

# A KÉMIA TANÍTÁSA

## MÓDSZERTANI FOLYÓIRAT

Elektromosan vezető  
szerves polimerek  
(Dr. Bencsik Gábor)

Kémiai fejtörő II. rész  
(Dr. Galbács Zoltán)

Kémia az óvodában  
(Bujdosó Réka)

Kedvenc kísérletem: hogyan  
készítsünk folyékony mágnest?  
(Rábai Márta)

XX. ÉVFOLYAM 2012

3

# A KÉMIA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

## **Szerkesztőség:**

Főszerkesztő:

Németh Veronika

A szerkesztő munkatársai:

Dr. Adamkovich István

Dr. Tóth Zoltán

## **Szerkesztőség címe:**

6723 Szeged, Debreceni u. 3/B

Tel.: (62) 470-101,

FAX: (62) 554-666

## **Kiadó:**

MOZAIK Kiadó Kft.

Felelős kiadó: Török Zoltán

Tördelőszerkesztő: Forró Lajos

Borítóterv: Deák Ferenc

## **Megrendelhető:**

MOZAIK Kiadó

6701 Szeged, Pf. 301

Éves előfizetési díj: 1680 Ft

A lap megvásárolható a

MOZAIK Könyvesboltban:

Budapest VIII., Üllői út 70.

A Kémia Tanításában megjelenő valamennyi cikket szerzői jog védi. Másolásuk bármilyen formában kizárólag a kiadó előzetes írásbeli engedélyével történhet.

ISSN 1216-7576

Készült

az Innovariant Kft.-ben, Szegeden

Felelős vezető: Drágán György

# TARTALOM

## **Elektromosan vezetők szerves polimerek**

Dr. Bencsik Gábor kutatóvegyész,

SZTE Fizikai Kémiai és Anyagtudományi Tanszék, Szeged

## **A Landolt-reakció és társai: óra-reakciók**

Árus Dávid doktorjelölt,

SZTE Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék, Szeged

## **Kémiai fejtörő II. rész**

Dr. Galbács Zoltán ny. egyetemi docens,

SZTE Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszék, Szeged

## **Kémia az óvodában**

Bujdosó Réka 9. osztályos tanuló,

DE Kossuth Lajos Gyakorló Gimnáziuma, Debrecen

## **Kedvenc kísérletem:**

### **hogyan készítsünk folyékony mágnest?**

Rábai Márta tanárjelölt,

ELTE Természettudományi Kar, Budapest

## **Kémiatábor diákszemmel**

Simon Kristóf Péter 11. osztályos tanuló,

Vörösmarty Mihály Gimnázium, Budapest

## **Beszámoló a Mengyelejev Diákolimpiáról**

Zwillinger Márton 12. osztályos tanuló,

Földes Ferenc Gimnázium, Miskolc

## **Középiskolai Kémiai Lapok – KÖKÉL**

## **A XIV. VegyÉSZtorna eredményei**

### **Közlési feltételek:**

A közlésre szánt kéziratokat gépelve (két példányban), floppy lemezen vagy e-mailen (kattila@mozaik.info.hu) küldjék meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 8-10 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 3100 karakter/oldal). A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utaljanak rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli idézetek név- és évszámjelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalom alfabetikus sorrendben készüljön. Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat. A cikk megjelenése után a lemezeket visszaküldjük.

Dr. Bencsik Gábor

# Elektromosan vezető szerves polimerek

## Bevezetés

A polimerek olyan szerves vagy szervetlen makromolekulák, amelyek egy vagy több, szabályosan ismétlődő egységből (monomerekből) épülnek fel, amelyeket kovalens kötések kapcsolnak össze. A szerves polimerek két fő csoportja a természetes makromolekulás vegyületek (poliszacharidok, nukleinsavak, kaucsuk), illetve a mesterséges makromolekulás vegyületek (bakelit, polisztirol, poli(metil-metakrilát), poli(etilén-tereftalát). Ezeknek a szintetikus anyagoknak az egyik csoportját képezik a vezető polimerek, amelyeknek a többi, egyébként szigetelő tulajdonságú polimerekkel ellentétben elektromos vezetése nagyságrendekkel megváltoztatható. Ezek két fő csoportja a nyílt szénláncú (poliacetilén) és poliaromás vagy heteroaromás (polianilin, polipirrol, politiofén) rendszerek, melyek közös tulajdonsága, hogy kiterjedt konjugált  $\pi$ -elektronrendszerrel rendelkeznek.

A vezető polimerek történetéből csak néhány fontosabb mozzanatot emelek ki. Elsőként Henry Letheby állított elő polianilint elektrokémiai úton 1862-ben, mely kékes színű volt, és redukálószer hatására elszíntelenedett, majd oxidálószer jelenlétében visszanyerte kék színét [1]. Az 1970-es években Hideki Shirakawa és munkatársai egy olyan halogénnel adalékolt poliacetilént szintetizáltak, melynek fajlagos vezetése elérte a fémekre jellemző értéket. E felfedezést követően megindult a vezető polimerek tulajdonságainak megismerése és felhasználási lehetőségeik feltérképezése. Mi sem mutatja jobban a tématerület jelentőségét annál, minthogy 2000-ben a kémiai Nobel-díjat Alan J. Heeger, Alan G. MacDiarmid és Hideki Shirakawa kapták a vezető polimerek területén végzett munkásságukért.

## A vezető polimerek típusai és tulajdonságai

Az alábbiakban bemutatom a vezető polimerek alapvető típusait (1. ábra). A poliacetilén (1) a lehető legegyszerűbb ilyen anyag. Az első három polimer esetében megfigyelhető, hogy nem tartalmaznak heteroatomot. A poli(p-fenilén-vinilén) (2), a polifluorén (3) és a polikarbazol (7) lumineszcenciás tulajdonságuk miatt szerves fényemittáló diódák (organic light emitting diode, OLED) alapanyagaként szolgálnak. A következő három, a polianilin (4), a polipirrol (5) és a politiofén (6) a leginkább elterjedt anyagok közé tartoznak mechanikai rugalmasságuknak, könnyű súlyuknak, elektromos vezetőségüknek, illetve egyszerű és olcsó szintézisüknek köszönhetően. A poli(3,4-etiléndioxi-tiofén) (8) azért érdekes, mert a tiofén-származékok nagy részéből vezető polimert csak vízmentes körülmények között lehet előállítani, de a 3,4-etiléndioxi-tiofén esetében megvalósítható a vizes közegű polimerizáció, mivel a 3-as és a 4-es helyzet védve van az etiléndioxi csoport által. Az itt bemutatott alapvegyületek (kivételek a már szubsztituált tiofén származék (8)) sajátosságai befolyásolhatók különböző szubsztituense alkalmazásával vagy beépített egyéb anyagok útján. Az eltérő hosszúságú alkilcsoportoknak rendező hatása van a polimer szerkezetére nézve, illetve különböző funkciós csoportok (hidroxil, karboxil, amin) segítségével kémiai kötések alakíthatók ki a polimer és a beépítendő célvegyület (enzimek, nanorészecskék) között.

A vezető polimerek elektromos vezetése, optikai tulajdonságai és térfogata befolyásolható az oxidációs állapot megváltoztatásával. Fontosnak tartom kiemelni azt, hogy ezen folya-

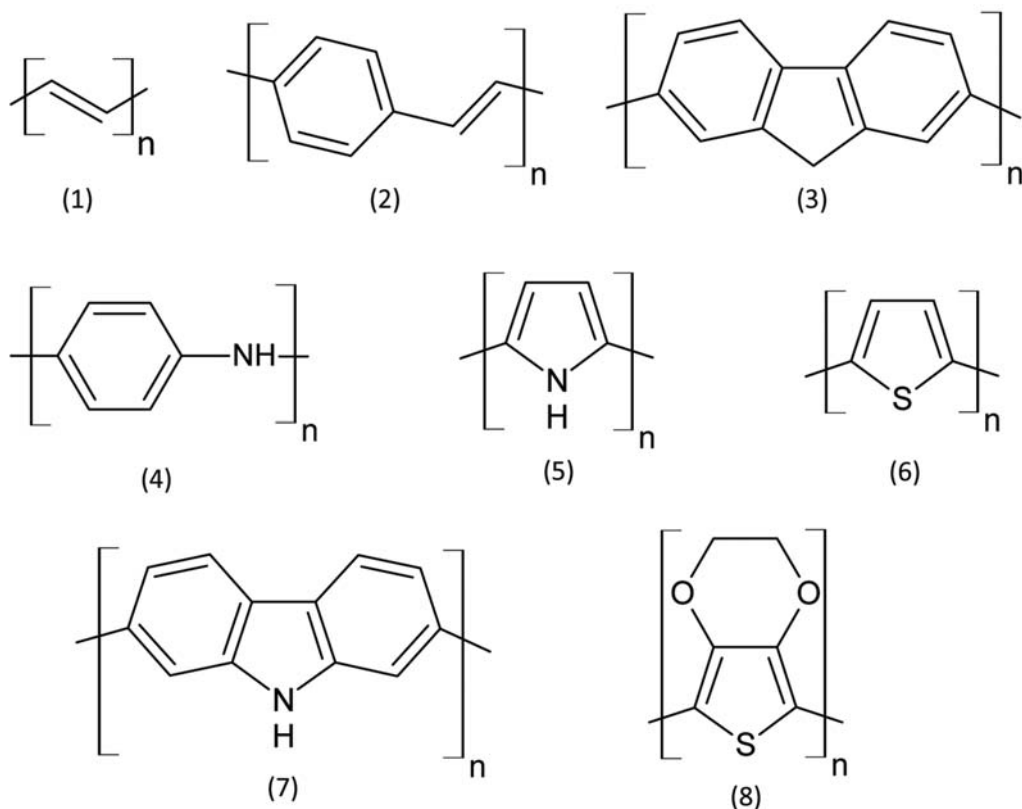
matok reverzibilisen megismételhetők. Az elektromos vezetőségük egy igen széles tartományon belül változtatható ( $10^{-10}$ - $10^4$  S/cm). Redukált és semleges állapotban szigetelő vagy félvezető, míg oxidált állapotban fémes vezető tulajdonságot mutatnak. A színük és fényáteresztő képességük is szabályozható, a redukált polimer rétegek leginkább színtelenek, ezzel ellentétben az oxidáltak színesek. A redukált állapothoz képest oxidált állapotban többszörösére nőhet a térfogatuk ionok és oldószer beáramlásának következtében.

### Szintézisük és vezetőségük kialakítása

A vezető polimerek előállítása döntően kémiai, illetve elektrokémiai oxidációval történik. Nagyobb mennyiségű polimer szintetizálá-

sához a kémiai eljárás a célszerű, ahol porszerű tömbfázist kapunk a polimerizáció eredményeként. Ha azonban a film jó minősége a fő szempont, akkor a jól szabályozható elektropolimerizációval leválasztott polimer készítése az előnyös, aminek a vastagsága könnyen befolyásolható az áthaladó töltés mennyiségével. Ez az eljárás kiválóan alkalmas vékony felületi rétegek előállítására, melyek tulajdonságai közvetlenül tovább vizsgálhatók elektrokémiai módszerekkel.

A polimerizáció mechanizmusát a 2. ábra mutatja be. Látható, hogy az első lépésben egy igen reakcióképes gyökkation képződik (1) a semleges monomerből. A második lépésben a monomer gyökkationok dimerizálódnak (2), majd a deprotonálódás (3) történik meg, és így alakul ki a semleges dimer. A következő lépés-



1. ábra

Vezető polimerek: (1) poliacetilén, (2) poli(p-fenilén-vinilén), (3) polifluorén, (4) polianilin, (5) polipirrol, (6) politiofén, (7) polikarbazol és (8) poli(3,4-etilén-dioxi-tiofén)

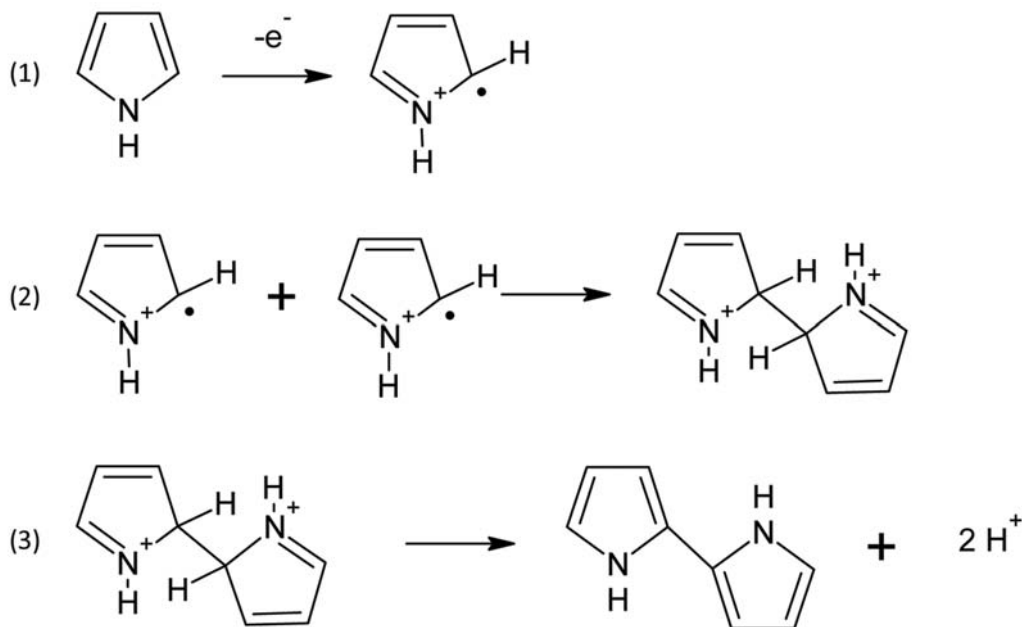
ben ez a semleges dimer oxidálódik gyökkationná, mivel tudjuk, hogy könnyebben oxidálható, mint a kiindulási monomer. Ez az oxidált dimer reagálhat semleges monomerrel, monomer gyökkationnal vagy másik dimerrel, melyet ismételten deprotonálás követ. Ezen lépések sorozatos ismétlődésével épül fel a polimerlánc.

A polipirrol példáján bemutatva (3. ábra) látható ezen anyagok redukált vagy semleges állapota (1), melyben szigetelőként viselkednek, illetve az oxidált állapotai, melyekben vezető tulajdonságúak. Az oxidált állapotban kialakult töltéshordozók polaronok/monokationok (2), illetve bipolaronok/dikationok (3) lehetnek [2]. Megfigyelhető, hogy a pozitív töltések miatt megbomlik a  $\pi$ -elektronrendszer és az aromás szerkezet (1) kinoidálissá rendeződik (2, 3). A mezomer határszerkezetek energetikailag különböznek (aromás és a kinoidális). A molekula 4-6 monomerből álló láncrészletén delokalizálódnak a kialakuló töltések, amin az elektron szabadon tud haladni. A láncrészek között az elektronátadás

úgy történik, hogy az elektron az egyik láncrészletről a másikra ugrik át [3]. Ez az elektronugrások mechanizmusa a polimerláncok között is megvalósulhat, de ennek valószínűsége természetesen függ a láncok egymáshoz viszonyított távolságától.

### Polipirrol film in situ spektroelektrokémiai tanulmányozása

Annak érdekében, hogy az elektrokémiai vizsgálatok során történő spektrális változásokat követni tudjuk, a két módszert össze kell kombinálnunk, ezt *in situ* spektroelektrokémiának nevezzük. Ennek megvalósításához egy transzparens munkaelektrodra van szükségünk. Erre a célra egy indium-ón-oxid (indium-tin-oxid, ITO) bevont felületű üveglapot szokás alkalmazni, melynek felülete vezető és egyben átlátszó is. Az elektrokémiai polimerizációt és a ciklikus voltammetriás vizsgálatot egy PGSTAT 302 potenciosztát-galvanosztát segítségével

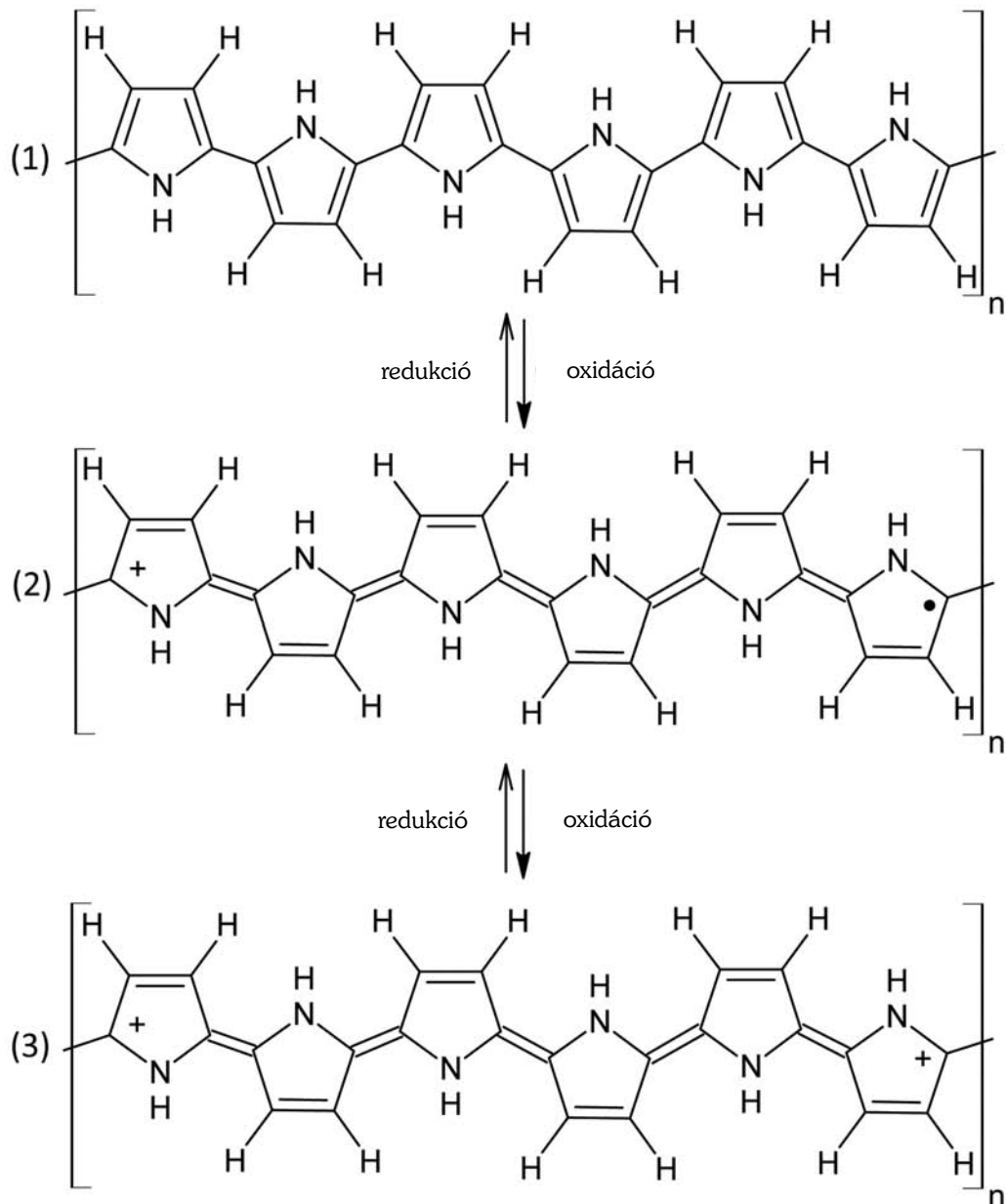


2. ábra

A polimerizáció mechanizmusa: (1) gyökkation képződés, (2) gyökkationok dimerizálódása és (3) semleges dimer kialakulása deprotonálódással

(AUTOLAB) végeztük el. A mérések során klasszikus háromelektrodos elektrokémiai cellát használtunk, ITO volt a munkaelektrod, Ag/AgCl/3M NaCl referenciaelektrodot használtunk, melynek potenciálja 0,200 V a standard

hidrogén elektródhoz (SHE) képest, és Pt szál volt az ellenelektrod. Az ultraibolya-látható és közeli infravörös méréseket egy HP 8453A típusú UV-Vis-NIR diódasoros spektrofotométerrel végeztük. Az elektrokémiai mérések során



3. ábra

A vezetés kialakítása oxidációval: (1) semleges/redukált forma, (2) egyszeresen pozitív töltésű polaron/monokation és (3) kétszeresen pozitív töltésű bipolaron/dikation

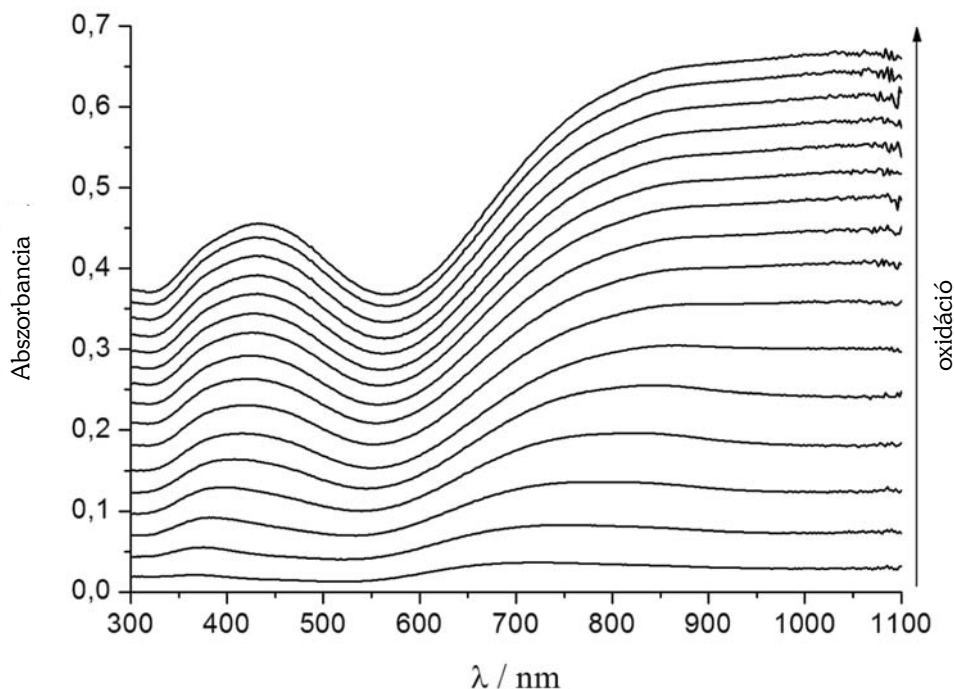
a spektrumokat 300–1100 nm hullámhossz tartományon regisztráltuk.

Egy galvanosztatikusan előállított polipirrol film tanulmányozását szeretném bemutatni. A  $0,5 \text{ mol dm}^{-3}$  koncentrációjú pirrolt és  $0,05 \text{ mol dm}^{-3}$  koncentrációjú nátrium-dodecilszulfátot tartalmazó vizes oldatból történt az elektrokémiai polimerizáció. Az  $1 \text{ cm}^2$  felületű ITO-ra  $3 \text{ mA cm}^{-2}$  áramsűrűség mellett történt a polipirrol leválasztása, mely során  $100 \text{ mC cm}^{-2}$  töltés mennyiség haladt keresztül. A polimerizáció közben felvett spektrumok a 4. ábrán láthatók. Megfigyelhető, hogy az elektrokémiai szintézis alatt a mért színeképek abszorbancia értékei monoton nőnek, amiből a polimer réteg egyenletes kiépülésére következtethetünk.

A sikeres előállítás után a polimer filmet ciklikus voltammetriával vizsgáltuk  $-1,0 \text{ V}$  és  $+0,1 \text{ V}$  közötti potenciáltartományban (5. ábra). A ciklikus voltammetria során a munkaelektrod referenciaelektrodhoz viszonyított potenciálját

változtatjuk két feszültségérték között, állandó sebességgel. A mért áramot a potenciál függvényében ábrázoljuk, és így kapjuk meg a ciklikus voltammogramot. A polipirrol vékonyréteg ciklikus voltammogramját monomermentes  $0,05 \text{ mol dm}^{-3}$  koncentrációjú nátrium-dodecilszulfát oldatban  $50 \text{ mV/s}$  pásztázási sebesség mellett mértük meg. Az ábráról leolvasható az oxidált állapot csúcspotenciálja, ami  $-0,45 \text{ V}$ , és a redukált állapoté is, ami  $-0,7 \text{ V}$ .

A 6. ábrán az oxidációs félciklus (1) és a redukációs félciklus (2) alatt  $0,1 \text{ V}$ -onként mért spektrumok láthatók. A színeképek alapján elmondható, hogy reverzibilis az elektrokémiai átalakítás. Megfigyelhető, hogy a redukált réteg oxidációjakor a  $400 \text{ nm}$ -nél található sáv – ami a semleges vagy redukált állapothoz köthető – abszorbanciája csökken, míg az  $550 \text{ nm}$  (polaron) és a  $800 \text{ nm}$  feletti (bipolaron) hullámhossz tartományban nőnek az abszorbancia értékek. Amikor az oxidált állapotú réteget



4. ábra

A pirrol elektrokémiai polimerizációja során rögzített spektrumok

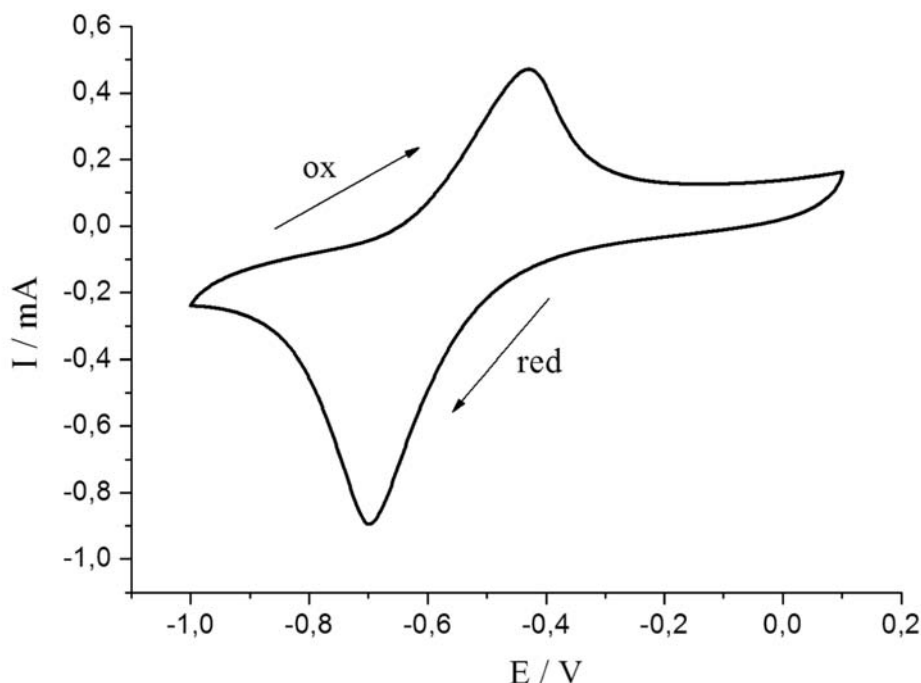
redukáljuk, akkor az előbb leírt változások ellenkezőjét tapasztaljuk.

### A vezető polimerek felhasználási területei

A vezető polimereket számos területen alkalmazzák. Mint már korábban említettem, az oxidációs állapotuk elektrokémiai vagy kémiai módszerekkel változtatható, ebben rejlik gyakorlati jelentőségük. Konjugált polimereken (polipirrol, polianilin és különböző politiofén származékok) alapuló amperometriás érzékelőket sikeresen készítettek különböző szerves vegyületek (aszcorbinsav, dopamin) detektálására és mennyiségi meghatározására. Különböző gázok specifikusan adszorbeálódnak a polimer filmen, amik megváltoztatják a film vezetését, így jelenlétük kimutatható. Előnyük, hogy érzékenyek, stabilak és széles hőmérsékleti tartományban használhatók. Okos ablakok (smart windows),

elektrooptikai kijelzők készíthetők felhasználásukkal, mivel a redoxi reakciót kísérő színváltozás rendkívül gyorsan, kb. 10–100 ms alatt lejátszódik. Vezető polimerek felhasználásával is készítenek már napelemeket, de ezek hatásfoka csak a tizedét éri el az egykristályos szilícium napelemekénél. Versenyképességük oka azzal magyarázható, hogy sokkal olcsóbb az előállításuk, mint a nagyobb hatásfokkal rendelkező napelemeké. A szerves fényemittáló diódákat elektrolumineszcenciára (elektromos áram hatására fényt bocsát ki) képes poli(p-fenilén-vinilén) és polifluorén alkalmazásával készítenek. A kibocsátott fény hullámhossza megváltoztatható, ha ezen vegyületek szénvázát oldalláncokkal szubsztituáljuk [4]. További felhasználási lehetőségek is vannak, mint a korrózió elleni védelem, elektromágneses árnyékolás és szuperkondenzátorok kialakítása.

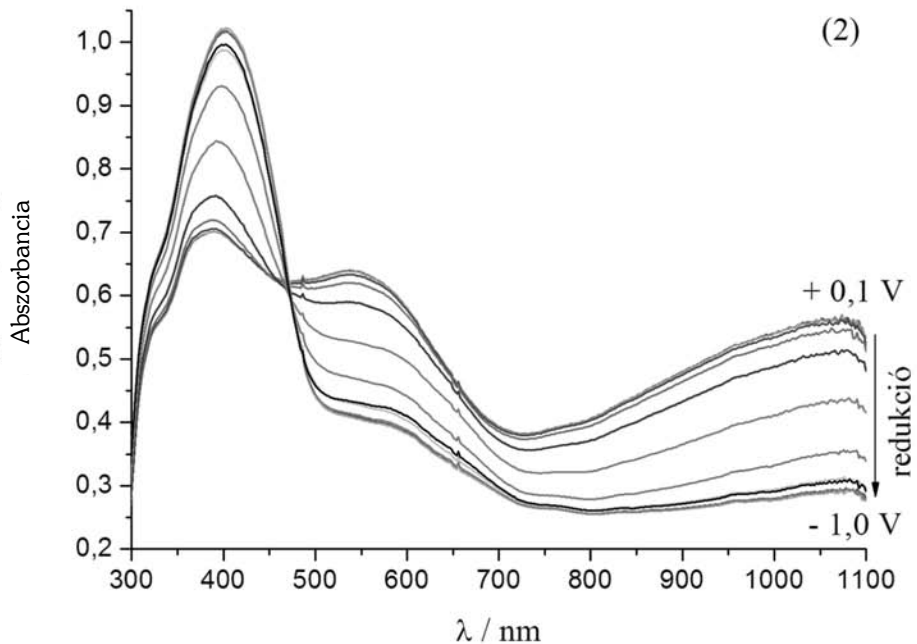
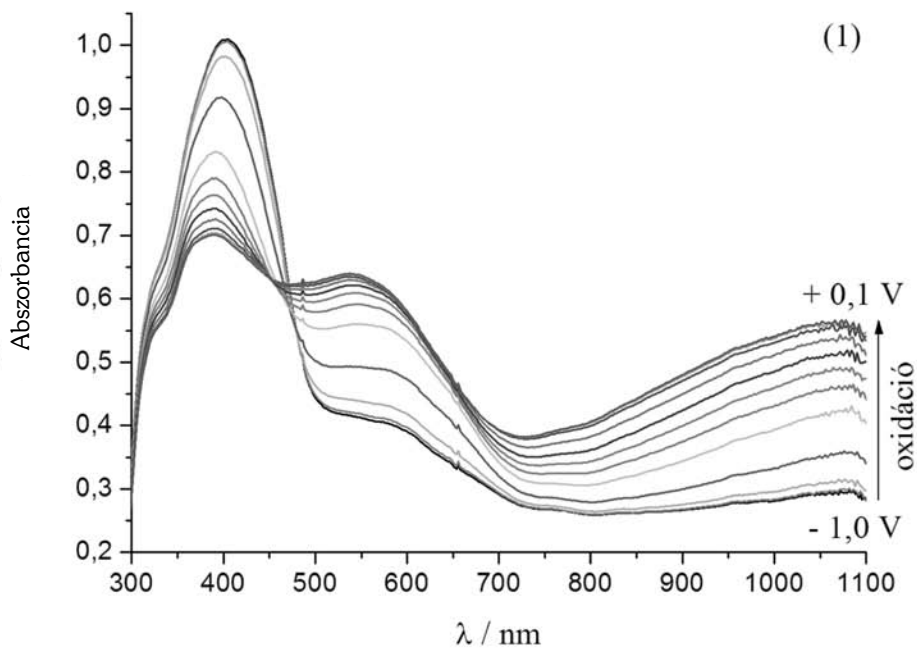
A szerves vezető polimerekből származtatott összetett anyagok (kompozitok) iránt egyre nagyobb érdeklődés mutatkozik, mivel a polimer



5. ábra

A polipirrol vékonyréteg 0,05 mol dm<sup>-3</sup> koncentrációjú nátrium-dodecil-szulfát oldatban 50 mV/s pásztázási sebesség mellett mért ciklikus voltammogramja





6. ábra

Az oxidációs félciklus (1) során ( $-1,0 \text{ V}$  és  $+0,1 \text{ V}$  potenciálértékek között) és a redukációs félciklus (2) során ( $+0,1 \text{ V}$  és  $-1,0 \text{ V}$  potenciálértékek között)  $0,1 \text{ V}$ -onként mért spektrumok

mátrixába beépített egyéb részecskék sajátosságai ötvöződnek a hordozóéval. Így olyan kompozitok alakíthatók ki, melyek több előnyös tulajdonsággal rendelkeznek, ezen anyagok alkalmazási területei tovább szélesítik a „tiszta” vezető polimerekét.

### Irodalom

[1] Inzelt György (2003): *Kalandozások a kémia múltjában és jelenében*. Vince Kiadó, Budapest. 31.

[2] R. R. Chance, D. S. Boudreaux, J. L. Brédas, R. Silbey (1986): *Handbook of conducting polymers*. T. A. Skotheim, 24. fejezet, 825–857.

[3] R. McCullogh, P. Ewbank (1998): *Handbook of Conducting Polymers*. T. A. Skotheim, R. L. Elsenbaumer, J. R. Reynolds, 9. fejezet, 225–257.

[4] A. J. Heeger, in W. R. Salaneck, I. Lundstrom, B. Ranby (1993): *Conjugated Polymers and Related Materials*, Oxford, 27–62.

Árus Dávid

# A Landolt-reakció és társai: óra-reakciók

**H**ans Landolt német vegyész 1886-ban publikálta a *Berichten der deutschen chemischen Gesellschaft* folyóiratban „A jódsav és a kénessav reakciójának időtartamáról” című úttörő munkáját. Azt tapasztalta, hogy ha kénessavat feleslegben lévő jódsav-oldattal keményítőt jelenlétében megfelelő hígításban reagáltat, akkor egy bizonyos ideig nem tapasztal látható változást, majd hirtelen megjelenik a jód-keményítő kék színe. Azt is megállapította, hogy ha azonos mennyiségű és koncentrációjú oldatokat reagáltat, akkor állandó hőmérsékleten az összeöntés pillanatától a megkékülésig eltelt idő mindig ugyanannyi, és egy óra segítségével könnyen mérhető.

Ez a jelenség nem szokványos a kémiai reakciók körében, hiszen általában a kiindulási anyagok koncentrációja időben csökken, a termékeké pedig időben nő. Az ilyen, ún. óra-reakciók esetében több, eltérő sebességű reakció megy végbe párhuzamosan. Ennek következtében, ha valamely lassan képződő köztitermék vagy végtermék igen gyors reakcióban tovább reagálhat, akkor az tartósan csak akkor fog a rendszerben megjelenni, ha a vele reagáló komponens elfogy.

## 1. Landolt-reakció és változatai

### Szükséges anyagok, eszközök:

kálium-piroszulfít (borkén), kálium-jodát, higany(II)-klorid, keményítő, desztillált víz, 50 cm<sup>3</sup>-es mérőhenger 3 db, főzőpoharak, taramérleg.

Készítsük el az alábbi oldatokat:

A-oldat: 3,0 g KIO<sub>3</sub>/200 cm<sup>3</sup>

B-oldat: 3,0 g K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 0,1 g keményítő/200 cm<sup>3</sup>

C-oldat: 0,4 g HgCl<sub>2</sub>/200 cm<sup>3</sup>

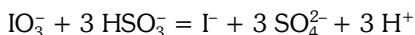
A B-oldat elkészítésekor a keményítőt kb. 10 cm<sup>3</sup> vízben melegítéssel feloldjuk, majd lehűtjük és 190 cm<sup>3</sup> vízzel hígítva, ebben oldjuk fel a kálium-piroszulfitot. A K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> borászati szakboltokban borkénként beszerezhető.

**A kísérlet:** keverjünk össze 50 cm<sup>3</sup> A-oldatot 100 cm<sup>3</sup> desztillált vízzel, és adjunk hozzá keverés közben 50 cm<sup>3</sup> B-oldatot. Színtelen oldatot kapunk, amely kb. 10 másodperc múlva (a hőmérséklettől függően) hirtelen megkékül.

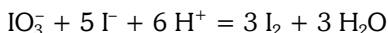
**B kísérlet:** keverjünk össze 50 cm<sup>3</sup> A-oldatot és 50 cm<sup>3</sup> C-oldatot, majd adjunk hozzá 50 cm<sup>3</sup> B-oldatot. Kb. 10 másodperc múlva narancsvörös csapadék válik ki, majd újabb 10 másodperc elteltével a folyadék mélykék színűre változik.

**C kísérlet:** keverjük össze  $20 \text{ cm}^3$  desztillált vizet,  $30 \text{ cm}^3$  B-oldatot,  $20 \text{ cm}^3$  C-oldatot, végül adjunk hozzá  $15 \text{ cm}^3$  A-oldatot. Kb. 10 másodperc múlva narancsvörös csapadék válik le, amely rövid idő múlva újra feloldódik.

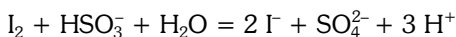
**Magyarázat:** A rendszerben egymással párhuzamosan három, eltérő sebességű reakció játszódik le. A leglassabb folyamat a jodát és a hidrogén-szulfid-ionok közötti redoxireakció:



A keletkező jodid-ion a jodát-ionnal színprociós reakcióban elemi jódot képez, ez a folyamat viszonylag gyors:

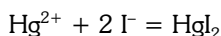


Jód kiválását (azaz az oldat megkékülését) azonban nem tapasztaljuk mindaddig, amíg a rendszerben hidrogén-szulfid-ion van jelen, mert az a jóddal pillanatszerűen reagál:

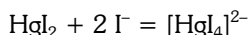


Amint tehát az oldatban elfogy a hidrogén-szulfid, megjelenik a jód, ami a jodid-ionokkal  $\text{I}_3^-$ -iont képez, és ez a keményítőtől kék színű komplexet eredményez.

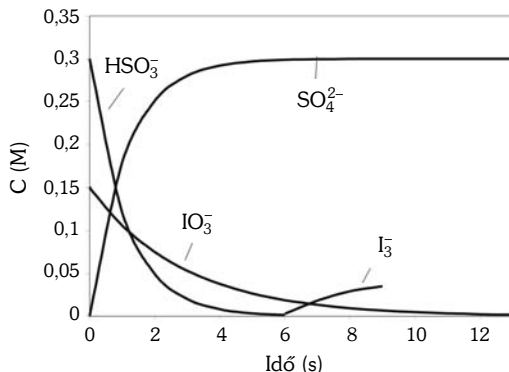
A B és a C kísérletben tapasztalt narancsvörös csapadék a higany(II)-jodid, amely a képződő jodidionok és a  $\text{Hg}^{2+}$ -ionok reakciójában keletkezik:



A csapadék képződésével párhuzamosan a jodát- és jodid-ionok reakciója is folyik, de jód kiválást csak a  $\text{HSO}_3^-$  elfogyásakor észlelünk. A C kísérletben ezt nem tapasztaljuk, mert a  $\text{HSO}_3^-$  jelentős feleslegben van, így jód nem, csak jodid-ionok képződnek, amelynek hatására a  $\text{HgI}_2$  tetrajodo-merkurát(II)-komplex képződése közben feloldódik:



Az alábbi ábra vázlatosan szemlélteti a rendszerben a jodát-ion, a hidrogén-szulfid-ion, a szulfát-ion és a jód koncentrációjának időbeni változását az A kísérletben (csak szemléltetés, nem valódi méréseken alapul!).



Ehhez hasonló rendszert állíthatunk össze két reakcióból, amelynek egyikében viszonylag lassan jód keletkezik, ami a második reakcióban pillanatszerű gyorsasággal elfogy. Ha a jód fogyasztó reaktáns elfogy a rendszerből, akkor (keményítő jelenlétében) megjelenik a kék szín. A leggyakrabban a peroxidiszulfát-jodid rendszert használják, amely reakcióban lassan keletkezik jód. Jód fogyasztó reaktánsként nátrium-tioszulfátot vagy aszkorbinsavat szoktak alkalmazni.

## 2. Kálium-jodid és a kálium-peroxidiszulfát reakciója

**Szükséges anyagok, eszközök:** kálium-jodid, kálium-peroxidiszulfát ( $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ ), nátrium-tioszulfát ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), keményítőoldat 1%-os, desztillált víz, főzőpoharak,  $50 \text{ cm}^3$ -es mérőhenger 2 db, 3 db kémcső, óra.

A-oldat:  $2,0 \text{ g K}_2\text{S}_2\text{O}_8 / 200 \text{ cm}^3$

B-oldat:  $2,0 \text{ g KI} + 20 \text{ cm}^3$  keményítőoldat /  $200 \text{ cm}^3$

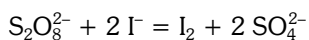
C-oldat:  $0,2 \text{ g Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O} / 100 \text{ cm}^3$

Három főzőpohárba mérjünk be  $20\text{--}20 \text{ cm}^3$  KI-oldatot, és adjunk hozzájuk  $0,5, 1,0$  és  $1,5 \text{ cm}^3$   $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -oldatot. A három kémcsőbe mérjünk  $20\text{--}20 \text{ cm}^3$   $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ -oldatot, majd egyszerre öntsük bele (páronként) a kémcsövek tartalmát a főzőpoharakba, és mérjük a kék szín megjelenéséig eltelt időt. Az első pohárban kb. 30 másodperc, a másodikban kb. 60, míg a harmadikban kb. 90 másodperc kell a kék szín megjelenéséhez.

Végezhetjük úgy is a kísérletet, hogy az első pohárban a KI mennyisége  $10 \text{ cm}^3 + 10 \text{ cm}^3$  víz, a másodikban  $15 \text{ cm}^3$  KI és  $5 \text{ cm}^3$  víz, a harmadikban  $20 \text{ cm}^3$  KI. Mindegyik pohárhoz  $0,5 \text{ cm}^3$   $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -oldatot adunk, és  $20 \text{ cm}^3$   $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ -oldattal reagáltatjuk. A megkéküléshez szükséges idők aránya kb. 2:1,5:1. A kísérlet kiválóan alkalmas arra, hogy a reakciósebesség koncentrációfüggését szemléltesse. A kísérlet arra is alkalmas, hogy a kezdeti sebességek módszerét felhasználva, az  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$  és  $\Gamma^-$  részrendjét, valamint a reakció sebességi állandóját meghatározzuk [2].

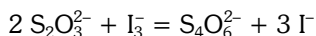
Magyarázat:

A  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$  és a KI között egy lassú, jódkiválást eredményező reakció megy végbe:



A képződő jód a jodid-ionnal trijodid-iont képez:  $\text{I}_2 + \Gamma^- = \text{I}_3^-$

A tioszulfát a trijodid-iont pillanatszerűen jodiddá redukálja:



Tekintettel arra, hogy a tioszulfát mennyisége a többi reaktánshoz képest kicsi, ezért elfogyása alatt a reakciósebesség (a jód termelődésének mértéke) közel állandó, és a következő tapasztalati egyenlettel írható le:

$$r = \frac{1}{\nu_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}}} \frac{d[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]}{dt} \approx - \frac{\Delta[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]}{\Delta t} = k[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]^{\beta_{\text{S}_2\text{O}_8^{2-}}} [\Gamma^-]^{\beta_{\Gamma^-}}$$

Mivel a tioszulfát-ion kétszer akkora sebességgel fogy, mint a perszulfát-ion, ezért (állandó reakciósebesség mellett) több tioszulfát elfogyásához arányosan több idő szükséges:

$$r_0 = \frac{[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]_0}{2\Delta t}$$

### 3. A sokszínű aldehid-óra reakció

**Szükséges anyagok, eszközök:** káliumpiroszulfit, 40%-os formaldehid, nátriumhidroxid, m-nitrofenol, fenoltalein, timoltalein,

etil-alkohol,  $250 \text{ cm}^3$ -es főzőpohár 12 db, mérőhenger  $100 \text{ cm}^3$ -es 2 db.

Készítsük el az alábbi oldatokat:

A-oldat:  $9,0 \text{ g K}_2\text{S}_2\text{O}_5 + 1,0 \text{ g NaOH}$   $1 \text{ dm}^3$  desztillált vízben feloldva.

B-oldat:  $7 \text{ cm}^3$  40%-os formaldehidoldat  $1 \text{ dm}^3$  desztillált vízben feloldva.

A két oldat hűtőszekrényben tárolva néhány napig eláll. Készítsük el a következő indikátoroldatokat is, az indikátorokat  $10\text{--}10 \text{ cm}^3$  96%-os etil-alkoholban oldjuk fel.

1,  $0,5 \text{ g}$  fenoltalein +  $1 \text{ g}$  m-nitrofenol  
(piros szín)

2,  $0,15 \text{ g}$  fenoltalein +  $2 \text{ g}$  m-nitrofenol  
(narancs szín)

3,  $2 \text{ g}$  m-nitrofenol  
(sárga szín)

4,  $0,2 \text{ g}$  timoltalein +  $2 \text{ g}$  m-nitrofenol  
(zöld szín)

5,  $0,5 \text{ g}$  timoltalein  
(kék szín)

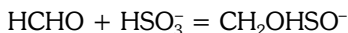
6,  $0,3 \text{ g}$  fenoltalein +  $0,13 \text{ g}$  timoltalein  
(ibolya szín)

Az m-nitrofenol helyett p-nitrofenolt is használhatunk az indikátorkeverék elkészítéséhez. Állítsunk sorba 12 db főzőpoharat úgy, hogy 2–2 poharat egymás mögé állítunk. Mérjünk ki  $6 \times 50 \text{ cm}^3$  A-oldatot az első sorban lévő poharakba, és cseppentsünk 2 csepp 1, indikátort az első pohárba, 2 csepp 2, indikátort a másodikba, és így tovább a hatodik oldatig. A hátsó sorban lévő poharakba mérjünk be  $50 \text{ cm}^3$  B-oldatot. A kísérlet kivitelezésekor öntsük össze az oldatpárokat lehetőleg egyszerre (ehhez 3 emberre van szükség). Kb. 20 másodpercig nem tapasztalunk változást, majd hirtelen (kb. egyszerre) megváltozik az oldatok színe, és szívárvány alakul ki.

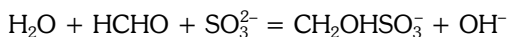
**Magyarázat:**

A rendszerben jelenlévő anyagok ( $\text{CH}_2\text{O}$ ,  $\text{HSO}_3^-$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ) között több, párhuzamosan futó és

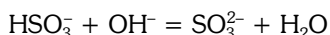
eltérő sebességű reakció megy végbe. A formaldehid a hidrogén-szulfit-ionnal lassú reakcióban aldehid-biszulfidot képez (nukleofil addíció):



Hasonló módon a szulfit-ion is reagál a formaldehiddel, ilyenkor azonban hidroxid-ion is képződik:



A képződő hidroxid-ionokat a hidrogén-szulfit-ion igen gyors sav-bázis reakcióban megköti:



Dr. Galbács Zoltán

## Kémiai fejtörő II. rész

1. A tanulók kriptongázt kívántak gyűjteni. Ehhez kiégett, de ép burájú ún. „kripton” villanykörte hoztak az iskolába. Nagyméretű (1 literes) mérőhengert háromnegyedéig vízzel töltöttek fel. Ebbe merítették a sajátos formájú kripton-lámpa üveg részét (a foglalatánál tartva), és nézték, mennyivel emelkedik a vízszint. A növekmény az égő búra-térfogatát adta meg. Ezután víz alatt összetörve az üvegbúrát, a felszabadult gázt vízzel töltött és szájával lefelé fordított üveghenger alatt fogták fel. (Az elrendezés olyan volt, mint tanórákon a fejlődött gáz felfogásához használatos berendezés: a mérőhengert vízzel színültig töltve, tenyérral száját befogva, a mérőhengert lefelé fordítva, és csak a vízzel félig töltött üveggádba merítve vették el a tenyerüket.)

Meglepően tapasztalták, hogy az összetört búrából sokkal kevesebb gáz szabadult ki (atmoszférikus nyomáson), mint amennyit bura-térfogatként meghatároztak.

Hol követtek el hibát? Mi volt az eltérés oka?

Ezért mindaddig, amíg a  $\text{HSO}_3^-$ -ionok el nem fogynak a rendszerből, nem észleljük az  $\text{OH}^-$ -ionok megjelenését, azaz az indikátorok színátcsapását. A háromféle indikátor deprotonált formájának eltérő a színe (sárga, kék, piros), és ezek keverésével sokféle szint elő lehet állítani.

### Irodalom

- [1] Rózsahegyi Márta – Wajand Judit (1999): *Látványos kémiai kísérletek*. Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged
- [2] <http://www2.sci.u-szeged.hu/physchem/altkem/kbn004/5.6.pdf>

*A világító villanykörte izzószála 2000 °C-nál magasabb hőmérsékleten izzik. A búra is 100 °C-nál melegebb. Ha nem alkalmaznának csökkentett nyomású gáztöltést, akkor a bekapcsolt izzószál környezetében a megnövekedett gáznyomás az üvegbúrát szétrobbantaná.*

2. A hajójavító műhelyben felnyitották az uszály ún. kettős fenekű (falú) üregét is, hogy megvizsgálják, az évtizedes lezárás alatt nem keletkezett-e ott kijavítandó károsodás. A leeresztett munkás hamarosan rosszul lett és a biztonsági kötéllal fel kellett húzni a rekeszből.

Sem a rendőrség, sem az ÁNTSZ nem talált mérgező anyagot az üregben, még a rozsdás falakról vett mintában sem. Az üreg légtérében sem mutattak ki a levegő szokásos összetevőitől eltérő gáz- vagy gőzkomponenseket.

Mitől lett rosszul a munkás? Hogyan lehet hasonló esetekben megelőzni az ájulást?

*A hajótest légmentesen lezárt ún. biztonsági üregében (amely arra hivatott, hogy ha léket*

kap a hajó, ne árassza el a víz a hajó belsejét) a vas falakon képződő rozsda „elfogyasztotta” a bezárt levegő oxigénjét. A munkás rosszul lett az oxigén hiánya okozta. Hasonló esetben, mielőtt valaki leereszkedne az üregbe, a helyiséget jól ki kell szellőztetni!

**3.** Közlekedési balesetet követően (éjjel útszéli fának hajtott az autó) a sérülteket elszállították. A helyszínelő rendőr az összetört autófényszóró láttán beírta a jegyzőkönyvbe, hogy az autó reflektora az ütközéskor nem volt bekapcsolva.

Az autóvezető kikérdezése nélkül miből állapította meg a rendőr, hogy gépkocsi kivilágítatlan volt?

Az autó reflektorának wolfram izzószála 2000 °C-nál magasabb hőmérsékleten izzik, amikor az világít. Ha a bekapcsolt fényszóró égője az ütközés következtében összetörik, a bejutó levegőben a wolframszál azonnal elég. A keletkező sárga színű wolfram-oxid az égő darabjaira, a reflektor tükrére rakódik. Ha ilyen lerakódás egyáltalán nem észlelhető, akkor nyilvánvaló, hogy a reflektor nem volt bekapcsolva az ütközés pillanatában.

**4.** A város múzeumából elloptak egy kisméretű aranszobrot. Hamarosan a határátkelőhelynél az éber vámosok felfedezték, hogy egy utas szokatlanul nehéz gipszszobrot visz magával. A röntgenfelvétel kimutatta, hogy a gipsztárgy belsejében a keresett aranszobor van elrejtve.

Hogyan lehetne sérülés nélkül kiszabadítani az aranszobrot a gipsz „fogságából”?

A kristályos gipsz ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) melegítés hatására elveszíti kristályvizét és elporlad. Ha kb. 200 °C-ra melegítik a gipszszobrot, akkor az arany még nem olvad meg (a tiszta arany olvadáspontja 1064 °C) és a gipsz kristályvizét elvesztve elporlad. Ezután a gipszpor viszonylag egyszerűen ledörzsölhető.

**5.** Egy réz-szulfát-oldat szállítmányt kellett a gyárba szállítani. Az udvaron három leeresztő csonkot talált a kamionvezető. Először járt a telepen és nem tudta, melyik csonkon keresztül lehet leüríteni a tartályt a föld alatti tárolóba. Benézve a csonkon keresztül semmit sem látott a kanyarodó cső és a sötétség miatt. Egy hosszú vasdróttal csak azt tudta ellenőrizni, hogy a csonkon nincs záróelem (csap), azaz a föld alatti tartályig szabad a csőszakasz.

Hogyan tudta mégis megállapítani, hogy a foszforsav, réz-szulfát és nátrium-hidroxid tartályok közül melyikbe eresztheti le a kamion folyadékát?

*A feladat nem életszerű, mert még ismerős gépkocsivezetőt sem szabad egyedül hagyni kémiai anyagok tárolóhelyein. Ellenőrző, segítő gyári személyzetnek jelen kell lenni! Ha mégis így történhetett, akkor a ledugott vasdróton a cementáció következtében lerakódott rézréteg árulja el, melyik tartály szolgál a réz-szulfát-oldat tárolására.*

**6.** A nagy melegben leesett három folyadéktároló edény címkéje. A papírokon ez volt olvasható:  
 $\text{Na}_2\text{SO}_4$  2 mol/dm<sup>3</sup>  
 $\text{CaCl}_2$  1 mol/dm<sup>3</sup>  
 $\text{Na}_3\text{PO}_4$  0,1 mol/dm<sup>3</sup>

Ha csak kémcsőállvány kémcsövekkel áll rendelkezésünkre, miként lehet azonosítani az oldatokat? (Ízlelni, tapintani tilos a vegyszereket!)

*Kiválasztunk egy oldatot és abból két kémcsőbe töltünk. Az egyikhez az egyik ismeretlen oldatból, a másik kémcsőhöz a másik ismeretlen oldatból adunk néhány cseppet.*

*Ha mindegyik esetben fehér csapadék kiválását tapasztaljuk, akkor a kiválasztott oldat  $\text{CaCl}_2$  volt. (Kalcium-szulfát és kalcium-foszfát csapadékokat észleltünk.)*

*A másik két oldat egyikéből kb. 5 cm<sup>3</sup> térfogatot kitöltünk egy kémcsőbe. Hozzáadunk a másik oldatból 1–2 cseppet. Figyeljük, hogy a hozzáadott oldat cseppje gyorsan „elmerül”-e a nagy térfogatú oldatban. Ha igen, akkor*

a hozzáadott oldat a nagyobb töménységű és sűrűségű, azaz a nátrium-szulfát-oldat. Ha nem, akkor a hozzáadott oldat a kisebb sűrűségű, azaz a trisó-oldat.

**7.** Egy üvegben nátrium-hidroxid-oldat, a másikban magnézium-szulfát-oldat van. A címkék hiányában nekünk kell azonosítani az oldatokat. Miként végezhető el csupán csak kémcsövek segítségével? (Ízlelni, tapintani tilos!)

A kiválasztott oldatból kb.  $1\text{ cm}^3$ -nyi részletet kémcsőbe töltünk. A másik oldatból óvatosan egy csepp oldatot adunk a kémcsőhöz. A két oldat érintkezésekor és rázogatva a kémcsövet fehér csapadék (magnézium-hidroxid) képződését figyelhetjük meg. Ha ezt követően nagyobb térfogatot adunk a kémcsőhöz, a csapadék mennyisége nő, akkor a kiválasztott oldat nátrium-hidroxid volt. Ha a kiválasztott oldat magnézium-szulfát lett volna, akkor kevés hozzáadott másik oldat először csapadékot képezett volna, de összerázást követően a csapadék eltűnne, mivel  $\text{pH}=9,5$ -nél kevésbé lúgos közegben a magnézium-hidroxid csapadék nem válik le.

**8.** Van három oldatunk: magnézium-szulfát, alumínium-szulfát és nátrium-hidroxid. Sajnos címkék nincsenek az üvegeken. Miként azonosíthatók az oldatok csupán kémcsövek felhasználásával?

Ha kiválasztott oldat nátrium-hidroxid lenne, akkor ennek egy kémcsőbe kitöltött részletéhez kevés, majd növekvő mennyiségben adva magnézium-szulfátot, egyre nagyobb mérvű csapadékképződést figyelhetünk meg. Az alumínium-szulfát adagolása kezdetben csapadékot ad, de összerázva a kémcsövet, feloldódik az alumínium-hidroxid a lúgfeleslegben.

Ha a kiválasztott oldat magnézium-szulfát lenne, akkor a nátrium-hidroxidot egyre nagyobb mértékben adagolva növekvő csapadékmennyiséget észlelnénk. Az alumínium-szulfát adagolása a kiválasztott oldathoz sem kezdet-

ben, sem főlegben történő adagolással nem tudna csapadékképződést okozni.

Ha a kiválasztott oldat alumínium-szulfát lenne, akkor ehhez bármilyen arányban adva magnézium-szulfátot, nem tapasztalnánk csapadékot. A nátrium-hidroxid adagolása kezdetben csapadékot adna (alumínium-hidroxidot), amely összerázva nem tűnne el, de az a nátrium-hidroxid feleslegében feloldódna.

**9.** A Minőségvizsgáló Intézetbe vakolatdarabokat szállítottak be. Egyeseket hagyományosan készítették homok, oltott mész és víz felhasználásával. Más vakolatot úgy készítettek, hogy cementet is adtak a habarcszhoz az előbb felsorolt anyagokon kívül. Mivel a homok színe különböző volt, a szín alapján nem lehetett megkülönböztetni az egyes vakolatok minőségét. Rendelkezésre állnak savak és lúgok oldatai. Miként lehetne megkülönböztetni a vakolatdarabokat?

A klasszikus vakolat megszilárdulását a kalcium-karbonát képződése idézi elő. Ha ezt pl. sósavval leöntjük, akkor a kémcsőben pezsgést tapasztalunk és hamarosan (a gázfejlődés megszűnését követően) a kémcső alján világosan kiemelhető homokszemeket látunk. Fölötte az oldat tiszta. A cementes habarcs esetében az oldódás és a gázfejlődés kevésbé heves és a végén a homokszemek mellett nem tiszta oldatban a cement (hidraulikus kötőanyag) szemcséi is látszanak, az oldat zavarosodását okozva.

**10.** A munkások siettek a műszak végén. A fiatalabbak már el is mentek és magukkal vitték a tisztító vegyszereket. Aki maradt még, az volt kénytelen a vakolás, meszelés nyomait a kövezetről eltakarítani. Mielőtt hozzáfogott volna, ivott a nagy kólás palackból és azon gondolkodott, miként végezzen a munkával. Mit tett ezután?

A vakolás, meszelés nyomait olyan anyaggal lehet eltávolítani, amely oldja a kalcium-karbonátot, azaz  $\text{pH}=4$ -nél savasabb. Erre kiválóan megfelel a kóla ital, mert annak  $\text{pH}$ -ja kb. 2,4.

**11.** Három kémcsőben három szintelen oldatot adtak. Feladat volt a  $0,1 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú répacukor-oldat, a  $0,1 \text{ mol/dm}^3$ -es nátrium-szulfát-oldat és  $0,1 \text{ mol/dm}^3$ -es kénsav-oldat azonosítása. A többi tanuló minden felszerelést bezárt a szekrénybe, csupán egy friss 4,5 V-os lapos elemmel ellátott működőképes zseblámpa és néhány db kb. 1–1 méteres csupasz rézdrót maradt a kísérletező asztalon. Megoldható-e így az azonosítás? (Kóstolni, tapintani a vegyszereket tilos!)

*A zseblámpát a rézdróttal úgy kell szerelni, hogy a sorosan kötött lámpaizzó és zsebtelep egy olyan rézdrót páron keresztül záródjon, amely drótok végeit a kérdéses oldatokba merítjük. A zsebtelep árama így átfolyik az oldatokon is (az oldatban ionvezetés van). Az égő legfényesebben világít a kénsauba merített drótvégék esetében, mert a hidrogén-ion mozgékonyasága az ionok között a legnagyobb. Az izzó legkevesbé világít (nem világít) a cukoroldat esetében. A nátrium-szulfát-oldatnál kismértékű világítást tapasztalunk.*

**12.** Fénytechnikai kísérletekhez kék színű oldatokat használtak. Az egyik színszűrős küvetában réz-szulfát-oldatot alkalmaztak, a többiben szerves színezékek színezték meg a vizet. Szemre az oldatok igen hasonlóak voltak. Mégis, miként tudná kiválasztani azt az oldatot, amely kékségét réz-szulfát okozza?

*A vasdrótot beledugva a réz-szulfát oldatba, a felületre vörös réz réteg rakódik. A szerves színezékek oldatainál ilyet nem tapasztalunk.*

**13.** Különböző (ismeretlen) töménységű szintelen oldatok vannak üvegekben: répacukor-oldat, citromsav-oldat, nátrium-szulfát-oldat, nátrium-karbonát-oldat.

A kísérletező asztalon maradt eszközök: olló, itatóspapír (szűrőpapír), fenolftalein indikátor oldat cseppentős üvegben, friss 4,5 V-os zseblámpa-elem, csupasz rézdrótok, üveglapok. Ilyen feltételek között (ízlelés és tapintás tilalma

mellett) miként tudná kiválasztani a nátrium-szulfát-oldatot?

*A szűrőpapírból csíkokat vágna. Mindegyiket megnedvesítené egy-egy kérdéses oldattal, majd minden oldatos szűrőpapír középpontjába egy-egy csepp fenolftalein indikátort cseppentene. A nátrium-karbonáttal nedvesített szűrőpapír azonnal piros lenne, mert a nátrium-karbonát oldat lúgos kémhatású. A többi nedves csíkot sorban megvizsgálná olyan módon, hogy a papírcsík közepéhez érintené azt a rézdrótot, amelyet a zsebtelep negatív pólusához kötött. A zsebtelep pozitív pólusához csatlakoztatott rézdrót szabad végét a nedves szűrőpapírcsík széléhez nyomná. Amelyik esetben néhány perc elektrolízis után piros színű lesz a negatív pólushoz csatlakozó rézdrót papírhoz érintett végének környezete, az lesz a nátrium-szulfátos kísérlet.*

**14.** Négy porüvegben négy különböző fehér por van. A leltár szerint magnézium-oxid, magnézium-klorid, kalcium-oxid és kalcium-klorid lehet az üvegekben. (A magnézium-oxidhoz még azt írták, hogy nem agyonégetett oxid!) Sajnos nem tudjuk, hogy az egyes vegyszerek mely üvegekben találhatóak. Csak desztillált vizes palack, hurkapálca és kémcsövek állnak rendelkezésünkre. Miként lehetne azonosítani az egyes vegyszeres üvegeket ilyen kevés eszköz felhasználásával?

*Az egyes porokat külön-külön kémcsövekbe szórjuk. Mindegyik kémcsőhöz a por térfogatánál kétszer nagyobb térfogatú desztillált vizet adagolunk a desztillált vizes palackból. Összerázás után néhány percig várunk. Tenyerünkbe fogva a kémcsövek alját, jól érzékelhető, hogy melyik kémcső lett a legmelegebb. Ez a por a kalcium-oxid por, a melegedést az „égetett mész oltása” okozta. Miután így azonosítottuk a kalcium-oxidot, még három vegyszer maradt. A három vegyszerből kettőt-kettőt-kettőt 1:1 arányban kémcsőbe szórunk. Így a három porból háromféleképpen tudunk két-vegyszeres keveréket készíteni. Mindhárom keverékhez adunk*



kevés desztillált vizet, és a hurkapálcával jól összekeverjük a „masszát”. Néhány perc múlva, amelyik massa a legkeményebb lesz, az a keverék a magnézium-oxidból és magnézium-kloridból álló ún. „Sorel cement”. Ezzel a  $MgO$  és  $MgCl_2$  vegyszereket megtaláltuk. A harmadik vegyszer, amelyik nem a legkeményebb masszát adta, a kalcium-klorid. Így most már csak a magnézium-oxid és a magnézium-klorid között kell különbséget tenni. Egy-egy kémcsőbe fél kémcsőnyi desztillált vizet töltünk. Csipetnyi port szórunk mindegyikbe az azonosítandó porokból (egy kémcsőbe egyfajta port). Amelyik vegyszer a magnézium-klorid, az kevés rázással jól feloldható. Amelyik por nem oldódik fel (maradékalanul), az a magnézium-oxid pora. Így mindegyik por azonosítható.

**15.** A tanulók látogatást tettek a Bűnügyi Múzeumban. Érklődéssel figyelték a beszámoló a paprika hamisításáról: a piros paprikát régóta hamisítják háromféle módon. Vagy mérgező miniumot ( $Pb_3O_4$  plumbo-plumbátot, vörös színű, korróziót gátló festéket), vagy vörös színű téglaport, vagy műanyag színezéshez használatos szerves festéket adagolnak az őrlt paprikához. A hamisítást a gyanútlan vásárló nem veszi észre, a keverék színe paprikaszerű. Sajnos a hamisítás egészségkárosodást is okozhat a fogyasztáskor...

A látogatókat arra biztatják, hogy kémcsővel, csapvízzel (és semmi más segédeszközzel) állapítsák meg, hogy a tesztelésre kirakott négy mintából melyik a valódi, és melyik a miniummal, téglaporral, szerves festékkel hamisított minta. Természetesen ízlelni nem szabad! Hogyan oldható meg a feladat?

Négy kémcsövet félig töltünk vízzel. Mindegyikbe szórunk egy csipetnyi port.

Amelyik por szétfut a víz felszínén, majd egy-két perc múlva, ahogy átnedvesedik, a por szemcsék lassan (és nem egyszerre) leülepednek a kémcső aljára, az a valódi paprika.

Amelyik porból egy részlet azonnal leülepszik a kémcső aljára, az a miniumos minta. (Az ólomvegyület nagy sűrűségű.)

Amelyikből egy részlet ugyancsak leülepszik, de nem olyan gyorsan, mint a miniumos mintánál, az a téglaporos minta.

Amelyikből várakozás után a valódi paprikapor részlete lassan leülepszik, de marad a víz felszínén egy nagyobb részlet, amelyik nem akar ülepedni, az a szerves festékes műanyag színezék.

**16.** Négy folyadéküvegben van ammónium-klorid-, karbamid-, ammónium-szulfid- és nátrium-hidroxid-oldat. Kérdés, hogyan lehet azonosítani az egyes oldatokat? (Rendelkezésre áll kémcsőállvány kémcsövekkel és egy meggyújtott borszeszegő.)

Óvatosan megszagoljuk az oldatokat. Amelyik ammóniaszagú, az ammónium-szulfid oldat. (Ezt úgy készítették, hogy ammónia-oldathoz kénport szórtak és melegítették, majd az oldat tisztáját töltötték üvegbe.) A maradó háromféle oldatból kettőt-kettőt (összesen háromféleképp) 1:1 arányban összeöntve és esetleg melegítve, figyeljük az ammónia szagát! Amelyik intenzíven ammóniaszagú, az ammónium-klorid és nátrium-hidroxid elegyítésével készült. Amelyik nem az, annak kell lennie a karbamidos oldatnak. Az ammónium-klorid és nátrium-hidroxid oldatait is megkülönböztethetjük. Ha kiválasztjuk az egyiket (tegyük fel, hogy a nátrium-hidroxidot), akkor a másikkól (az ammónium-kloridból) csak keveset hozzáadva is intenzív ammóniaszag észlelhető a melegítéskor. Fordítva (tegyük fel, hogy a kiválasztott az ammónium-klorid, és ehhez adunk kevés nátrium-hidroxidot) nem észlelhető ammóniaszag, mert csak erősen meglúgosítva lehet kiűzni az oldat ammónia-tartalmát.

**17.** Három porüvegben van ólom-acetát, ólom-nitrát és ólom-klorid, de nem tudjuk, hogy melyik üvegben milyen vegyszer van. (Leesett a címke.) Rendelkezésre áll cseppentős üvegben tömény kénsav, van kémcső és desztillált víz. Miként azonosíthatók a porok?

A porok egy-egy részletét megcseppentve kénsavval, valamelyik ecetszagú lesz. Az a por az

ólom-acetát. A maradék két por mindegyikéből egy borsószemnyi részletet fél kémcsőnyi desztillált vízbe dobunk. Amelyik oldódik, az ólom-nitrát. Amelyik nem oldódik, az ólom-klorid.

**18.** Porüvegekben kristályos nátrium-tioszulfát (másképp fixírsó), kalcium-oxid, nátrium-klorid található. A fehér porokat miként lehetne azonosítani? (A címkék leestek, és kémcsövön, csapvízen kívül más eszközünk, anyagunk nincsen!)

Három kémcső mindegyikébe fél kémcsőnyi vizet töltünk. Mindegyikbe rendre beleszórunk kb. gyűszűnyi fehér port. Néhány perc múlva a kémcsövek alját megfogjuk. Amelyik megmelegedett, abba kalcium-oxidot szórtunk, amelyik lehűlt, abba a kristályos nátrium-tioszulfát porát szórtuk. Amelyik hőmérséklete érezhetően nem változott, abba a nátrium-klorid porát szórtuk.

**19.** Sósavval megsavanyított sárga színű oldatot tettek kémcsőállványra a működő vegyifülke alá. Az egyik kémcsőben Fe(III)-kloridtól sárga az oldat, a másik égetett cukorral lett sárgítva, a harmadikba sárga festéket tettek. A színük nagyon hasonló. Semmi sincs a közelben, mert a vegyszeres szekrény be van zárva. Csak vasport felejtettek az asztalon. Hogyan dönthető el, melyikben van a vas(III)-klorid-oldat?

Vasport szórnak a kémcsőbe. A vas oldódik a sósavban hidrogén fejlődése közben. E folyamat során a vas(III)-ion vas(II)-ionná redukálódik és az oldat halványzöld színű lesz. Ezzel szemben az égetett cukor és festék oldata nem változik.

**20.** Három oldatunk van sötétbarna üvegben. Az egyik nátrium-fluorid, a másik nátrium-klorid, a harmadik nátrium-jodid. Ezekről az üvegekről leesett a címke. Mellettük csak az ezüst-nitrátos üvegen maradt címke. A címkéket mely üvegekre kell visszarakasztani?

Mindegyik oldatból keveset kitöltünk egy-egy kémcsőbe. Hozzáadunk az ezüst-nitrát-oldatból. Amelyik nem képez csapadékot, az a nátrium-fluorid-oldat. Amelyik fehér színű csapadékot ad,

az a nátrium-klorid-oldat. Amelyik sárga színű csapadékot képez ezüst-nitráttal, az a nátrium-jodid-oldat.

**21.** Az asztalon három db. címkéjét vesztett folyadéküveg található. Mindegyikben szintelen folyadék van. Az egyikben stroncium-klorid, a másikban bárium-klorid van, a harmadikban kalcium-klorid található. Az asztalon csak desztillált vizes edény, gipszpor és néhány kémcső maradt (állványon). Mégis miként azonosíthatók az üvegek?

A gipszporral készítünk gipszes vizet (azaz kalcium-szulfát telített oldatát). A gipszes víz tisztájából öntünk a folyadéküvegek oldatainak egy-egy részletéhez. Amelyik a telített gipszes vízzel azonnal csapadékot képez, az a bárium-ionokat tartalmazó oldat (bárium-klorid). Amelyik csak lassan, forralás hatására ad csapadékot, az a stroncium-klorid. Amelyik egyáltalán nem ad csapadékot a gipszes vízzel, az a kalcium-klorid.

**22.** A filmstúdió technikus megmutatta a látogatóknak, hogy a valódi vérhez hasonló folyadékot könnyen lehet készíteni rodanid-ion és vas(III)-ion reakciójával vas(III)-rodanidot képezve.

Két kémcsövet vett elő, az egyikben vas(III)-rodanid volt, a másikban igazi vér (amely nem tartalmazott véralvadésgátlót). Valóban nagyon hasonló volt a színük. Miként lehet eldönteni, melyik a hamis vér? A helyszínen nem voltak laboratóriumi vegyszerek. A technikus szobájában csak szájvízes flakont és kölnis üvegeket lehetett látni.

A szájvíz fluorid-ionokat tartalmaz (akár 1500 mg/litert!). Szájvizet csöppentve a kémcsövekhez, a fluorid-ion a vas(III)-ionnal komplex vegyületet képezve a vas(III)-rodanid-oldatot (a hamis vért) kifakítja. Az igazi vér csak hígul, de nem színtelenedik el.

**23.** A kémiatanár a szertárban a jobb tanulóknak mutatott három kémcsövet, mindháromban fehér színű, folyékony halmazállapotú anyag volt: nyers tej, diszperziós falfesték és titán-dioxidos szuszpenzió. A szertárban csak

a savas szekrény kulcsa volt a helyén, a többi vegyszer el volt zárva. Miként lehetne a kémcsöveket azonosítani?

*A valódi nyers tej savanyítás hatására „összeszik” (mint amikor megsavanyodik a tej). A diszperziós falfesték fő komponense kalcium-karbonát (amelyet finomra porítva és felületaktív anyaggal szuszpendálnak vízben). Sav hatására szén-dioxidot fejleszt. A  $\text{TiO}_2$  tartalmú szuszpenzió sav hatására nem mutat változást. (Csak hígul.)*

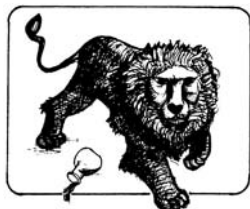
**24.** A tanár egy jól ismert kísérletre utalt, majd két kockacukor közül az egyiket talajporba mártotta, a másikat cigarettahamu porába tette. A kockacukornak csak az alsó lapja lett szennyezett. Így amikor a két kockacukrot egymás mellé, egy üveglapra tette, nem látszott a kockacukrok közötti különbség, a szennyezettség.

Kérdés, ha csak egy csipesz és egy meggyújtott borszeszegő áll rendelkezésre, hogyan lehet eldönteni a kockacukrok „előéletét”?

*A cigarettahamuban található, katalikusan aktív fémszennyezések miatt csipesszel a lángba tartott kockacukor meggyullad. A nem kezelt, vagy csak a talajporral kezelt kockacukor nem ég a lángban.*

**25.** Vegyifülke alatt három cseppentős üvegben van  $\text{Ag}^+$ -ionokat,  $\text{Hg}_2^{2+}$ -ionokat és  $\text{Ca}^{2+}$ -ionokat tartalmazó oldat, címkék nélkül. Hogy lehet meggyújtott borszeszegő és sárgaréz lap segítségével az oldatokat azonosítani?

*Elkülönítve, az oldatokból egy-egy cseppet juttatunk a sárgaréz lap felületére. Várakozás után a  $\text{Hg(I)}$ -ionokból egy fényes bevonat képződik a felületen (a higany cementálódik), amely puha textíliával fényesíthető. Láng fölé tartva (a fülke alatt) a fényesség megszűnik, mert a higany elpárolog a felületről. Az ezüst(I)-ionokból is képződik egy mattabb fémes kiválás, amely azonban melegítés hatására nem illan el. A kalcium-ionok oldata semmiféle fémkiválást nem mutat a sárgaréz felületén.*



## OROSZLÁNKÖRMÖK

Bujdosó Réka

### Kémia az óvodában

#### Bevezetés

A természettudományok – így a kémia is – fontos szerepet töltenek be a mindennapjainkban. Az általános és középiskolás diákok érdeklődése azonban csökken ezen tantárgyak iránt. Saját tapasztalataim alapján

viszont bátran állíthatom, hogy a nehéznek tűnő elméleti tananyag látványos, érdekes kísérletekkel színesítve könnyebben befogadható. Ha a kémia tudománya nemcsak tankönyvek lapjain megjelenő képletek és reakcióegyenletek „riasztó” összessége, hanem a hétköznapi gyakorlati tudását, tapasztalatait is bemutatja,

magyarázza, akkor hasznos segítséggé válhat, és kiváló kiindulási alapot biztosíthat a továbbtanuláshoz is.

Az interneten keresgélve találtam rá a LÁNGÉSZ-projektre, a Társadalmi Megújulás Operatív Program nyertes pályázatára. A projekt célja olyan oktatási és ismeretterjesztő programok kidolgozása és megvalósítása, amelyek elősegítik a természettudományos pályát választók számarányának növekedését, a tudósok, a tudományos eredmények megismertetéséhez megtalálják a professzionális, ugyanakkor hatékony módszereket. Nagyon sok érdekes, hasznos ötlet, fórum – honlap, online-magazin, pályázat – nyújt segítséget az érdeklődőknek, elsősorban az iskolás korosztálynak. Ami meglepett, hogy a tudósok, oktatási szakemberek és a tudománykommunikáció terén ismert szakértők szerint már az óvodában érdemes elkezdni a kémia megismertetését, élményként való beépítését a gyerekek mindennapjaiba.

Eszembe jutottak a saját óvodás éveim: alig vártuk, hogy az óvónéni meséljen, bábozzon, virágot ültessünk vele, nézzük, hogyan olvad el a jég a radiátoron, kikeverjük a kék és a sárga festékből a zöldet ... Ma már tudom, hogy miközben játszottunk, már biológiát, fizikát, kémiát „tanultunk”. Ezekre a játékokra máig emlékszem, szívesen gondolok vissza az első sikeres „kísérleteimre”.

### Kisgyermekkorai játékos tanulás

A játék során észrevétlenül megvalósuló tanulás lehetőségeit már régen felismerték, napjainkban pedig megint a figyelem központjába került. „A játékon belüli tanulás minden más keretben folyó tanulással szemben azért hatásos, mert a gyermek szükségleteihez, igényeihez, vágyaihoz igazított tapasztalatszerzési, gyakorlati és sokoldalú próbálkozási alkalom benne biztosított a legjobban.”

A játék belsőleg motivált, örömet okozó tevékenység, fontos szerepe van az agy fejlesztésében is. A játék – tapasztalás – tanulás, ez a hármas egység fejleszti komplex módon az egész személyiséget. Minél inkább belefeledke-

zik a gyermek a játékba, annál inkább megindulnak benne a tanulást előidéző folyamatok. Az óvodai játékos tanulás a későbbiekben is fontos marad, mivel a játék beépül a tanulási folyamatokba. „A játék iskolába lépés előtt a gyermek számára a legfontosabb, kiemelt jellegű tájékozódó tevékenység, fejlődésének kulcsa.”

A játékos tanulás jelen van az óvodások mindennapjaiban: miközben figyelik a kísérleteket, „játszva” rögzítik a különböző ismereteket, amelyeket a későbbiekben hasznosíthatnak. Felismerik a „kémia/fizika/matematika/biológia” jelenlétét a saját életükben, ráismernek majd a konyhában, fürdőszobában, kertben. A tudományok „elvont nyelve” a számukra természetes, hasznos, kipróbálható, elkészíthető élményként jelentkezik. Ráadásul a Heuréka-élmény ösztönző ereje is elvitathatatlan! A későbbi kutató számára ezek a gyermekkori élmények meghatározóak lehetnek, a híres kémikusok legtöbbször már gyermekkorában találkozott valamilyen formában a kémiával.

### „Tudománycseppek”

„A LÁNGÉSZ egy olyan kezdeményezés, amely során a tudományos eredményeket az azokat megjeleníteni tudó, hiteles szakemberek tolmácsolják, a célközönség számára is érthető és elérhető kommunikációs csatornákon keresztül juttatva el a tudomány információit.”

Az óvodások, kisiskolások nyitottak, érdeklődők és fogékonyak minden számukra új tárgy, jelenség, szituáció iránt. A kicsik természet iránti ösztönös kíváncsiságára, a természettudományos jelenségek játékos formában történő megismerése iránti lelkesedésükre biztosan lehet számítani, ezért fontos, hogy már 5–6 éves korban „bevezessük” őket az anyagok és a változások világába.

2011 „A Kémia Nemzetközi Éve” volt, ennek jegyében a Magyar Tudományos Akadémia elindított egy programsorozatot „Tudománycseppek: tudósok és tudomány az óvodában” címmel. A program keretében Spatula Sára és Kémcső Jenő látogatott el a kicsikhez és mutatott be kísérleteket. Az irányított foglalkozás ke-

retein belül, a gyerekek számára érthető módon ismertettek meg egy-egy tudományos jelenséget, az ovisok életkori jellemzőire és kimeríthetetlen kíváncsiságára alapozva. Természetesen itt ne veszélyes robbanásokra gondolunk!

Olyan anyagokkal, eszközökkel igyekeztek megismerteti a gyerekekkel a kémia világát, amelyek minden háztartásban fellelhetőek, például: tej, citrom, szódabikarbóna, ecet. Amikor hazamennek az óvodások, rácsodálkozhatnak ugyanazokra az anyagokra, amelyeket a foglalkozáson megismertek, és feltehetik a kérdést – amely egyben a program szlogenje is: „Anyá, akkor te is kémikus vagy?”

A projektet irányító egyik kutató, Paszternák András így összegezte céljukat: „Nem akarunk mindenkiből kémikust faragni, mindössze megnyitjuk az érdeklődők előtt azt a világot, amelyben dolgozunk és élünk, ennek szépségét mi is gyermekkorunkban pillanthatuk meg először. Ha a mostani ovisok közül lesz legalább egy, akivel 15–20 év múlva kollégaként találkozunk majd, nem dolgoztunk hiába.”

A tizenöt budapesti és főváros környéki óvodában kipróbált programot csak kezdeti lépéseknek tekintik az ötletgazdák. Elképzelésük szerint egy országos méretű, az óvodás korú gyermekek természettudományos ismeretanyagának bővítését szolgáló módszertani program megvalósítása lenne kívánatos.

Ennek az újszerű, izgalmas vállalkozásnak próbálok egyik első követője, kipróbálója és népszerűsítője lenni a lakóhelyemen.

### A program tervezete

*A foglalkozás helye:* DE GYFK Gyakorló Óvoda, Hajdúböszörmény

*Ideje:* 2012. 03. 30. 13.00 –13.45

*Korosztály:* nagycsoport (6–7 éves)

*A foglalkozás anyaga:*

1. Bemutatózás
2. Balesetvédelmi rendszabályok és veszélyjelzések ismertetése (1. kép)
3. Kémiai kísérletekhez használható eszközök, anyagok bemutatása, jellemzése, kipróbálása

### 4. Kísérletek:

- Sav-bázis reakciók: kémhatások színváltozatai varázspapíron (univerzális indikátorpapír)
- Olajos reakciók (olaj-víz csere; olaj a víz felszínén + ételfesték)
- Szódabikarbóna és ecet: gyertya eloltása
- Szódabikarbóna + ecet: lufi fújása
- Molekula-modellek készítése különféle anyagokból

### 5. Oklevelek a kémikus-segédék ügyes segítségével

*A foglalkozás célja:*

- az óvodások érdeklődésének felkeltése a természettudományok, ezen belül a kémiai ismeretek, tevékenységek, megismerési módszerek iránt,
- a természetben előforduló, valamint a mindennapi életből ismert anyagok, azok sokfélesége, legfontosabb tulajdonságai, átalakulásai bemutatása kísérletek által,
- a természet- és környezetbarát szemlélet megalapozása, felelős magatartás kialakításához való hozzájárulás.

*Szükséges eszközök, anyagok:* lombik, kémcső, pipetta, mérőpohár, univerzális indikátorpapír, üvegpoharak, gyertya, lufi, szappan, ecet (20 tömegszázalékos), víz, paradicsom, citrom, szódabikarbóna, bors, mosogatószer, olaj, ételfesték



1. kép

## A kémiai kísérletek leírása

1. Sav-bázis kísérletek (kémhatások színváltozatainak megfigyelése univerzális indikátorpapír segítségével):

- citrom: az indikátort narancsos-pirosra festi → savas kémhatású (pH: 2,4)
- ecet: az indikátort narancssárgára színezi → savas kémhatású (pH: 2,6)
- paradicsom: az indikátort mustársárgára festi → savas kémhatású (pH: 4)
- csapvíz: az indikátort világos zöldre színezi → semleges (pH: 6,5–7)
- szódobikarbóna (+víz): az indikátort sötét zöldre festi → lúgos kémhatású (pH: 8,4)
- szappan: az indikátort kékre festi → lúgos kémhatású (pH: 8,5–10,5)

A gyerekek a különféle anyagokat megkapják, ezekhez hozzáérintik az univerzális indikátorpapírt és a színváltozatokat egy saját készítésű, demonstrációs színskálán keresik meg (2. kép). Ha a gyerekek saját maguk kísérletezhetnek, többféle anyagot is kipróbálhatnak, akkor az összehasonlítás, az önálló munka, a következtetések levonása, az egymásra figyelés biztos motiváló sikerélményként jelentkezik.

2. Oldódási kísérletek (olajjal)

- *Olaj oldása acetóban*

Oldódik az acetóban és egy zavaros-opálos oldatot kapunk.



2. kép

- *Olaj oldása vízben (+ ételfesték)*

Nem oldódik. Mivel az olaj sűrűsége kisebb, mint a vízé, ezért feljön a felszínre. Az ételfesték csak a vízben oldódik.

- *Olaj-víz csere (3. kép)*

Szükségünk van két átlátszó (ez azért fontos, hogy látványos legyen a kísérlet) üvegpohárra, olajra, vízre és egy darab kartonpapírra. Az egyik poharat töltjük meg színültig vízzel, a másikat pedig olajjal. A vízzel teli pohárra tegyünk egy vékony kartonpapír darabot, majd fordítsuk rá az olajjal teli pohárra. Végül óvatosan húzzuk ki a poharak közül a kartonpapírt.

Az olaj és a víz „kicserélődnek”. A víz az alsó pohárba „süllyed”, míg az olaj cseppek formájában felemelkedik a felső pohárba.

Az „érthetetlen, látványos varázslat” mindig kérdéseket vet fel. A gyerekek kutatni kezdik az okokat, keresik a választ a *miért és hogyan?* kérdésekre. Ilyenkor meghatározó a válaszadó felkészültsége, nyitottsága, párbeszédre való képessége.

3. Szódobikarbóna és ecet reakciói

- „Gyertya eloltása”

Egy lombikban összekeverjük a szódobikarbónát (4. kép) és az ecetet, heves pezsgés közben szén-dioxid gáz keletkezik. Ezután egy égő gyertyát helyezek egy üvegpohárba. A szén-dioxiddal telt lombikot ráfordítom a pohárra, ügyelve, hogy az ecetes folyadék ne cseppenjen a gyer-



3. kép

tyára. A gyertya elalszik. Megbeszélhetjük a gyerekekkel a különféle tűzoltási lehetőségeket.

- „Lufi-fújás”

Egy lombikba ecetet töltünk. A lufiba (amit már egyszer felfújtam, hogy a kísérlet biztosan sikerüljön) szódabikarbónát teszek. A léggömböt ráhúzom a lombik szájára és így beleszóróm a lufiban lévő szódabikarbónát, heves pezsgést (gázfejlődést) tapasztalunk. A lufi szépen lassan megtelik gázzal és felfújódik.

A tiszta szén-dioxid nem éghető, az égést nem tápláló anyag. Lehetőség van az előző kísérletben „megszerzett tudás” felidézésére. Az „megélt” tapasztalat, gyakorlat segíti, megkönnyíti a tudás alkalmazását, rögzítését.

### Összegzés

**A**gy gondolom, nagyon jó ötlet a kémiai foglalkozásokat bevezetni az óvodában. Azt tapasztaltam, hogy hihetetlenül nyitottak és érdeklődőek az ovisok. Minden kísérletben részt szerettek volna venni, szívesen és meglepően tájékozottan válaszoltak a kérdéseimre. Mindenről volt saját „tudásuk-tapasztalatuk”, amit meg szerettek volna osztani velem. Néha alig tudtam szóhoz jutni a sok-sok lelkes közbeszólástól. Természetesen a legnagyobb élmény a kísérletezés volt. Mindent szerettek volna kipróbálni: cseppenteni a pipettával; kémcsőben, lombikban összekeverni különféle anyagokat; gyertyalángot eloltani a „láthatatlan gázzal”. Volt olyan kísérlet, amit négyszer kellett megismételni, mert nem tudtak betelni a látvánnyal.

Számomra azért volt fontos ez a projekt, mert ahogy bementem az ovisok közé, én is egy kicsit újra „kisgyerek lehettem”. Öröm volt látni, hogy mennyire tudtak lelkesedni, milyen őszintén kíváncsiak voltak minden újdonságra. Mikor elszíneződött az indikátorpapír, kiült a döbbenet az arcukra és azt mondogatták: „*Ez tényleg varázslat! Én is tudok varázsolni!*”

Amikor befejeztem a foglalkozást, körém gyűltek és azt kérdezték: „*Máskor is jössz majd?*” Azt hiszem, ez volt a legnagyobb elismerés.

Véleményem szerint feltétlenül folytatni kell ezt a kezdeményezést az ország minél több óvodájában, akár lelkes, felkészült középiskolások bevonásával is. Így már 6–7 éves korban kedvet lehetne csinálni a gyerekeknek a természettudományos tárgyakhoz, és a 15–18 éves diákok számára is meghatározó élményt, megerősítést nyújthatna ez a fajta megközelítés, játékos ismeretátadás, „tanítás”.

### Irodalom

- [1] Dr. Siposné Dr. Kedves Éva – Horváth Balázs – Péntek Lászlóné (2001): *Általános kémiai ismeretek 9. Mozaik Kiadó, Szeged*
- [2] Náray-Szabó Gábor (2006): *Kémia. Akadémiai Kiadó Zrt.*
- [3] Rózsahegyi Márta – Wajand Judit (1999): *Látványos kémiai kísérletek. Mozaik Oktatási Stúdió Kft.*
- [4] Ulrike Berger (2010): *A kémia titkai. Cser Könyvkiadó és Ker. Kft.*
- [5] Ádám Ferencné – Dr. Kuti István – Dr. Kuti Istvánné (2007): *Környezeti nevelés a XXI. század óvodájában. Kecskeméti Főiskola Nyomdája, Kecskemét*
- [6] Kovács György – Bakosi Éva (2007): *Játékpédagógiai ismeretek. Debrecen*
- [7] <http://www.langesz.hu/tag/mta/>
- [8] <http://www.kemiaportal.hu/hu>
- [9] <http://www.kemiaipanorama.hu/>



4. kép

Rábai Márta

## Kedvenc kísérletem: hogyan készítsünk folyékony mágnest?

**F**ennek a cikknek az alapja az ELTE Kémiai Intézetében általam készített, azonos című évfolyamdolgozat. A kísérlet eredeti, angol nyelvű leírását **Anne Marie Helmenstine** közölte az About.com Chemistry weboldalon (a pontos hivatkozást ld. a Források között). Az alábbiakban először a cikk magyar nyelvű (kémiatanár felhasználók számára adaptált) fordítását írom le, majd a kísérlet közoktatási kémiatanítás során való felhasználási lehetőségeit elemzem.

### **Magyar fordítás: hogyan készítsünk folyékony mágnest?**

**A** folyékony mágnes vagy ferrokolloid egy olyan kolloid keverék, amely (mintegy 10 nm átmérőjű) mágneses részecskéket tartalmaz folyadékban diszpergálva. A hordozó folyadék felületaktív anyagot is tartalmaz, amely megakadályozza, hogy a részecskék egymáshoz tapadjanak. A ferrofluidumokat diszpergálhatjuk vízben vagy szerves anyagban. Egy tipikus ferrokolloid tömegszázalékos összetétele: 5% szilárd, mágneses anyag; 10% felületaktív anyag és 85% hordozó folyadék. Az általunk elkészíthető ferrofluidumok egyik típusában magnetit részecskék a mágneses részecskék, olajsav a felületaktív anyag és a részecskék kerozin hordozó folyadékban vannak diszpergálva.

Többen is kérdezték már tőlem, hogy helyettesíthető-e az olajsav és a kerozin más anyaggal. A válasz igen, habár a vegyületek cseréje némiképp megváltoztatja a ferrofluidum tulajdonságait. Más felületaktív anyagokat és

más szerves hordozókat is ki lehet próbálni. Fontos azonban, hogy a felületaktív anyag oldható legyen a szerves hordozóban.

Ha a fluidumra nem hat külső mágneses mező, akkor az azt alkotó magnetit részecskék rendezetlenül helyezkednek el. Ezzel szemben külső mágneses mezőben a részecskék mágneses momentumai igazodnak a mágneses erővonalakhoz. A részecskék elrendeződése a mágneses mezőből kikerülve újból rendezetlen lesz. Ezt a tulajdonságot kihasználva olyan folyadékot készíthetünk, melynek sűrűsége a mágneses mező erősségének függvényében változik, miközben fantasztikus alakzatokat ölt.

Egyes CD- és DVD-lejátszók lézerfejei és egyes hangszórók is tartalmaznak ferrofluidumokat. A ferrofluidumokat alacsony sűrűdású forgótengelyek és számítógépes lemez-meghajtók tömítéseként is használják. Akár a számítógépünk lemez-meghajtóját vagy a hangszórónkat is szétszedhetnénk, hogy folyékony mágneshez jussunk, de meglehetősen egyszerű (és szórakoztató), ha elkészítjük a saját mágneses folyadékunkat.

### **Biztonsági előírások**

Az eljárás során gyúlékony anyagokkal dolgozunk, hő termelődik, és mérgező gőzök is keletkeznek. Viseljünk védőszemüveget, védjük a bőrünket, dolgozzunk jól szellőző helyiségben és legyünk tisztában a használt vegyszerek biztonsági előírásaival! A ferrofluidum szennyeződést okozhat a bőrünkön és a ruhánkon. Gyerekektől



és állatoktól távol tartandó! Ha az emésztőrendszerbe kerül, orvoshoz kell fordulni (fennáll a vasmérgezés veszélye és a hordozó kerozin).

### Anyagok

- háztartási ammóniaoldat („szalmiákszesz”)
- olajsav (lehet, hogy beszerezhető egyes gyógyszer-tárból, kézműves- és bioboltokból)
- savas PCB /vas(III)-klorid oldat/ – egy elektronikai boltból vagy készíthetünk vas(III)-klorid-oldatot vagy vas(II)-klorid-oldatot, esetleg használhatunk magnetitet vagy mágneses hematit port, ha bármelyik rendelkezésünkre áll az említett ásványokból (a mágneses hematit egy olcsó ásvány, melyet felhasználnak ékszerkészítéséhez)
- acélgyapot („vasforgács”)
- desztillált víz
- egy mágnes
- kerozin
- hőforrás
- két főzőpohár vagy mérőhenger
- egy műanyag fecskendő vagy gyógyszeres üveg (valami, amivel ki lehet mérni 10 cm<sup>3</sup>-t)
- szűrőpapír vagy kávészűrő

A készítendő ferrofluidum mágneses részecskéi magnetitből állnak. Ha nem kész magnetitből indulunk ki, akkor az első lépés a magnetit előállítás. Ennek során a vas(III)-kloridot savas oldatban vas(II)-kloriddá redukáljuk. Ennek vas(III)-kloriddal való reakciója során képződik a magnetit. A kereskedelmi savas PCB-oldat vas(III)-klorid tartalma általában 1,5 mol/dm<sup>3</sup> és (az alábbiak szerint) 5 g magnetitet állíthatunk elő belőle. Ha más koncentrációjú vas(III)-klorid oldatunk van, a továbbiakban 1,5 mol/dm<sup>3</sup>-es oldattal dolgozzunk.

Öntsünk egy főzőpohárba 10 cm<sup>3</sup> savas PCB oldatot és 10 cm<sup>3</sup> desztillált vizet.

Adjunk egy darabka acélgyapotot (acélforgácsot) az oldathoz! Melegítsük a folyadékot,

egészen addig, amíg színváltozást nem tapasztalunk. Az oldatnak világoszölddé kell válnia (a vas(II)-klorid világoszöld). Szűrjük a folyadékot szűrőpapíron vagy kávészűrőn. A szűrletet megtartjuk, a szűrőpapírt eldobjuk.

Csapjuk ki a magnetitet az oldatból. Adjunk 20 cm<sup>3</sup> savas PCB (FeCl<sub>3</sub>) oldatot a zöld oldathoz (FeCl<sub>2</sub>). Ha vas(II)- és vas(III)-klorid törzsolatokat használunk, vegyük figyelembe, hogy a FeCl<sub>3</sub> és a FeCl<sub>2</sub> 2:1 arányban reagál egymással. Keverjük össze az előbbi oldatot 150 cm<sup>3</sup> ammónia-oldattal. A magnetit (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) kicsapódik az oldatból. Ez az a termék, amire szükségünk van.

A következő lépésben a magnetitet diszpergáljuk egy hordozó folyadékban. A mágneses részecskéket felületaktív anyagnak kell borítania, hogy ne tapadjanak egymáshoz a mágneses vonzás miatt. Végül a felületaktív anyaggal borított részecskéket eloszlatjuk egy hordozó folyadékban, így a mágneses oldat úgy fog folyni, mint egy folyadék. Mivel ammóniával és kerozinnal dolgozunk, a diszpergálást jól szellőző helyen kell végezni: a szabadban vagy vegyi fülke alatt.

1. Melegítsük a magnetites oldatot éppen a forráspontja alá. Keverjük hozzá 5 cm<sup>3</sup> olajsavat.
2. Addig melegítsük, amíg az ammónia el nem párolog (kb. 1 óra).
3. Szüntessük meg a melegítést, majd hagyjuk lehűlni a keveréket. Az olajsav és az ammónia reakciója során ammónium-oleát képződik. Hő hatására az oleát-ionok oldatba mennek, míg az ammónia gázként távozik az oldatból (ezért kell a szellőzés). Amikor az oleát-ion hozzákapcsolódik a magnetit részecskéhez, olajsavvá alakul vissza.
4. Adjunk 100 cm<sup>3</sup> kerozint a stabilizált magnetit szuszpenzióhoz. Keverjük a szuszpenziót addig, amíg a fekete színű anyag nagy része belekeveredik a kerozinba. A magnetit és az

<sup>1</sup> A töltésmegmaradás elve értelmében az oleát-ionok olajsavvá való visszaalakulásának és az ammónia felszabadulásának párhuzamosan kell zajlania.

olajsav nem oldódik vízben, míg az olajsav kerozinban oldódik. A stabilizált részecskék a vizes oldatból átmennek a kerozinba. Ha a kerozint más anyaggal akarjuk helyettesíteni, akkor hasonló tulajdonságú oldószert kell választanunk: olyat, melyben az olajsav oldódik, de a stabilizálatlan magnetit részecskék nem.

5. Dekantáljuk a vizet és a kerozinos réteget tartjuk meg. A magnetit-, olajsav- és kerozin-tartalmú anyagunk a ferrofluidum.

A ferrokolloid nagyon erősen vonzódik a mágneshez, ezért a folyadékot és a mágneset el kell választani, például egy üveggel. Ne fröcsögtessek szét a folyadékot! Mind a kerozin, mind pedig a vas mérgező, ezért ne nyeljük le a ferrokolloidot és kerüljük a bőrrel való érintkezését. (Ne kevergessek az ujjunkkal és ne játszunk vele!)

Az alábbiakban felsoroltunk néhány lehetőséget a mágneses folyadék használatára:

- egy erős mágnes segítségével lebegtethetünk egy pénzérmét a ferrofluidum tetején;
- egy mágnes segítségével felemelhetjük a ferrofluidumot a pohár szélein;
- vigyünk egy mágneset közel a ferrofluidumhoz, hogy az tűskés alakban kövesse a mágneses mező erővonalait.

Fedezzük fel a formákat, melyeket a mágneses folyadékból egy mágnes használatával kialakíthatunk! A mágneses folyadékot hőtől és nyílt lángtól védve kell tárolni. Ha meg akarunk szabadulni a mágneses folyadéktól, úgy kell eljárunk, mint a kerozin hulladék esetében. Jó szórakozást!

### Felhasználási lehetőségek a kémia tanítása során

**F**ez a kísérlet a közép- és általános iskolai oktatásban többféleképpen is felhasználható, bár a teljes kísérletet a tanórán végrehajtani túl időigényes lenne. A magnetit előállításá azon-

ban ezzel a módszerrel egyszerű és viszonylag gyorsan kivitelezhető. Szintén egyszerűen elvégezhető a tanórán a már stabilizált magnetit kerozinban történő diszpergálása. Ezt a kísérletet a kolloidok témánál használhatjuk fel. Szakkörökön elég idő állhat rendelkezésre a komplett kísérlet elvégzéséhez is, a diákok a tanár irányításával elkészíthetik a ferrokolloidot, melyet a tanórán be lehet mutatni, mágneses tulajdonságát kihasználva a diákok játszhatnak is vele, és értelmezhetik a tapasztalatokat. Azért tartom nagyon hasznosnak ezt a kísérletet, mert rendkívül motiváló lehet a diákok számára a bemutatása, illetve elvégzése. Tudománynépszerűsítő eseményeken is fel lehetne használni az érdeklődés felkeltése céljából. Az alábbiakban egyenként sorra veszem azokat az általános és középiskolai témákat, melyeknél felhasználható ez a kísérlet, illetve a kísérlet egy részlete.

#### 1. Anyagok tulajdonságai – Mágnesesség

A 7. évfolyamon az anyagok tulajdonságai témánál a mágnesességet is érdemes megemlíteni. A magnetit előállítását bemutatva megmutathatjuk, hogyan lehet nem mágneses anyagokból mágneses anyagot előállítani. A kísérlet nagyon motiváló lehet, mivel a végrehajtása után a diákok meggyőződhetnek a keletkezett anyag mágnesességéről.

#### 2. A vas oxidjai

8. osztályban a vas témánál szóba kerülnek a vas oxidjai. Itt a magnetit egy jó példa, mivel mágneses is, ezért motiváló lehet az előállítása, illetve a tanórán való bemutatása. Már itt meg lehet említeni, hogy a magnetit egy kettős oxid, amely vas(II)- és vas(III)-oxidból tevődik össze. Érdemes elmondani a diákoknak, hogy nagyon sokféle vas-oxid létezik, és egy-két fontosabb vasérc kémiai összetételével (pl: magnetit, hematit, limonit, vaspát) már 8. osztályban meg lehet ismertetni a tanulókat.

#### 3. Kolloidok

9. osztályban a diszperz rendszerek tanításakor szóba kerülnek a kolloidok is. A ferrokol-

loidok kiváló példák kolloid rendszerre. Itt elmondhatjuk, hogy a magnetitből készült ferrokolloid esetében a folytonos közeg a kerozin, a diszperz közeget pedig a szilárd magnetit részecskék képezik, melyek szemcsemérete a kolloid mérettartományba esik. A ferrokolloidok előállítása egyúttal jól szemlélteti, hogyan lehet a nanotechnológia módszereivel különleges tulajdonságú anyagokat képezni.

#### 4. Sav-bázis reakciók

9. osztályban a sav-bázis reakciónál is meg lehet említeni a magnetit előállítását, hiszen az ammóniaoldat és az olajsav sav-bázis folyamatban reagál.

#### 5. Redoxireakciók

9. osztályban a redoxireakciók tanításakor értelmezhető a fenti kísérletsorozat első lépése, amely során az elemi vas redukálja a  $\text{Fe}^{3+}$ -ionokat  $\text{Fe}^{2+}$ -ionokká. Továbbá érdekes feladat lehet a magnetitben a vas oxidációs számainak, ill. azok átlagának (az oxidációs foknak) a kiszámítása.

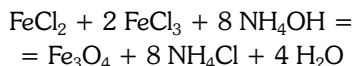
#### 6. Zsírsvak és szappanok

A szerves kémia tanítása során (a 10. évfolyamon) föltehetjük azt a kérdést, hogy vajon mi az oka az olajsav stabilizáló szerepének. Az amfipatikus molekulák fogalmát már ismerő diákok rájöhetnek, hogy az olajsav poláros „fejével” a magnetit felé, hosszú apoláros láncával pedig a kerozin felé fordulva megakadályozza,

hogy a magnetit részecskék összetapadásával aggregátumok képződjenek. A diákok a saját szemükkel győződhetnek meg arról, hogy a stabilizált kolloid rendszerben a szilárd részecskék nem válnak el a folyadéktól, és a folyadékkal együtt mozognak a mágneses mező hatására.

#### 7. Az oxigén és vegyületei, kettős oxidok

A magnetit előállítását a következő egyenlettel írhatjuk le:



A magnetit összetételét pedig így értelmezhetjük:



A 11. évfolyamon tartott kémia fakultáción az oxigén vegyületei témánál már fontos elmondani, hogy kettős oxidok is léteznek. Erre egy jó példa a magnetit. Azért is fontosnak tartom, hogy a kémiatanár említést tegyen a kettős oxidokról, mert aki nem tud róla, hogy a magnetit kettős oxid, esetleg redoxireakcióként értelmezheti az előállítását.

Remélem, a fentiek alapján sikerült bebizonyítanom, hogy a folyékony mágnes fent leírt előállítása megéri a fáradságot. Hiszen a ferrokolloid nemcsak látványos bemutatók szereplője lehet, hanem módszertani szempontból is nagyon sokoldalúan felhasználható.

#### Források

- [1] <http://chemistry.about.com/od/demonstrationexperiments/ss/liquidmagnet.htm>
- [2] <http://en.wikipedia.org/wiki/Magnetite>
- [3] Kecskés Andrásné dr., Rozgonyi Jánosné (2005): Kémia 7. Nemzeti Tankönyvkiadó
- [4] Kecskés Andrásné dr., Rozgonyi Jánosné, Kiss Zsuzsanna (1999): Kémia 8. Nemzeti Tankönyvkiadó
- [5] Siposné dr. Kedves Éva, Horváth Balázs, Péntek Lászlóné (2003): Kémia 9. Mozaik Kiadó
- [6] Péntek Lászlóné, Siposné dr. Kedves Éva, Horváth Balázs (2002): Kémia 10. Mozaik Kiadó



1. kép

Magnetites ferrokolloid (a szerző felvétele)

Simon Kristóf Péter

## Kémia tábor diákszemmel

2009-ben a kémiatanárom azzal az ötlettel fordult hozzám, hogy volna-e kedvem kémiatáborba menni. Szeretem és érdekel is a kémia, miért ne, gondoltam. Ennek az ötletnek köszönhetem, hogy már harmadik alkalommal vehetek részt a Varázslatos Kémia Nyári Táboron.

Az első alkalom Pécssett volt. Nyolcadikos fejjel vágtam neki a tábornak, nagy érdeklődéssel, kevés tudással a birtokomban. Hatalmas kaland volt, első valódi betekintésem a kémia világába. Talán legizgalmasabb rész az ionvadászat volt. A Pécsi Tudományegyetem egyik laborjában voltunk, ott kaptuk meg a kis kémcsövünket azzal az instrukcióval, hogy a benne található aniont és kationt határozzuk meg. Bevallom: kicsit megijedtem a feladattól, de hamar elmúlt ez a félelmem, mikor az első lángfestésem siker koronázta. Végül kisebb nehézségek árán, de sikerült megoldanom a problémát. Sajnos csak a második leggyorsabb voltam. Amikor eljött a tábor utolsó napja, azzal a gondolatmentem haza, hogy ha lesz még ilyen tábor, biztos, hogy elmegyek.

Szerencsémre a következő évben (2010) is megtaláltam a tábor kiírását, amit akkor Nyíregyházán rendeztek. Abból a táborból is sok szép emlékem maradt, de mind közül három dolog van, amire legjobban emlékszem. A legelső élményem, amikor a Biológiai Tanszék egyik laborjában vörösfoszfot és kálium-klorátot kevertünk össze egy ceruza rádiós felén, majd a gombóckákat egy fémlapra dobáltuk. Sokadik próbálkozásra már sikerült olyan mennyiségű füstöt előállítanunk, ami beindította a tűzjelzőt. Nagy probléma nem lett belőle, mert előre szóltak, hogy ez előfordulhat, de a sipító hangot nem lehetett megszokni. Nem sokkal ezután az állatkertet is meglátogattuk, ahol életemben először láttam albinó kockás pitont. Végül, de nem

utolsó sorban a botanikus kerti látogatásunk is csodálatos volt, mert éppen a *Victoria amazonica* nyílási idején voltunk ott.

A 2011-es táborba sajnos nem jutottam el, de reméltem, hogy idén is megrendezik.

Így érkezünk el a 2012-es nyári táborhoz. A Nyugatiban ismerős tanárok fogadtak: Martonné Ruzsa Valéria tanárnő és Dr. Medzihradszky Dénes tanár úr a szokásos zöld tábláskával, de a változatosság kedvéért Szeged volt ráírva, ugyanis az idei tábornak a Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Karának Kémiai Tanszékcsoportja adott helyet, tekintettel a Szent-Györgyi Albert Emlékévre, illetve arra, hogy Szegeden az idén tavasszal adták át a kar Dóm téri épületében az új hallgatói laboratóriumokat. A vonatút alatt minden, már volt táborozó tartott egy kis beszámolót az újaknak. A kellemes utazás után a szegedi állomáson mediterrán kánikula és házigazdánk, Németh Veronika fogadott minket, aki mutatta az utat a kollégiumba. Gyors lepakolás után átvonultunk a Dóm téri egyetemi épületbe, ahol a tábornyitást, köszöntőt és ismertetőt követően 5 fős csapatokra osztották a 25 fős diáktársaságot, és csapatonként egy-egy doktorandusz hallgató közreműködésével dióhéjban (60 percet kaptunk) megismerkedhettünk egy kutatócsoport munkájával. Figyelni kellett nagyon, mert a tábor végére egy rövid előadást kellett készíteni ezekről a kutatásokról.

Az én csapatom kicsit kilóg ebből a sorból, mivel az a hallgató, aki minket kísért volna, elakadt az országhatáron, így a tanszék vezetőjével, Dr. Kónya Zoltánnal kezdtük el túránkat az Alkalmazott és Környezeti Kémiai Tanszéken. Később a szintén a tanszéken dolgozó Dr. Kukovecz Ákos vette át a tájékoztatásunkat.

Nem sokkal a projekt munka anyagának összegyűjtése után egy városismereti kalandtúrára

indultak a már megalakult 5 fős csapatok. A város különböző pontjain elhelyezett feladatlapok és egy térkép segítségével kellett megtalálnunk nevezetes helyeket. Én a 2. csapat tagja voltam. A Dóm téren kezdtük, majd kimentünk a Tiszaparra, ellátogattunk egy műemlék víztoronyhoz, az Anna-kúthoz, Szent-Györgyi Albert egykori laboratóriumához stb., majd két és fél óra múlva elcsigázottan és éhesen visszaértünk a kiindulási pontra. A meghatározott időt 30 perccel túlléptük, de így is másodikként értünk be az 5 csapat közül. Szerencsére a vacsora csak néhány méterre volt tőlünk. Evés után visszamentünk az egyetemre, ahol Árus Dávid és segítői látványos kísérletbemutatóját néztük meg. Ez kicsit felrázta a fáradt társaságot. A robbantások és színváltozások után végül már csak az alvásra tudtunk gondolni, véget ért az első szege di napunk.

Kedden délelőtt a Belvárosi hídon és az újszegedi ligeten átsétálva a Szegedi Biológiai Központba érkeztünk, ahol a fehérjekutatásban és -analízisben résztvevő kutatócsoport munkájába kaptunk betekintést. Mielőtt lementünk a laborba, kaptunk egy kis „gyorstalpaló fejtárgítót” Dénes tanár úrtól, majd irány a labor. Életemben először használtam automata pipettát, először láttam élőben túlnyomásos fülkét és tömegspektrométert. Nagyon lenyűgözött a labor, kimondottan jól éreztem magam, bár az állandó hangos zúgást nehéz megszokni. Volt lehetőségünk arra is, hogy az általunk a targetra pipettázott mintákat megmérjük saját magunk, és ezeknek a kiértékelése után a grafikonokat nyomtatott formában elvigyük.

Dél körül visszaindultunk ebédelni, és bár jól esett volna, de étkezés után sem volt pihenő. Elmentünk megnézni egy üvegtechnikai bemutatót. Igazán érdekes és vakító volt, de a bemutató csúcspontja az volt, amikor az ott helyben készített üveghattyút az egyik diák megfújta. A lényege a hattyúnak, hogy ha vizet töltünk bele és megfújjuk a végét, akkor szép hangon szól, úgy, mint a vásárokbán kapható kerámia testvérei. Legalábbis ezt mondták, mert mint később kiderült, a hattyú nyakán lévő nyíláson víz jött ki, pontosan a megfújó arcába. Szuve-

nírként megtarthatta a spriccelős madarat. De nem csak ő vihetett haza ajándékot, a teljes csoport kapott üvegből készült süniket. Nekem még a bemutatón készített szívószálat is sikerült megszereznem. Ezek után átvonult a csapat a Dóm téri laborba és elkezdtek az első önálló kísérletezést. Az ionvadászaton mindenki kapott öt szilárd mintát, és kezdődhetett a hevítés, hígítás, oldás, robbantás, kinek éppen mire volt szüksége. Nekem a  $KIO_3$  -tal gyúlt meg a bajom, mert elfelejtettem a hevítésnél a fejlődő gázok vizsgálatát a gyújtópálcával. A lila füstöt sikerült megfigyelni, így első megközelítésre KI-ot írtam, de egy kis segítséggel az  $O_2$ -t is sikerült kimutatnom. Nagyon élvezetes volt, bár az egyik lángfestésemet kissé veszélyesen valósítottam meg, mivel a Zn-re annyi tömény HCl-at öntöttem, hogy a gázfejlődés közben erőteljesen fröcsögött. Még szerencse, hogy viseltük az egyéni védőfelszereléseket. Gyakorlat teszi a mestert, és ezt nekem még gyakorolni kell. A kísérletezés és takarítás után meghallgattuk Dr. Sipos Pál előadását az alternatív (ál-) tudományokról, majd



1. kép  
Az elektrokémiai gyakorlaton

vacsora után, a nap zárásaképpen Dr. Pálinkó István előadását a nem konvencionális hidrogénkötésekről.

Harmadik napunk volt talán a legkönnyebb mind közül. A délelőtti folyamán a Cu-ionokat mutattuk ki többféle titrálással. Élvezetes feladat volt, főleg a jodometriás, ahol, ha túltitráljuk az oldatot, akkor a beleszóppentett keményítő miatt sem mutat színváltozást. Innen mire rájön az ember, hogy mennyire rontotta el, az művészet. Én a gyorsabbik megoldást választottam ennél a helyzetenél, készítettem egy új oldatot és óvatosabb voltam az adagolásnál, hozzáteszem, így is sikerült még egyet elrontani.

A tikkasztó meleg miatt mindenki gyorsabban fáradt, de mikor végeztünk a második egyéni gyakorlattal is, akkor elmentünk ebédelni, amit a szegedi Napfényfürdő meglátogatása követett. Legnagyobb meglepetésemre Medzihradszky tanár úr volt az egyik leggyorsabb, aki a víz felé vette az irányt. Nem sokkal utána a csoport nagyobbik része is elindult felfedezni a medencét, de voltak olyanok, köztük jómagam is, akik inkább pihettek még egy kicsit a „bázis”-on. (Ok, de akkor hol

a sav?) Persze volt, akit a tudomány itt sem hagyott nyugodni. Fazekas Zsolt a Schrödinger-egyenlet felírásával töltötte majdnem a teljes fürdésre szánt időt. Néhány óras kikapcsolódás után újra a Dóm téri épületben folytattuk a napot, Dr. Kiss Tamás a gyógyászatban felhasználható fémkomplexekről tartott előadásán. Majd következett a vacsora és a fórum, ahol az eddig megismert előadókkal beszélgetett a teljes diákcsoport. Minden professzor elmondta, milyen út vezetett el addig a pontig, amikor eldöntötték, hogy a kémiával fognak foglalkozni, hogy miért pont a vegyészet érdekelte őket, hogyan kerültek Szegedre. A napot a jól megérdemelt pihenés zárta.

Az utolsó előtti napon következtek a páros laborgyakorlatok. Szintén bontott csoportban dolgoztunk tovább. A nap első részében reakciókinetikai vizsgálatokat végeztünk, megnéztük a tiokénsav bomlását a hőmérséklet változtatások függésében. Igen érdekes volt, hogy míg szobahőmérsékleten (26,9 °C) 2 perc 37 másodperc alatt bomlott el a 0,02 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> -oldat, addig 50 °C-on már csak 59 másodperc kellett hozzá. Ezen felbuz-



2. kép

*A méréseket számolás és kiértékelés követte*

dulva társammal lehűtöttük az oldatot 6 °C-ra. Hát várni kellett rá 10 perc 38 másodpercet, hogy a kén miatt opálosodjon az oldat. Azért azt megállapítani, hogy egy oldat már kezd opálosodni, nem volt egyszerű feladat. Szerintem ez volt az egyik legmacerásabb kísérlet, mert a végeredmény észlelése nagy odafigyelést igényelt. Ezek után már kicsit könnyebb dolgunk volt, egy órareakciót kellett elvégezni, ahol KI-ot oxidáltunk  $K_2S_2O_8$ -tal. Bár ezeket nem volt olyan érdekes figyelni, mégis mindenki örömujjongásban tört ki, amikor elkezdett kékülni az oldat. Nem tudom, hogy a mellettünk lévő páros vagy mi rontottuk-e el jobban a feladatot, de az arányok mindenhol ugyanazok voltak, mégis akár perces eltérések is voltak a reakciók között. A rekordunk 29 perc 50 másodperc volt, de ezzel korántsem a legtöbb időt vártunk, mert voltak olyanok, akik majdnem háromnegyed órát vártak.

Gyors ebéd után következett az elektrokémiai kísérletsorozat. Daniell-elem összeállítása és vizsgálata volt a feladat. Kétféle módon lehetett dolgozni, vagy a  $ZnSO_4$ -t, vagy a  $CuSO_4$ -koncentrációt kellett változtatni és az EME változását kellett mérni. Viszonylag hamar készen voltak a mérések, de csak ezután következett a fekete leves. Grafikont kellett készíteni a mérések alapján milliméter papíron. Még soha nem csináltam ilyet, de hosszas rubrika számolgatás után, körülbelül 30 perc alatt elkészültem a grafikonnal. A további számolási feladat már csak levezetés volt. Mivel elég sok időnk maradt a kísérlet elvégzése és a tervezett befejezés között, volt még időnk beszélgetni a minket segítő PhD hallgatóval, Endródi Balázssal is.

Miután befejeztük az eszmecserét, kellemesen megvacsoráztunk és nekiálltunk összerakni másnapra a projektbemutatónkat. Hosszas ötletelés után végül megszületett az előadás alapját szolgáló diasor, és a szövegek is kezdtek összeállni, de a végleges simításokat csak másnap reggel sikerült összehozni.

Az utolsó nap reggelén már mindenki fáradt volt, de a pakolást szintidő alatt megoldottuk. Időben mentünk reggelizni, majd utána a végső laborgyakorlat következett „Szórakoztató kémia” címmel. Ezek olyan kísérletek voltak (szám-

szerint 14), amiket szintén párosával végeztünk el, de önállóan, forgószínpadszerűen. Egy-két helyen ugyan voltak egyetemi hallgatók is, mint például az „elefánt fogkrém” kísérletnél, vagy a  $CaC_2$  és víz reakciójánál, az esetleges balesetek elkerülése végett. A kísérletek megbeszélése után tovább társalogtunk velük, így megismertünk még több egyetemi történetet és praktikát.

Végül sor került a projektmunkák bemutatására is. Az én csapatom a 3. helyen végzett és így, az összesített 5 fős csapatversenyben, amibe beletartozott a városismereti túra feladatlapjainak eredménye is, szintén a 3. helyet sikerült megszereznünk. Az egyéni versenyben, ahol az ionvadászaton és titráláson elért pontszámok összegét vették figyelembe, 1. helyen végeztem Szemes Andrással együtt. Mindketten 19,5 pontot értünk el a maximális 20 pontból. Jutalomként, akár a csapatverseny első helyezettjei, a Mozaik Kiadó által felajánlott érettségi felkészítő feladatgyűjteményt kaptam meg. A technikusoknak, a házigazdának, a szervező és segítő tanárainknak való köszönetnyilvánítás után még Szegeden megebédeltünk és indultunk haza. Természetesen egymás elérhetőségeinek összevadászása nem maradt el, a facebook-os csoport már a tábor utáni napon elkészült, hogy életben tartsa a tábori hangulatot.

Nagyon jól éreztem magam a szegedi táborban. Mivel már kiöregedtem a korosztályból, jövőre elvileg nem mehetek, de egy korábbi beszélgetésben elhangzott a „senior táborozó” kifejezés, így még van remény... ugye?



3. kép  
Minden jó, ha a vége jó!

Zwillinger Márton

## Beszámoló a Mengyelejev Diákolimpiáról

2012 tavaszára Magyarország meghívást kapott a 46. Mengyelejev Nemzetközi Diákolimpiára. A 18 ország részvételével április 23. és 30. között zajló versenyen hazánk első ízben képviseltette magát. A négy magyar versenyző kiválasztása a tavalyi olimpiai válogató eredményei és egy ötórás zárthelyi dolgozat alapján történt. A nemzetközileg rangos versenyt a moszkvai Lomonoszov egyetem szakmai szervezésével Kazahsztán új fővárosában, Asztanában tartották.

A versenyre a négyfős magyar csapat (Berta Dénes, Bolgár Péter, Sályi Gergő, Zwillinger Márton) és mentoruk, Dr. Magyarfalvi Gábor (ELTE) utazott. A csapatot támogatta a Richter Gedeon NyRt., a Magyar Kémikusok Egyesülete és az EGIS NyRt. A diákokat az ELTE Kémiai Intézete és középiskolai tanárai készítették fel.

A verseny három fordulóból állt: két elméleti és egy gyakorlati feladatsort kellett megoldani. A feladatsorok megoldására egyenként öt óra állt rendelkezésre. A feladatok nehézsége a Nemzetközi Kémiai Diákolimpia (IChO) fel-

adataival vetekedett, olykor még azokat is felülmúlta. A laboratóriumi forduló megszervezésére az új Nazarbajev Egyetemen került sor.

A versenyen kívül meglátogattuk Astana nevezetességeit: az Oceanáriumot, a város fő nevezetességeként számon tartott Bayterek-et, a Béke Piramisát, a bevásárlóközpontként működő Han Satyr-t és számos érdekes és szép nevezetességet. A Bayterek egy 97 m magas épület, kilátóként funkcionál és a főváros fő szimbóluma. Egy, a kazah mitológiához kapcsolódó, fán elhelyezett madártojást szimbolizál.

Buszos kirándulás keretében nézhettük meg az ország egyik gyöngyszemeként emlegetett Burabay Nemzeti Park természeti szépségeit, mely erdős, hegyes vidék egy közepes méretű, gyönyörű tóval. A helyhez különböző mesés legendák is fűződnek. A hegyekhez és a tóhoz sok külföldi és kazah turista is ellátogat. Mindenhol nagy szeretettel fogadtak, több helyen műsort is adtak tiszteletünkre. Szállást egy elegáns szállodában kaptunk.

A magyar csapat nagyon jól szerepelt: egy arany-, két ezüst- és egy bronzérmert hoztunk haza.

- Bolgár Péter, Eötvös József Gimnázium (Tiszaújváros), ezüst
- Berta Dénes, Apáczai Csere János Gimnázium (Budapest), bronz
- Sályi Gergő, Apáczai Csere János Gimnázium (Budapest), arany
- Zwillinger Márton, Földes Ferenc Gimnázium (Miskolc), ezüst
- A versenyzők átlagpontszámát tekintve (nem hivatalosan) az oroszok után másodikok lettünk.

Ezúton is szeretnénk köszönetet mondani tanárainknak, felkészítőinknek és mindazoknak, akik a csapat utazását lehetővé tették!



*A magyar csapat tagjai Asztana kilátótornyában (Bayterek). Balról jobbra: Sályi Gergő, Zwillinger Márton, Berta Dénes, Bolgár Péter*



# Középiskolai Kémiai Lapok – KÖKÉL

A Középiskolai Kémiai Lapok, röviden KÖKÉL a Magyar Kémikusok Egyesülete Kémia Tanári szakosztályának lapja. Az idén 40. „életévében járó” lap alapítója **dr. Várnai György**, a győri Révai Miklós Gimnázium nyugalmazott kémiatanára, aki kollégájával, **Maleczkiné Szeness Mártával** évekig meghatározó személyiségei, arculatformálói voltak a lapnak.

Jelenlegi formájában a KÖKÉL évente öt alkalommal az alábbi állandó rovatokkal jelentkeznek: *Gondolkodó – Feladatok kezdőknek és haladóknak*; *Kémia Idegen nyelven*; *Keresd a kémiát!*; *Határtalan kémia*; *Szakmai cikk*; *Műhely* és *Naprakész*.

A feladat megoldási versenyekkel jelentkezik a *Gondolkodó – Feladatok kezdőknek és haladóknak*. **Nadrainé Horváth Katalin** és **Zagyi Péter** a kezdő, illetve **Varga Szilárd** és **Magyarfalvi Gábor** a haladó rovat vezetője. A haladó részben szereplő feladatokat gyakran régebbi OKTV-helyezett és kémiai diákolimpikonok írják azzal a céllal, hogy elősegítsék a fiatalabb nemzedékeknek a fent említett versenyekre való felkészülését.

Azok, akik a kémia angol és német szakaszait szeretnék elsajátítani, fordítási versenyeken vehetnek részt a *Kémia idegen nyelven* című rovatban **MacLean Ildikó** és **Horváth Judit** gondozásában. Ezekben a rovatokban nemcsak a kiválasztott szakszövegek „száraz” fordításai olvashatók, hanem szöszedeteket is közlünk és a fordításokat beküldők, illetve az olvasóközönség hasznos fordítástechnikai és szakmai tartalomra vonatkozó tanácsokat is kapnak.

A *Keresd a kémiát!* rovatot **Kalydi György** jegyzi, aki magyar és külföldi irodalmi művekből válogat kémiai tárgyú idézeteket, melyek kapcsán kérdéseket fogalmaz meg, amivel a di-

ákok ellenőrizhetik, illetve mélyíthetik kémiai tudásukat. Ez a rovat is verseny jellegű.

A tanév végén díjazzuk a fent említett versenyeken legjobban teljesítők munkáját ingyenes egyéves KÖKÉL-előfizetéssel, tehetséggondozó táborokban való részvétellel, illetve érdekes szakmai kiadványok (pl. Természet Világa) példányainak ajándékozásával.

A *Határtalan kémia* rovat házigazdája **Szalay Luca**, aki főleg a kémia és az internet kapcsolatát boncolgatja.

Az új tudományos eredmények iránt érdeklődő diákoknak és az egyetemi tanulmányok után nosztalgiát érző kémiatanároknak szól a *Szakmai cikk* rovat. **Tóth Zoltán** pedig a *Műhely* rovatba válogat az oktatás világáról szóló újdonságokat.

Szintén a KÖKÉL közli évente egyszer a Magyar Kémikusok Egyesülete által gondozott *Iri-nyi János Országos Középiskolai Versenyé* feladatlapjait, megoldásait és a versenyen részt vevő diákok eredményeit, illetve felkészítő tanáraik névsorát.

A kémia hazai vonatkozású híreinek és aktualitásainak a *Naprakész* rovatot tartjuk fenn.

Noha az évek során a KÖKÉL többször is megújult, a lap továbbra is a tehetséggondozást tekinti alapvető feladatának. Bátran elmondhatjuk, hogy számtalan, a kémia iránt érdeklődő generáció nőtt fel a KÖKÉL-t forgatva, és a jövőben is ez lesz a hitvallásunk.

*A Szerkesztő Bizottság*

A lap elérhető az interneten is:  
<http://www.kokel.mke.org.hu> címen.

Az éves előfizetés díja 4000 Ft/év.

Az előfizetési lap a fenti címről is letölthető.

# XIV. VegyÉSztorna

## Középiskolai Kémiai Feladatmegoldó Versenyének eredménylistája 2011/2012.

Helyezés	Név	Iskola	Tanár(ok)	Összpontszám
1.	Varga Bence	Zrínyi Miklós Gimnázium / Zalaegerszeg	Tölgyesné Kovács Katalin, Halmi László	482.5
2.	Keller Dávid	Horváth Mihály Gimnázium / Szentés	Tóth Tamás	473
3.	Palya Dóra	Karacs Ferenc Gimnázium, Szakközépiskola, Szakiskola és Kollégium / Püspökladány	Palyáné Berki Éva, Palya Tamás	472
4.	Sályi Gergő	ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium / Budapest	Villányi Attila	464.5
5.	Zwillinger Márton	Földes Ferenc Gimnázium / Miskolc	Endrész Gyöngyi	458.5
6.	Berencai László	ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium / Budapest	Berek László	456
7.	Pü nkösti Zoltán	ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium / Budapest	Berek László	443
8.	Kovács Klaudia	ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium / Budapest	Villányi Attila	435.5
9.	Rutkai Zsófia Réka	Jedlik Ányos Gimnázium / Budapest	Elekne Becz Beatrix	432.5
10.	Gaszler Péter	Leőwey Klára Gimnázium / Pécs	Dr. Nagy Mária Gabriella	430
11.	Sebő Anna	ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium / Budapest	Villányi Attila	422.5

Helyezés	Név	Iskola	Tanár(ok)	Összpontszám
12.	Broda Balázs	Földes Ferenc Gimnázium / Miskolc	Nyéki Attila, Kenéz Erika	414
13.	Takács Bálint	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma és Kollégiuma / Pécs	Mostbacher Éva	410.5
14.	Stark Ildikó	ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium / Budapest	Berek László	410
15.	Sulyok-Eiler Máté	Eötvös József Gimnázium / Budapest	Dancsó Éva	404
16.	Góger Szabolcs	Szent Orsolya Római Katolikus Általános Iskola, Gimnázium és Kollégium / Sopron	Sántha Erzsébet	399
17.	Sztanó Gábor	Jedlik Ányos Gimnázium / Budapest	Elekné Becz Beatrix	396.5
18.	Szabó Attila	Leőwey Klára Gimnázium / Pécs	Dr. Nagy Mária Gabriella	388
19.	Vass Csaba	Bethlen Gábor Református Gimnázium és Szathmáry Kollégium / Hódmezővásárhely	Fehérné Kis Gabriella, Bereczné Szép Ilona Tünde	382
20.	Egyed Bálint	Zrínyi Miklós Gimnázium / Zalaegerszeg	Tölgyesné Kovács Katalin, Halmi László	381.5

Az első hat helyezett pénzjutalomban részesült, a 7–20. helyezést elért tanulók oklevelet, azok a versenyzők pedig, akik minden fordulóba küldtek be megoldást, emléklapot kaptak.

Ez utóbbiak a következők:

- Ábrahám Attila, Horváth Attila, Giricz Márton, Kanyó László (Verseghy Ferenc Gimnázium, Szolnok),
- Csáki Réka, Király József (Szolnoki Műszaki Szakközépiskola Pálffy Tagintézmény),

- Ignác Gergő, Sóvári Dénes (Földes Ferenc Gimnázium, Miskolc),
- Hetényi Roland (Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs),
- Kerényi Péter (Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest),
- Koch Lilla, Schneiker Anita (Táncsics Mihály Gimnázium, Kaposvár),
- Kúsz Ágnes (József Attila Gimnázium, Makó),
- Vámi Tamás Álmos (Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Bonyhád)