felhasználása**

Már több mint 25 éve használják a kripton-85-ös izotópját a gyártás során a papírsűrűség mérésére. A papír össztömege nagyon nagy pontossággal szabályozható a kripton-85 és más radioaktív nuklidok használatával. Az ilyen eszköznek, amely képes egy anyag vastagságának mérésére, a köznapi neve béta-mérőeszköz.

### **Előállítás**

Bizmut nagyenergiájú alfa részecskékkel való bombázásán keresztül viszonylag hosszú élettartamú 209-211 tömegszámú asztácium izotópokhoz juthatunk, melyek levegővel hevítve ledesztillálhatóak a mintáról.

### **Tulajdonságai**

A repülési idő tömegspektrométer segítségével megerősítették, hogy ez az erősen radioaktív halogén a többi halogénhez nagyon hasonlóan viselkedik, leginkább a jódra hasonlít. Az asztáciumot a jódnál fémesebb jellegűnek tartják és valószínűleg a jódhoz hasonlóan, felhalmozódik a pajzsmirigyben. A Brookhaven National Laboratory munkatársai a közelmúltban az asztácium részvételével zajló elemi reakciók azonosítására és mérésére keresztezett molekulásugár (CMB) szóródásos technológiát alkalmaztak.

# VERSENYHÍRADÓ



Villányi Attila

## A 16. Nemzetközi Junior Természettudományi Diákolimpia (Doha, Katar, 2019. december 3-12.)

A Nemzetközi Junior Természettudományi Diákolimpiát (International Junior Science Olympiad, röviden IJSO) 2004-ben Indonézia alapította. A versenyen való részvétel egyik leglényegesebb kritériuma, hogy csak 16. évüket be nem töltött diákok indulhatnak a versenyen. Magyarországon ez azt jelenti, hogy érdemben a középiskolát épp elkezdő, illetve szerencsés esetben egyes 10. osztályos középiskolás, kivételes esetben igen tehetséges 8. osztályos általános iskolások versenyezhetnek.

A versenyen elvileg egyenlő arányban szerepel a három természettudományos tantárgy (fizika, kémia, biológia), így azok, akik több tárgybán is járatosak, a felkészítőn kevesebbet kell hozzátanulniuk. A versenyfelkészítőre azon diákokat hívtuk, akik a versenyt megelőző tanévben egy vagy több természettudományi országos verseny döntőjébe jutottak. Korábban egy ilyen egzotikus utazás akár 25 – természettudományokban jártas – diák fantáziáját is megfogta. Ebben az évben 21 diák jelentkezett a júniusi felkészítőre, de már csak 19-en jelentek meg a felkészítő első napján és a nyár folyamán további négy diák adta fel az első válogatón való megmérettetést.

Ezt az olimpiát az oktatási kormányzat 2007 és 2017 között anyagi segítséggel is támogatta. A versenyek támogatási rendszerének átalakulása utána idén a Nemzeti Tehetség Program ide illő

programjából kaptunk támogatást. A repülő menetrend miatt egy nappal korábban utaztunk, de a szervezők ezért az egy extra éjszakáért nem kértek külön térítést. A Richter Gedeon Nyrt. a verseny elejétől fogva jelentős anyagi támogatást nyújt a csapatnak. További támogatóink: az Emberi Erőforrások Minisztériuma, Emberi Erőforrás Támogatáskezelője által megítélt Nemzeti Tehetség Program NTP-NTMV-19-B-0007 pályázati támogatása és a Servier Kutatóintézet Zrt. Az utazás anyagi oldalának kezelését, illetve a pályázatok lebonyolítását az MKE végzi, ami óriási segítséget jelent a csapat számára.

A versenyre való felkészítést ebben az évben is júniusban kezdtük meg (Gyertyán Attila matematikából és fizikából, Dr. Ács Zoltán biológiából és Villányi Attila kémiából), mivel a megtanulandó tananyag olyan nagy, hogy ezért az őszi felkészítés nem elegendő. Néhány napos elméleti bevezető után az általános és középiskolai tankönyvekből jelöltük ki az elsajátítandó (illetve átismétlendő) ismereteket, összefüggéseket, illetve az általunk készített prezentációkból kellett az új anyagot elsajátítaniuk a versenyre készülőknek. Szeptember legelején írtuk meg az első selejtező dolgozatot. A válogató eredménye alapján, terveink, és a korábbi hagyományok szerint a legalább 50%-os teljesítményt elérő legjobb diákokat szerettük volna kiválasztani. A megjelent 15 diák a tavalyi évnél valamivel jobb átlageredményt ért el, így ott húztuk meg a bejutási határt, ahol a legnagyobb volt a pontkülönbség két diák között. Így végül 11 diák került a felkészítő következő szakaszába, akik közül a tizenegyediknek a teljesítménye 49%-os volt (a következő diáké 39%, az előtte levőé 51% volt).

Őket szeptemberben és októberben minden hétvégén – és néhány esetben hétközben is – a korábbi versenyek tapasztalatai és a követelmények alapján az ELTE Apáczai Csere János Gimnáziumban készítettük fel. Gyertyán Attila fizikából, Ács Zoltán biológiából, Villányi Attila és Vörös Tamás kémiából végezték a felkészítést. Vörös Tamás tehetséges vegyész, és egyben jó tanár is, apáczais öregdiák, IJSO és kétszeres IChO érmes, aki a Balassi Intézetben is készített fel határon túli fiatalokat a kétszintű kémiaérettségire. A második válogatóra október 28-án került sor. A kialakult hatfős csapat az utolsó hónapban a további elméleti felkészítő mellett kipróbálhatta a gyakorlati forduló team-munkáját is. A két kémia „gyakorlati specialista” diákot (Farkas

Izabellát és Papp Marcellt) kértük, hogy az esetleges titrálási feladathoz végezzenek minél több titrálási feladatot a középiskolai tanárukkal a saját gimnáziumukban.

Az idei magyar csapat tagjai (az elért pontszámok csökkenő sorrendjében):

*Csonka Illés*, a pécsi Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnázium 8. osztályos tanulója,

*Farkas Izabella Fruzsina*, a Budapesti Fazekas Mihály Általános Iskola és Gimnázium 10. osztályos tanulója,

*Dóra Márton*, az ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium 10. osztályos tanulója,

*Szépivölgyi Gergely*, a budapesti Veres Péter Gimnázium 10. osztályos tanulója,

*Szabó Márton*, a szeghalmi Péter András Gimnázium és Kollégium 9. osztályos tanulója,

*Papp Marcell*, az ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium 9. osztályos tanulója.

A csapat december 2-án indult el a Qatar Airways közvetlen járatával Dohába. Az érkezéstől az utolsó napig – a verseny szabályzatának megfelelően – az ott-tartózkodás teljes ideje alatt a szervezők biztosították a csapat transzferét, szállását és teljes ellátását.

A kísérő tanárokból álló nemzetközi zsűri a verseny második, negyedik és hatodik napján vitatta meg az egyes fordulók feladatait, majd minden ország tanárai kora hajnalig fordították a saját nyelvükre a feladatlapokat, másnap pedig a diákok versenyeztek. A harmadik, gyakorlati fordulót a hetedik napon a diákok csapatmunkában oldották meg.

Ebben az évben igyekeztek integrálni a szervezők a fizikai, kémiai és biológiai témájú feladatokat, bár ez az első fordulón csak a három tárgyhöz tartozó kérdések sorrendjének összekeverését jelentette. Az elméleti fordulón már valódi próbálkozás történt az egy téma köré csoportosított kémia, biológia és fizika feladatok készítésére, ami a várthoz képest nem is sikerült annyira rosszul. A kémia feladatok többsége nem volt túl könnyű, de nem is volt túlságosan nehéz.



Katarról tudni kell, hogy a katari állampolgárok életszínvonala igen magas. Az egész katari mentalitás arról szól, hogy „mi vagyunk a legjobbak, és erre nagyon büszkék is vagyunk, és mindenkit megfizetünk (lefizetünk), hogy ez az elismerés nemzetközileg is nyilvánvalóvá váljon”. Ezért nem vagyunk biztosak abban, hogy a feladatokat valóban a katari szervezők készítették, vagy megfizettek valakit, hogy elkészítse azokat.

Újításként az első, feleletválasztásos fordulót online formában tervezték megoldani. Egy relatíve jól működő szoftverben kellett fordítanunk a kérdéseket, bár a képlet- és egyenletszerkesztő nem volt túlságosan felhasználóbarát. Kisebb probléma adódott, amikor nem működött a tanárok egy része számára a belépés a rendszerbe, de a szervezők állították, hogy mindent kipróbáltak és ez így menni is fog. Szerencsére a verseny nemzetközi végrehajtó bizottsága azért elérte, hogy minden csapat készítsen nyomtatott verziót is, hátha a gyerekek oldalán nem fog ilyen simán menni az online verseny. A verseny napján a versenyzők egy részének nem sikerült a belépés a rendszerbe, így végül ez a versenyforduló is hagyományos módon, papír alapon zajlott le.

A feladatok megvitatását egy idősebb hölgy vezette, akiről azt is megtudtuk, hogy rokonságban áll az uralkodó emír családjával. Ennek megfelelően elég nehezen fogadta a kritikát, és a hölgy gyakran – nagyon ügyesen – lesepert minden módosítási javaslatot. Furcsa volt, hogy a feleletválasztásos teszteknel, ha valamilyen kifogás merült fel, nem lehetett módosítani a helyes válasz betűjelét, inkább a válaszokat kellett úgy módosítani, hogy ugyanaz maradjon a választandó betűjel. Ennek rövidesen megsejthettük a magyarázatát is. A verseny felénél megjelent egy olyan újságcikk, amely többek között arról szólt, hogy a katari csapat (vagy inkább csapatok, mivelhogy egy hivatalos csapat mellett még három másikat is indítottak) rengeteg arany- és ezüstéremre számít „a korábbi években szerzett rengeteg éremre való tekintettel”. (Katar valójában mindössze az utóbbi két évben vett részt a versenyen, és mindkét évben egy-egy bronzéremet szereztek.) Az egyik versenyző pedig arról számolt be, hogy mennyire környezettudatos az idei IJSO, hiszen a feleletválasztásos teszteket online oldották meg, így nem kellett annyi papírt elhasználni, mint

eddig. Mindebből nyilvánvalóvá vált, hogy a cikk már jóval korábban elkészült, mint ahogy a verseny elkezdődött.

A gyakorlati forduló biológia feladatai a rendelkezésre álló időhöz képest túl könnyűek voltak, a kémia feladat korrektnak tűnő komplexometriás titrálás volt, a fizika feladat ugyan e korosztálynak megfelelő problémát tárgyalt, viszont a módszer hibahatára és a kimérendő értékek közti különbség közel azonos volt, így a végeredményre kapott pont gyakorlatilag a véletlenen múlt. A titrálás eredményeloszlásáról semmilyen információt nem kaptunk, így tulajdonképpen nem tudjuk, hogy mit rontottak el a diákjaink. A katariak ráadásul előszedtek a követelmények közül olyan kiértékelési módszereket, amelyek ugyan benne vannak a követelményekben, de eddig soha nem kérdezték egyetlen versenyen sem, így az országok nagy része (az ázsiaiakat kivéve) nem számoltatott a titrálási eredményekből szórást. Végül annyit sikerült elérnünk, hogy a szórás képlete bekerült a feladatlapba, ám a benne szereplő változók magyarázata nélkül.

A versenyzők a versenyek közti napokban, a tanárok a diákok versenynapjain vettek részt különféle programokon. Ezekben általában több volt a várakozási idő, mint a hasznos időtöltés. A katarai szervezés nagyon hierarchikus és nagyon körülményes volt. A kísérők általában a program előtt néhány perccel tudták meg, hogy mikor indulunk és hova. A korábbi évektől eltérően a magyar diákcsapatnak nem egy kísérője volt. Az egyetlen lány diákunkat – az arab kultúra hagyományainak megfelelően – mindig külön szállították mindenhova, de az öt fiú közül is kettőnek más volt a kísérője (akinek volt persze további négy, más országokból való diákja). Ettől minden transzfer és minden program meglehetősen kuszává vált.

A szervezők rendelkezésünkre bocsátották a versenyzőink megoldásának már általuk értékelt másolatait. Az értékelés nagyrészt megfelelően történt. Jól láthatóan az első javító munkáját egy felülbíró is ellenőrizte. A végleges hivatalos javítókulcsot és a laborfeladatok értékelését csak a moderálás napjának reggelén kaptuk meg, de abban a kémia mérések értékeléséről semmilyen adat nem szerepelt. Így kezdődött meg a pontegyeztetés. Több párhuzamos bizottság működött, és rövidesen kiderült, hogy szinte senki nem kapott felhatalmazást a pontváltoztatásra. Ehhez hozzájárult az is, hogy

a bizottsági tagok egy része teljesen inkompetens volt, nem látta át az alternatív megoldási módokat, csak a hivatalos javítókulcs szerinti megoldást ismételte. Minden pontért meg kellett küzdenünk, de azt mondhatjuk, hogy a kért pontok többségét sikerült megszereznünk.

A pontegyeztetés estéjére kialakult a végleges sorrend, és ez alapján a nemzetközi zsűri egyetértésével megtörtént a ponthúzás. Az idei versenyen 55 ország 322 hivatalos versenyzője, a vendégországokkal együtt 70 ország 409 versenyzője mérte össze tudását. Ebben az évben is valamennyi diákunk éremmel tért haza.

Az idei magyar csapat tagjainak eredménye:

Farkas Izabella *arany*-, Dóra Márton, Szépvölgyi Gergely és Szabó Márton *ezüst*-, Csonka Illés és Papp Marcell *bronzérmes* szerzett. Az elért pontszámokat az 1. táblázat tartalmazza.

	Feleletválasztás			Elmélet			Gyakorlat			Össz.
	Bio.	Kém.	Fiz.	Bio.	Kém.	Fiz.	Bio.	Kém.	Fiz.	
Elérhető	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>10,25</b>	<b>8,75</b>	<b>12,5</b>	<b>14,5</b>	<b>13</b>	<b>100</b>
Farkas Izabella	7,5	9	10	7,5	10,25	8,25	12,5	8,88	10	83,88
Dóra Márton	6,5	5,5	10	9,25	9,5	7,75	12,5	8,88	10	79,88
Szépvölgyi Gergely	7,5	6,5	8,75	7,5	9,75	6,5	12,5	8,88	10	74,88
Szabó Márton	8,75	5,5	8	9,25	9,75	6,5	10,5	8	7	73,25
Csonka Illés	2,75	7,75	8,75	6	8	6	10,5	8	7	64,75
Papp Marcell	6,25	6,5	3,75	9,5	8,5	2,25	10,5	8	7	62,25

**1. táblázat. A magyar csapat tagjainak részeredményei**

Évek óta gondot okoz, hogy kevés ország vállalja ennek a versenyek a megszervezését. A versenyszabályzat szerint egy ország akkor lesz hivatalosan tagja a versenynek, ha előzőleg egy alkalommal az ország képviselőjében valaki megfigyelőként vett részt a versenyen. Az elmúlt

években viszonylag gyorsan növekedett a részt vevő országok száma, de a létszám bizonytalansága abban is megmutatkozik, hogy különféle politikai vagy gazdasági okok miatt egy-egy ország egy-két évig kimarad a versenyből, majd újra megjelenik. A verseny szervezőinek ezzel is kalkulálniuk kell. Egy adott évben – a versenyszabályzat alapján – a szervező ország meghívhat vendégországokat is a versenyre. Ezek a diákok kapnak érmet is, de nem számítanak a hivatalos versenylista rangsorába. Viszont azzal eddig senki nem számolt, hogy a vendégországgént való részvétel egyben megfigyelőségnek is számít, így a következő évtől az adott ország már rendes tagja a versenynek. Katar – gyakorlatilag a versenybizottság megkerülésével, illetve hozzájárulása nélkül – idén 15 vendégországot hívott meg, ezzel a jövő évi versenyen akár 70 ország is jogosult lenne a részvételre. A jövő évi szervező Németország viszont már lefixálta a helyszíneket, maximum 50 ország részvételi lehetőségét biztosítva, amin változtatni nem lehet. Így a jövő évben a Katar által meghívott 15 ország biztosan nem vehet részt, de az 55 ország közül is ötöt ki kell zárniuk. Erre a nemzetközi bizottság egy pontrendszert alakított ki, amelyben számításba veszik, hogy az adott ország hány éve tagja a versenynek, illetve nagy előnyt jelent, ha már maga az ország szervezett is korábban IJSO-t. Magyarország nagy előnye, hogy minden évben részt vett a versenyen, hátránya viszont, hogy eddig egyszer sem sikerült megrendeznünk az IJSO-t. A rangsorról tavasszal tájékoztat bennünket a versenybizottság, de úgy gondoljuk, nem fogunk kiesni az ötvenes keretből.

Az IJSO 2020-ban tehát Németországban folytatódik, 2021-et viszont ismét egy épphogy csak becsatlakozott, ámde gazdag ország, az Egyesült Arab Emírátságok vállalta. Ők – politikai konfliktus miatt – idén nem vettek részt a versenyen, csak elküldték a verseny szervezésével kapcsolatos terveiket, amely szerint ők már akár 80-90 országot is fogadnának. Ez viszont azt jelentené, hogy a 2022-es szervezőnek ennyi országot kellene vendégül látnia. Az az év viszont még üres: az ősz folyamán a versenybizottság elnöke levélben kereste meg az EMMI-t, hogy felkérje Magyarországot a 2022-es verseny megszervezésére. Erre eddig még semmilyen választ nem kaptunk a minisztériumból, viszont az elgondolkodtató, hogy közel 100 ország esetén az 500-600 diák laborfoglalkozásának lebonyolítására lehetne-e egyáltalán helyet biztosítani.

	Arany	Ezüst	Bronz
India	6	0	0
Tajvan	6	0	0
Thaiföld	4	2	0
Vietnám	3	3	0
Brazília	2	4	0
Hong Kong	2	4	0
Románia	2	4	0
Oroszország	2	4	0
Dél-Korea	1	5	0
Magyarország	1	3	2
Indonézia	0	5	1
Katar	1	3	2
Azerbajdzsán	0	4	2
Banglades	0	4	2
Kanada (vendég!)	2	1	2
Horvátország	0	3	3
Szerbia	0	2	4
Szlovákia	0	2	4
Kína	0	2	3
Észtország	0	1	5
Németország	0	1	5
Kazahsztán	0	2	3
Macedónia	0	2	3
Malajzia	0	1	5
Moldova	0	1	5
Katar IV (vendég!)	0	1	5
Hollandia	0	0	6
Katar-II (vendég!)	0	1	4
Törökország	0	0	6

**2. táblázat: A verseny legeredményesebb országainak éremtáblázata**

Az idei évben végül 322 hivatalos versenyző versenyzett, a vendégországokkal együtt összesen 409-en vettek részt a versenyen. Ebbe beleszámít a Katar által elindított négy csapat 24 diákja is. Katar a szokásokkal ellentétben nem publikálta az érmet szerzett diákok neveit, és csak több héttel később került fel a honlapra az országok által szerzett érmek listája (l. 2. táblázat).

Ebből tudtuk meg, hogy a katari diákok egy arany, öt ezüst és tizenkét bronzérmét szereztek... Közülük a hivatalos csapatnak a magyar csapattal azonos az éremleosztása. Arra is fény derült, hogy a 322 hivatalos versenyző alapján számított 32 aranyérembe két kanadai vendégversenyző is bekerült. India és Tajvan szerzett hat aranyérmét, közülük India ért el magasabb összpontszámot. Magyarország az egy arany-, három ezüst- és két bronzérmével – Románia után – az Európai Unió második legjobb országaként végzett.

## Huszadik alkalommal adták át a Magyar Kémiaoktatásért díjakat

Öt kémiatanár vehette át kiemelkedő szakmai munkásságáért a Magyar Kémiaoktatásért díjat a Magyar Tudományos Akadémián. Az elismerést a Richter Gedeon Alapítvány a Magyar Kémiaoktatásért kuratóriuma évente ítéli oda olyan középiskolai és általános iskolai kémiatanároknak, akik évtizedeken át tartó áldozatos munkájukkal jelentősen hozzájárulnak a magas színvonalú szakképzéshez, kiemelt figyelmet fordítanak a kémia oktatására, megszerettetésére, valamint a tehetséges diákok felkarolására.

A nemzetgazdaság versenyképességének alakulása nagymértékben függ az oktatás színvonalától, hiszen az innovációs eredmények legfőbb motorja a jól képzett szakemberek teljesítménye, ezért a Richter Gedeon Nyrt. kiemelt figyelemmel kíséri a magyar oktatás helyzetét. A társaság kötelességének érzi, hogy lehetőségeihez mérten folytassa támogató tevékenységét ezen a területen. A Richter Gedeon Alapítvány a Magyar Kémiaoktatásért kuratóriuma ítéli oda a rangos elismerést, a személyenként 500 ezer forinttal járó díjat.

*„1999-ben adták át először ezt a díjat általános-, közép és szakközépiskolai, valamint szakgimnáziumi kémiatanároknak. Olyan pedagógusoknak, akik a jövő számára képzik a természet-tudományokkal, közöttük kémiával foglalkozó fiatalokat, akik igyekeznek a tudomány szépségét, a tudás értékét átadni, és mindeközben becsületre, szépre és jóra nevelni. Azok a pedagógusok, akik megkapták a díjat, nemcsak a tantárgy szépségét, hanem egyfajta életszemléletet is közvetítenek a fiatalok számára. Legyen ez a díj az elismerés mellett biztatás is, és köszönet a pedagógusok felé, lelkiismeretes és magas szintű értékteremtő munkájukért.” – Dr. Pellioniszné Dr. Paróczai Margit támogatáspolitikáért és alapítványi tevékenységek koordinálásáért felelős megbízott, Richter Gedeon Nyrt.*

*„A Richter Gedeon Alapítvány a Magyar Kémiaoktatásért céljai az alapító okiratban pontosan le vannak fektetve. Vannak azonban dolgok, amik túlmutatnak mindazon, amit egy alapító okirat szavakban kifejezhet. Az alapítvány egy eszköz: elismerni és inspirálni a kiváló tanárokat, hiszen az ő tudásuk, személyiségük, hozzáállásuk a jövőnk*

*kulcsa. Az egész alapítványi stáb, valamint a Richter nevében szeretném őszinte elismerésemet, tiszteletemet és hálámat kifejezni mindazon kiváló kémiatanároknak, akik ebben az országban (és azon túl) tevékenykednek, és akik közül évről-évre kiválasztásra kerülnek az alapítvány díjazottjai.” – Prof. Dr. Szántay Csaba, a kuratórium elnöke*

## **Az idei díjazottak**

### **PaedDr. Bartal Mónika,**

Szabó Gyula Alapiskola, Dunaszerdahely

*„Nagy megtiszteltetés számomra, hogy határon túli tanárként átvehettem ezt a díjat. Tehetséges diákokkal foglalkozni öröm, ösztönöz a hozzáállásuk, a közös munka. Mindenképp inspirálnak az eddig elért szép eredmények. Köszönettel tartozom volt egyetemi tanárnőmnek, Hegedűs Erzsébetnek a díjra való felterjesztésért.”*

### **Kalocsai Ottó,**

Gödöllői Török Ignác Gimnázium

*„Tanári hitvallásom szerint csak azt tudom megszerettetni a tanulókkal, amit én is szeretek és őszinte lelkesedéssel művelek. Az, hogy ezért elismerést kapok, közös érdem a gyerekekkel. Nagyon örülök a díjnak, igazi meglepetés volt számomra. Egy kedves, volt tanárom gondolatát idézve: „Meg kell tanulni dicsérni és meg kell tanulni elfogadni, ha dicsérnek.” Dicsérni szoktam, most köszönöm, hogy az utóbbira is sor kerülhet.”*

### **Kussinszkyne Takács Ildikó,**

Deák Téri Általános Iskola, Sopron (jelenleg a Sopronkövesdi Általános Iskola tanára)

*„Tanári pályám során egyformán fontosnak tartom a gyenge képességű, hátrányos helyzetű és a kiemelkedően tehetséges gyermekekkel való foglalkozást, egyénre szabottan. Soha nem számít a rájuk fordított idő, ha segítségre, támogatásra van szükségük, mindez inkább feltöltődést*



*jelent számomra. A közös munkánkat mindvégig az egymás iránti kölcsönös tisztelet, szeretet jellemezi.”*

**Dr. Petz Andrea,**

Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma és Kollégiuma, Pécs

*„A tanárnak két embert kell legyőznie: a diákot, hogy tanulni és tudni akarjon, és önmagát, hogy türelemmel és magas színvonalon tanítson.”*

**Rakota Edina,**

Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium,  
Budapest

*„Kaptam példaképet, talán Istentől tehetséget is. Nem szeretek, de merek tévedni, mert ilyenkor megtapasztalható, hogyan lehet „helyretenni” és „továbblépni”. Őszintén élvezem az együttlétet diákjaimmal, s ezt ők érzik, és én próbálok őket érezni, EZ a legfontosabb. Tele van a szívem hálával.”*

## A szám szerzői

**Bacsó Zsófia** vegyész, középiskolai tanár, Váczi Mihály Gimnázium, Encs

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

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

**Csorba Benjámín** MSc-hallgató, BME

**Forman Ferenc** PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

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

**Dr. Horváth Judit** tudományos munkatárs, Sheffieldi Egyetem

**Jantner Anna** kémiatanár-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

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

**Kóczán György** tudományos munkatárs, ELTE TTK, Kémiai Intézet

**Dr. Lázár Armand** középiskolai tanár, Veres Pálné Gimnázium, Budapest

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

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

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

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

**Dr. Varga Szilárd** tudományos munkatárs, Természettudományi Kutatóközpont

**Villányi Attila** középiskolai tanár, ELTE Apáczai Csere János Gimnázium, Budapest

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

## TARTALOM

<b>MI LETT BELŐLED IFJÚ VEGYÉSZ?</b> – Vesztergom Soma .....	1
<b>MESTERSÉGE KÉMIA TANÁR</b> – Albert Viktor .....	4
<b>GONDOLKODÓ</b> .....	9
<b>KERESD A KÉMIÁT!</b> .....	35
<b>KÉMIA IDEGEN NYELVEN</b> .....	45
Horváth Judit: Kémia németül .....	45
Tóth Edina: Kémia angolul .....	52
<b>VERSENYHÍRADÓ</b> .....	60
Villányi Attila: A 16. Nemzetközi Junior Természettudományi Diákolimpia .....	60
<b>NAPRAKÉSZ</b> .....	69
A Magyar Kémiaoktatásért díjak .....	69
<b>A SZÁM SZERZŐI</b> .....	72

## A 16. IJSO magyar csapata



Szabó Márton (ezüst), Csonka Illés (bronz), Villányi Attila, Dóra Márton (ezüst), Herold Viktor (a Nagykövetség külgazdasági attaséja), Farkas Izabella (arany), Gyertyán Attila, Szépvölgyi Gergely (ezüst), Papp Marcell (bronz)

### Az IJSO csapat támogatói:



RICHTER GEDEON

Richter Gedeon Nyrt.



EMBERI ERŐFORRÁSOK  
MINISZTERIUMA



Nemzeti  
Tehetség Program



EMBERI ERŐFORRÁS  
TÁMOGATÁSKEZELŐ



Servier  
Kutatóintézet Zrt.