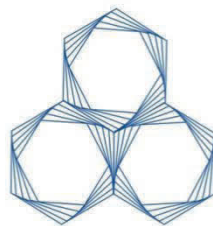


Középiskolai Kémiai Lapok



XLIV.

2017/5.



EMBERI ERŐFORRÁS
TÁMOGATÁSKÉZELŐ



EMBERI ERŐFORRÁSOK
MINISZTERIUMA



Nemzeti
Tehetség Program

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

2017. november	XLIV. évfolyam	5. szám
----------------	----------------	---------

Alapító: Dr. Várnai György

Főszerkesztő: Zagyi Péter

A szerkesztőbizottság:

Elnöke: Dr. Magyarfalvi Gábor

Tagok: Dr. Borbás Réka, Dr. Horváth Judit, MacLean Ildikó,
Dr. Pálinkó István, Dr. Róka András, 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
jelzőszámon „MKE9068” megjelöléssel.

Készült: Europrinting Kft.

Megjelenik évente ötször.

Előfizetési díj a 2017. évre: 4000 Ft, mely összeg magában foglalja az áfát.

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

ISSN 0139-3715 (nyomtatott)

ISSN 2498-5198 (online)

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

A lapot az MTA MTMT indexeli és a REAL archiválja, továbbá az Országos
Széchenyi Könyvtár (OSZK) Elektronikus Periodika Adatbázisa és Archívuma
(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, fényképes úton vagy módon – a kiadó engedélye nélkül
közzélni.

SUFNILABOR



Kóczán György

Mindenféle színű tüzek

"To invent, you need a good imagination and a pile of junk."
Thomas A. Edison

Vegyük fel a régen elejtett fonalat! A színes lángokkal, konkrétan a réz-klorid lángfestésével foglalkoztunk a 2016/4. számban. Természetesen ezzel nem merült ki a színes lángok témaköre.

Láttuk, hogy gázlángba tartva a CuCl_2 szép kékeszöldre színezi a lángot (más sók esetén más szín is elérhető). Ha a színes lángokat dekorációs célra akarjuk használni (...még szép hogy!), akkor érdemes volna a gáz helyett valami más, „hordozható” lángforrást használni. Működik a kísérlet alkohollal is?

Mossunk ki egy kis fémedényt, például egy májkrémes dobozt. Szedjük le a címkét, ha festett, akkor (a kertben, mert büdös) égessük le a festéket is. Tegyük az asztalra egy hőálló alátétet (például régi csempét), és erre rakjuk a dobozunkat. A doboz a kísérlet során tűzforró lesz, a dédi berakásos asztalát prímán kicsinálja. Megfogni sem lehet, ha odébb kell tenni, akkor a csempével együtt lehet mozgatni. És most a legfontosabb dolog: tüzet csak akkor gyújtunk, ha azt el is tudjuk oltani. Az égő alkoholt elfújni nem lehet, csak annál jobban ég, ha erősen fújunk, akkor kifröccsen az égő folyadék, és örülünk, ha el tudunk futni a tűzvész elől. A konzervdobozban égő alkohol eloltásának legbiztonságosabb útja az, ha egy éghetetlen anyaggal (pl. vaslemezzel) lefedjük a dobozt. Addig ne gyújtsunk tüzet, amíg egy ilyen lemez nincs előkészítve. Az első kísérlet előtt pár csepp alkohollal oltási próbát kell végezni.

Ne felejtjük el: az égő folyadék az egyik legveszélyesebb dolog. Fel tud borulni, ki tud dőlni. Ha pl. megpróbálsz kézzel odébbbrakni a sötét izzásban lévő kísérleti alanyt, akkor jó eséllyel úgy dobod el, hogy átrepül a szobán, maga után lángoló kondenzcsíkot húzva. Egy másodperc múlva a szoba 4 négyzetméteren fog lángolni, amit eloltani szép kihívás. Szóval ne ökörködjünk, hanem gondosan készítsünk elő mindent, és maximum 10 ml alkoholt gyűjtsunk meg egyszerre, és ne ismételjük meg a kísérletet mosdólavórban.

A biztonsági kérdés áttekintése után oldjunk fel egy kevés CuCl_2 -t alkoholban. Meglepő módon nem kék, hanem zöld oldatot kaptunk. Szerencsére a higrométeres kísérletek óta ennek tudjuk az okát: a kristályvíz egy része beoldódott az alkoholba, „elvonódott” a rézionok környezetéből, ezért tűnt el a réz akvakomplexére jellemző kék szín, és látjuk a klorokomplex sárgászöld színét. (Az oldat egy kis részéhez adjunk pár csepp vizet: egyszerűen újra bekékül az oldat.)

Töltsük az alkoholos réz-klorid-oldatot a konzervdobozba, és egy gyújtópálca segítségével gyűjtsuk meg. Fontos! Az alkohol gőzei azelőtt belobbannak, hogy a pálca elérné az alkohol felületét. Ne ijedjünk meg, pláne ne lökjük fel a konzervdobozt. És emiatt a „lobbanás” miatt soha ne használjunk rövid gyufát, vagy öngyújtót ilyen esetben: garantáltan leégetjük a dús szőrzetet a kezünkről.

Ennyi bevezető után igazán megérdemelten gyönyörködhetünk a réz-klorid lángfestésében. Vagy mégsem? Sajnos nem: esetenként egy-egy pillanatra a láng kis részén látszik a várt kékeszöld lángfestés, de összességében a kísérlet negatív: a láng pont olyan, mintha sima alkoholt használtunk volna. Ismét ne feledjük: a negatív kísérlet nem kudarc: az, ha rájövünk, hogy miért nem a várt eredményt kaptuk, elvezethet a megoldáshoz.

Figyeljük a lángot! Sokáig nem történik semmi, de amikor már csak kevés alkohol van a dobozban, akkor sercegést hallunk, és a láng gyönyörű kékre színeződik. Végre itt a várt effekt! De mi történt, és mi tartott ennyi ideig? Nyilván észrevettük, hogy a sercegést az alkohol felforrása okozta. A forrás során pedig finom folyadékcseppek porlasztódnak bele a lángba, ún. aeroszol képződik. Éppen úgy, mint korábban, amikor a kölniszóróból spriceltük ki az alkoholos CuCl_2 -oldatot. És

most – éppen mint korábban – a lángba jutó aeroszol már szépen festi a lángot. Mi lehet ennek az oka?

Az alkohol 78 °C-on forr (a réz-klorid 993 °C-on). Amikor meggyújtjuk az alkoholt, akkor az oldat kezdetben szobahőmérsékletű. A láng által leadott energia természetesen melegíteni kezdi az alkoholt, egészen addig, míg eléri a forráspontot, 78 °C-ot. Ekkor a hőmérséklet nem nő tovább, egészen addig, amíg az alkohol teljes mennyisége el nem párolog, de akkor persze a láng is elalszik. És itt egy igen érdekes ponthoz értünk: hiába forró (700-900 °C-os) a láng maga, az égő alkohol mégis maximum a forráspontig melegszik fel. Azaz az égő alkohol egyben „hűti” is a környezetét. Ezt a jelenséget a NASA is kihasználja: bizonyos rakétamotorok torkolatát egy vékony folyadékfilmmel (alkohollal) hűti.

Egy másik izgalmas és életveszélyes alkalmazása a jelenségnek egy bűvésztükk: a bűvész egy kevés alkoholt fröcsköl a kezére, meggyújtja, majd nagy csapkodásokkal lángot spriccelve ugrál, de végül – láss csodát – nem lesz semmi baja. A kísérlethez nem etil-alkoholt, hanem a még alacsonyabb forráspontú (65 °C) metil-alkoholt használják. Ezt a hőmérsékletet a bőr rövid ideig károsodás nélkül kibírja. A csapkodás (ami ha valaki kigyullad, a legnagyobb hiba, hisz csak fokozza az égés hevességét: le kell feküdni, és hempergéssel, összekuporodással kell eloltani a tüzet, ha tő éppen nincs a közelben) miatti légáramlás egyrészt eltereli a forró láng hőjét a bőrről, másrészt a „szél” segít hűteni a kezet. A kísérletet maximum 1-2 csepp alkohollal (tutira, komolyan, nem egérségből mondom) szabad kipróbálni egy vizeslavór vagy éppen a Balaton mellett. Három nagy hibát lehet elkövetni: a) meggyújtjuk a két cseppet, és minden figyelmünk arra irányul, és nem az ötliteres kannára a másik kezünkben, amit a nagy sietségben elfelejtettünk becsukni; b) félünk és kesztyűben próbáljuk ki a kísérletet: az alkohol 2 másodperc alatt el is ég, eddig szupi, csakhogy felgyújtja a kesztyűt, ami egyből ráolvad a kezünkre, így lehúzni sem tudjuk; és c) tök jól megy a kísérlet a kezünkön, ezért kipróbáljuk cimbi hátán is megfedkezve arról, hogy a szőr is ég. Összefoglalva: ez egy érdekes, és kellő komolysággal, odafigyeléssel biztonságos kísérlet, de végig maximális odafigyelést kíván.

Az újabb kitérő után foglaljuk össze a negatív eredmény okát: a gázlángot szépen színezi a réz-klorid, hisz a láng eléggé forró ahhoz, hogy az anyagot a magas forráspontja ellenére lassan elpárologtassa. A lángba kerülő gőzök okozzák a lángfestést. Az alkohol esetében az alkohol hűtő hatása miatt a réz-klorid egyáltalán nem párolog, nem jut be a lángba, ezért nem tapasztalunk lángfestést. Amikor az alkohol végül felforr, akkor a buborékokkal pici cseppecskék formájában bejut az oldat (és így a réz-klorid is) a lángba, ahol a cseppek pillanatszerűen elpárolognak, visszamarad egy mikroszkopikus kristályka CuCl_2 , amit eztán már az alkohol nem hűt, így el tud párologni, és megszínezi a lángot.

A negatív tapasztalat tehát elvezetett a megoldáshoz: a CuCl_2 -t be kell juttatni a lángba. Hogyan lehetséges ez? Kanóccal. Gyűjtsunk meg egy gyertyát, és jól figyeljük meg mi történik: a megolvadt paraffint felszívja a kanóc, bejuttatja a láng forró belsejébe, ahol a paraffin elpárolog, és gőzei táplálják a lángot. A párolgás ugyan hűti a kanócot (ezért nem ég el), de amikor elfogy a paraffin, akkor a kanóc sem hűl tovább: felizzik és elég. Ezért nem kell egy jól méretezett gyertya kanócat égés közben vagdosni: az magától pont olyan gyorsan ég el, amilyen gyorsan kell. Tehát a kanóc csúcsa mindig nagyon forró: a gyertyánál látjuk, hogy egy ponton izzik is. És éppen ez az, amire szükségünk van.

Csak hogy miből legyen a kanóc? A szövet sajnos nem válik be, a kanócunk azelőtt elégne, hogy a CuCl_2 jelentős mértékben elpárologna. Olyan anyagot keresünk, ami nedvszívó, tűzálló, biztonságos, (olcsó és legális), és nem tartalmaz nátriumot, mert annak az intenzív lángfestése elfedne minden más színt. Nem tűnik könnyűnek az igényeket kielégíteni, de van ilyen anyag: a vermikulit. Ez a fura lemezes szerkezetű kristályvíztartalmú Mg-Fe-Al-szilikát ásvány hevítésre vizet veszít, és felduzzad, mint a popcorn. Az anyag kertészboltokban kapható. Mivel jó nedvszívó, homokos talajokat javítanak vele. Használják még veszélyes anyagok csomagolásánál: szállításnál ezzel veszik körbe például a brómot tartalmazó üvegeket. Ha eltörne az üveg, a vermikulit felszívja az anyagot, ami így nem folyik szét, kezelhető a probléma. Próbáljunk vegyész vagy agráripáros ismerőstől kérni pár maréknyit.

Ismételjük meg a kísérletet: öntsünk a konzervdobozba alkoholos CuCl_2 -oldatot, és szórjunk bele annyi vermikulitot, hogy a kupac teteje pár milliméterrel a folyadék szintje fölé érjen. Várjunk pár másodper-

cet, hogy az alkohol átítassa az ásványt, és a szokott nyugodt módon gyújtsuk meg gyújtópálcával. Tádámmm! A láng az első pillanattól az utolsó lobbanásig gyönyörű kék, a vermikulit tökéletes kanócnak bizonyul.

A látvány lenyűgöző, és még edukációs szempontból sem haszontalan, ugyanis egy ismert iskolai kísérletet is demonstrálunk egyben: amikor az utolsó kis lángocska is ellobban, megfigyelhetjük, hogy a vermikulit szegélye pár helyen izzásban marad. Közben – bár az égés során nem sok szagot tapasztaltunk – most határozottan kellemetlen, édes szagot áraszt a konzervdoboz. Mi történik? A dobozt az égés végén alkoholgőzök töltik ki. A forró vermikuliton a réz-klorid részben réz-oxiddá alakult (látszik a vörös kéreg). Emlékszünk rá, hogy ez az anyag katalizálja az alkohol oxidációját az édes, de kellemetlen szagú acetaldehiddé ($\text{CH}_3\text{-CHO}$). Az oxidáció exoterm, ezért marad izzásban a vermikulit. A katalizátor részben réz(I)-oxiddá alakul, ennek a vörös színét látjuk a vermikulit felületén. Ezért ne várjuk meg, hogy az alkohol az utolsó cseppig elégjen: előtte fedjük le a konzervdobozt a vaslappal, és oltuk el a lángot (sose próbáljuk meg elfújni!).

Van kék lángunk, próbáljunk meg sárgát is csinálni! Ehhez használjuk a nátrium sárga lángfestését: keverjük össze egy kevés alkoholt konyhasóval (NaCl). Öntsük az elegyet egy tiszta konzervdobozba, és szórjunk bele vermikulitot. Gyújtsuk meg a doboz tartalmát a korábbi figyelmeztetések megfontolásával és betartásával. És nincs sárga lángunk! Miért? A válasz könnyebb, mint korábban. Nem volt nehéz megfigyelni, hogy a konyhasó nem oldódik alkoholban, tehát a konzervdoboz alján csücsül, a vermikulit nem tudja felszívni, csak tiszta alkohol jut el a lángba. Mi lehet a megoldás? Olyan nátrium-vegyületet kell keresni, ami oldódik alkoholban (és persze könnyen hozzáférhető). Ilyen anyag például az élelmiszer-tartósításra használt nátrium-benzoát. Lopjuk el a konyhából (a befőző szezonnak úgyis vége), oldjunk egy keveset alkoholban, és ismételjük meg a kísérletet: gyönyörű mélysárga lángunk lesz. Egyben megtanultuk, hogy a kanóc (tágabb értelemben: minden abszorber) csak az oldatokat szívja fel, az oldatlan anyagot nem. Ez a tapasztalat igen fontos, hisz például így működik a szűrőpapír vagy a kromatográfiás eljárások is.

Egy másik érdekesség, amit megfigyelhetünk: ez a konzervdoboz a láng kialvása után sem lesz bűdös (ismét egy fontos negatív tapasztalat!). A dolog nem meglepő, az alkoholgőzök aldehiddé oxidálása katalizátort, pl. réz-oxidokat igényel. A Na-sók a reakciót nem katalizálják, így hiába van jelen minden szükséges komponens/körülmény (alkohol, oxigén, meleg) mégsem történik reakció.

A kék és sárga lángú kandeláberek ugyan önmagukban is megoldják, hogy ellopjuk a karácsonyi bulin a show-t a nagy bábjágljától, azért próbáljuk meg kiegészíteni a színskálát. Sajnos a tűzijátékoknál használt bárium- és stronciumvegyületek nemcsak nehezen hozzáférhetőek egy suf nivegyésznek, de nem is válnak be az alkoholos-vermikulitos módszerrel. Ezek a vegyületek sajnos nem eléggé illékonyak az alkoholos láng hőmérsékletén ahhoz, hogy szép lángfestést tapasztaljunk.

Itt álljunk meg egy kicsit. Már többször mondtuk, hogy a gázláng jóval forróbb, mint az alkohol lángja (amivel a stroncium lángfestése már igen szép, a báriumé ott se mutat valami jól, ahhoz kell a pirotechnikai elegyek 2000 °C-os égési hőmérséklete). Miért van ez így? Ha kiszámoljuk a láng hőmérsékletét (nem nehéz: a képződéshők ismertek, és számolhatunk úgy, hogy a teljes felszabaduló energia az égéstermékek – és a nem reagáló nitrogén – felmelegítésére szolgál) akkor igazolhatjuk a tapasztalatot: a gázláng jóval forróbb. Az oka is kézenfekvő: a szénhidrogén az alkoholban már részben oxidált állapotban fordul elő, így nem meglepő, ha kevésbé „energetikus” az anyag: az égése során már csak kisebb energia tud felszabadulni, ezért a lángja is hidegebb*.

A következő szín legyen a piros. Ehhez lítium-kloridot oldunk alkoholban, ami a vermikulitos eljárással gyönyörű mélyvörös színnel fog égni. Haha. Honnan szerez a suf nivegyész lítium-kloridot**? (Még ha lenne is történetesen depressziós rokon, akit lítiumterápiára fogtak, akkor se

*A magas lánghőmérséklet kérdése amúgy izgalmas olvasnivaló unalmas vasárnapi délutánokra. Például a ma ismert legforróbb (kb. 5000 °C-os) lángot a diciano-acetilén ($\text{N}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{N}$) – oxigén elegy adja. Ez a láng vakító kékesfehér színű, elsősorban az égés során képződő C_2 gyökök miatt. Ez a gyök felelős amúgy a gázláng (vagy a tiszta alkohol lángjának) a kék színéért is.

**Kis szerencsével néha kapható lítium-karbonát kerámikus szaküzletben.

oldjuk fel a lítium-karbonát-tablettáit sósavban: a lítiummegvonás a beteg életébe is kerülhet...) Próbáljuk talán kimerült lítiumelemekből kinyerni? Jól hangzik az ötlet, de sajnos nagyon nehéz kivitelezni. A legtöbb lítiumelem úgy végzi földi pályáját, hogy a lítium egy spéci szénelektródba van beépülve, ahonnan igen nehezen oldható csak ki, például tömény salétromsavas forralással. A friss lítiumakksik sem fémlítiumot tartalmaznak, hanem például a LiNiMnCoO_2 összetételű katódot^{***}, amiből az anyag elég nehézkesen nyerhető ki. Szerencsénkre létezik egyetlen olyan Li-ion akkumulátor típus, ami tiszta lítiumkatódot használ: ez a lítium- FeS_2 akkumulátor, ami kapható is: az Energizer Ultimate Lithium elem éppen ilyen, és szerencsére nálunk is kapható. Ez az elem feltöltött állapotban lítium fémet tartalmaz. Szedjük szét egy ilyen elemet (persze feltöltöttet)! Ártatlan dolognak tűnik, de nagyon észnél kell lennünk: az elem rövidre zárásával olyan sok energia szabadul fel, hogy akár az elem meg is gyulladhat. Nem véletlenül félnek annyira a légitársaságok a lítiumakksiktól. A munka során a gyulladáson túl komoly veszélyt jelentenek az acélburkolat pengeéles darabjai: a „műtéthez” húzzunk vastag kertészkesztyűt, és a kertben, tűzbiztos helyen dolgozzunk.

Először vágjuk le/pattintsuk ki az elem pozitív „gombját”, majd egy csípőfogóval húzzuk le az elem palástját. Az elem igencsak be van csomagolva, nem lesz könnyű dolgunk. A vékony acéllemez nagyon éles, vigyázzunk a kezünkre. Az elem nyitott végén egy rövidzárlatot megelőzni hivatott elektronika van, azt távolítsuk el. Ezután az elektrodtekercs kicsúszik a köpenyből. Tekerjük ki a tekercset nagyon vigyázva, ha a katód és az anód összeér, akkor rövidzárlatot okozunk, és jó eséllyel a tűz emészti el a lítiumunkat. A belső csík a koromfekete FeS_2 anód, ezt kidobhatjuk. A következő fehér réteg egy adszorber, amibe egy eléggé mérgező elektrolit van felitva, ezt is gondosan helyezzük a kukába. A harmadik réteg pedig a lítiumfólia maga! (És van egy negyedik átlátszó szigetelő réteg is.) Vigyázzunk az örömkönnyekkel, a lítium a vízzel a nátriumhoz hasonló hevességgel reagál. (Szerencsére az internet nagy segítségünkre van: lítiumot a világ összes sufnivegyésze

^{***}A lítiumelemek/akkumulátorok kémiája is egy nagyon izgalmas téma, ha éppen unatkozna valaki.

ebből az elemből állít elő. Mielőtt „boncolunk”: keressünk rá, van sok videó, ami segíthet.)

A fém a szabad levegőn már pár perc alatt elkezd beszürkülni (LiOH és Li_3N képződik rajta). Ha el akarjuk tenni, akkor nem érdemes olaj alá meríteni (nem is sikerülne, hisz a sűrűsége jóval kisebb az olajénál), száraz levegőn egészen sokáig tárolható: tegyük egyszerűen egy nagyon jól záródó üvegbe. A fém nagyfokú reaktivitása miatt ezt az üveget állítsuk bele egy nagyobb fémdobozba, amibe homokot (esetleg vermikulitot) töltünk, így ha az üveg eltörik, és a lítium meggyullad, akkor sem gyújtjuk fel a házat.

A lítiumot vágjuk fel kis (!) darabokra, és dobáljuk egyesével (!) egy pohárban lévő kevés vízbe. A fém lítium-hidroxid (LiOH) és hidrogén képződése közben oldódik. Vigyázzunk: ha túl nagy darab fémet használunk, akkor a reakció során keletkező hő a fémet megolvasztja, a reakció még hevesebbé válik, végül egy robbanás következik be, amikor vörösen égő olvadt lítium és a lúgos, maró LiOH terít be mindent (a jelenség egyébként messziről nézve szép látvány). Szóval lassan, megfontoltan dolgozzunk. A kapott lúgos LiOH -oldathoz csepegtessünk HCl -oldatot addig, amíg a pH semleges nem lesz. Ehhez használjunk valami indikátort. Ha nem sikerül szereznünk, akkor egy vöröskáposzta-levelet vágjunk apróra és kevés vízzel főzzük 15 percig. Nem baj, ha a lé besűrűsödik, a lényeg, hogy minél erősebb legyen a színe. Ebből a tömény oldatból használjunk pár cseppet: az erősen lúgos közeget sárga-zöld színnel jelzi. 8-9-es pH-nál a szín kék, 7 körül ibolya, savasban rózsaszín, 1-es pH-n piros. A színskála szerencsére a neten is elérhető. Ha sikerül az oldatot körülbelül semlegesre állítani (amit a kékes-lila szín jelez), akkor öntsük át egy lapos edénybe, és helyezzük meleg helyre, ahol nincs útban. A LiCl annyira higroszkópos, hogy nem tudjuk kristályosan kinyerni, de az oldat betöményedik, és lángfestésre ez is tökéletesen megfelel. Ha már nem csökken az oldat szintje, akkor tegyük el egy jól záró (és persze feliratozott) edénybe.

Ennyi munka után jöjjön a próba: a konzervdoboz-alkohol-vermikulit rendszerhez pár csepp LiCl -oldatot adva csodálatos kárminvörös lángfestést tapasztalunk. A lángfestés olyan erős, hogy miután az alkohol elfogy, elég újra pár millilitert adni, LiCl adagolása nélkül is látható a lángfestés: az edényben visszamaradt LiCl elég a jelenség kiváltására. Itt egy újabb fontos munkavédelmi leckét kell megtanulnunk: Az alko-

holt mindig csak akkor adagoljuk, miután kihűlt a konzervdoboz! Gyakori életveszélyes hiba, hogy az alkoholos kannából úgy töltik újra a dobozt, hogy a sarokban még valahol ég egy kicsit. A kannában lévő alkoholgőz berobban, a kanna rakétaként elrepül, miközben vastag sugárban dől belőle az égő alkohol. **Pirotechnikai célra soha ne közvetlenül az üvegből töltsük az éghető oldószert, hanem a tüzeléstől biztonságos távolságban töltsük ki csak a szükséges mennyiséget például egy főzőpohárba. Zárjuk le az üveget, és hagyjuk ott. Csak a poharat vigyük a tűzveszélyes felhasználási helyre.**

Az elnevezés, hogy a láng „kárminvörös” a tankönyvekből származik, és nem tükrözi a szerző véleményét. A kármin egy tetű potrohának vörös színéért felelős anyag, amivel fagyit is festenek, de amúgy egyáltalán nem lítiumláng színű. Mivel a férfiak amúgy csak 16 színt látnak (mint a Windows alapbeállítása), így ne rágódjunk tovább a láng színének elnevezésén, elégedjünk meg azzal, hogy gyönyörű.

A szivárványhoz tehát már csak a zöld láng hiányzik. Itt újabb meglepő dolgokat fogunk tapasztalni. Zöld lángot ugyanis bórsav segítségével tudunk előállítani. Ez a fehér kristályos anyag, patikákban recept nélkül kapható enyhe hatású fertőtlenítő (és nagyon jó rovarirtó). Nagyon gyenge sav, vízben oldva a pH 5 körüli. A vegyület gázlángban igen halovány és szálnalmas zöld lángfestést produkál, ami nem sok jóval kecsegtet. Oldjunk fel egy kevés bórsavat alkoholban, és öntsük a vermikulitos konzervdobozba. Meggyújtva szép élénkzöld lángot kapunk!

Ne dörzsölgessük még a kezünket. A történet sokkal izgalmasabb! Szezzünk be (például modellboltban) egy kevés metanolt (a modellrepülő motorja metanollal működik). Vigyázzunk! Az etil-alkoholtól legfeljebb berűg az ember, de a metanol súlyosan mérgező, és sajnos mostanában is okozott halált a két anyag véletlen összekeverése. Tehát a metanolos üveget egyértelműen feliratozni kell, ráírni, hogy „mérge”, és jelölni kell halálfejes piktogrammal is. Semmilyen körülmények között nem szabad az élelmiszeres üvegek között tárolni, hanem elkülönítve a vegyszerezés között kell tartani. Különösen fontos, hogy mérgező anyagot sosem szabad élelmiszeres üvegbe tölteni. A metanol a vegyész kezében egyáltalán nem veszélyes. Bőrön át gyakorlatilag nem szívódik fel, ha jól szellőző helyen dolgozunk (és ugye ott dolgozunk?), akkor a gőzei se nem mérgeznek meg, se nem gyulladnak fel.

Ha kiömlik egy kevés, töröljük fel WC-papírral, és húzzuk le. Kis mennyiségeket nyugodtan kiönthetünk a csapba, majd mossuk le alaposan. Nagy hígításban nem mérgező, például a kóser borok, de a pálinkák is tartalmaznak, akár 1-2%-ot is.

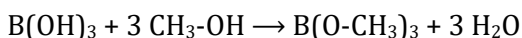
Tényleg? Kicsit ijesztően hangzik, nem? Pedig így van, és a bórsav segítségével ki is tudjuk mutatni. Vegyünk két tiszta konzervdobozt. Most ne használjunk vermikulitot. Öntsünk a két dobozba metil- és etil-alkoholos bórsav oldatot. Meggyújtva az etil-alkoholos oldat a korábbi „kanócos” kísérletünknek megfelelően viselkedik: a láng halványkék, csak az alkohol felforrása után lesz zöld. Mi a helyzet a metanollal? Hoppá! A meggyújtás után azonnal, minden kanóc nélkül gyönyörű zöld lángunk van! Mi lehet erre a magyarázat?

Készítsünk nátrium-hidroxid (NaOH)-oldatot: kb. 50 ml vízben oldjunk fel 1-2 „drázsényi” NaOH-t. Az oldás során a vízben oldott gázok kipezsegnek, finom ködöt képeznek, ami persze a már oldódott NaOH miatt erősen lúgos. Ha ezt belélegezzük, akkor hosszan köhögünk, ezért a NaOH-oldat készítését – bármennyire ártalmatlannak tűnik is az ügy – mindig szabadtéren kell végezni. Mi most híg oldatot készítünk, de töményebb oldat esetén számolni kell azzal is, hogy a hatalmas oldáshő simán felforralhatja az oldatot, és a szétfrecsegő tömény lúg iszonyú károkat tud okozni. Tehát ilyenkor mindig kis adagokban adagoljuk az anyagot, gumikesztyűt és védőszemüveget mindenképpen kell viselni. Ha bőrre, pláne szembe jut az oldat azonnal (!) bő vízzel ki/le kell mosni. Ha ilyen veszélyes a NaOH (igen, az), akkor honnan szerzi be a sufñivegyész? A biobolttól (tényleg). Nagyanyáink korában rengeteg halált okozott az anyag (szappanfőzéshez használták), ezért vagy 60 éve a forgalmazását megtiltották (helyette mosószódát használtak). Modern korunk „bioőrültjei” újra készíténe szappant (ez sufñivegyész-szemponctól persze tiszteletre méltó), de közben ezek a még az E-számoktól is rettegő alakok simán beengednek a lakásukba egy ilyen durva kemikáliát.

Készítsünk újra metilalkoholos bórsavoldatot, de ezúttal adjunk az oldathoz pár csepp NaOH-oldatot is. Ha vermikulit nélküli konzervdobozban meggyújtjuk, nem látunk zöld lángot. A zöld láng akkor sem jelenik meg, miután felforr a metanol: a NaOH sárga lángfestése elnyomja.

Figyeljünk meg még egy jelenséget! Amikor vermikulit nélkül égettük a metil- és etil-alkoholos bórsavoldatokat akkor az etanolos doboz alján fehér bevonatként végül bórsav maradt vissza. A metanolos doboz azonban tiszta. Mit jelentenek ezek a kísérleti adatok? (A vegyész a következtetését legtöbbször nem pusztán egyetlen kísérlet alapján vonja le, hanem sok kísérlet eredményét összegzi: szintetizálja. Most is ezt kell tennünk.)

A jelenség magyarázata az, hogy a bórsav az alkoholokkal reakcióba lép. Nyilván mindenkinek beugrik szerves kémia óráról: észterek képződnek:



A reakcióban bórsavészterek, például trimetil-borát képződik. És itt a magyarázat! Amikor pl. nátrium-benzoátot oldottunk alkoholban, akkor Na-benzoát oldatot kaptunk. De a bórsav alkoholos oldatában nincs bórsav, abban bórsavészter található. És a bórsavészterek illékonyak, sokkal illékonyabbak, mint maga a bórsav. Láttuk, a bórsav még gázlángban is alig-alig párolog el, ezért színezi csak nagyon gyengén a lángot, az észterek illékonyak, ezért szép a lángfestésük. NaOH hatására az észterek elbomlanak, a nátrium-borát só keletkezik, ami a bórsavhoz hasonlóan gyakorlatilag nem illékony. Ezért tűnt el a lángfestés.

De mi a magyarázat a metanol és az etanol eltérő viselkedésére? Az észter és alkohol forráspontjának a viszonya. Láttuk, hogy a két alkohol forráspontja 65 °C és 78 °C. A két észteré pedig 68,7 °C és 118 °C. Azaz a trimetil-borát forráspontja lényegében egybeesik a metanoléval, míg az etil-alkohol-trietil-borát esetén az észter forráspontja jelentősen magasabb. Tehát a gőztérben a metanol fölött igen jelentős mennyiségben a bórsavészter is megjelenik (ezért a láng már vermikulit nélkül is zöld), és az észter az alkohollal együtt el is párolog, ezért „tűnik el” a bórsav a metanolos konzervdobozból. Az etil-alkohol esetén az észter csak nagyon minimálisan párolog, az alkohol felforrása után is csak a cseppecskék révén jut a lángba, végül elforrrhat az összes alkohol (78 °C-on), valamennyi észter mindig marad vissza (ami nem éghető, és végül hőbomlást szenved, ezért látunk bórsavat).

A metil-alkohol ilyen spéci viselkedése persze a piromániásoknak nagy örömet okoz, de nem lehetne ezt valami hasznos célra is felhasználni? Dehogynem. Gyakori probléma, hogy valamilyen alkoholban ki kell mutatni a metanolszennyezést. Ezt napjainkban természetesen műsze-

res módszerrel, gázkromatográfiával végzik. De van egy „hagyományos” sufnimódszer is: kihasználjuk a trimetil-borát alacsony forráspontját. Vegyünk pl. 10 ml etil-alkoholt (használtunk akár izopropil-alkoholt is, amit elektronikai boltban vehetünk meg, mint zsírmentesítő tisztítószer). Oldjunk fel az alkoholban bórsavat. Vegyünk pár csepp mintát, és gyűjtsuk meg (természetesen a többi alkoholtól biztonságos távolságban). A kis mennyiség miatt a konzervdobozt ne a szokványos módon használjunk: célszerű a dobozt "fejreállítani", és a pár csepp mintát az alján meggyújtani, így jobban meg tudjuk figyelni a lángot. A láng színtelen (ilyen kis mennyiségű alkohol nem fog felforni, a hőt elvezeti a doboz). Kezdjük el cseppenként metanolt adagolni a mintához, számoljuk a cseppeket. Időnként vegyünk mintát, és ismét gyűjtsuk meg: Már egészen kevés metanol hozzáadása után zöld lángot fogunk látni. Egy csepp térfogata kb. 0,05 ml szokott lenni, így kiszámolhatjuk, hogy mennyire érzékeny a módszer. 1% metanolt így biztosan ki lehet mutatni.

Használható ez a módszer boron/pálinkán is? Közvetlenül nem, ugyanis a víz zavarja a kimutatást (hisz észterképzésről, egy vízkilépéses reakcióról van szó). A megoldás az lehet, hogy egy kémcsőben óvatosan elkezdjük melegíteni a vizsgált szesz egy mintáját. A párolgó alkohol a kémcső szájánál lecsapódik. Ez az alkohol természetesen „vízmentes” (96%-os), és így a vizsgálat már elvégezhető rajta. Mivel a metanol illékonyabb, mint az etanol, így ebben a párlatban eleve koncentráltabban fordul elő, mint magában az italban: a módszer így még érzékenyebb. Ha a kémcső falán lecsapódó alkoholcsöppeket összegyűjtjük, egy kis kristály bórsavat adunk hozzá, és meggyújtjuk, akkor pálinkák esetén szinte mindig zöld láng jelzi ezen italok magas (1% körüli) metanoltartalmát, míg a legtöbb bor, sör, konyak stb. esetén nem találunk kimutatható mennyiségű metanolt.

Egy érdekes analitikai módszert dolgoztunk tehát ki: a vizsgált komponenst (metanol) úgy mutatjuk ki, hogy átalakítjuk egy könnyebben azonosítható anyaggá (trimetil-borát). Ezt az eljárást „származékképzésnek” nevezi az analitikai kémia tudománya, és elterjedten használják. A magas forráspontú zsírsavakat például metilészterré alakítva tudják gázkromatográfiával mérni.

Végezetül reméljük, mondani sem kell, hogy zugfőző barátaink pancsolt illegál pálinkáinak metanoltartalmát nem szabad egy ilyen egy-

szerű módszerrel megmérni. Ennek az eljárásnak olyan sok hibalehetősége van, hogy emberéleteket nem szabad rábízni!

Végül eljött az idő. Tegyük félre egy kicsit a magas tudományt, rakjunk sorba 4 konzervdobozt vermikulittal, töltsük meg sorban bórsavas, Na-benzoátos, CuCl_2 -os és LiCl -os alkohollal, és gyújtsuk meg, ahogy mi tettük a címlapfotó elkészítésekor. A kémia ezzel tud hozzájárulni az ünnepi hangulathoz.

Az interneten számos, egészen megdöbbentő színű tűzről készült fotó található. Kis kutakodással aztán rendszeresen kiderül, hogy a felvételek „fotoshopolással” készültek. A sufnivegyész ismét nagy harcot nyert: nem egyszerűen csak azt bizonyította be, hogy ilyen gyönyörű dolgok, mint a színes tűz (kis tudással) a valóságban is léteznek, de közben egy csomó kémiai rejtélyt is sikeresen feltárt.

Legyen ez a rovatunk karácsonyi üzenete: vajon miben rejlik a kémia (vagy más tudomány) igazi szépsége, varázsa és értéke: az előállított dolgok hasznában/szépségében, vagy inkább az oda vezető útban, a megértés örömében?*

* Ez egyfajta pozitív kicsengésű gondolat, amolyan jókívánságféle lenne.

Mi lett belőled ifjú vegyész? – Janáky Csaba, Lendület kutatócsoport-vezető, Szegedi Tudományegyetem

Mikor nyertél vagy értél el helyezést kémiai versenyeken?

A kémia OKTV-versenyen 2001-ben 13., majd 2002-ben holtversenyben 1–2. helyezést értem el. Ezt megelőzően 1999-ben és 2000-ben az Irinyi János Országos Kémiaversenyen 3. illetve 2. helyezésben részesültem.

Ki volt a felkészítő tanárod? Hogyan gondolsz vissza rá?

A szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium speciális kémia tagozatos osztályába jártam, ahol a néhai Meleg István tanár úr tanított. Az Ő hívó szavára

választottam a gimnáziumot és a kémia tagozatot. Személye nagyon meghatározó volt a későbbi fejlődésem szempontjából is: a szakmai igényességet és a koncentrált munkavégzés fontosságát is tőle sajátítottam el. Fájdalmasan korán hunyt el, mielőtt még érettségiztem volna.

Milyen indíttatásból kezdted el a kémiával komolyabban foglalkozni?

Elég szerteágazó érdeklődésem volt, a természettudományoktól kezdve a gazdaságtudományon át, a diplomáciáig. Éppen ezért a döntés sem volt egyértelmű, sokat gondolkodtam, hogy mi is lenne a legmegfelelőbb. Végül a vegyész szak mellett döntöttem, majd másodévtől kezdve párhuzamosan elvégeztem a közgazdaságtant is; mindkettőt a Szegedi Tudományegyetemen. Azért ezt a kombinációt választottam, mert mindenképpen szerettem volna alapos tudományos ismeretekre szert tenni, emellett arra is kíváncsi voltam, hogy miként lehet ezt a tudást hasznosítani.



Ismerted-e diákkorodban a KÖKÉL-t?

Igen, bár a feladatbeküldő versenyekben nem igazán vettem részt. Akkoriban a VegyÉsztorna és a diákolimpiai felkészítő verseny feladatai elég elfoglaltságot adtak. Számomra gimnazistaként a KÖKÉL legfontosabb szerepe az volt, hogy a korábbi évek Irinyi-versenyeinek feladatai mind hozzáférhetőek voltak benne.

Hozzásegítettek-e a pályaválasztásodhoz a versenyeken elért eredmények?

A különböző tanulmányi versenyeken elért eredmények megerősítettek abban, hogy a kémia egy olyan terület, ahol sikereket tudok elérni. Ugyanakkor a tudományos életben elengedhetetlenül szükséges kreativitás fejlesztését nem segítették, hiszen a legtöbb esetben ezek a feladatok csupán sablonokon alapuló megoldásokat igényeltek. Más, a kísérletes tudományokban szintén rendkívül fontos készségeket azonban megerősítettek, például a monotonitástűrést és a hibák minimalizálását is.

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

Jelenleg kutatóként és oktatóként dolgozom a Szegedi Tudományegyetemen. A Magyar Tudományos Akadémia „Lendület” programjának segítségével 2014-ben alapítottam meg a MTA-SZTE „Lendület” Fotoelektrokémiai Kutatócsoportot, ahol a fény és az elektrokémia kapcsolatát kutatjuk.

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

Igen, sikerült elég sok díjat és ösztöndíjat elnyerni. Ezek közül talán a legfontosabb a 2010-ben elnyert Marie Curie-ösztöndíj. Ez egy kutatóképzési ösztöndíj, amelynek segítségével 2011 és 2013 között két évet tölthettem el az USA-ban, a University of Texas at Arlington egyetemen. Ezt követően ez az ösztöndíj egy évig támogatta a hazatérésemet Magyarországra. Egy másik fontos mérföldkő az Európai Kutatási Tanács (ERC) támogatásának elnyerése volt a tavalyi évben, amellyel sikerült tovább erősíteni a kutatócsoportot.

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

Klasszikus példaképem nincsen, de több olyan kolléga van, akire felnézek. Azok a kutatók inspirálnak, akik mindvégig szem előtt tartják az ipar igényeit, ugyanakkor ez nem szűkíti be a gondolkodásukat és a kreativitásukat. Ezt a két dolgot nem könnyű egyszerre figyelembe venni, de azt gondolom, hogy az előttünk álló nagy kihívások csak így oldhatók meg.

Mit üzensz a ma kémia iránt érdeklődő diákoknak?

Azt, hogy tartsanak ki a kémia mellett. A kémia mindenképpen központi szerepet fog játszani a jövőbeni igények kielégítésében az élelmiszerek, a víz, az energia stb. területén. Új megoldások, új anyagok és új módszerek egyaránt szükségesek lesznek, amihez motivált fiatal szakemberekre lesz szükség.

Mi az, amit mindenképp szeretnéd, ha megtudnának rólad? Pl. Mi a hobbid - a kémián kívül? Van-e kedvenc anyagod (ha igen, miért éppen az)? (Ill. bármi, amit szívesen megosztanál a KÖKÉL olvasóival.)

Kedvenc anyagom nincs, viszont kedvenc vizsgálati módszereim vannak. Minden olyan anyagvizsgálati (pl. elektronmikroszkópos) technika, amellyel kémiai reakciók közben (*in situ*) lehet követni a történéseket az rettentő izgalmas, és a jövőben áttörő eredményekkel kecsegtet. Személyes hobbik közül a kézilabdát említeném, ahol NB I-es játékvezető voltam, míg jelenleg ellenőrként tevékenykedem.

GONDOLKODÓ



Feladatok

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

A megoldásokat 2018. január 5-ig lehet a 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 értékelt 5 közé.

K279. Bizonyos ragasztószerek úgy rögzítenek, hogy az oldószer elpárolgása után visszamaradó anyag térhálósodik. Egy ragasztó oldószere metil-acetátból, etanolból és acetonból áll. Az oldószer 100 °C-os gőzének azonos állapotú oxigénre vonatkozó relatív sűrűsége 2,232. A háromkomponensű oldószerkeverék 1,000 grammját tökéletesen elégetve és 25 °C-ra visszahűtve a hőváltozás –22,54 kJ.

Mi a háromkomponensű oldószerkeverék tömegszázalékos összetétele?

(Borbás Réka)

K280. A peroxidokban lévő oxigén-oxigén egyszeres kötés igen instabillá teszi ezt a molekulacsáládot. Bomlásuk során oxigén keletkezik. Ezt az oxigént szokták „aktív oxigénnek” is nevezni, mivel ezen keresztül fejtik ki a peroxidok roncsoló, fertőtlenítő, elszíntelenítő hatásukat.

A peroxisavak $-O-O-H$ csoportot tartalmaznak, ami a hidrogén-peroxidból gondolatban úgy származtatható, hogy az egyik hidrogén-atomot egy másik atomcsoportra cseréljük. Például a peroxiecetsav vagy perecetsav (CH_3COOOH) esetében acetyl csoport helyettesíti a hidrogén-peroxid egyik hidrogénatomját. A perecetsav is savas tulajdonságú, bár a hasonlóképp származtatott peroxi-karbonsavak általában ezerszer gyengébb savak, mint a megfelelő karbonsav párjaik. Oxidáló hatásuk hasonlóképp változik a savi erősséggel. A trifluorperecetsav erősebb oxidálószer, mint a perecetsav, és még ennél is gyengébb a hidrogén-peroxid. A trifluorperecetsav nagyon bomlékony, $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on eltartható rövidebb ideig, kereskedelmi forgalomban ezért nem is kapható. A perecetsav $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on robban, forráspontja $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, így kereskedelmi forgalomban annak vizes oldatát árulják, például élelmiszeripari fertőtlenítőszerként.

Három peroxidtartalmú anyagot hasonlítunk össze. Az első a kereskedelmi perecetsav, amely $15\text{ m/m}\%$ perecetsavat és $3\text{ m/m}\%$ hidrogén-peroxidot tartalmaz, és ebből 5 kilogrammot 4200 Ft-ért árulnak. A második a szilárd nátrium-perkarbonát, azaz $Na_2CO_3 \cdot 1,5H_2O_2$, ebből 1 kg 1650 Ft. (Ezt tekintjük tiszta anyagnak, ha van benne szennyeződé, azt hanyagoljuk el.) A harmadik egy aktív oxigént tartalmazó háztartási fehérítő-, folteltisztító szer, amely lényegében $65\text{ m/m}\%$ nátrium-perkarbonát és $35\text{ m/m}\%$ szóda keveréke. Ennek 500 grammja 990 Ft-ért kapható.

a) *Melyik esetben milyen árban juthatunk az aktív oxigén 1 móljához? (Feltételezve és megvárva a teljes bomlást.)*

A fertőtlenítés-színtelenítés mellett fontos számunkra a kémhatás is.

b) *Milyen kémhatású az egyes anyagok vizes oldata? Indokold egyenletekkel!*

(Borbás Réka)

K281. Egy pétisóminta hatóanyagtartalmának meghatározásához a műtrágya 0,100 grammos mintáját megfelelő, zárt készülékben oldot-

tuk, fölös mennyiségű $2,00 \text{ mol/dm}^3$ töménységű NaOH-oldattal kevertük össze, majd kb. 1 g Devarda-ötövetet (ami 45 m/m% alumíniumból, 50 m/m% rézből és 5 m/m% cinkből áll) adtunk a keverékhez, és melegíteni kezdtük. A folyamat során felszabaduló gázokat $50,0 \text{ cm}^3$ $0,1013 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú, HCl-oldatban fogtuk fel, majd az oldatot $100,0 \text{ cm}^3$ -re hígítottuk. Ennek $20,0 \text{ cm}^3$ -ét metilnarancs indikátor mellett $0,0997 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú NaOH-oldattal titrálva a fogyás $8,96 \text{ cm}^3$ volt.

Mi a műtrágya hatóanyag-tartalma?

(Borbás Réka)

K282. Az ammónia folyékony halmazállapotban (azaz $-33 \text{ }^\circ\text{C}$ alatt) hidrogénkötéseket alakít ki halmazában, akárcsak a víz, de az ammónia esetében ezek gyengébbek, és nem is alkotnak térhálós szerkezetű rendszert, mivel az ammóniának csak egy nemkötő elektronpárja van. Nemvizes, ionizáló oldószerként is használják. Öndisszociációja folyékony halmazállapotban ugyanúgy végbemegy, mint a víz esetén. A



folyamat egyensúlyi állandója $-50 \text{ }^\circ\text{C}$ -on $1,18 \cdot 10^{-33}$. A folyékony ammónia sűrűsége $0,683 \text{ g/cm}^3$.

- Mennyi az ammónia ionizációs szorzata $-50 \text{ }^\circ\text{C}$ -on?*
- Mennyi a folyékony ammóniában az ionok koncentrációja? Az ammónia hány százaléka ionizálódott?*
- Hasonlítsd össze $1,00 \text{ dm}^3$ folyékony ammóniában és $1,00 \text{ dm}^3$ vízben a jelenlévő ionok arányát! Az ammónia esetében $-50 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra, a víz esetében $75 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra vonatkozó adatot használj, azaz a forrásponthoz közeli értékekkel dolgozz! A vízionszorzat $75 \text{ }^\circ\text{C}$ -on $2,01 \cdot 10^{-13}$.*

(Borbás Réka)

K283. A folyékony ammóniában a különféle ammóniumsók jól oldódnak. Például az ammónium-nitrát oldhatósága $389,6 \text{ g}$ só 100 g ammóniában egy adott hőmérsékleten.

- Ezen a hőmérsékleten 100 oldószermolekulára hány ion jut?*

Mivel a folyékony ammóniában is végbemegy az öndisszociáció (ld. **K282.** feladat), hasonlóan, ahogy a vízben, itt is értelmezhetjük a sav-

bázis folyamatokat. Így folyékony ammóniában is végezhető sav-bázis titrálás. A végpont jelzése történhet bizonyos indikátorokkal, de vezetőképesség mérésével is, ami arányos az oldatban lévő ionok koncentrációjával. Ha kálium-amid (KNH_2) folyékony ammóniával készített oldatának 10,0 grammjához fokozatosan adagoljuk ammónium-nitrát 1,00 m/m%-os oldatát (ahol az oldószer szintén az ammónia), akkor a vezetőképesség minimuma 3,75 g ammónium-nitrát-oldat hozzáadása esetén lép fel.

- b) *Milyen reakció megy végbe a titrálás során?*
 c) *Hány tömegszázalékos volt a kálium-amid-oldat?*
 d) *Válik-e ki csapadék, ha a titrálás körülményei között a képződött só oldhatósága 10,4 g 100 gramm ammóniában?*

(Borbás Réka)

K284.* A szerves kémiai átalakítások egyik gyakran használt deprotonáló szere **A**, egy biner szervesetlen vegyület, amelyet nagyfokú reaktivitása miatt ásványolaj szuszpenzióban árulnak. 2,500 g-os részletét hexánnal mossuk és a nem oldódó részeket nitrogénáramban szárítjuk. A visszamaradó rész tömege 1,500 g volt. Ennek 1/3 részét metanolhoz adjuk és mérjük a felszabaduló gáz térfogatát, ami 0,516 dm³-nek adódott (25 °C-on és 100 kPa-on). A feleslegben maradt metanol elpárolgotatása után 1,125 g szilárd anyag marad vissza.

*Mi az **A** vegyület tapasztalati képlete? Hány százalékos a kereskedelmi forgalomban kapható változat hatóanyag-tartalma?*

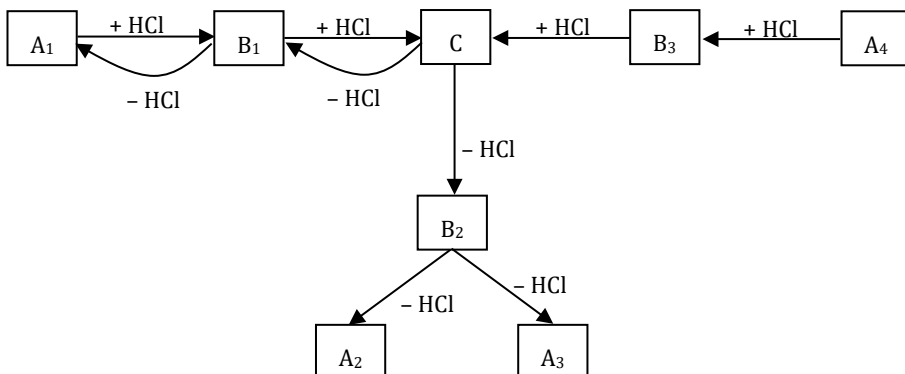
(Varga Szilárd)

K285.* Az **A**₁ egy olyan konstitúciójú vegyület, amelynek molekulaképlete $\text{C}_8\text{H}_{16}\text{Cl}_2$, két kiralitáscentruma, de csak 3 különböző konfigurációja létezik. A vegyületből HCl-elimináció során főtermékként **B**₁ ($\text{C}_8\text{H}_{14}\text{Cl}$), majd abból **C** (C_8H_{14}) főtermék keletkezik, utóbbi egy konjugált dién. A **C** vegyület HCl-addíciója során előbb **B**₁ és **B**₂ konstitúciós izomerek képződnek, majd egy újabb HCl-molekula addíciója során **B**₁-ből **A**₁, **B**₂-ből pedig **A**₂ és **A**₃ keveréke keletkezik. **A**₂ és **A**₃ is három kiralitáscentrumot tartalmaz.

A₄ négy kiralitáscentrumot tartalmazó $\text{C}_8\text{H}_{16}\text{Cl}_2$ molekulaképletű izomer, de sztereoizomereinek száma kevesebb, mint 16. Ebből HCl-

elimináció során először **B**₃, majd abból a korábbiakban említett **C** keletkezik főtermékként.

Az átalakulásokat a következő folyamatábrán foglalhatjuk össze:



A₁, A₂, A₃ és A₄ C₈H₁₆Cl₂ molekulaképletű konstitúciós izomerek.

B₁, B₂ és B₃ C₈H₁₅Cl molekulaképletű konstitúciós izomerek.

Határozd meg és írd fel a nyolc ismeretlen vegyület konstitúcióját!

(Villányi Attila)

H276. A borok eltarthatóságát gyakran kén-dioxid adagolásával fokozzák (ez az úgynevezett kénezés). A magyar szabvány kén-dioxid helyett kénessavtartalmat ad meg. Akármilyen adattal is, de fontos ezt a jellemzőt folyamatosan nyomon követni. Ugyanis, ha kevés van a borban (20 mg/liter kénessavnál kevesebb), gyorsan öregszik a bor, ha túl sok (50 mg/liternél több), a kellemetlen szag rontja a bor élvezeti értékét.

A kénessavtartalom gyors meghatározására bizonyos vegyszerek híg oldatait tartalmazó készleteket forgalmaznak borászoknak. A használati utasítás így szól:

1. A műanyag mérőhengerbe töltsön pontosan 10 milliliter bort!
2. Az A jelű oldatból csepegtessen a bormintához a 14 ml-es osztásig!
3. A B jelű oldatból is csepegtessen a mintához, amíg a keverék szintje eléri a 15 ml-es jelet!

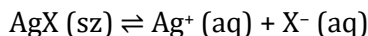
4. Folyamatos rázogatós közben csepegtessen a hengerbe a C jelű oldatból addig, amíg az mérőhenger tartalmának színe kékeslilára változik, és a szín legalább 20 másodpercig megmarad.
5. Ha az így kapott színes oldat teljes térfogata 17 és 20 ml között van, akkor nem kell a bort kénezní sem, és nincs is túlkénezní.

Egy kémiában képzett borász szerette volna megspórolni a drága készletet, és kísérelte kicsit az oldatokkal. A biztonsági utasítás két vegyszert említett meg: kénsav és kálium-jodát (KIO_3), mindkettőből tudott beszerezni magának. Az eljárást a 2. pont kihagyásával kipróbálva, nem következett be színváltozás. Amikor a 3. pont maradt el, volt színváltozás, és ugyanakkora térfogat adagolása után, de a keverék nem kékeslila, hanem barnás színű lett a C oldat hatására.

- a) *Milyen anyag okozhatja a kékeslila és a barnás elszíneződést?*
- b) *A szakirodalom alapján ez az anyag keletkezik a kénessav és a jodátionok reakciójában savas közegben. Írja fel a reakció egyenletét!*
- c) *Milyen anyagokat tartalmazott a három, betűvel jelölt oldat?*
- d) *A három közül melyik oldatnak fontos pontosan beállítani a koncentrációját? Hogyan (mit és mennyit bemérve) készítsen ebből az oldatból 100 millilitert hűsünk?*

(Magyarfalvi Gábor)

H277. Az ezüst-klorid és ezüst-bromid vízben rosszul oldódó vegyület. Oldódásuk az

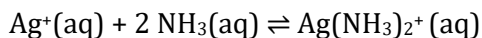


egyenlettel írható le, ahol X a halogént jelöli. Ez az egyenlet jellemezhető az oldhatósági szorzattal, azaz az

$$L = [\text{Ag}^+][\text{X}^-]$$

összefüggéssel. Ez a két só esetében 10^{-10} és 10^{-13} nagyságrendű, ami mutatja, hogy a fenti egyensúly csak kismértékben megy végbe.

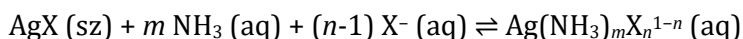
Ammónia hatására a só oldódik, mivel az ezüstionok az ammóniával komplexet képeznek a következő egyenlet szerint és egyensúlyi állan-dóval jellemezve.



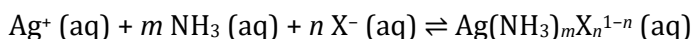
$$\beta = \frac{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]}{[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]^2}$$

A β , azaz a kumulált komplexstabilitási állandó nagyságrendje 10^7 , azaz az ezüst-halogenid oldódása során az ezüstionok nagy része komplexbe kerül az ammónia jelenlétében.

Egyes kutatók vizsgálták, hogy az ezüstionok esetében csak két ligandum kötődhet-e, vagy esetleg előfordulnak-e komplexek, ahol a koordinációs szám kettőnél nagyobb. Vizsgálták egyrészt az ezüst-klorid illetve ezüst-bromid oldhatóságát ezekben az oldatokban, másrészt pedig a képződő komplexek összetételét. A következő egyensúlyi állandókat határozták meg.



$$L_{m,n} = \frac{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_m \text{X}_n^{1-n}]}{[\text{X}^-]^{n-1}[\text{NH}_3]^m}$$



$$\beta_{m,n} = \frac{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_m \text{X}_n^{1-n}]}{[\text{Ag}^+][\text{X}^-]^n[\text{NH}_3]^m}$$

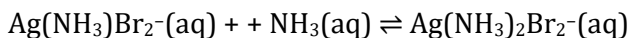
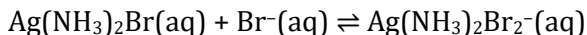
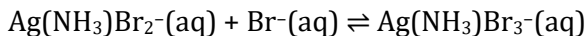
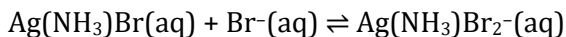
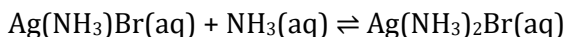
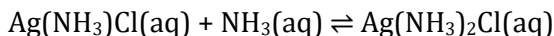
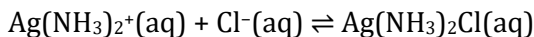
Az alábbi egyensúlyi állandókat mérték.

(m, n)	AgCl		AgBr	
	$L_{m,n}$	$\beta_{m,n}$	$L_{m,n}$	$\beta_{m,n}$
(2,0)	$1,11 \cdot 10^{-2}$	$2,2 \cdot 10^7$	$2,6 \cdot 10^{-5}$	$2,2 \cdot 10^7$
(2,1)	***	$1,2 \cdot 10^7$	$5,3 \cdot 10^{-5}$	*
(2,2)			$7 \cdot 10^{-5}$	$5,8 \cdot 10^7$
(1,1)	$4 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^6$	$4,5 \cdot 10^{-5}$	$3,75 \cdot 10^7$
(1,2)	$1,5 \cdot 10^{-3}$		****	$6,3 \cdot 10^7$
(1,3)			$2 \cdot 10^{-4}$	**

a) Számítsd ki a fenti adatok alapján az ezüst-klorid és ezüst-bromid oldhatósági szorzatát!

b) Számítsd ki a táblázat hiányzó, csillagokkal jelölt adatait!

c) Számítsd ki a következő komplexstabilitási állandókat!



d) Mutasd meg az egyensúlyi állandók segítségével, hogy a 3-as és 4-es koordinációjú ezüstkomplexek nem számottevően stabilabbak a 2-es koordinációjúnál!

e) Az ezüst-kloridra nézve telített oldatban, amely $0,25 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ammóniára, és $0,50 \text{ mol/dm}^3$ ammónium-kloridra vonatkozóan, mennyi az $\text{Ag}^+(\text{aq})$, $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+(\text{aq})$, $\text{Ag}(\text{NH}_3)\text{Cl}(\text{aq})$, $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}(\text{aq})$ ionok, komplexek koncentrációjának aránya? (A számításnál csak a legfeljebb kettes koordinációjú komplexeket vesszük figyelembe, és az ammónia- illetve ammónium-klorid koncentrációját vesszük változatlanul.) Hogyan változik az előző arány, ha az ammóniakoncentráció $2,0 \text{ mol/dm}^3$ az oldatban?

(Borbás Réka)

H278. Bizonyos molekulák konformerei könnyen egymásba alakulnak. Az egyes konformerek optikai aktivitása és polaritása eltérhet attól, amit a vegyületre jellemzőnek tartunk. Tekintsünk négy halogénezett etánszármazékot:

- R,S-1,2-diklór-1,2-dibróm-etán,
- R,R-1,2-diklór-1,2-dibróm-etán,
- 1,1-diklór-2,2-dibróm-etán,
- 1,1,2,2-tetraklór-etán,

és ezeknek három meghatározott konformerét:

- fedő állású, ún. szin-periplanáris, a H-C-C-H szög = 0° ,
- nyitott állású, ún. anti-periplanáris, a H-C-C-H szög = 180° ,
- ferde/gauche állású, ún. szin-klinális, a H-C-C-H szög = 60° .

- a) Rajzold fel a 12 szerkezetet a térbeli elhelyezkedésre ügyelve (fűrész-bak-ábra vagy Haworth-projekció a legcélszerűbb)!
- b) Milyen szimmetriaelemei vannak az egyes szerkezeteknek? Pontosabban van-e és hány szimmetriasíkja, forgási szimmetriatengelye és szimmetriaközéppontja az egyes konformereknek?
- c) Az egyes szerkezetek polárisak vagy apolárisak, illetve királisak vagy akirálisak?
- d) Hogyan egyeztethető össze az egyes konformerek királitása/akiralitása a vegyületek optikai forgatóképességével?

(Magyarfalvi Gábor)

H279. A telítetlenség foka hasznos jellemző, amikor összegképletekhez szerkezeteket próbálunk társítani. Nem másról van szó, mint a szerkezetben található gyűrűk és π -kötések együttes számáról.

- a) Mi egy cikloalkén, a C_5H_8 , az adamantán, a C_{60} -as fullerén telítetlenségi foka?

Az összegképletből megkapható DBE mellett nem egyszer csak egyetlen spektroszkópai technika, az NMR eredménye is elég a szerkezet azonosításához. Az ^{13}C -NMR spektrumból például kiderül, hogy a szerkezetben hányféle ekvivalens szénatom lelhető fel. Sőt sejthető, milyen környezetben vannak ezek a szénatomok. A jellegzetes tartományok szénhidrogénekben:

Szénatom környezete	Jel helyzete (ppm-ben)
négy egyszeres kötés	0-50
hármass kötés (alkin)	70-100
kettős kötés (alkén, aromás)	100-160
egy kettős kötés (allénben)	70-100
két kettős kötés (allénben)	>200

A mérés eredményeként kiderül az is, hogy az adott szénatomhoz hány hidrogénatom kapcsolódik. (A feladat megoldásához nem szükséges, de érdekes részleteket a KÖKÉL 2009/1. számának Gondolkodó rovatá-

ban is lehet találni). Egy vegyület ^{13}C -NMR spektrumát az alábbi módon lehet összefoglalni. Az adatsorozat az adott típusú atomok számával (ha több van) megszorozva mutatja a hozzájuk tartozó NMR jelek helyét ppm-ben. Zárójelben a szénatom rendűségére utaló információ szerepel. Pl. az 1,3-dimetilbenzolra:

$2 \times 138 \text{ (C)}, 130 \text{ (CH)}, 128 \text{ (CH)}, 2 \times 126 \text{ (CH)}, 2 \times 21 \text{ (CH}_3\text{)}$

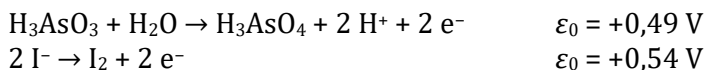
Az alábbi táblázat különféle C_8H_8 izomerek spektrumait foglalja össze.

Izomer	NMR jelek
A	$8 \times 132 \text{ (CH)}$
B	$8 \times 47 \text{ (CH)}$
C	$4 \times 96 \text{ (C)}, 4 \times 20 \text{ (CH}_2\text{)}$
D	$2 \times 210 \text{ (C)}, 134 \text{ (C)}, 113 \text{ (CH}_2\text{)}, 2 \times 93 \text{ (CH)}, 2 \times 79 \text{ (CH}_2\text{)}$
E	$147 \text{ (C)}, 2 \times 138 \text{ (CH)}, 2 \times 131 \text{ (CH)}, 2 \times 127 \text{ (CH)}, 112 \text{ (CH}_2\text{)}$
F	$142 \text{ (CH)}, 136 \text{ (CH)}, 127 \text{ (CH}_2\text{)}, 120 \text{ (CH}_2\text{)}, 117 \text{ (CH)}, 112 \text{ (CH)}, 91 \text{ (C)}, 89 \text{ (C)}$
G	$2 \times 146 \text{ (C)}, 2 \times 127 \text{ (CH)}, 2 \times 122 \text{ (CH)}, 2 \times 30 \text{ (CH}_2\text{)}$
H	$154 \text{ (C)}, 151 \text{ (C)}, 2 \times 136 \text{ (CH)}, 2 \times 128 \text{ (CH)}, 2 \times 37 \text{ (CH}_2\text{)}$
I	$157 \text{ (C)}, 101 \text{ (CH}_2\text{)}, 2 \times 26 \text{ (CH)}, 4 \times 19 \text{ (CH)}$

b) *Javasolj az adatoknak megfelelő szerkezeteket!*

(egyesült királyságbeli feladat)

H280. Az arzénsav/arzénessav- valamint a jód/jodid-rendszer pH-függő kölcsönös redoxi viselkedése jól ismert, aminek oka a standard redoxipotenciálok hasonló értéke:



Két edényben $100\text{-}100 \text{ cm}^3$ oldatunk van. Az egyikben arzénsav és arzénessav $1,00\text{-}1,00 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációban, a pH értéke 5,3. A másik

edényben I_2 és I^- , amelyeknek koncentrációja rendre 0,001 és 1,00 mol/dm³.

- a) *Számítsuk ki a redoxpotenciálok értékét a két oldatban!*
- b) *Hány gramm tömény kénsavat kell az arzén rendszerhez adagolnunk, hogy a redoxpotenciálok azonosak legyenek? A térfogatváltozást elhanyagoljuk.*
- c) *Ha a redoxpotenciálok azonosak, akkor a két oldatot összeönthetjük anélkül, hogy bármi változást várnánk. Vagy mégse? Eltolódik-e a redoxi egyensúly?*
- d) *Ha igen, hány gramm tömény kénsavat vagy szilárd NaOH-ot (a térfogatváltozást elhanyagoljuk) kell az egyesített rendszerhez adagolnunk, hogy az előző egyensúlyi helyzet visszaálljon?*

(A feladatban minden adat 25 °C és 1 atm-ra vonatkozik.)

(Homonnay Zoltán)

KÉMIA IDEGEN NYELVEN



Kémia angolul

Szerkesztő: MacLean Ildikó

A Kémia angol nyelven verseny második fordítása a 2017/2018-as tanévben ismét egy vegyület laboratóriumi előállításának lehetőségével foglalkozik. Íme, egy újabb How to., amelynek lefordított változatát 2017. január 5-ig küldjétek be a <http://kokel.mke.org.hu> weblapon keresztül.

Jó fordítást, jó versenyzést kívánok!

The Chemistry of Clean: Make Your Own Soap to Study Soap Synthesis

Introduction

It's not clear who first invented soap. There are documents suggesting that it was used by ancient Phoenicians over 5,000 years ago. Substances believed to be soaps have been found in ancient Egyptian ruins. It might have been invented independently in several regions at different times. An intriguing story about how the Romans learned to make soap involves the tradition of sacrificing animals on Mount Sapo. Parts of the sacrificed animals were burned as offerings to the gods. Fats from the burnt animal flesh mixed with ashes from the fires. When it rained, the Roman's noticed that a substance formed in the pools of water that ran from the ashes that had been mixed with the animal fats. Upon experimentation, they learned that this new substance, later called **soap**, had useful properties, including the ability to clean surfaces. Chemists now refer to the chemical reaction for making soap as **saponification**, in honor of the discovery on Mount Sapo.

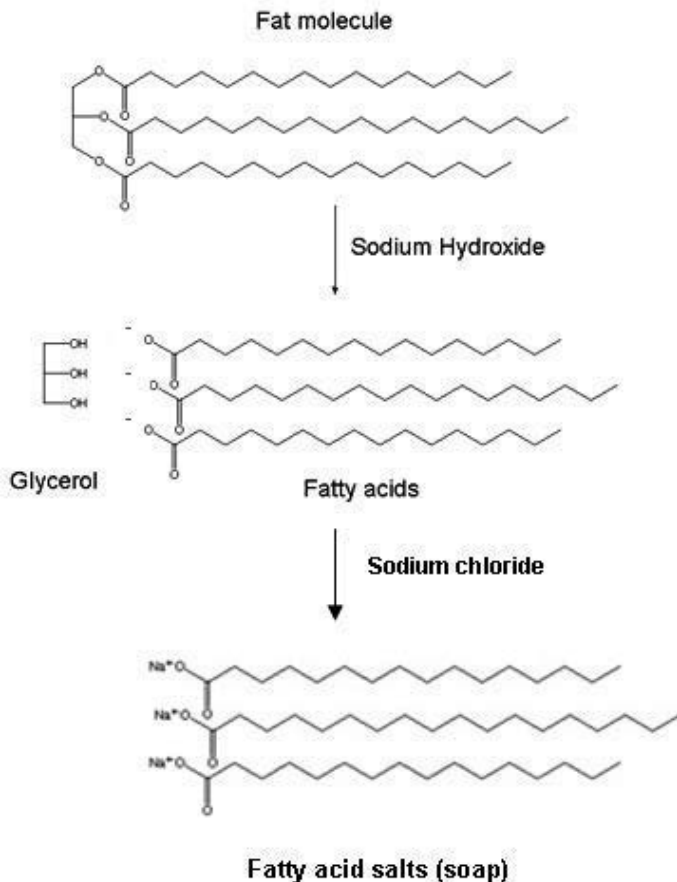


Figure 1. Saponification of a fat **molecule**. The bonds that connect the long chains of the fat molecule to the "backbone" are broken by the reaction of sodium hydroxide (and heat), yielding **glycerol** and three fatty-acid molecules (soap). The "acid" part of the fatty acid is the side with the oxygen (O) atoms.

This end mixes well with water. The fatty part is the long chain of carbons, shown here as the crooked lines. This end mixes well with fats and oils. In the second step, the fatty acids are converted into relatively pure **fatty-acid salts** by the addition of sodium chloride.

Soap is formed by mixing fats or oils with strong **bases**, such as sodium hydroxide. Sodium hydroxide is also called **lye**. The traditional way to make lye is to **leach** ashes with water. The ashes contain substantial

amounts of sodium hydroxide, which dissolves in the water, forming a **solution** of sodium hydroxide. Before soap became available from large companies, people made their own by mixing animal fats with lye in a pot and boiling it. You could tell when it was "done" by taking a small amount of the mixture and adding it to some clean water. If there were droplets of fat on the surface of the water, the reaction was incomplete. More lye was added and the reaction continued. It was later discovered that the soap could be purified by adding salt to it. The addition of salt caused the soap to form a solid that excluded impurities, such as the sodium hydroxide. This soap was milder and suitable not just for washing clothes or pots, but also for use on skin. The figure shows the chemical reaction that is the basis for soap synthesis.

Now to explain, chemically, how soap works to clean things. Fats mixed with strong bases are **hydrolyzed** into fatty acids. Fatty acids have the very useful property of having one end that mixes well with water (it is **hydrophilic**, or "water-loving") and another end that mixes well with oils and fats (it is **hydrophobic**, or "water-hating"). The part that mixes well with water is the "acid" part. The part that mixes well with fats is the "fatty" part. This dual nature allows soaps to dissolve fat, grease, and dirt in water. Without soap, oil and water don't mix. With soap, they do.

The addition of salt (sodium chloride) to the crude form of soap forms fatty-acid salts. The sodium **ions** from the sodium chloride bond with the fatty acid, forming a product that is less **soluble** in water. Because of this reduced solubility, the soap leaves the solution and forms a solid mass. This process of "dropping" out of the solution is called **precipitation**. Precipitation is a great way to purify something because it separates the chemical you want (soap) from a crude mixture containing chemicals you do not want. You can imagine that a mixture of animal fat and leached ashes that has been boiled for some time might have some unpleasant byproducts! Salt precipitation of the soap leaves this behind.

Soap can be made from oils and fats derived from plants, as well as from animals. In this chemistry science project, you will synthesize soap from **coconut oil**. The soap will be purified by three rounds of salt purification. You will track the purity of the soap by measuring its

pH after each salt-precipitation step. As more sodium hydroxide is removed, the pH will become lower. If that statement doesn't make sense to you, look back at the reaction in Figure 1 and read our Acids, Bases, & the pH Scale help guide. At the end of the experiment, you will add some fragrance and you'll have your own homemade soap!

Terms and Concepts

- Soap
- Saponification
- Base
- Lye
- Leach
- Solution
- Molecule
- Glycerol
- Fatty-acid salt
- Hydrolyze
- Hydrophilic
- Hydrophobic
- Ion
- Solubility
- Precipitation
- Coconut oil
- pH
- Decant

Questions

- What are other oils, besides coconut, that are used to make bath soaps?
- Based on your research, why is potassium hydroxide used instead of sodium hydroxide to make certain kinds of soaps?
- Based on your research, what is a *micelle*?
- What is the chemical name of the most common fatty-acid molecule found in coconut oil?

- How does the "split-personality" of a soap molecule make it a good cleaning agent?
- What is a *triglyceride*?
- The procedure for this science project uses 3-molar (3M) sodium hydroxide. What does the term *molar* mean?

Materials and Equipment

- Coconut oil (30mL)
- 3-M Sodium hydroxide solution (45mL)
- pH paper
- Distilled water
- Stirring rod
- Sodium chloride (45g)
- Cheesecloth
- Filter paper
- Soap mold
- Peppermint oil
- Pyrex beakers, 100-mL (2)
- Graduated cylinders, 10-, 25-, and 50-mL
- Hot pad or oven mitts
- Hot plate
- Wire gauze
- Lab notebook
- Timer
- Scale capable of measuring in grams; needed if the Sodium chloride is in solid rather than liquid form
- Clear plastic cups (3)

Experimental Procedure

Caution: This procedure requires use of sodium hydroxide solution and should be performed in a chemistry lab, under adult supervision.

- Sodium hydroxide can burn the skin and the eyes. Do not wear contact lenses when working with the sodium hydroxide solution since this increases chance of injury if the sodium hydroxide splashes in your eyes.
- Be sure to wear safety goggles, gloves, and a lab coat or apron.
- If sodium hydroxide splashes onto your skin, wash immediately with plenty of water.
- If it splashes in your eyes, immediately flush them with plenty of water for at least 15 minutes and contact a physician.
- Remove clothing splashed with sodium hydroxide immediately and wash it before reuse.

Performing the Experiment

1. Put on your lab coat, gloves, and safety goggles.
2. Place 10 mL of coconut oil and 15 mL of 3-M sodium hydroxide solution into a 100-mL beaker.
3. Using a hotplate or a low-flame Bunsen burner, heat the mixture to a gentle boil.
 - a. Use the wire gauze to stabilize the beaker on the hotplate if it is the kind with a spiral heating coil.
4. Stir constantly. Avoid spattering of the sodium hydroxide solution by using gentle heating and by stirring constantly.
5. Boil for 20 minutes, or until all of the water has evaporated.
6. Carefully remove this beaker from the heat and allow it to cool.
7. Using the pH paper, test the pH of the crude soap.
 - a. For steps where the soap is still a liquid, the pH can be measured by simply dipping the pH paper into the liquid. Follow the instructions on the pH paper package to interpret the results.
 - b. For steps where the soap is a solid, it may be wet enough to just rub the pH paper against the soap. If it is not, then add 3-5 drops of water and then rub the pH paper onto these soap-water drops. Follow the instructions on the pH paper package to interpret the results.

- c. If you are unfamiliar with what the pH scale is or what it means, read the Science Buddies guide to Acids, Bases, & the pH Scale.
8. Record the pH in your lab notebook. Call it *Crude soap*.
9. Add 15 mL of distilled water to the soap mixture and stir it with a stirring rod.
10. Heat 50 mL of saturated sodium chloride solution in a 100-mL beaker until it is almost boiling.
 - a. If you are starting with *solid* sodium chloride (rather than liquid), weigh 15 g of sodium chloride and put it in a 100-mL beaker.
 - b. Add 50 mL of water and stir until dissolved.
 - c. Heat the salt solution until it is almost boiling.
11. Add the hot sodium chloride solution to the soap mixture. Use a hot pad or oven mitt, as needed.
12. Break up lumps of soap with a clean stirring rod.
13. Cover the beaker containing the soap mixture with cheesecloth and pour the liquid into a clear plastic cup. This is called **decanting** the liquid.
 - a. Cheesecloth is made of a very fine mesh allowing for the excess liquid to drain out while retaining all the solids. The solids are the soap.
 - b. You want to keep the material left in the beaker *after* you decant the liquid. Those solids are the soap.
14. Measure the pH of the soap with a new pH paper. See step 7b for instructions on how to measure the pH of solid soap.
15. Record the pH in your lab notebook. Call it *Washed 1 time*.
16. Repeat steps 9–14 two more times.
17. Record the pH after each wash. Call the pH readings *Washed 2 times* and *Washed 3 times*.
18. Add three drops of peppermint oil to the soap.
19. Press the soap between two pieces of filter paper to remove as much liquid as possible.
20. Press the soap into the soap mold and dry it overnight.

21. Measure and record the pH reading of the dried soap. Call the pH reading *Final product*.
22. If the *Final product* pH reading is between 6 and 10, the soap is considered safe to use. If this is the case, take the soap out of the mold and confirm its ability to produce suds by washing your hands with it. Did the procedure successfully convert fat into soap?
23. Record your observations about the color, odor, and texture of the soap in your lab notebook.
24. Perform the entire procedure two more times with clean and fresh materials to collect additional data and to demonstrate that your results are repeatable.

Forrás:

https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project-ideas/Chem_p096/chemistry/how-to-make-soap#procedure



KERESD A KÉMIÁT!

A megoldásokat 2018. január 5-ig lehet a kokel.mke.org.hu honlapon keresztül feltölteni, vagy postára adás után regisztrálni.

A postacímünk: KÖKÉL Keresd a kémiát, ELTE Kémiai Intézet, 1518 Budapest, Pf. 32.

3. idézet

*„De talán – s ez lenne a legszebb –
kifogy hirtelen az urán,
s aznap a nyersolajforrások
bedöglenek egymás után,
energia nélkül maradnak
az elvtársak és az urak,
felrobbantani sem tudnák már
a világot s önmagukat –
a levegő lassan tisztulna,
latint s görögöt kezdenek
tanítani az iskolákban,
tévéből könyvszekrényeket
ácsolnak, séták, kézmívesség,
szegénység, úgy, mint egykoron:
nem érzük meg. De hogy zizegne
urnámban fél kiló porom!”*

(Faludy György: Alkalmi vers a világ állásáról, 1975)

Kérdések:

- a. Az urán milyen formája és hogyan működik energiaforrásként?
Mely elemek és hogy tudnák ebben a szerepében pótolni?

- b. Az urán milyen formája és hogyan jön szóba a világ felrobbantásakor? Mely elemek és hogy tudnák ebben a szerepében pótolni?
- c. Annak ellenére, hogy az urán a legnehezebb természetes elem, létezik illékony vegyülete. Hogy állítható ez elő, és mire használják?
- d. A Földön található urán mennyisége folyamatosan változik. Miért? Mit tudsz erről a folyamatról?
- e. Mi az urán legfontosabb érce? Mely korábban nem ismert elemeket tudták ebben az érceben azonosítani? Hogy kerültek ebbe az ércebe ezek az elemek?

(Magyarfalvi Gábor)

4. idézet

Hallgasd meg a Bëlga együttes Kémia című dalát (elég megnézned a dalszöveget, ha nem ragad magával a zenei élmény)!

*„A CH₄ nem a játszótársad
Heavy metán a robbanása”*

- a. Mire utal a szövegrészlet? Hol fordulhat elő metán a természetben? Milyen problémát okozhat a CH₄ 4-25 térfogat %-os jelenléte a levegőben?

*„Régen a bányákban
Karbidlámpákkal világítottak
A kalcium-karbidból és vízből
Acetilén keletkezett
És a lángja mellett tudták hol van a szén
A szerves bányász emberek”*

- b. Hogyan működik a karbidlámpa? Írd fel a működéséhez kapcsolódó fontosabb reakcióegyenleteket!

*„Ha nem tudod
Mi az a polimerizáció,
Kérlek, vedd fel a teflont,
Amit a tetrafluoretilén
Anyád kedvéért alaposan bevon”*

- c. Nevezd meg a teflon monomerjét! Írd fel ennek a műanyagnak a monomerjéből való képződésének a reakcióegyenletét! A teflon milyen előnyös tulajdonságát(a)t használják ki a háziasszonyok?

(Muzsnay Anna)

Riedel Miklós

Jelentős magyar siker a 13. Grand Prix Chimique vegyésztechnikusi diákolimpián (Szerbia, 2017. október 9 – 14.)

A Grand Prix Chimique (GPCh) nemzetközi vegyésztechnikusi diákolimpiát 1991 óta kétévenként rendezik meg a vegyipari szakképzésben részt vevő diákok számára európai országok részvételével. A GPCh gyakorlatra épülő verseny, amelyen a versenyzők a kémiai laboratóriumi jártasságukat mérik össze a két versenynap során napi nyolc-kilenc órás munkában. Ennek során összetett klasszikus és műszeres analitikai, valamint szerves preparatív feladatokat kell megoldaniuk. A nemzetközi zsűri mind a laboratóriumi munka ügyességét, mind a munka végeredményét (analitikai pontosság, kitermelés, a preparátum tisztasága) pontozza. Az analitikai feladatoknál a végeredmény pontossága, a preparatív rész esetén maga a manuális munka játszik nagyobb szerepet.

2017-ben a hazai válogató versenyek és a szakmai előkészítés a Petrik Lajos Vegyipari Szakgimnáziumban valamint az ELTE Kémiai Intézetében történt *Fogarasi József*, ill. *Szabó Dénes* irányításával. Ezek alapján a nemzetközi versenyen *Sajtos Gergő* (Vegyipari Szakgimnázium, Debrecen) és *Szigetvári Barnabás* (Ipari Szakgimnázium, Veszprém) vehettek részt. A csapatot *Riedel Miklós* (ELTE Kémiai Intézet), a nemzetközi zsűri tagja, továbbá *Fandel Richárd*, a Petrik Szakgimnázium tanára kísérte, aki tíz évvel ezelőtt még maga is diákként a 9. GPCh-en bronzérmet szerzett versenyző volt.

A 13. GPCh-et 2017. október 9 – 14. között Szerbiában a Petnica Science Centerben rendezték meg. Ez egy kis természettudományos kutatóközpont középiskolás diákok számára jól felszerelt laboratóriumokkal, könyvtárral, kollégiummal, menzával, közösségi terekkel. A településektől elzárt, erdő szélén lévő intézmény ideális helyszín volt a verseny lebonyolítására. A versenyen 10 ország – Ausztria, Cseh Köztársaság, Horvátország, Magyarország, Olaszország, Németország, Svájc, Szerbia, Szlovákia és Szlovénia – 20 diákja mérte össze tudását.

Az analitikai feladat két részből állt. Az egyik a kalcium permanganometriás meghatározása volt kvantitatíven leválasztott kalcium-oxalát csapadékon keresztül, a másik feladatban egy ismeretlen minta pH-értékét kellett meghatározni spektrofotometriás módszerrel. A preparatív munkanap is két feladatot tartalmazott. Az egyik a p-nitro-acetanilid előállítása volt az acetanilid nitrálásával és megfelelő átkristályosítással. A másik feladatban a vanillil-alkoholt kellett előállítani vanillin redukciójával. A nyersterméket preparatív oszlopkromatográfiával kellett megtisztítani.

A kétnapos nagyon fárasztó munka összesített eredményeként az aranyérmet *Sajtos Gergő*, az ezüstérmet *Szigetvári Barnabás* szerezte meg meggyőző pontszámkülönbséggel. A harmadik helyezett az egyik cseh versenyző lett. Ilyen kettős győzelemre eddig csak a jóval igényesebb szakképzést nyújtó országok (Ausztria, Németország, Svájc) versenyzői voltak képesek az GPCh történetében.

Diákjaink teljesítménye különösen figyelemre méltó annak tükrében, hogy Magyarországon már hosszú évek óta nincs olyan tanulmányi verseny, amelynek laboratóriumi követelményei akár csak meg is közelítenék a GPCh színvonalát, sőt a vegyésztechnikai képzés laborgyakorlatai – az iskolák minden igyekezte ellenre – sem érik el a megfelelő nyugati standardot. Különösen áll ez a nyilvánvalóan eszköz- és pénzigényes gyakorlati képzési területekre (műszeres analitika, szerves preparatív gyakorlatok, nagyműszeres jártasság). Nem tudjuk, hogy a lassan induló duális képzés áttörést hoz-e ezen a területen. Mindenesetre most a magyar diákok csak az iskolák tanárainak külön áldozatos munkájával és személyes rátermettségükkel érhatték a kiváló nemzetközi eredményt.

Köszönetet mondunk az érintett iskolák tanárainak a felkészítő munkáért, és köszönet illeti meg a támogatókat, a Richter Gyógyszergyárat és az ELTE Kémiai Intézetét is.

Magyar szempontból sem érdektelen az eddigi 13 GPCh verseny érmeinek országonkénti eloszlása:

	arany	ezüst	bronz
Németország	5	4	1
Cseh Köztársaság	3	2	3
Magyarország	2	4	5
Szlovákia	2	1	3
Szlovénia	2	1	0
Ausztria	1	1	1
Svájc	1	1	0
Franciaország	0	2	1
Dánia	0	1	1
Hollandia	0	1	1
Horvátország	0	1	1
Norvégia	0	0	1

A további információk a verseny honlapján (www.chem.elte.hu/w/gpch) érhetők el, ahol megtalálható a kezdetektől egészen a 2017. évi versenyig a GPCh összes versenyfeladata, a győztesek és számos további információ is.

MŰHELY



Tóth Zoltán

A Mazur-féle „egymás tanítása” („peer instruction”) módszerrel kapcsolatos nemzetközi tapasztalatok, kutatási eredmények

III. Közép- és általános iskolai tapasztalatok

Az előző két részben (Tóth, 2017a, 2017b) részletesen bemutattam az Eric Mazur professzor által kidolgozott tanítási módszer lényegét és a felsőoktatásban történő alkalmazhatóságával, hatékonyságvizsgálattal kapcsolatos nemzetközi eredményeket. A kutatások bizonyítják, hogy a módszer hatékonyan alkalmazható a fogalmi megértés ellenőrzésére és elmélyítésére, a problémamegoldás fejlesztésére, a hallgatói lemorzsolódás csökkentésére. Összességében megállapítottam, hogy a Mazur-féle módszer bizonyítottan növeli az egyetemi kurzusok hatékonyságát (Tóth, 2017c).

Ebben a tanulmányban a közép- és általános iskolai alkalmazásokkal kapcsolatos vizsgálatokat mutatom be a nemzetközi szakirodalomban fellelhető források alapján.

Tapasztalatok a módszer közép- és általános iskolai alkalmazásával kapcsolatban

A Mazur-féle módszer közép- és általános iskolai kipróbálásával nagyon kevés tanulmány foglalkozik, és azok nagy része doktori (PhD-) értekezés.

Török középiskolások fizikatanításában szerzett tapasztalatok

Hülya (2004) doktori munkája során vizsgálta a „peer instruction” hatását török középiskolások fizikában nyújtott teljesítményére és fizikával kapcsolatos attitűdjére.

A vizsgálatban 3 tanár vezetésével 3 iskola 6 tizedik évfolyamos osztálya (3-3 kontroll-, illetve kísérleti csoport) vett részt összesen 192 tanulóval. A kísérlet egy háromhetes periódust ölelt át elő- és utótesztel. A témakör a Newton-féle mozgástörvények volt.

A pedagógiai kísérlet menete a következő volt: A tanulók otthon elolvasták a kijelölt anyagrészt a tankönyvben. Órán a tanár elmagyarázta, szemléltette a tananyag fontosabb részeit. Majd a kísérleti csoport a Mazur-féle eljárásnak megfelelően haladt, a kontrollcsoport pedig hagyományos módon, feladatok megoldásával, gyakorlásával mélyítette ismereteit. A Mazur-módszerrel dolgozók esetében a tanár írásvetítőn vetítette ki a feladatot és hangosan felolvasta annak szövegét, de a tanulók írásban is megkapták a feladatot feladatlap formájában. Egy perc gondolkodás után a tanulók a helyesnek tartott választ a feladatlapjukra írták, majd a megfelelő színű kártya feltartásával jelezték azt a tanár felé. Amennyiben a helyes válaszok aránya nem érte el a 90%-ot, 2-3 perces társbeszélés, majd újraszavazás következett. Amennyiben a második szavazás eredménye elérte a 90%-ot, a tanár összefoglalta a megoldást, és továbbhaladt a tananyagban. Amennyiben nem, akkor részletesen megbeszélték a megoldást és csak utána ment tovább a tanár tananyagban. A feladatlapokat a tanár minden óra végén összeszedte.

A kísérlet legfontosabb eredményei a következők voltak: A kísérleti csoport kis mértékben ugyan (előteszt mindkét csoport esetén 23%, utóteszt a kísérleti csoportnál 24,2%, a kontrollcsoportnál 21,3%), de szignifikánsan jobban teljesített az utótesztben, mint a kontrollcsoport. Pozitív korreláció volt az előteszt és az utóteszt között a fogalmi megértést mérő altesztben és az attitűdtesztben. A lányok szignifikánsan gyengébben teljesítettek mindkét tesztben, mint a fiúk. Az attitűdtesztben nem volt kimutatható javulás, sőt a kísérleti csoport nagyobb mértékben rontott, mint a kontrollcsoport, de a különbség nem volt szignifikáns.

Amerikai középiskolások fizikatanításában szerzett tapasztalatok

Cummings és Roberts (2008) egy amerikai középiskola 10 osztályának tanulói ($N = 213$) körében végzett vizsgálatokat a Newton-törvények témakörében. A tanulókat 5 különböző tanár tanította. A „peer instruction” során szavazóegységeket használtak.

Az eredmények alátámasztják a „peer instruction” hatékonyságát (kontrollcsoport: 24%, kísérleti csoport: 40%). Megállapították, hogy az eredményesség szempontjából fontos a tanár személye is: az 5 különböző tanár esetén a hatékonyságkülönbség 6-14% között változott.

Amerikai általános iskolások matematikatanításában szerzett tapasztalatok

Allison (2012) doktori értekezésében mutatja be, hogyan használták amerikai 8. osztályosok matematikatanításában a „peer instruction” módszert. A kísérleti csoport 92 tanulóból, a kontrollcsoport 76 tanulóból állt. A kísérletben 2 tanár vett részt. A négyhetes kísérleti periódus után tudásszintmérő tesztet és motivációs tesztet írtak a résztvevők. A kísérleti csoport mind a tudásszintmérő tesztben, mind a motivációs tesztben szignifikánsan jobban teljesített, mint a kontrollcsoport.

Egy történelemtanár jótanácsai

Campbell (2012) egy blogbejegyzésben számolt be Jakartában, a British International School 6-12. évfolyamos tanulói körében a Mazur-féle módszerrel végzett történelemtanítás tapasztalatairól. Ezeket 10 jótanácsban foglalta össze. Közülük néhány:

A tanulási cél és a teszt mindig legyen összhangban egymással.

Vegye figyelembe, hogy serdülőkkel dolgozik. A tinédzserek választását befolyásolhatja társaik népszerűsége és szorgalma is.

A fiatalabb tanulók kevésbé tudnak figyelni. Ezért az elméleti bevezetés ne legyen 5-10 percnél hosszabb.

A teszt igazodjon a csoport képességéhez. Legjobb, ha olyan válaszlehetőségeket ad meg, amelyek az adott csoportban már felmerültek.

Célszerű először nyílt kérdésekkel aktivizálni a tanulókat.

Ha vizsgára készíti tanítványait, célszerű a korábbi vizsgakérdésekből összeállítani a tesztet.

A csoportváltások is a „peer instruction” hatékonyságát igazolták

Harvey (2013) diplomamunkájában egy 9. osztályosok körében végzett kísérlet eredményeit mutatja be. Két fizikai témakör (mozgás és erő) tanítása során összesen 5 tanulócsoporthoz vett részt a kísérletben. Egy-egy témakör tanítására 4 hetet szenteltek, és valamennyi témakör elején és végén mérték a tanulók teljesítményét, valamint a Mazur-módszerrel kapcsolatos attitűdjét. Az első témakörben 3 kísérleti csoportot és 2 kontrollcsoportot alakítottak ki. A második témakörben megcserélték a szerepeket: 3 csoport hagyományos módszerrel, 2 csoport a Mazur-féle módszerrel dolgozta fel a tananyagot.

Az eredmények eléggé egyértelműek: a kísérleti csoportok minden esetben jobban teljesítettek (átlagos tanulási hatékonyság $g = 12$), mint a hagyományos módszerrel tanulók (átlagos tanulási hatékonyság $g = 7$). Ugyanakkor az eredmények nagyban csoportfüggőek voltak. Az attitűdvizsgálat is pozitív eredményt hozott: a tanulók 93%-a jobbnak tartotta a Mazur-féle módszert a hagyományos tanításhoz képest, és 88%-uk szerint más tanárok is alkalmazhatnák ezt a módszert. Arra a kérdésre, hogy mi volt a legélvezetesebb a Mazur-féle módszerben 95% azt válaszolta, hogy a társakkal való együttműködés, 88%-uk pedig az eredmények megbeszélése során a tanári magyarázatot jelölte meg.

Egy kanadai vizsgálat eredményei – ismét fizikatanítás

Muise (2015) diplomamunkájában két 12. évfolyamos, fizikatagozatos osztályra ($N = 42$) kiterjedő vizsgálatáról számol be. Kontrollként a korábbi évek felmérési adatait használta. A téma a körmozgás és a gravitáció volt. A tanulók fehér táblák feltartásával szavaztak, melyet a tanár mindig lefotózott. A társmegbeszélésekről hangfelvételek készültek. Kísérlete során 85%-tól nem tartottak társmegbeszélést. Végül interjút is készített a tanulókkal a hagyományos és a „peer instruction” módszerről.

A vizsgálat legfontosabb eredményei a következők voltak: A kísérlet során a teszten elért átlagteljesítmény 79% volt, szemben a korábbi évek 64%-os átlagával. A problémamegoldást mérő teszten is jobban teljesített a kísérleti csoport (88%), mint a korábbi évek átlaga (82%),

de a különbség nem bizonyult szignifikánsnak. A társmegbeszélést a tanulók 50-55%-a tartotta hasznosnak. Ugyanakkor az interjú során két kiváló tanuló is kifejtette, hogy szerintük a társmegbeszélés nem jó, jobban szeretnék hallani a tanár magyarázatát, mint a társak próbálkozásait. Magáról a módszerről a tanulók pozitívan nyilatkoztak: 95% szerint hasznos és folytatni kell. Ugyanakkor 80%-uk szerint kevesebb ilyen kérdés feldolgozására van szükség.

Egy kenyai matematikatanítás során kapott eredmények

Ouko és munkatársai (2015) kenyai 11. osztályos középiskolások körében próbálták ki a Mazur-módszert matematikából, a vektorok témakörben. A négyhetes (14 tanítási órát magában foglaló) kísérletben összesen 16 iskola 479 diákja vett részt. Az elő- és utóteszteket 2 iskolában próbálták ki, és mindkettőt megbízható mérőeszköznek találták (Cronbach-alfa: 0,82, illetve 0,80).

Az előteszten mért igen alacsony teljesítmény (11-12%) az utótesztben megnőtt, és a kísérleti csoport (18-20%) szignifikánsan jobban teljesített, mint a kontrollcsoport (12-14%). A tanítás hatékonysági mutatója is lényegesen nagyobb volt a kísérleti csoport esetében (74%), mint a kontrollcsoportnál (19%).

Hogyan sikerült beépíteni a cseh felső-középiskolai fizikaoktatásba az „egymás tanítása” módszert?

Erre a kérdésre keres választ Sestakova (2016) nemrégien megjelent közleményében. Vizsgálatait a 2014/15-ös tanévben végezte 17-18 éves tanulók (3 osztály, összesen 57 tanuló) és tanáraik bevonásával. Az adatokat részben órai megfigyelések, részben tanárok és tanulók által kitöltött kérdőívek, illetve tanárokkal végzett interjúk alapján gyűjtötte.

A kutatás négy hónapon keresztül folyt. Összesen 6 leckét dolgoztak fel a Mazur-féle módszerrel a mágnesség és az elektromosság témakörből. Minden óra után meginterjúvólták a tanárokat. A kutatás végén került sor a kérdőíves vizsgálatra.

A kérdésekkel kapcsolatban megállapítja a szerző, hogy óránként 1-2 kérdés legyen csak, a disztraktorok irányuljanak a tipikus tévképzetekre. A kérdések mindig közvetlenül a témakör tárgyalása után kerüljenek elő. És nem szabad, hogy minden óra ilyen legyen,

átlagosan havonta egyszer forduljon elő a Mazur-módszer. Ugyanakkor a tanárok meglepődve tapasztalták, hogy a mégannyira alapos bevezető magyarázat után is voltak olyan tanulók, akik a legegyszerűbb kérdésre sem tudtak válaszolni.

Az *első szavazás* kapcsán megjegyzi a szerző, hogy a kártyás szavazás jobb, mint az elektronikus. A tanárok általában olyan szavazókártyákat használtak, amelyek A6-os méretben, laminálva, különböző színű papírokon fekete betűkkel nyomtatva mutatták a válasz betűjelét. A kártyás szavazás egyrészt olcsó, másrészt a színek segítik a csoportalkotást, harmadrészt nem volt szükség statisztikai adatgyűjtésre, és nem utolsósorban a tanulók többségére ösztönzőleg hatott. A tanulók 24%-a nyilatkozott úgy, hogy kártyás szavazás nélkül nem gondolkodott volna el a feladaton. Az első szavazásnál általában fél perc gondolkodási időt kaptak a tanulók, és ez alatt a tanár nem szólalt meg.

A *társmegbeszéléshez* a csoportalkotás szempontjából nagyon fontos, hogy az első szavazás válaszában tekintetében heterogén legyen, tehát – lehetőleg – minden csoportban legyen olyan tanuló, aki jó választ adott. Ha háromnál több tanulóból áll egy csoport, a kor az egymás mellett ülés lehetetlenné teszi a hatékony társmegbeszélést. Ilyenkor a körben ülés vagy pl. a 2+2-es egymással szemben ülés a kívánatos. Úgy találták, hogy a csoportalkotásnál a nemi összetételnek nincs lényeges szerepe. Nagyon fontos, hogy a tanárnak nem szabad bekapcsolódnia a megbeszélésbe, mert akkor a tanulók csak rá figyelnek és abbahagyják a társmegbeszélést. Ugyanakkor vannak olyan tanulók, akik nem tudnak csoportban dolgozni. Ezekkel a tanulókkal célszerű külön foglalkozni és megmutatni nekik, hogyan kell érvelni és valamilyen kérdést megvitatni. A tanári vélemények szerint legnagyobb próbatétel számukra a társmegbeszélés volt. Nagyon nehezen tudták megállni, hogy ne szóljanak bele. És nem igazán tudták kontrollálni a csoportokon belüli beszélgetést, gyakran volt az az érzésük, hogy egészen másról beszélgettek a diákok.

A *második szavazást* általában akkor célszerű elrendelni, ha már befejeződtek a társmegbeszélések. A második szavazásra feltétlenül szükség van, hiszen ekkor döntenie kell a tanulónak, hogy marad-e eredeti álláspontjánál, vagy megváltoztatja azt.

A második szavazást követő *megbeszélés* során figyelni kell arra, hogy ne minősítsük a tanulók válaszait, az esetleges hibás indoklásokat ne ismételjük meg hangosan, és a helyes választ mindig egyértelművé és nyomatékosná kell tenni. Ugyanakkor a tanárnak számolnia kell azzal is, hogy a megbeszélés során olyan kérdéseket is kaphat a tanulóktól, amire nincs felkészülve, és így gyakran improvizálásra kényszerül.

A *tanulói véleményekből* a következő fontosabb megállapításokat tette a szerző: A tanulók közel kétharmada azt nyilatkozta, hogy ezzel a módszerrel jobban megértette a tananyagot, mint a hagyományos módszerrel, egyharmaduk nem talált különbséget, és mindössze 4%-uk tartotta kevésbé hasznosnak ezt a módszert a tananyag megértése szempontjából. A tanulók 94%-a jobban, vagy ugyanannyira szerette a Mazur-módszert, mint a hagyományosat. Ugyanakkor többen megemlítették, hogy a módszer időigényes, ezért több tanulnivaló marad otthonra, és a társak magyarázatai gyakran zavaróak és zavarosak, szemben a tanári magyarázattal. Többségük elismerte azonban, hogy a módszer fejlesztette mind kritikai, mind kommunikációs készségüket.

Következtetések

Látható, hogy a Mazur-féle „egymás tanítása” („peer instruction”) módszer közép- és általános iskolai alkalmazásával kapcsolatban nagyon szegényes a szakirodalom, annak is egy részét diplomamunkák és doktori értekezések formájában publikálták. Hiányoznak az alapos, minden részletre kiterjedő, nagymintás, tudományos igényű vizsgálatok.

Az eddigi vizsgálatok, tapasztalatok alapján két dolog máris körvonalazódik:

- (1) A témakör elméleti tárgyalása ne legyen hosszabb 5-10 percnél.
- (2) A társmegbeszélés nélküli továbbhaladás alsó határát 70%-ról 85-90%-ra célszerű emelni.

Megjegyzés:

Örömmel jelenthetem, hogy hazánkban is elindultak ilyen irányú kutatások. Dobóné Tarai Éva kutatótanári programjában használja ezt a módszert, elsősorban tanítványai tévképzeteinek feltárására. Erről olvashatunk a következő tanulmányban. Szabó Bence Farkas pedig

ebben a témában kezdte el doktori kutatómunkáját a Debreceni Egyetem Kémia Doktori Iskolájában.

Szakirodalmi hivatkozások

Allison, T.M.H. (2012): The impact of classroom performance system-based instruction with peer instruction upon student achievement and motivation in eighth grade math students. Doktori (PhD) értekezés, Liberty University

<http://digitalcommons.liberty.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1526&context=doctoral> (Utolsó látogatás: 2017. 07. 08.)

Campbell, R. (2012): Does peer instruction work in high schools? <https://blog.peerinstruction.net/2012/06/27/does-peer-instruction-work-in-high-schools-part-2/> (Utolsó látogatás: 2017. 07. 08.)

Cummings, K. és Roberts, S.G. (2008): A study of peer instruction methods with high school physics students. AIP Conference Proceedings 1064, 103.

<https://www.google.hu/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEWjRxuPWkvnUAhUIbxQKHQU3BvsQFggsMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.compadre.org%2Fper%2Fdocument%2FServeFile.cfm%3FID%3D8019%26DocID%3D715&usg=AFQjCNHPjYDRiCFxVib9JFDDvgHWbwxC2w&cad=rja> (Utolsó látogatás: 2017. 07. 08.)

Harvey, N.C. (2013): The effects of peer instruction on ninth grade students' conceptual understanding of forces and motion. Diplomamunka, Louisiana State University.

http://digitalcommons.lsu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2163&context=gradschool_theses (Utolsó látogatás: 2017. 07. 08.)

Hülya, E. (2004): The effect of peer instruction on high school students' achievement and attitudes toward physics. Doktori (PhD) értekezés. The Graduate School of Natural and Applied Sciences of the Middle East Technical University.

Muise, J.M. (2015): Using peer instruction to promote conceptual understanding in high school physics classes. Diplomamunka. Montana State University.

<http://scholarworks.montana.edu/xmlui/bitstream/handle/1/9280/>

MuiseJ0815.pdf?sequence=1 (Utolsó letöltés: 2017. 07.08.)

Ouko, S., Aurah, C. és Amadalo, M. (2015): Peer instruction and secondary school students achievement in vectors. *Journal of Education and Practice*, 6(27), 175-180.

https://www.researchgate.net/publication/303366513_Peer_Instruction_and_Secondary_School_Students_Achievement_in_Vectors (Utolsó látogatás: 2017. 07. 08.)

Sestakova, J. (2016): Case study of using peer instruction at upper secondary school. *Scientia in Educatione*, 7(2), 111–127.

https://www.researchgate.net/publication/312308229_Case_Study_of_Using_Peer_Instruction_at_Upper_Secondary_School (Utolsó látogatás: 2017. 07. 08.)

Tóth Z. (2017a): A Mazur-féle „egymás tanítása” („peer instruction”) módszerrel kapcsolatos nemzetközi tapasztalatok, kutatási eredmények, I. A módszer leírása és hatékonysága. *Középiskolai Kémiai Lapok*, 44(2), 160-170.

Tóth Z. (2017b): A Mazur-féle „egymás tanítása” („peer instruction”) módszerrel kapcsolatos nemzetközi tapasztalatok, kutatási eredmények, II. A módszer egyes lépéseinek elemzése. *Középiskolai Kémiai Lapok*, 44(4), közlésre elfogadva.

Tóth Z. (2017c): Egyetemi kurzusok hatékonyságnövelése a Mazur-féle „egymás tanítása” (peer instruction) módszerrel. *Magyar Kémikusok Lapja*, LXXII (4), 116-121.

Dobóné Tarai Éva

Egy hatékonyabb kémiaoktatásért. A Mazur-féle „egymás tanítása” (peer instruction) módszer kipróbálásának néhány tapasztalata

Eric Mazur a Harvard Egyetem fizikaprofesszora 1991-től kezdődően alkalmazza sikeresen az „egymás tanítása” (peer instruction) módszert. Segítségével elmélyíthető a tanulók fogalmi megértése, pozitív hatást gyakorol a problémamegoldó képességre, jól beilleszthető a hagyományos frontális óravezetési stílusba, ugyanakkor a tanulók együttműködését is igényli. Népszerű a módszert kipróbáló oktatók körében, és a hallgatók nagy része is kedveli, amit a mérhetően jobb vizsgaeredmények és a kisebb arányú lemorzsolódás is bizonyít.

A módszer rövid ismertetése

A társtanítás egy olyan interaktív módszer, amelynek során a diákok először egyénileg próbálják megoldani a tanár által felvetett problémát vagy gondolkodtató feladatot, majd néhány fős kis csoportokban meghallgatják egymás álláspontját, megvitatják, végül mindenki újra egyénileg válaszol az eredeti kérdésre. Ezután következik a helyes válasz ismertetése, a közös, frontális megbeszélés és a tanári magyarázat. Fontos eleme a módszernek, hogy a kiscsoportos megbeszélés előtt és után is minden diák egyénileg szavaz az általa helyesnek vélt válaszra, de a szavazások eredményeit csak a tanári magyarázat bevezető részében ismerik meg. A módszer hatékony alkalmazásának feltétele, hogy problémát, gondolkodtató, alkalmazás szintű feladatokat fogalmazzunk meg, és ne egyszerűen előhívható ismeretekre kérdezzünk rá. A probléma ne legyen sem megoldhatatlanul nehéz, se túlságosan könnyű, a diákok magukénak érezhessék. Célszerű zárt végű (teszt jellegű) kérdéseket megfogalmazni, így egyszerűbben megvalósítható a szavazás és a vélemények értékelése. A szavazás történhet írásban, színes szavazókártyákkal vagy kézfeltartással, de az interaktív táblák szavazó egységei, mobil applikációk vagy különféle web2-es felületek, programok (Socrative, Kahoot stb.) segítségével is. Az eredeti Mazur-féle elképzelés tartalmaz még néhány kritériumot, melyekről részletesen E. Mazur könyvéből [1]

és videofilmjeiből [2, 3] tájékozódhatunk. Magyar nyelven Tóth Zoltán ír részletesen a módszerről és a különböző tantárgyak tanítása során történt kipróbálás nemzetközi tapasztalatairól [4, 5, 6].

A fogalmak pontosabb és mélyebb megértése mellett újabb kutatások a módszer alkalmazásának más pozitív hatásait is említik. Vickrey [7] peer instruction módszerről írt, a szakirodalmat áttekintő tanulmányában hivatkozik Zingaro [8] és Gok [9] eredményeire. Zingaro bevezető számítástechnika kurzusokon, Gok pedig algebra alapú fizika kurzusokon részt vevő hallgatók esetében írták le, hogy a társitanítás módszerével tanított diákok szignifikánsan nagyobb szakmai önbizalomról és hatékonyságról számoltak be a hagyományos frontális módszerrel oktatott társaikhoz képest.

A Mazur által kifejlesztett módszer legeredményesebben akkor alkalmazható, ha egyetlen lépését sem hagyjuk ki, ugyanakkor Smith és munkatársai genetika kurzusokon, Porter és munkatársai számítástechnikai képzés során, Bruck és Towns pedig általános kémiai kurzusokon végzett vizsgálatai szerint már maga a társakkal történő megbeszélés, tanári magyarázat nélkül is segíti az adott fogalom jobb megértését [11, 12, 13]. A vizsgálatok szerint még azok a hallgatók is profitáltak a társakkal történő megbeszélésből, akik már az első szavazásnál is helyes választ adtak [14]. Későbbi eredményeik a fogalmak mélyebb megértéséről és az összefüggések alaposabb ismeretéről tanúskodnak. Ugyanakkor James és Willoghy csillagászat-kurzusokon végzett összehasonlító vizsgálatai szerint a társakkal történő megbeszélés ugyan segíti a fogalmak jobb megértését, de a megbeszéléseken készült hangfelvételek alapján számos hibás és váratlan állítás is elhangzik [14].

Éppen ezért a teljes megértés és az esetleges újabb tanulói tévképzetek kialakulásának megelőzése érdekében természetesen elengedhetetlen a módszer utolsó lépése, a tanári magyarázat és a közös megbeszélés, ahogyan azt Zingaro és Smith és munkatársai vizsgálatai igazolják [8, 16].

A vizsgálat menete, helyi jellegzetességei

A módszert eredetileg egyetemi bevezető fizikakurzusok hatékonyságának növelésére és a hallgatói lemorzsolódás csökkentése érdekében dolgozták ki. Tóth Zoltán [6] (és a cikk szerzője)

feltételezése szerint alkalmazása eredményes lehet a középiskolás korosztály körében is. Első, tájékozódó jellegű vizsgálatainkban némileg módosítottuk az eredeti módszert. Minden egyéni válaszkérés (előteszt, szavazás I., szavazás II., utóteszt) esetén megkértük a tanulókat, hogy egy ötfokozatú – a teljesen biztostól a teljesen bizonytalanig terjedő – skálán értékeljék, mennyire határozott az álláspontjuk az adott kérdéssel kapcsolatban.

Bár a módszer hatékonyságát vizsgáló kutatások alapján legnagyobb nyereség akkor várható, ha az első szavazás esetében a helyesen válaszolók aránya 35-70% közé esik [10,11], jelen vizsgálatunkban technikai okok miatt az arányok csak utólag, az óra lezajlása után derültek ki és a fő hangsúly inkább a társakkal való megbeszélés hasznosságának vizsgálatára helyeződött, az egyéb tényezőket kissé háttérbe szorítva.

A vizsgálat első lépésében mindkét csoport diákjai önállóan, egyéni munkában, egy hét kérdésből álló előre nyomtatott feladatsort (előteszt) oldottak meg a redoxireakciók témakörében. Jelen tanulmányban ezek közül csak a Mazur-féle módszerhez szorosan kapcsolódó feladatok részleteinek bemutatására kerül sor. A következő órákon a redoxifolyamatok tárgyalása következett a módszer alkalmazásával, illetve a kontroll csoport esetében hagyományos módon. Végül mindkét csoport tagjai az előteszthez hasonló feltételek mellett egy utótesztet töltöttek ki.

A tantervi kötöttségek és a tanév közelgő befejeződése miatt csak egyetlen témakörben (redoxifolyamatok), néhány tanórán volt lehetőségünk a módszer kipróbálására. Részben a szűk ismeretkörben végzett vizsgálat és a nem reprezentatív, kisméretű minta miatt jelen tanulmány nem kíván tudományos igényű érveket és ellenérveket felsorakoztatni a módszer hatékonysága mellett, illetve ellen. Célunk az volt, hogy hazai körülmények között, egy másik korosztálynál (középiskolások), egy újabb tantárgyban (kémia) szerezzünk néhány első benyomást és tapasztalatot a módszer használatával és tanórába illesztésének lehetőségeivel kapcsolatban.

A minta

A vizsgálatot egy fővárosi gimnázium két osztályával végeztük. Mindkét csoport 9. évfolyamos, a kísérletben részt vevő 29 fő hatosztályos speciális matematika tagozatos képzésben részesül. A kontroll csoportot a négy évfolyamos humán tagozat kilencedik osztályának 31 tanulója képezte. A vizsgálatra a 2016-17-es tanév utolsó heteiben került sor. A két osztályban nem ugyanazok a kémia tanárok tanítanak. Mindkét osztálynak heti két kémia órája van, nem csoportbontásban tanulják a tantárgyat.

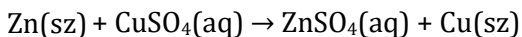
Eredmények

A „társtanítás” feladatai és tapasztalatai

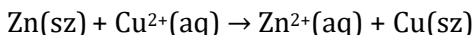
A vizsgálat során összesen három kémiai reakció értelmezésére és Mazur-féle módszerrel történő feldolgozására került sor. A társmegbeszéléses órákon az előtesztet író tanulók közül ketten hiányoztak.

1. feladat:

Ha cinkport adunk réz(II)-szulfát vizes oldatához és a keveréket összerázzuk, az oldat világoskék színe fokozatosan elhalványul és az oldat színtelen lesz. Közben vöröses barna üledék képződik a lombikban. A lejátszódó kémiai reakció egyenlete a következő:



vagy ionegyenlettel felírva:



Miért lesz az oldat végül színtelen?

- A) A réz csapadékként kiválik.
- B) A cink reakcióképesebb, mint a réz(II)-szulfát.
- C) A réz(II)-szulfát teljesen elreagál.
- D) A cink feloldódik, ahogyan a cukor oldódik a vízben.

Válaszom indoklása a következő:

- 1. A cinkionok oldódnak vízben.
- 2. A cink könnyebben ad le elektront, mint a réz.
- 3. Az oldható kék Cu^{2+} -ionok oldhatatlan vörösesbarna rézatomokká alakulnak.

4. Vizes oldatban a Cu^{2+} -ionok kék színű oldatot képeznek, míg a Zn^{2+} -ionok színtelen oldatot.

A jelenséget tanári demonstrációs kísérlet során is megfigyelhették a tanulók. A kérdés, a lehetséges válaszok és indoklások kivetítve is láthatóak voltak a kísérlet, a szavazás és a megbeszélés alatt is. A feladat a Chandrasegaran és munkatársai [17] által összeállított diagnosztikus tesztgyűjteményből származik. A szavazás eredményei az 1. táblázatban láthatók.

Miért lesz az oldat végül színtelen?	Megbeszélés előtti válasz		Megbeszélés utáni válasz	
A) A réz csapadékként kiválik.	8 fő	27,6%	6 fő	20,7%
B) A cink reakcióképesebb, mint a réz(II)-szulfát.	10 fő	34,5%	12 fő	41,4%
C) A réz(II)-szulfát teljesen elreagál.	3 fő	10,3%	5 fő	17,2%
D) A cink feloldódik, ahogyan a cukor oldódik a vízben.	6 fő	20,7%	4 fő	13,8%
Indoklás				
1. A cinkionok oldódnak vízben.	3 fő	10,3%	-	-
2. A cink könnyebben ad le elektront, mint a réz.	12 fő	41,4%	13 fő	44,8%
3. Az oldható kék Cu^{2+} -ionok oldhatatlan vörösesbarna rézatomokká alakulnak.	6 fő	20,7%	11 fő	37,9%
4. Vizes oldatban a Cu^{2+}-ionok kék színű oldatot képeznek, míg a Zn^{2+}-ionok színtelen oldatot.	6 fő	20,7%	3 fő	10,3%

1. táblázat: Az első kérdésre adott válaszok és indokok aránya a társakkal történő megbeszélés előtt és után.

Az adatok és elemzések alapján a következő megállapításokat tehetjük:

- A társakkal történő megbeszélés után a helyesen válaszolók száma növekedett (háromról ötre), ami öröndetes, de sem az abszolút érték, sem a növekedés aránya nem meggyőző.

- A kezdeti alacsony kiinduló értékhez képest is csökkent azok száma, akik a cink oldódását a cukor oldódásához hasonlították. Ez szintén eredményként értékelhető, hiszen az elemi állapotú cink kémiai reakció során cinkion formájában kerül oldatba, szemben a cukor fizikai oldódásával.

- Kismértékben nőtt azok száma, akik a cinket reakcióképesebbnek gondolják, mint a réz(II)-szulfátot. Ilyen formában ez a megfogalmazás hibás, de a támogató vélemények számának növekedése mégis bizonyos fokig eredményként értékelhető. Valószínűleg az elemi állapotú cink és réz standardpotenciáljának eltérő voltára és az ebből adódó reakciókészségben mutatkozó különbségre fókuszáltak a tanulók a válaszadás közben. Tanári feladat, hogy a szakkifejezések pontos használatára szoktassuk a diákokat a félreérthetőség elkerülése érdekében.

- A helyesen indokolók száma már az első szavazásnál is alacsony (6 fő), ez a megbeszélés után felére csökkent. Ennek az eredménynek a tanulsága nemcsak a szakkifejezések pontos használatának szükségessége, hanem a logikai lépések, ok-okozati összefüggések felismerésének nehézségei is kiderülnek belőle.

- Nőtt azoknak a tanulóknak a száma, akik az indoklásban a vörösesbarna rézatomok keletkezését választják. Felvetődik a kérdés, hogy vajon egyszerűen csak pontatlan szóhasználatról van szó vagy az elterjedt tévképzet típus megjelenéséről és tömeges előfordulásáról, amikor a diákok az egyedi atomokat a halmaz tulajdonságaival ruházzák fel.

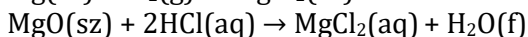
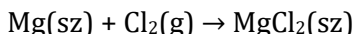
- 12 olyan diák volt a 29 főből, aki a megbeszélés után nem módosított a kiindulási álláspontján. Egyetlen olyan volt a csoportban, aki a kezdeti helyes választ hibásra változtatta, és hárman, akik a megbeszélés hatására változtatták a véleményüket a helyes irányba.

Önmagukban az első feladat eredményei és tapasztalatai nem meggyőzőek és nem igazolják a módszer hatékonyságát. Ugyanakkor pozitív tapasztalat, hogy a diákok határozottan aktívan vettek részt a

megbeszélésekben, motiváltak voltak. A frontális óravezetéshez képest egyidőben többen tudtak az óra aktív részesei lenni, kémiai problémáról beszéltek és vitatkoztak, kémiai szakkifejezéseket, szaknyelvet használtak. Azok is kifejtették a véleményüket, akik egyébként kevésbé szoktak megnyilvánulni. A tanár részéről körültekintést igényel, hogy a kémiai érvek és ne egyes diákok domináns személyiség jegyei befolyásolják a csoport tagjainak véleményalkotását. Éppen ezért célszerűnek gondoljuk alkalmanként új társakkal, eltérő összetételű csoportokat alakítani, hogy minél több gondolkodási stílussal találkozzanak a diákok. Ennek ellentmondanak Vickerey [7] adatai, amelyek szerint nagyobb hatékonyság érhető el állandó összetételű csoportok esetében. Azt is fontos tisztázni, hogy a társas megbeszélés utáni szavazásnál is mindenki a saját meggyőződése szerint szavazzon, nem szükséges konszenzusra jutni és a csoport véleményét képviselni.

2. feladat:

A két egyenlet közül melyikről gondold, hogy redoxireakció?



- A) az elsőről
- B) a másodikról
- C) mindkettőről
- D) egyikről sem

Válaszom indoklása a következő:

1. Mert szerepel benne oxigén.
2. Mert a klór erélyes oxidálószer.
3. Mert elektronátmenet történt a reakcióban.
4. Mert a magnézium csak égés során oxidálódhat.

A kérdés, a lehetséges válaszok és indoklások kivetítve is láthatóak voltak a szavazás és a megbeszélés alatt is. A feladat Tóth Zoltán és Ludányi Lajos [18] tankönyve alapján készült. A szavazás eredményei a

2. táblázatban láthatók.

A két egyenlet közül melyikről gondoltod, hogy redoxireakció?	Megbeszélés előtti válasz		Megbeszélés utáni válasz	
A) az elsőről	14 fő	48,3%	18 fő	62%
B) a másodikról	9 fő	31%	3 fő	10,3%
C) mindkettőről	2 fő	6,9%	6 fő	20,7%
D) egyikről sem	2 fő	6,9%	-	-
Válaszom indoklása a következő:				
1. Mert szerepel benne oxigén.	1 fő	3,4%	1 fő	3,4%
2. Mert a klór erélyes oxidálószer.	3 fő	10,3%	1 fő	3,4%
3. Mert elektronátmenet történt a reakcióban.	23 fő	79,3%	26 fő	89,7%
4. Mert a magnézium csak égés során oxidálódhat.	-	-	-	-

2. táblázat: A második kérdésre adott válaszok és indokok aránya a társakkal történő megbeszélés előtt és után.

A szavazások eredménye és az adatok részletes megvizsgálása után a következő megállapítások adódnak:

- Már a megbeszélés előtt is viszonylag sokan (14 fő) azonosították helyesen az első reakciót redoxireakcióként. Ez a 48,3%-os kiindulási arány egyébként a Mazur szerint optimális (helyesen válaszolók aránya: 35-70%) kategóriába esik. A helyesen válaszolók száma a társakkal történő megbeszélés után tovább növekedett, 18 főre.

- Harmadára esett vissza azoknak a tanulóknak a száma, akik a második reakciót gondolták redoxireakciónak. A kezdetben ezt a hibás választ adó 9 tanuló közül mindössze ketten ragaszkodtak ehhez a véleményükhöz a társakkal történő megbeszélés után is. További két

olyan válaszadó volt, aki megtartotta eredeti álláspontját is, de a társak véleményének hatására elmozdult a „mindkettő” irányába.

- A mindkét folyamatot redoxireakciónak gondolók száma háromszorosára nőtt. Bár ez nem helyes választás, bizonyos értelemben a kezdeti hibás válaszhoz képest ez egy magasabb minőségű és valamilyen szintű megértés irányába mutató hibás válasznak tekinthető.

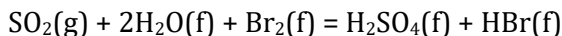
- A kezdetben „egyik sem” választ adók egyike a megbeszélés után helyesen választotta ki a redoxireakciót, a másik pedig a „mindkettő”-t választó kategóriába került.

- Az első szavazáskor még helyesen választó tanulók közül ketten gondolták meg magukat és a megbeszélés után a hibás mindkettő választ adták. Az ő fogalmi megértésük még nem volt annyira mély és beágyazott, hogy kiállta volna egy feltehetően szuggesztív hibás érvelés próbáját.

- Az indoklások esetében már a kiinduláskor nagyon magas volt a helyesen választók aránya (79,3%), ami a társakkal történő megbeszélés után további 10%-kal növekedett. Ez a definíciószerű tétel mondat a kémiai tanulmányaik harmadik éve során már nagyon sokszor, sokféle közegben előfordult. Kérdés, hogy valódi megértés van-e a modell használata mögött vagy csak annak az ismerete, hogy ez az elvárt helyes válasz. Ennek megállapítására az utóteszt néhány kérdése kínált lehetőséget.

3. feladat:

Melyik anyag viselkedik redukálószerként a következő folyamatban?



A) a $\text{SO}_2(\text{g})$

B) a $\text{H}_2\text{O}(\text{f})$

C) a $\text{Br}_2(\text{f})$

D) a $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{f})$

E) a $\text{HBr}(\text{f})$

A kérdés, a lehetséges válaszok és indoklások kivetítve is láthatóak voltak a szavazás és a megbeszélés alatt is. A feladat Borissza és mtsi. tesztgyűjteményéből [19] származó egyik feladat kiegészítésével készült. A szavazás eredményei a 3. táblázatban láthatók.

Melyik anyag viselkedik redukálószerként a következő folyamatban?	Megbeszélés előtti válasz		Megbeszélés utáni válasz	
A) $\text{SO}_2(\text{g})$	6 fő	20,7%	7 fő	24,1%
B) $\text{H}_2\text{O}(\text{f})$	1 fő	3,4%	2 fő	6,9%
C) $\text{Br}_2(\text{f})$	13 fő	44,8%	9 fő	31%
D) $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{f})$	7 fő	24,1%	9 fő	31%
E) $\text{HBr}(\text{f})$	-	-	-	-
Válaszom indoklása a következő:				
1. Mert oxigént vont el (vett fel).	1 fő	3,4%	-	-
2. Mert oxigént adott le.	-	-	-	-
3. Mert hidrogént vont el (vett fel).	1 fő	3,4%	-	-
4. Mert hidrogént adott le.	-	-	-	-
5. Mert elektront vont el (vett fel).	12	41,4%	12	41,4%
6. Mert elektront adott le.	13	44,8%	15	51,7%

3. táblázat: A harmadik kérdésre adott válaszok és indokok aránya a társakkal történő megbeszélés előtt és után.

A második feladat megbeszéléseinek tapasztalatai alapján felvetődött kérdésre, tehát hogy valódi, beágyazott tudáselem-e a redoxireakció = elektronátmenet vagy csak betanult szlogen, részben megkaptuk a

választ a harmadik kérdés megvitatása és a szavazások után.

- A helyes válaszok (A) száma a kezdeti 20,7%-ról 24,1%-ra nőtt, tehát egyetlen tanulóval emelkedett a jól válaszolók száma.

- Csak négyen tartották magukat az eredeti helyes válaszukhoz, a másik két tanuló közül az egyik a megbeszélés hatására átpártolt a brómhöz, a másik pedig a kénsavhoz.

- A három újonnan kén-dioxidot választó mindegyike eredetileg a brómról hitte, hogy redukálószer. A két utóbbi tapasztalat háttérében a cselekvő és a visszaható igei szerkezetek megértésének nehézségei állhatnak, a kémiai fogalmi megértéssel kapcsolatos problémák mellett.

- A társakkal történő megbeszélés előtt alig vannak többségben a „redukálószer = elektronleadásra képes anyag” tudás birtoklói azokkal szemben, akik úgy gondolják, hogy a redukálószeres elektron felvételére képesek.

- A megbeszélés után árnyalatnyilag növekedett a helyesen indokolók száma, de ez a növekedés még nem meggyőző, illetve az ellentétesen gondolók száma továbbra is nagyon magas. Joggal gondolhatjuk úgy, hogy ez egy nehéz és nem teljesen tisztázott fogalom a tanulási folyamatnak abban a szakaszában, amikor a társas megbeszélés történt.

- Jelentősen csökkent (14%-kal) a brómot választók száma. Feltételezésünk szerint ennek egyik oka az lehet, hogy a brómról a bromidionra asszociálnak a tanulók, innen pedig már csak egy lépés, hogy a negatív töltés is beugorjon a jól megtanult kloridion analógiájára. A negatív töltés jelenléte elektronfelvételt jelent és itt újra a cselekvő – visszaható nyelvtani problémába ütközünk. Természetesen a bróm, brómatom, bromidion, brómmolekula fogalmak használatának és a hozzájuk tartozó kémiai szimbólumok jelentésének pontatlan vagy bizonytalan megértése mellett.

- A társakkal történő megbeszélésnek mindenképpen eredménye, hogy a kisszámú egyéb hibás indoklás a megbeszélés utánra kikopott és valamiféle előrelépés mégis történhetett. Az a tény, hogy a társtanításra a fejezet feldolgozása közben került sor, tehát nem egy lezárt tanulási egység végén, bizakodásra adhat okot.

Az elő- és utótesztek néhány feladata, elemzésük, tapasztalatok

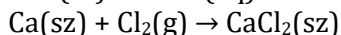
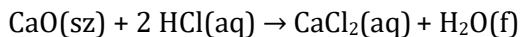
Az elő- és utóteszt feladatai közül jelen tanulmányban csak három feladat részletes tárgyalására kerül sor.

Mindkét teszt egyik feladatában két kémiai reakció reakciótípusának megállapítására kértük a tanulókat:

Előteszt feladata: a társtanítás 2. feladatával egyezett meg (magnézium és klór, illetve magnézium-oxid és hidrogén-klorid reakcióját kellett összehasonlítani).

Utóteszt feladata:

A két egyenlet közül melyikről gondolod, hogy redoxireakció?



- A) az elsőről
- B) a másodikról
- C) mindkettőről
- D) egyikről sem

Válaszom indoklása a következő:

1. Mert szerepel benne oxigén.
2. Mert a klór erőyes oxidálószer.
3. Mert elektronátmenet történt a reakcióban.
4. Mert a kalcium csak égés során oxidálódhat.

A nagyon hasonló kérdésre az előtesztben mindkét csoportban viszonylag kevesen tudták a helyes választ. A vizsgálati csoportban 3 tanuló (10,3%), míg a kontroll csoportban 8 tanuló (19,4%) válaszolt helyesen, a két csoport közötti különbség nem szignifikáns. Az utóteszten ezzel ellentétben jelentős eltérés figyelhető meg. A vizsgálati csoportban 18 főre (62,1%) nőtt a helyesen válaszolók száma, míg a kontroll csoportban (kevésbé értelmezhető módon) 3-ra (9,7%) csökkent. A társtanításban részt vevő csoport eredménye korábbi saját eredményéhez és a kontroll csoport utóteszten elért

eredményéhez képest is szignifikáns javulást mutat ($p = 0,000$, 95%-os valószínűségi szinten). A kontroll csoport esetében saját korábbi eredményhez képest megfigyelhető változás nem szignifikáns.

Ha a statisztikai adatok mögé nézünk, ennél árnyaltabb kép bontakozik ki. A minta csoport esetében az előteszten helyesen válaszoló három tanuló közül az utóteszten egy rontott. A hibásan válaszoló 26 főből azonban az utóteszten 16-an helyes választ adtak, tehát fejlődtek a fogalmak megértésében. Őt olyan tanuló volt, aki következetesen a másik egyenletet választotta. Esetükben tehát feltehetően nem történt jelentős elmozdulás a redoxifogalom megértésével kapcsolatban. Az előteszten hibás egyenletet választók közül hárman voltak, akik most sem adtak helyes választ, hanem a mindkettő lehetőséget jelölték meg. Ha a pontos megértésig még nem is jutottak el, de valamilyen szintű elmozdulás esetükben is megfigyelhető.

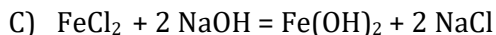
A kontroll csoport tagjai közül egyetlen olyan tanuló volt, aki az előteszten és az utóteszten is helyesen választotta ki a redoxireakciót. Az előteszten „mindkettő” lehetőséget válaszolók egyike sem adott helyes választ az utóteszten. Nem volt azonban olyan az utótesztet írók közül, aki egyik reakciót sem tekintette volna redoxireakciónak (nem szerepelt „egyik sem” válasz). Ez mindenképpen pozitív irányú elmozdulást jelez. Az előteszten „egyik sem” választ adók az utóteszten vagy helyesen válaszoltak vagy a másik egyenletet választották. A kontroll csoport esetében jelentős azon tanulók száma (13 tanuló a választ adó 24-ből), akik a hagyományos óravezetéssel tanított órák után ugyanazokat a hibákat követték el, mint az előteszten. Tehát az általunk vizsgált területen nem tapasztaltunk mérhető elmozdulást a fogalmi megértésükben. Úgy tűnik, esetükben a hagyományos módszerekkel zajló tanítás a vizsgált fogalmaikat érintetlenül hagyta.

Összehasonlítottuk az indoklások változását is. A vizsgálati csoport 17,2%-a, míg a kontroll csoport 38,7%-a adott helyes indoklást az előteszten. Az utóteszten mindkét csoport jelentős előrelépést mutatott: a vizsgálati csoportban több, mint háromszorosára, a kontroll csoportban közel kétszeresére nőtt a helyesen indokolók száma. A növekedés öröndetes ténye ellenére egyik érték sem jelent szignifikáns változást sem a csoportok kiindulási értékeihez sem egymáshoz képest. A két különböző módszerrel történő tanításnak tehát mindenképpen mérhető eredménye van, de ebben az esetben, a

vizsgálati csoportban látványosabb volt a fejlődés. Ezt támasztja alá az a megfigyelésünk is, hogy az indoklás biztonságára vagy bizonytalan voltára vonatkozó kérdéseinkre a Mazur-féle módszerrel tanított diákok sokkal magabiztosabban és nagyobb arányban álltak ki döntéseik mellett. Erről a tapasztalatról számolt be Zingaro [8] és Gok [9] korábban már hivatkozott tanulmányaikban is.

Az utóteszt egy következő feladatában öt reakcióegyenlettel jelölt folyamatról kellett megállapítani, hogy melyik közülük az, amelyik nem redoxireakció, és meg kellett indokolni a választást.

Melyik folyamat *nem* redoxireakció az alábbiak közül?



Ez a feladat az előzőekhez képest összetettebb és a fogalmak pontos megértését igényelte. A Mazur-féle csoport 63%-a, míg a kontroll csoport tagjainak csak 33%-a volt képes helyesen azonosítani a „C)” jelű reakciót, mint egyedüli nem redoxireakciót. Érdekes, hogy mindkét csoportban a B) választás is népszerű volt (22% a minta- és 25% a kontroll csoport esetében). A hibás válaszadás hátterében feltehetően annak az ismeretnek a hiánya áll, hogy az azonos elemi összetétel mellett, az alkotórészek mólarányának is döntő jelentősége van egy vegyület összetételében. A helyes válaszok nagyobb aránya mellett az is megfigyelhető volt, hogy a Mazur-féle módszerrel tanított diákok 89%-a vagy teljesen biztos volt a választásában vagy legalábbis gyanította, hogy jól válaszolt, míg a kontroll csoport esetében ez alig több mint a válaszadók 40%-ról mondható el. Ebben a feladatban az indoklást nem feleletválasztós teszt, hanem nyílt végű kérdés formájában kértük a diákoktól. A vizsgálati csoport 78%-a elektronátmenettel vagy oxidációszám-változással indokolta a választását. Ilyen típusú indoklást a kontroll csoport esetében mindössze a válaszadók 42%-ánál tapasztaltunk és ugyanilyen arányú volt a nem indokoló vagy „nem tudom” választ adók száma is. A kontroll csoport indoklásaiban érdekes tévképzetek is felbukkantak: D) a helyes válasz, „mert csak ott nincs nagy 2”. Vagy: B) a helyes válasz, „mert $\text{Cl}_2 + \text{Cl}_2$ nem lesz Cl_3 ”. Az indoklás biztos vagy bizonytalan voltával kapcsolatban az előzőekhez hasonló tapasztalatokat

szereztünk. A Mazur-féle módszerrel tanított diákok tudása stabilabbnak, magabiztosabbnak tűnik egy nehezebb, alkalmazás szintű feladat megoldása közben is mernek és tudnak rá támaszkodni.

Összefoglalás

Kutatásainkban azt a célt tűztük ki magunk elé, hogy a Mazur-féle „Peer Instruction” módszerről szerezzünk hazai tapasztalatokat a középiskolai korosztály körében, kémia tantárgyban. Vizsgálataink igazolták előzetes várakozásainkat. A módszer terjedésének és népszerűségének oka a nagyobb hatékonyságú oktatás, a tanulók aktív közreműködése az ismeretszerzés folyamatában és a szaktárgyi tudásukkal szembeni megnövekedett önbizalom. A kísérlet során a Mazur-féle módszerrel tanított csoport mindhárom területen mérhető növekedést mutatott a kontroll csoporthoz képest. Egyéni visszajelzésekből és a kísérletvezető szubjektív megállapításai alapján a tanulók nagyobb motiváltsága is megfigyelhető volt a társtanítással zajló órák során.

Nyilvánvalóan ez az ígéretes módszer nem fogja megoldani a kémiaoktatás problémáit, de kipróbálásra és a kémiatanárok módszertani eszköztárának bővítésére mindenképpen alkalmas. A didaktikai kísérlet során olyan újabb, izgalmas kérdések merültek fel, amelyek megválaszolása további kutatásokat igényel.

Köszönetnyilvánítás

Köszönöm Dr. Tóth Zoltán értékes szakmai tanácsait és a Debreceni Egyetem Humán Tudományok Doktori Iskola Neveléstudományi Programjának támogatását.

Irodalomjegyzék

[1] Mazur, E. (1997): Peer instruction – a user’s manual. Prentice Hall, Inc. Simon & Schuster, New Jersey.

[2] Mazur, E. Peer Instruction for Active Learning: (2014):

<https://www.youtube.com/watch?v=Z9orbxoRofl>,

forrás: <http://serious-science.org/videos/1136>

[3] Eric Mazur shows interactive teaching (2012):

https://www.youtube.com/watch?v=wont2v_LZ1E, forrás: Harvard

Magazin

- [4] Tóth Z. (2017): A Mazur-féle „egymás tanítása („peer instruction”) módszerrel kapcsolatos nemzetközi tapasztalatok, kutatási eredmények, I. A módszer leírása és hatékonysága. Középiskolai Kémiai Lapok, 44(2), 160-170.
- [5] Tóth Z. (2017): A Mazur-féle „egymás tanítása („peer instruction”) módszerrel kapcsolatos nemzetközi tapasztalatok, kutatási eredmények, II. A módszer leírása és hatékonysága. Középiskolai Kémiai Lapok, 44(4), megjelenés alatt.
- [6] Tóth Z. (2017): Egyetemi kurzusok hatékonyságnövelése a Mazur-féle „egymás tanítása” (peer instruction) módszerrel. Magyar Kémikusok Lapja, LXXII.(4), 116-121.
- [7] Vickrey, T., Rosploch, K., Rahmanian, R., Pilarz, M. és Stains, M. (2015): Research-based implementation of peer instruction: A literature review. CBE – Life Science Education, 14 (spring), 1-11.
- [8] Zingaro, D. (2014): Peer instruction contributes to self-efficacy in CS1. SIGCSE '14: Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science Education, New York, ACM Press, 373–378.
- [9] Gok, T. (2012): The effect of peer instruction on students' conceptual learning and motivation. Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 13(1), Article 10, 1-17.
- [10] Simon B., Kohanfars M., Lee J. (2010): Experience report: peer instruction in introductory computing. SIGCSE '10: Proceedings of the 41st ACM Technical Symposium on Computer Science Education, New York: ACM Press, 341–345. (in: Vickerey (2015)).
- [11] Smith M. K., Wood W. B., Adams W. K., Wieman C., Knight J.K., Guild N, Su TT (2009): Why peer discussion improves student performance on in-class concept questions. Science 323, 122–124. (in: Vickerey (2015)).
- [12] Porter L., Bailey-Lee C., Simon B., Zingaro D. (2011b): Peer instruction: do students really learn from peer discussion in computing? In: ICER '11: Proceedings of the Seventh International Workshop on Computing Education Research, New York: ACM Press. (in: Vickerey 2015)).
- [13] Bruck A. D., Towns M. H. (2009): Analysis of classroom response

system questions via four lenses in a general chemistry course. *Chem Educ Res Pract* 10, 291–295. (in: Vickerey (2015)).

[14] Brook B. B. J., Koretsky, M. D. M. (2011): The influence of group discussion on student's responses and confidence during peer instruction. *Journal of Chemical education*, 88, 1477-1484.

[15] James M. C., Willoughby S. (2011): Listening to student conversations during clicker questions: what you have not heard might surprise you! *Am J Phys* 79, 123. (in: Vickerey (2015)).

[16] Smith M. K., Wood W. B., Krauter K., Knight J. K. (2011): Combining peer discussion with instructor explanation increases student learning from in-class concept questions. *CBE Life Sci Educ* 10, 55–63. (in: Vickerey (2015)).

[17] Chandrasegaran A. L., Treagust D. F., Mocerino M. (2007): The development of a two-tier multiple-choice diagnostic instrument for evaluating secondary school students' ability to describe and explain chemical reactions using multiple levels of representation. *Chemistry Education Research and Practice*, 8 (3), 293-307.

[18] Tóth Z., Ludányi L. (2009): *Kémia 9. Út a tudáshoz.* Maxim Könyvkiadó, Szeged. 143-148.

[19] Borissza E., Endrész Gy., Villányi A. (2012): *Kémia, tesztgyűjtemény középiskolásoknak.* Műszaki Kiadó, Budapest. 48.

Dobos Dominik

Molecular Frontiers Medinprot Szimpózium 2017

Két, felejthetetlen nap, felejthetetlen emberek társaságában. Ha megkérnének, ezt a mottót adnám a szeptember 14-15-én megrendezett budapesti Molecular Frontiers-Medinprot szimpóziumnak. Többünk el sem tudta képzelni, milyen lesz, hiszen hasonló rendezvényen sem jártunk még eddig. Nem csalódtunk.

Már szerda este megérkeztünk Szombathelyről, mivel a Magyar Kémikusok Egyesülete szervezői – mondván, hogy ne legyünk fáradtak – a szimpóziumot megelőző estére is szerveztek nekünk szállást. Mikor célba értünk, elmentünk megcsodálni a fantasztikus esti Budapestet, ezzel ráhangolódva a másnap reggel kezdődő szimpóziumra.

Másnap egy kis reggeli után megindultunk az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karának épülete felé. A regisztráció már javában zajlott, mindenhol kiöltözött, névtáblás embereket lehetett látni. Az első személy, akivel szóba elegyedtem, egy nő volt. Éppen szállt ki a taxiból, mikor megszólított angolul, hogy jó helyen járnak-e. Mondtam neki, hogy ha a Szimpóziumra jöttek, akkor jobb helyen nem is lehetnének. Nagyon nagy meglepetés ért, amikor megtudtam: a kedves nő egy kaliforniai matematikatanár, és egy, a rendezvényen előadó híres tudós, William DeGrado felesége. Kifaggattam férje munkájáról, eredményeiről, nagy lelkesen beszélt mindenről. Teljesen felcsigázódtam, alig vártam már a kezdést. „Becsekkoltam”, átvettem az ELTE-TTK-s tornazsákot, benne egy jeges teával, majd a névtáblámat kitűzve büszkén ültem le a Gömbaula egyik hátsó sorába. Igen. Annyian voltak, hogy akik „csak” fél kilencre mentek, már nem nagyon volt helyük. Ebből is látszik, mennyire fogékony a fiatalság az újra, az érdekesre. Elérkezett a kezdés időpontja. Lekapcsolták a villanyt, csak a mennyezet halvány égői világították meg a termet, ahol több százan várták az előadókat. Lovász László, Szalay Péter, Pálinkás József, Sarkadi Livia és Bengt Nordén köszöntője után az első a Nobel-díjjal is kitüntetett Kurt Wüthrich, svájci kutató volt, akinek prezentációjából megtudhattuk, hogyan

működik és mire is használják az NMR spektroszkópot (Nuclear Magnetic Resonance - mágneses magrezonancia) a fehérjék dinamikájának vizsgálatában. Mikor végzett a körülbelül félórás ismertetésével, a közönség tapsa hallatszott csak. Ezután – hogy az a bizonyos nívó megmaradjon – a szintén Nobel-díjjal elismert kutató, Arie Warshel tartott előadást a komplex biológiai rendszerek működésének szimulációjáról. A téma szintén rendkívül érdekes volt, rengeteg ábrát, mérési diagramot láthattunk, mely megkönnyítette az amúgy angol nyelvű prezentáció elsajátítását. Mivel folyamatosan egy idegen nyelvű beszédre figyelni nagyon megterhelő, gondoltak ránk a szervezők: két-három előadásonként kávészünetet tartottak, amikor különféle aprósüteményeket, gyümölcsöket fogyaszthattunk egy jó kávé vagy egy finom tea társaságában. Ez az idő teljesen alkalmas volt arra, hogy megvitassuk az aktuális előadásokat: ki mennyit értett belőlük, kinek mi róluk a véleménye. Tehát több szempontból is fontos volt ez a kis szünet, nagyon jó döntésnek tartottam ezt – az amúgy az egész eseményt világszínvonalúan megrendező és lebonyolító – a szervező teamtől. Felfrissülve ültünk vissza a helyünkre, növekedett tudásszomjmal, hogy minél több mindent hallhassunk. A következő előadó a már előbb is említett William DeGrado volt, akinek a témája a fehérjék „de novo” tervezése volt. Őt a Wolf-díjas Harry B. Gray követte, akiről még szó fog esni a következőkben. Az ő előadása egyszerű, de annál ütősebb címet kapott: élet az oxigénnel. Engem személy szerint ő fogott meg a legjobban, szinte csak úgy elrepült az a fél-háromnegyed óra. Az előadássorozatot egy méltán híres svéd kutató, Pernilla Wittung Stafshede zárta „a fehérje-összecsuódás az élet és a halál alapja” című prezentációjával. A már jól megszokott taps itt is felerősödött, majd ezután mindenki átvehette szendvicsebédjét az emeleten. A finomságokat, amikkel elláttak minket, kiülve az egyetem elé a parkba, egy rendkívül barátságos környezetben fogyaszthattuk el. Majd irány a Tudományos Akadémia Természettudományos Kutatóközpontja, ahol iskoláinkkal egy-egy tudós életét feldolgozva rakhattunk ki egy hatalmas fehérjemolekula-láncot. Itt segítségünkre volt többek közt Lente Gábor is, aki koordinálta az eseményeket. Miközben mi a feladatunkon dolgoztunk, addig a doktoranduszok kerekasztal-beszélgetésen vehettek részt a kutatókkal. És egyszer csak odatoppan mellénk az a tudós, akinek az életét, munkásságát feldolgoztuk. Hatalmas élményként éltük meg, hiszen Kurt Wüthrich-hel beszélgetni

nem egy mindennapi dolog, az biztos. Sok kérdést tettünk fel neki: némelyikünk németül, némelyikünk angolul. A szervezők most is gondoltak ránk: aki nem tudott, vagy nem mert megszólalni idegen nyelven, tolmácsot biztosítottak neki. Kérdéseink alapján olyan titkokat tudhattunk meg a svájci kutatóról, hogy nagy focirajongó, valamint inkább az orvosi Nobel-díjra számított, ha lehet számítani egy ilyen kaliberű elismerésre. Ezt az eseményt szintén egy kávészünet követte, majd következett az "Elektronok színháza", Róka András előadásában. A nagyon jó hangulatban telt időutazásos kísérletezést vastapssal köszönte meg a közönség. Nem is csoda, hiszen páratlan élményeket adott számunkra. Véget is ért a nap. Visszatértünk a szállásunkra, majd egy újabb esti sétát követően nyugovóra tértünk. Másnap reggel a szokásos rutin, irány az ELTE-TTK Gömbaula! A nap Tim Hunt-tal, a fergeteges humorérzéssel megáldott okinawai tudóssal kezdődött, aki a sejtosztódásról és annak különféle eseteiről, szabályozásáról prezentált. Az ő előadása közben álltam fel egy-kettőt fotózni és megvallom őszintén, nagyon megdöbbenem. Előbbre mentem, majd ránéztem a közönségre – ami amúgy nem foglalkozott meg az előző naphoz képest. Tátott szájak, koncentráció, csend. Ezekkel a szavakkal tudnám leírni mindazt, amit láttam. De ezt átélni az igazi. Mint ahogy a következő előadást is, amit Reiko Kuroda tartott a proteinfunkciók megváltoztatásáról génmutációkkal és anélkül. Majd az egyetlen magyar, a szegedi Kondorosi Éva lépett a pódiumra. Ez volt sokak számára a legfurcsább érzés: magyar előadó a 99%-ban magyar közönségnek angolul adott elő. Szerintem miután valaki meghallgatta a szimbiózis csodáiról szóló prezentációt, azon nyomban elgondolkodott magában, hogy a más nemzetek nagy fiai mellett sem törpül el a magyar, hiszen a tudósasszony előadása – hasonlóan a többihez – fantasztikusra sikeredett. Felgyulladtak a fények, szünetet jelezve. Már csak két előadás volt hátra. Miután mindenki elhelyezkedett, Wayne A. Hendrickson következett "Az RyR1 kalciumfelszabadító csatornák szerkezetének alapja" című magával ragadó előadásával. Az előadássorozat végső zárója pedig Christopher M. Dobson volt, kinek témája a "A fehérjék amiloid állása és jelentősége a biológiában és az orvostudományban" címet viselte.

Vége van? - kérdezhetné az ember. Koránt sincs vége. A szervezők összeállítottak egy magyar nyelvű kvízt a Szimpóziumon elhangzottakból, amelynek sikeres kitöltésével hangszórót és okoskarkötőt

lehetett nyerni. Emellett aki fotózkodott az ELTE-TTK felirattal, majd posztolta, garantáltan egy napszemüveggel lett gazdagabb. Az esemény érdemi részét egy panelbeszélgetés zárta, ahol a diákok kérdéseket tehettek fel szemtől szembe bármelyik kutatónak. Így például megtudhattuk, hogy Wüthrich nem sört vett a Nobel-díjjal nyert pénzén, valamint azt is, hogy Kondorosi Éva példaképe Marie Curie volt gyermekkorában.

Miután ez is lezajlott, következett az esemény zárása. Átadták a Molecular Frontiers Inquiry Prize-át (Kíváncsiság díj - a legjobb kérdést feltevők kapják), a kvíz és az előadások díjait. Még volt egy kis lehetőség lufizni (a ballonok a fehérjében lévő aminosavaknak feleltek meg), megtekinteni, majd aláírásunkkal ellátni a fehérjeláncot, valamint tudtunk váltani pár mondatot a kutatókkal. Mint ahogy az előzőekben megígértem, Harry Grayról lesz szó, akivel szóba elegyedtem, majd megszólaltam: lenne egy furcsa kérésem. A már amúgy is kerek szemei még kerekébbek lettek. Majd mondta, hogy tegyem fel nyugodtan. Erre én: mi lenne, ha névtáblát cserélnénk? Belement. Akkor öröm volt számomra ez. A világhírű tudóson az én névtáblám van, rajtam pedig az övé. Elég hihetetlen, nemde? És vége. Rendkívül hasznos, érdekes, élményekkel teli két napot tudhattunk magunkénak. Olyan tudással gyarapodtunk, amit majd a későbbiekben biztosan fel tudunk használni saját tudományos pályánk során. De a legfontosabb mégis az – persze a sok érdekes és értékes programon kívül –, hogy jól érezze magát az ember, ismerkedjen, vele egy érdeklődési körű diákkal találkozhasson. Emellett az is, hogy az saját iskolánkból érkező diáktársainkkal még jobb viszony alakuljon ki, és hogy tanulva szórakozzunk. Szerintem ezek közül minden megadatott nekünk. Mindezt nagyon köszönjük tanárainknak, Baranyai Józsefnek és Szabó Bence Farkasnak: hogy bizalmat szavaztak nekünk, és hogy eljuttattak minket erre az érdekes rendezvényre. És zárásként: Kedves Szervezők! A jövőben is szívesen részt vennénk egy ilyen világszínvonalú, élménydús szimpóziumon. Remélem, értik a célzást! :)

A szám szerzői

Borbás Réka középiskolai tanár, Szent István Gimnázium, Budapest

Dobóné dr. Tarai Éva középiskolai tanár, Berzsenyi Dániel Gimnázium, Budapest

Dobos Dominik gimnáziumi tanuló, ELTE Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, Szombathely

Hegedüs Kristóf MSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Dr. Homonnay Zoltán egyetemi tanár, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Kóczán György tudományos munkatárs, ELTE TTK, Kémiai Intézet

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

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

Muzsnay Anna tanárszakos hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Riedel Miklós ny. egyetemi docens, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Dr. Tóth Zoltán ny. egyetemi docens, DE TTK, Kémiai Intézet

Dr. Varga Szilárd tudományos munkatárs, MTA TTK

Villányi Attila középiskolai tanár, ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium, Budapest

TARTALOM

SUFNILABOR	369
Kóczán György: Mindenféle színű tüzek.....	369
MI LETT BELŐLED IFJÚ VEGYÉSZ? – Janáky Csaba	382
GONDOLKODÓ	385
KÉMIA IDEGEN NYELVEN	396
MacLean Ildikó: Kémia angolul	396
KERESD A KÉMIÁT!	404
VERSENYHÍRADÓ	406
Riedel Miklós: Jelentős magyar siker a 13. Grand Prix Chimique-en.	406
MŰHELY	409
Tóth Zoltán: A Mazur-féle „egymás tanítása” módszer III.	409
Dobóné Tarai Éva: Egy hatékonyabb kémiaoktatásért	418
NAPRAKÉSZ	435
Dobos Dominik: Molecular Frontiers Medinprot Szimpózium	435
A SZÁM SZERZŐI	439

Szombathelyi diákok Kurt Wütrich Nobel-díjas professzorral a Molecular Frontiers Medinprot Szimpóziumon



Támogatók



PADI | PALLAS ATHÉNÉ
DOMUS INNOVATIONIS
FOUNDATION




NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL
MEGVALÓSULÓ
PROGRAM



AZ INNOVÁCIÓ LENDÜLETE



Bayer

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

Bayer: Science For A Better Life.

