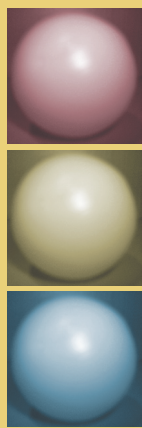


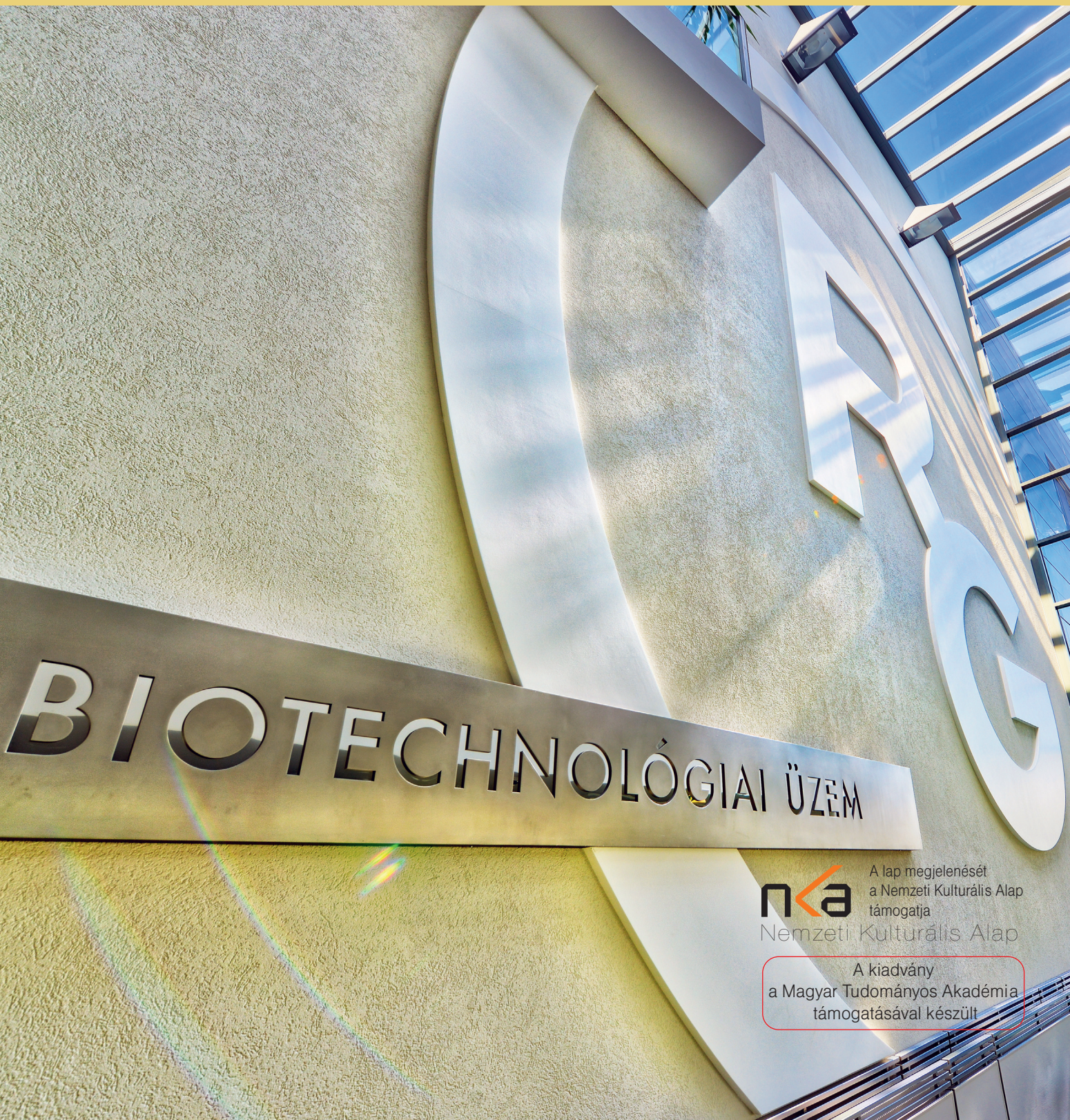
A TARTALOMBÓL:

- Nanokémia és nanotechnológia a Szegedi Tudományegyetemen
- Terméklánc-bővítés a MOL-ban
- Csipkerózsikák és királyfik a kémiában



# MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXXIII. ÉVFOLYAM • 2018. MÁJUS • ÁRA: 850 FT



A lap megjelenését a Nemzeti Kulturális Alap támogatja  
Nemzeti Kulturális Alap

A kiadvány a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával készült

# DESZTILLÁCIÓS, EXTRAKCIÓS, ... „NEHÉZ” MÉRÉSEK KÖNNYEDÉN

behr

Labor - Technik

Düsseldorf

**Manuális  
és automata  
KOI mérők**  
MSZ 6060  
szerint,  
**15 mg/L-től.**  
Kiemelkedő  
pontosság,  
egyszerű  
kezelés.



**AKTIV INSTRUMENT Kft.**

ANALITIKAI BERENDEZÉSEK, AUTOMATA ANALIZÁTOROK  
1145 Budapest Pétervárad u. 14.  
Tel.: (1)-789-2778, Fax: (1)-785-8489  
Mail: kozpont@aktivinstrument.hu  
web: www.aktivinstrument.hu



**KOI**  
Kjeldahl  
roncsolók

**NH<sub>3</sub>**  
FENOL  
CIÁN  
VÍZGŐZ  
desztillálók

Soxhlet  
Randall  
extrahálók

**KOI**  
AOX  
analizátorok



**AUTOMATA KJELDAHL  
RONCSOLÓK ÉS  
VÍZGŐZDESZTILLÁLÓK**



**AMMÓNIA, FENOL ÉS  
CIÁN DESZTILLÁLÓK**

Különbéle szabványos méréseknek megfelelő, illetve egyedi kivitelű  
desztilláló, eluáló, extraháló, feltáró, flokkuláló, mintaváltó,  
roncsoló, szeparáló, szintfigyelő és titráló berendezések.



A Magyar Kémikusok Egyesületének  
– a MTE SZ tagjának –  
tudományos ismeretterjesztő  
folyóirata és hivatalos lapja

## Szerkesztőség:

Felelős szerkesztő: KISS TAMÁS  
[SZEKERES GÁBOR] örökös főszerkesztő,  
Olvasószerkesztő: SILBERER VERA  
Tervezőszerkesztő: HORVÁTH IMRE

## Szerkesztők:

ANDROSITS BEÁTA, BANAI ENDRE,  
LENTE GÁBOR, NAGY GÁBOR,  
PAP JÓZSEF SÁNDOR, RITZ FERENC,  
ZÉKÁNY ANDRÁS

Szerkesztőségi titkár: SÜLI ERIKA

## Szerkesztőbizottság:

SZÉPVÖLGYI JÁNOS,  
a szerkesztőbizottság elnöke,  
ANTUS SÁNDOR, BIACS PÉTER,  
BUZÁS ILONA, HANCSÓK JENŐ,  
JANÁKY CSABA, KALÁSZ HUBA,  
KEGLEVICH GYÖRGY, KOVÁCS ATTILA,  
LIPTAY GYÖRGY, MIZSEY PÉTER,  
MÜLLER TIBOR, NEMES ANDRÁS,  
ifj. SZÁNTAY CSABA, SZABÓ ILONA,  
TÖMPE PÉTER, ZÉKÁNY ANDRÁS

Kapják az Egyesület tagjai és a megrendelők  
A szerkesztésért felel: KISS TAMÁS

Szerkesztőség: 1015 Budapest, Hattyú u. 16.  
Tel.: 36-1-225-8777, 36-1-201-6883

Fax: 36-1-201-8056

Email: mkl@mke.org.hu

Kiadja a Magyar Kémikusok Egyesülete  
Felelős kiadó: ANDROSITS BEÁTA  
Nyomdai előkészítés: Planta-2000 Bt.  
Nyomás: Pauker Nyomda  
Felelős vezető: VÉRTES GÁBOR  
ügyvezető igazgató

Terjeszti a Magyar Kémikusok Egyesülete  
Az előfizetési díjak befizethetők a CIB Bank  
10700024-24764207-51100005 sz.  
számlájára „MKL” megjelöléssel  
Előfizetési díj egy évre 10 200 Ft  
Egy szám ára: 850 Ft. Külföldön terjeszti  
a Batthyany Kultur-Press Kft.,  
H-1014 Budapest, Szentháromság tér 6.  
1251 Budapest, Postafiók 30.  
Tel./fax: 36-1-201-8891, tel.: 36-1-212-5303

Hirdetések-Anzeigen-Advertisements:  
SÜLI ERIKA

Magyar Kémikusok Egyesülete,  
1015 Budapest, Hattyú u. 16.  
Tel.: 36-1-201-6883, fax: 36-1-201-8056,  
e-mail: mkl@mke.org.hu

Aktuális számainak tartalma,  
az összefoglalók és egyesületi híreink,  
illetve archivált számaink honlapunkon  
(www.mkl.mke.org.hu) olvashatók

Index: 25 541

HU ISSN 0025-0163 (nyomtatott)

HU ISSN 1588-1199 (online)

DOI: 10.24364/MKL.2018.05

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



Május az iskolákban a tanév végét és az érettségik megkezdését is jelenti. De május a versenyzőidőszak végét is jelzi. Kémiantanárokként a szerencsések közé tartozunk, mert bővelkedünk kémiaversenyekben, és a diákok minden korosztálya megtalálhatja a számára legvonzóbb versenyt, amelyben megmutathatja, kibontakoztathatja tehetségét.

A kémiát szerető és tudó általános iskolások két versenyen is indulhatnak: a Hevesy György Kémiaversenyen és a Curie Alapítvány által szervezett Curie Kémia Emlékversenyen. Sajnos, a versenyeken indulók száma évről évre fogyatkozik, és egyre előre úgy tűnik, hogy ez a tendencia már megállíthatatlan. Ennek okai az óraszám csökkenése (mára vannak olyan iskolák, ahol csak heti egy óra a kémia), kis falvakban a szaktanárok hiánya, a pedagógusok túlterhelése, valamint a kémiatanárok munkáját könnyítő laboránsok hiánya.

A középiskolásoknak szervezett versenyek közül a legrangosabb az Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny. Sajnos, itt is megfigyelhető, hogy a versenyre jelentkező tanulók száma jelentősen csökken. Ennek elsősorban az lehet az oka, hogy az általános iskolákban a kémiaoktatás minősége romlott, így a középiskolai tananyag túlmutató feladatok megoldásához szükséges elméleti és gyakorlati ismereteket ilyen rövid idő alatt majdnem lehetetlen átadni. Az is probléma, hogy sok esetben hiányzik a kémiai számítási feladatok megoldásához szükséges matematikai tudás.

Az önálló kísérletes munkát végző diákok tudományos munkájuk eredményeit a TUDOK-on mutathatják be. Úgy tűnik, hogy a rendezvény kezdeti népszerűsége csökkenőben van. Sajnálatos az a tendencia is, hogy a kémiaszekcióban azokat a munkákat jutalmazza a zsűri, melyek egyetemi kutatócsoportok munkájához kapcsolódnak – ami jelentős intellektuális, anyagi és infrastrukturális előnyt jelent –, azokkal a diákokkal szemben, akik iskolájuk laboratóriumában, az ottani vegyszerek és eszközök segítségével végzik el a kísérleteiket. Célszerű lenne külön szekcióban indítani a két csoport résztvevőit, így talán megakadályozhatjuk, hogy tovább csökkenjen az indulók száma. Ez a szemlélet és gyakorlat ugyanis a középiskolai tanárnak azt a szerepet szánja, hogy közvetítőként keressen kutatócsoportot tanítványainak, ahelyett, hogy a tanár–diák együttműködést segítené elő.

Új színfolt a BME Vegyészmenőki Kara által 2014-ben meghirdetett Oláh György Országos Középiskolai Kémiaverseny. A versenyen színes, érdekes, összetett feladatok megoldása a cél. A verseny két levelező fordulóból és egy budapesti döntőből áll, melyen a versenyzőknek egy feladatsort kell megoldani és egy előre megkapott témából előadást kell tartaniuk.

Idén hetedik alkalommal rendezték meg a Dürer Kémiaversenyt Miskolcon. Rendhagyó, nagyon izgalmas és nem is könnyű összetett feladatsorokat tartalmazó csapatverseny, mely kifejezetten jó hangulatú. A szervező egyetemisták gondoskodnak arról, hogy a verseny egész ideje alatt érdekes előadások, logikai játékok, csapatversenyek tarkítsák a rendezvényt.

A fenti összefoglaló alapján elmondhatjuk, hogy a kémia iránt érdeklődő általános és középiskolás diákoknak számos lehetőségük van tudásuk versenykörülmények között való összehasonlítására. Feltételezhető, hogy kellő tanári bátorítás és pedagógusi elkötelezettség esetén ez a potenciál nem marad kihasználatlanul, és egyre többen választják ennek a szép és fontos tudománynak a művelését, legyen az bármilyen szintű. Szeretném remélni, hogy tanártársaim is érzik az ebben betöltött felelősségüket, és fokozott igyekezettel serkentik tanulóik kémia iránti érdeklődését.

Pécs, 2018. május

*Petz Andrea*

Petz Andrea  
az MKE Kémiantanári Szakosztályának elnöke

## TARTALOM

## HAZAI KUTATÓMŰHELYEK BEMUTAKOZÁSA

Dékány Imre, Csapó Edit, Kónya Zoltán, Hernádi Klára,

Kukovecz Ákos: Nanokémiai és nanotechnológiai kutatások a Szegedi Tudományegyetem Kémiai Intézetében 146

## OLÁH GYÖRGY EMLÉKE ÉS ÖRÖKSÉGE

Hargittai István: Oláh György és egy október hajnali telefonhívás 152

## VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY

Varga Tünde, Kerezsi János, Székvölgyi Zoltán: Terméklánc-bővítés a MOL-ban. A MOL Petrolkémia Butadién üzeme két éve termel 154

## KITEKINTÉS

Braun Tibor: Megkésétt elismerés. Csipkerózsikák és királyfik a kémiai szakirodalomban 156

## OKTATÁS

Nyitottan az új tudásra, elméletekre és képességekre.

Beszélgetés Onno De Jong professzorral. Első rész 162

Szakmány Csaba, Rákóczi Melinda: „Premistry” természettudományos népszerűsítő sorozat. Második rész 166

## VEGYÉSZLELETEK

Lente Gábor rovata 172

## A HÓNAP HÍREI

174



## Címlap:

A Richter Gedeon Nyrt. debreceni biotechnológiai üzemének területén épült fel tavaszra az új Molekuláris Biológiai Laboratórium



Dékány Imre<sup>a</sup> – Csapó Edit<sup>a</sup> – Kónya Zoltán<sup>b</sup> – Hernádi Klára<sup>b</sup>  
– Kukovecz Ákos<sup>b</sup>

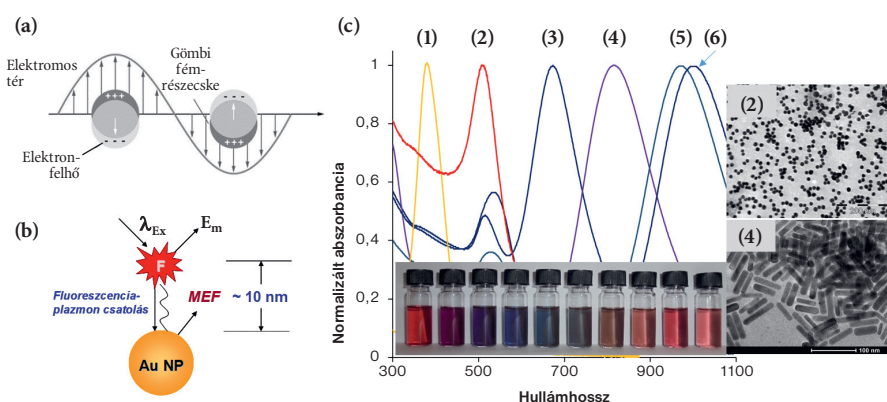
<sup>a</sup> SZTE TTIK Fizikai Kémiai és Anyagtudományi Tanszék

<sup>b</sup> SZTE TTIK Alkalmazott és Környezeti Kémia Tanszék

# Nanokémiai és nanotechnológiai kutatások a Szegedi Tudományegyetem Kémiai Intézetében

**A** Szegedi Tudományegyetem Fizikai Kémiai és Anyagtudományi, valamint Alkalmazott és Környezeti Kémia Tanszékén a kolloidkémiai, nanotechnológiai és anyagtudományi kutatások több évtizedes múltra tekintenek vissza. A Dékány Imre, Kónya Zoltán, Hernádi Klára és Kukovecz Ákos által vezetett kutatócsoportokban a nanoméretű részecskék, kompozitok és struktúrák méretszabályozott szintézise, szerkezet- és funkcióvizsgálata, valamint felhasználása egyaránt a fejlesztések szerves részét képezi. Kutatócsoportjaink nemzetközi viszonylatban is kiemelkedő eredményeit kutatóhely szerinti felbontásban igyekszünk összefoglalni és bemutatni.

A Dékány Imre akadémikus által alapított és jelenleg az SZTE TTIK Fizikai Kémiai és Anyagtudományi Tanszékén működő Kolloidok és Nanoszerkezetű Anyagok Kutatócsoport profilját, 25 éves fennállása óta, az elegyadszorpció témakörében végzett alapkutatásoktól kezdve a plazmonikus bioszenzorok fejlesztéséig sokrétű kutatási program jellemezte. A kutatói munka eredményei közel 250 tudományos dolgozat formájában, rangos nemzetközi folyóiratokban jelentek meg. Ezeken felül 1990 és 2016 között több könyvfejezet és szabadalmi bejelentés is köthető a csoport tevékenységéhez. Az említett eredmények alapját a határfelületek termodinamikai jellemzése (adszorpció izotermák és kalorimetrikus adatok együttes interpretációja) és azok ismeretében a határfelületi rétegben mint „nanofázisú” kémiai reaktorban



**1. ábra.** A felületi plazmonrezonancia (a) és a plazmonikus fém által növelt fluoreszcencia- (b) jelenségek. A gömb alakú Ag- (1: 390 nm), gömb alakú Au- (2: 518 nm) és rúd alakú Au-részecskék egyedi plazmonrezonancia-sávjai a diszperziók fotóival (3: 682 nm: AR = 2,5; 4: 825 nm: AR = 4,4; 5: 980 nm: AR = 5,0; 6: 1015 nm: AR=5,2) (c)

előállított félvezető-oxid és nemesfém nanorészecskék szintézise képezte. Úttörő eredmények születtek a grafit-oxid nanolamellás rendszerek polimerekkel stabilizált interkalációs komplexei terén, amelyek többek közt nemesfém katalizátor hordozóként kerületek felhasználásra.

Az SZTE ÁOK Orvosi Vegytani Intézetben 2012 és 2017 között a Dékány Imre, majd Tóth Gábor által vezetett MTA–SZTE Szupramolekuláris és Nanoszerkezetű Anyagok Kutatócsoportban interdiszciplináris kutatások folytak kémiai, biológiai és orvosi szakterületeken alkalmazott kutatási módszerek ötvözésével. A nanoszerkezetű anyagok vizsgálatában elterjedt kísérleti technikák kiválóan alkalmazhatók a peptidok és fehérjék egyes biológiai sajátosságai-

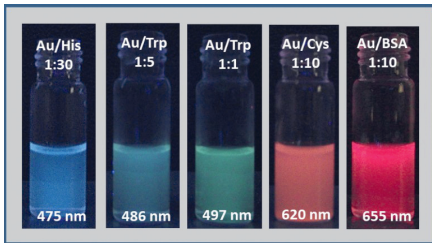
nak jellemzésére. A fiziológiás körülmények között is jelentős kolloid stabilitással bíró fehérjék a kolloid mérettartományba tartoznak, ezáltal vizsgálatuk tematikailag a nanoszerkezetű anyagok kutatásához kapcsolódhat.

A nemesfém nanorészecskék méretszabályozott előállításáról beszámoló tudományos publikációkban a fémkolloidok kinetikai állandóságát növelő aminosavakat, kis molekulatömegű peptidok és fehérjék alkalmazhatóságát és hatását mutattuk be. [1] Kétfémes Au/Ag ötvözetet és rúd alakú Au nanorészecskéket is előállítottunk, melyekben az összetétellel és a morfológiával a plazmonikus tulajdonságok hangolhatóak. [2] Ezen tulajdonság révén a plazmonikus fémek által növelt fluo-



reszcencia (plasmon-enhanced fluorescence) tanulmányozható, mely az optikai bioszenzorok fejlesztésének egyik meghatározó jelensége. Az **1.a ábra** a felületi plazmonrezonancia, az **1.b ábra** a plazmonikus fém által növelt fluoreszcencia jelenség alapjait mutatja, míg az **1.c ábra** a szférikus Au-, Ag- és különböző hossz/szélesség arányú, rúd alakú Au-részecskék egyedi plazmon-sávjait jeleníti meg.

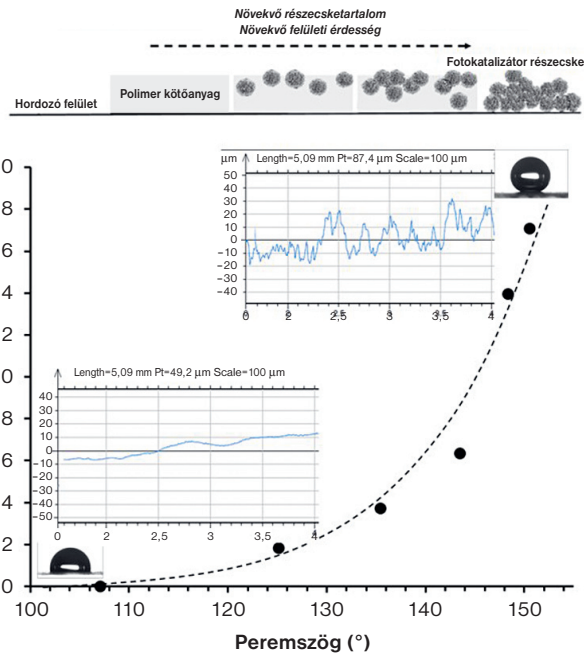
A nemesfém kolloidok szerkezet- és stabilitásvizsgálatán túl az elmúlt években egyre intenzívebben foglalkozunk aminosavakkal, fehérjékkel és nukleotidokkal stabilizált fluoreszcens sajátással rendelkező arany nanoklaszterek (**2. ábra**) biokompatibilis úton történő előállításával. [3]



**2. ábra.** Hisztidin (Au/His); triptofán (Au/Trp), cisztein (Au/Cys) és marha szérumalbumin (Au/BSA) felhasználásával előállított fluoreszcens diszperziók UV-lámpa alatt készült képei az emissziós csúcsok hullámhosszértékeinek feltüntetésével

Az előállított klaszterek szenzorikai alkalmazásokban kiválóan használhatók; az AMP-stabilizált arany nanoklaszterek szenzorikai alkalmazhatóságát vizes közegben  $Fe^{3+}$ -ionok szelektív kimutatására elsőként publikáltuk, [4] de szeretlen anionok vagy egyéb biomolekulák detektálására, szelektív feldúsulásuk esetén fluoreszcens képalkotásra vagy különböző hatóanyag-szállító rendszerek jelölésére, a hatóanyag-szállítás nyomon követésére is kiválóan felhasználhatóak.

A nemesfémrészecskék és -klaszterek tanulmányozásán túl a kolloidális gyógyszerhordozó rendszerek szintézise, modellezése és jellemzése is a csoport munkájának szerves részét képezi. Egyes fehérjék és polimerek, valamint mag-héj kompozitanyagok és liposzómák szerkezeti sajátosságai révén alkalmasak a hatóanyagok vér- vagy gáton történő átvitelére, ezért a kompozitok neuroprotektív anyagok felszívódását is elősegítik. Együttműködve az MTA-SZTE Idegtudományi Kutatócsoporttal a kinurén-sav formulálására tettünk javaslatot, melyet *in vitro* modell vér-agy gát-, és *in vivo* állatkísérletek igazoltunk. [5] A technológia gyógyszeripari alkalmazására



**3. ábra.** LDO fotokatalizátor-tartalmú hibrid vékonyrétegek etanol-fotodegradációs hatékonyságának alakulása a vékonyrétegekre meghatározott peremszög-értékek függvényében

eljárási szabadalmat nyújtottunk be 2015-ben, majd a kolloidális gyógyszerhordozó működését felületi plazmonrezonancia (SPR) alkalmazásával modelleztük és kvantitatív módon jellemeztük. Az SPR-mérések által szolgáltatott szenzogramok kinetikai modellel történő illesztése által meghatározzuk a kötés jellegű kölcsönhatások sebességi és egyensúlyi állandói, majd a jellemző termodinamikai állapotfüggvények változását. [6,7] A számított adatokat független titrációs mikrokcalorimetriás adatokkal összevetve kiváló egyezések adódnak a 2D és 3D technika párhuzamos alkalmazása során. A csoport módosult kutatási programmal és személyzeti állománnyal 2017. júliustól *Tóth Gábor* irányításával tevékenykedik tovább MTA-SZTE Biomimetikus Rendszerek Kutatócsoport néven. Jelentős támogatást jelent továbbá a 2015–2018 időtartamra elnyert, *Csapó Edit* által vezetett OTKA-pályázat is.

Az elmúlt években a hibrid és kompozitanyagok felhasználásával kialakított öntisztuló, funkcionális felületek előállítását célzó pályázati támogatás révén vált az említett tématerület meghatározó jelentőségűvé. A SZTE TTIK Fizikai Kémiai és Anyagtudományi Tanszékén *Janovák László* irányításával folynak a fény hatására működő fotoreaktív és a lótszuszterű folyadékpergető tulajdonságokkal rendelkező öntisztuló rétegek fejlesztésével és megismerésével kapcsolatos vizsgálatok. Az említett előnyös tulajdonságok kombinációja révén olyan rétegek állíthatók elő, amelyek egyszerre mutatnak szuperhidrofób és fotokatalitikus tulajdonságokat. [8] A **3. ábrán** látható, a kis felületi energiával

( $\sim 20\text{--}22 \text{ mJ/m}^2$ ) rendelkező teflonszerű fluoropolimer film peremszöge, melyhez ZnO-tartalmú réteges kettős oxid (LDO) fotokatalizátor-részecskéket adagolva a hibrid vékonyréteg érdessége folyamatosan nő. Mivel a felületi érdesség a felület hidrofób jellegét fokozza, a növekvő fotokatalizátor-tartalommal a rétegek nedvesedési hajlama csökken, melyet jól mutat, hogy a rétegekre kapott peremszög-értékek a  $Q = 107,5^\circ$ -tól (sík fluoropolimer film) egészen  $Q = 150,6^\circ$ -ig nőnek, azaz egy adott fotokatalizátor-tartalom (80–90%) elérése mellett szuperhidrofób ( $Q > 150^\circ$ ) és fotoreaktív tulajdonságokkal rendelkező rétegeket kapunk. Mindeközben a felületi érdesség  $R_q = 0,194 \text{ mm}$  értékről (fluoropolimer film)  $R_q = 4,92 \text{ mm}$  értékre (80% LDO-tartalom) nő. Dolgozatunkban bemutattuk, hogy ennél az összetételnél a kis energiájú fluoropolimer-réteg csak részlegesen fedi a fotokatalizátor-részecskéket, így a szabad fotokatalizátor-felület alkalmas a baktériumok adhéziójára, illetve bevilágítás után azok elminimálására. Kimutattuk, hogy a *Staphylococcus aureus* tesztbaktériumok adhéziója jelentősen nő az LDO fotokatalizátor-tartalom növekedésével.

A fotokatalízis során keletkezett reaktív gyökök messzemenően alkalmasak arra, hogy a felületre adszorbeált baktériumokat elpusztítsák. [9] Vizsgálatainkkal igazoltuk, hogy a fotokatalizátor-tartalmú hibridrétegek esetében a felületen lévő *Pseudomonas aeruginosa* tesztbaktériumok telegeinek száma fokozatosan csökken a növekvő idejű (0–90 perc), látható fénytel történő bevilágítás hatására. A kiindulási polimer filmen viszont nem változik a te-



lepek száma. Ez annak a bizonyítéka, hogy a baktériumok inaktíválásában a fotokatalízis játsza a döntő szerepet.

Az Alkalmazott és Környezeti Kémia Tanszéken *Kónya Zoltán* irányításával többek között nanorészecskék biológiai hatásainak tanulmányozását végezzük együttműködve a Biokémiai és Molekuláris Biológiai Tanszékkel (*Kiricsi Mónika*), valamint a Mikrobiológiai Tanszékkel (*Pfeiffer Ilona*). Antibakteriális, antivirális, antifungális aktivitást és emlős sejtekre kifejtett toxicitást vizsgálunk, másrészt a tumoros megbetegedéseket modellező humán- és kisállat-sejtes *in vitro* rendszerek mellett *in vivo* állatmodellekben figyeljük meg a különböző típusú nanorészecskék sejtbilógiai hatásait. A kísérletek során főként arany-, illetve ezüstalapú nanopartikelumokat használunk, melyeket hagyományos kémiai redukációs eljárásokkal vagy környezetbarát zöld szintézissel állítunk elő, de különböző szilika- és titanátrészecskéket is vizsgálunk biológiai rendszereinkben. [10–11] [12] A p53 tumorszuppresszor fehérjét kódoló gén mutációja a rákos sejtekben a leggyakrabban megfigyelt genetikai változások közé sorolható, és jelentősen megnehezíti a tumorsejtek apoptotikus eliminációját. A p53 mutáns formáját tartalmazó rákos sejtek esetén különösen fontos, hogy olyan hatóanyagokat, illetve terápiás eljárásokat fejlesszünk, melyek segítségével az ilyen sejtekben is hatékonyan aktiválhatók a sejthalált eredményező molekuláris folyamatok. Úgy tűnik, hogy az ezüst nanorészecskék olyan mechanizmusokat indukálnak a tumorsejtekben, melyek p53-független úton is képesek apoptotikus sejthalált kiváltani. A p53-deficiens tumorok mellett multidrog-rezisztens sejteken is vizsgáljuk az különböző méretű fém nanorészecskék anti-roliferatív, valamint citotoxikus hatásait. A multidrog-rezisztencia hátterében elsősorban olyan széles szubsztrátspecifitású membránfehérjék emelkedett kifejeződése áll, melyek képesek eltávolítani a terápia során alkalmazott citotoxikumokat, így csökkentve az alkalmazott terápiás stratégia hatásfokát. Munkánk során azt vizsgáljuk, hogy az ezüst nanorészecskék szubsztrátjai-e a multidrog-rezisztenciát kialakító pumpafehérjéknek, illetve, hogy ezek a nanorészecskék képesek-e sejthalált okozni multidrog-rezisztens tumorsejtekben is. [10] Transzmissziós elektronmikroszkópos felvételek segítségével megfigyeltük, hogy a rákos sejtek képesek nagy mennyiségben felvenni, és a sejten belül, különböző membrán-burkolt sejtorganellumokba pozíció-

nálni a nanorészecskéket. Megállapítottuk, hogy az ezüst nanorészecskék képesek apoptózist kiváltani ezekben a tumorsejtekben, valamint, hogy a nanorészecskékezelések gátló hatást gyakorolnak a multidrogrezisztencia kialakulásában fontos szerepet játszó efflux pumpák aktivitására is. Szeretnénk megérteni, hogy a megfigyelt gátló hatás hátterében vajon szerepet játszik-e a nanorészecskékezelések által kiváltott endoplazmatikus retikulum stressz, illetve az autofágiafüggő sejthalál.

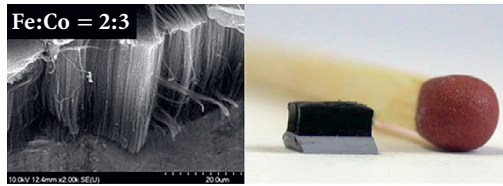
Az ezüst, illetve arany nanorészecskék hatásait számos, klinikumban is alkalmazott hatóanyaggal (például ciszplatín és metotrexát), illetve a tumorterápiában alkalmazott sugárkezeléssel kombinációban is teszteljük. Eredményeink ugyanis azt mutatják, hogy ezek a nanorészecskék képesek a multidrog rezisztens, illetve az invazív, áttéteket kialakító tumoros sejtekben is erősíteni ezen kismolekulájú hatóanyagok tumorelles és radioszenzitiváló hatásait. A kombinációs kezelések során vizsgáljuk az arany és ezüst nanorészecskék együttes hatását új típusú kemoterápiás hatóanyagokkal is. Ilyenek például a hiszton-deacetiláz inhibitorok (HDACi), melyek képesek fellazítani a sejtek örökítő anyagát magában foglaló kromatin szerkezetét. Az HDAC inhibitorkezelések által kiváltott kromatinszerkezet-változás lehetővé teszi, hogy a nanorészecskékezelések hatására képződő reaktív gyökök hatékonyabban károsítsák a tumorsejtek DNS-állományát, így a két alkalmazott hatóanyag szinergikusan tudja egymás citotoxikus hatásait erősíteni. [10] Mivel a tumorok kialakításában és a malignus transzformációban nélkülözhetetlen szerep jut a rákos szövetekben fellelhető, nem tumoros sztrómális sejteknek, melyek a rákos sejtek közvetlen környezetét alkotják, kísérleteink során azt is vizsgáljuk, hogyan befolyásolják a fém nanorészecskék a reaktív sztróma és a tumorsejtek közötti kommunikációt. Megállapítottuk, hogy az ezüst-tartalmú nanorészecskék képesek befolyásolni a tumorasszociált fibroblasztok tumorsejt-támogató hatásait, és ezáltal gátolják a primer tumorok metasztázisképző aktivitását. Eredményeink azt mutatják, hogy az ezüst és arany nanorészecskék jelenléte a rákos szövetben képes befolyásolni a tumorszövetbe filtrálódott immunsejtek polarizációját, ezért arra következtettünk, hogy a rákellenes immunterápiák során is hasznos eszközökként használhatók a fémalapú nanorészecskék.

A hazai egyetemeken eszközigényes, anyagtudományra összpontosuló kutatókat csak megfelelő pályázati források birtokában lehet megvalósítani. Jelen összefoglaló éppen ezért a közelmúltban megvalósított és elnyert jelentősebb támogatások alapján nyújt összefoglalást a Szegedi Tudományegyetem (SZTE) Alkalmazott és Környezeti Kémiai Tanszékén működő, *Hernádi Klára* által vezetett kutatócsoport(ok)ról.

A 2010–2015 időszakban a Svájci Hozzájárulás támogatásával megvalósított „*A látható fény energiájának átalakítása szén nanokompozitok segítségével: napenergia-hasznosítás és fotokatalízis*” című pályázat során kutatásokat végeztünk a szén nanocsövek és speciálisan kialakított kompozitanyagok előállítására, széles körű jellemzése, illetve alkalmazása téma körében, mind biológiai, mind aktív fehérjék működőképes állapotban történő megkötésére, [13] mind fotokémiai folyamatok aktivitásának növelésére. A projektben részt vevő három csoport fő kutatási irányzatai a következők voltak:

- az Orvosi Fizikai és Orvosi Informatikai Intézetből *Nagy László* csapatában – biofizika – fotszintetikus reakciócentrumok és szén nanocsövek által alkotott kompozitrendszerek vizsgálata a napfény energiájának hasznosításában;
- az akkor még *Dombi András* által vezetett Környezeti Kémiai Kutatócsoportban (volt MAI) – fotokatalízis – különböző félvezető-oxidok, nemesfémek és szén nanocsövek által alkotott bináris, ternáris és kvaternáris kompozitjai fotokatalitikus tulajdonságainak vizsgálata szerves szennyezők lebontásában;
- illetve az Alkalmazott Nanocső Technológia (Applied Nanotube Technology, ANT) kutatócsoportban (*Hernádi Klára*) – (nano)kompozitok – félvezetők és szén nanocső kompozitok vizsgálata, a létrejött összetett anyagok tulajdonságainak felderítése és alkalmazhatósági spektrumának vizsgálata (szenzorok, (foto)katalizátorok, erősítő anyagok).

Az utóbbi két kutatócsoport azóta fuzionált, az előbbi koordinálását *Pap Zsolt* MTA prémium posztdoktori kutatóval közösen végezzük. A szén nanocsőalapú fém-oxid-tartalmú nanokompozitoknak számos felhasználási lehetősége létezik. Sok vizsgálat foglalkozik ezen anyagok fotokatalízisben történő alkalmazási lehetőségeivel, [14, 15] valamint kémiai vagy biológiai szenzor-



4. ábra. CNT-erdő pásztázó elektronmikroszkópos felvétele és fénykép a Si-lapkán növesztett termékről

ként való felhasználásával is. [16] Kutatócsoportunk számos fém-oxidral (pl. ZnO, TiO<sub>2</sub>, [16] SnO<sub>2</sub>, WO<sub>3</sub>, [17] In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, [17] Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> stb.) sikeresen kombinálta már a többfalú szén nanocsöveket. Habár minden kompozit esetében hasonló előállítási módszereket alkalmaztunk, a kémia sokszínűsége miatt nincs teljesen egységes „recept” a szintézishez, így mindegyik oxid esetén egyedi eljárás kidolgozása szükséges.

A fenti projekt egyik szellemi terméke a Szegedi Tudományegyetemen 2014-ben „Szén nanocső szőnyegek katalitikus szintézise PLD módszerrel előállított kétfémes Fe-Co, szilícium szubsztrátos katalizátoron” címmel nyilvántartásba vett (20/2014 (XI.12.) IB határozat) know-how. Strukturált szerkezetüknek köszönhetően a függőlegesen irányított szén nanocsövek (CNT) potenciális építőállványként szolgálhatnak különböző alkalmazásokhoz, például energiatárolásban vagy különféle anyagok mechanikai erősítésében. A 2015–2018-as időszakban felhasználható, „Szén nanocső-erdők kontrollált szintézise: jellemzés, módosítás és alkalmazási lehetőségek” című (NN)-OTKA támogatáson alapuló munkánk során szén nanocső-erdők különböző alaprétegekre történő, precízen kontrollált szintézisét fejlesztjük a PLD (impulzus lézeres – együttműködésben *Tóth Zsolt* (SZTE FOK) és *Budai Judit* fizikusokkal) és egyéb vékonyréteg-építés, valamint a CCVD (katalitikus kémiai gőzleparlás) körülményeinek optimalizálásával. [18] Az előállított szén nanocső-erdőket vagy közvetlenül felhasználjuk (nemzetközi partner *Forró László*, EPFL, Svájc), vagy pedig funkcionális felületekre (mint pl. FTO, ITO, AZO, Ti vagy ZrO<sub>2</sub>) helyezük át. Terveink között szerepel potenciális töltéskollektor készítéséhez homogén félvezető rétegek kialakítása a szén nanocsövek felületén [19] anélkül, hogy azok rendezett szerkezetét megbolygatnánk. További lehetséges alkalmazáshoz – a biokompatibilitási tesztek elvégzését követően – vizsgáljuk a fogászati implantátumok csontba történő beépülésének lehetőségét (SZTE FOK), miután felületükre tapadó CNT-mintázatot növesztünk, melyet a 4. ábra szemléltet.

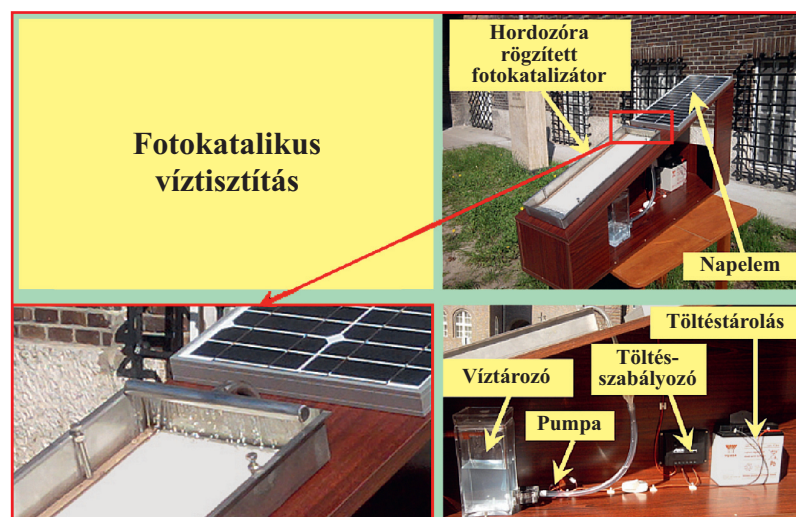
A széleskörűen jellemzett szén nanocső-erdők előállítása a *Kónya Zoltán* által vezetett, „Funkcionális felületeken alapuló intelligens anyagok – az előállítástól az alkalmazásokig” című Stratégiai K+F műhelyek kiválósága (GINOP-2.3.2-15-2016-00013) pályázat keretei között is hasznosul. A szabályozott magasságú és sűrűségű, mind vezető, mind szigetelő szubsztrátra növesztett CNT-erdőket felhasználják a projektben részt vevő egyéb kutatócsoportok is, főként elektrokémiai, szenzorikai és fotokatalitikus alkalmazásokhoz.

Szintén a svájci projekt szellemi terméként jött létre a „Látható fényre érzékeny titán-dioxid fotokatalizátor költség-hatékony előállítása” P 1500459 jelű szabadalom is, amely látható fényvel gerjeszthető TiO<sub>2</sub> fotokatalizátor előállítását rögzíti. Ehhez a fő szellemi termékhez több félvezető, kristályalak (poliéderez, gömb, szál, virág, lap stb.) és kristályszerkezet (pl. TiO<sub>2</sub> esetében anatáz, rutil és brookit) kontrollálását célzó kísérlet vezetett. Továbbá, a kísérletek során egy teljesen napenergia által működtetett víztisztító berendezés megtervezésére is sor került, ahol a szennyezett víz recirkuláltatására napelem szolgáltatja az elektromos áramot, a berendezés fő eleme egy aktív fotokatalizátort tartalmazó felület, amelyen az átfolytatott (szenny)víz megtisztul, miközben CO<sub>2</sub> és víz keletkezik. A fenti eredmények egyik sikeres továbbvitelét a 2012 és 2014 között zajló, „Különböző alakú, TiO<sub>2</sub>, WO<sub>3</sub>, nemesfém (Au, Pt) és szén nanocsőből álló kompozitok előállítása. Hatékony fotokatalizátorok anyagtudományi sakkozással”, román-magyar TÉT-pályázat jelentette a kolozsvári Babeş-Bolyai Tudományegyetemmel (*Virginia Danciu* és *Lucian Baia*). A közös munka fontos eredménye, hogy

TiO<sub>2</sub>, WO<sub>3</sub>, Au és Pt nanorészecskék morfológiájának finomhangolásával szabályozni lehetett a lebontandó szennyező bomlásmechanizmusát úgy, hogy a bomlástermékek között kis koncentrációban jelentkezzenek a környezetre nézve toxikus vegyületek. [20–22] A fent említett nananyagokból készült kompozitok működésében igen fontos szerep jutott a felépítésnek, ahol a különböző komponensek csatolási sorrendje volt kulcsfontosságú (TiO<sub>2</sub>-WO<sub>3</sub>-Au vagy Au-TiO<sub>2</sub>-WO<sub>3</sub>) a szennyezők lebontási hatékonyságában és a fotokatalitikus hidrogénfejlesztésben. Ez utóbbi környezetbarát módszer egy fontos energiahordozó, a hidrogén előállításában. A jelen kutatás további fejleménye a *Pap Zsolt* által elnyert MTA Prémium Posztdoktori pályázat, melynek keretén belül félvezető fotokatalizátorok (ZnO, Cu<sub>x</sub>O és Cu<sub>x</sub>S) fejlesztését végzi, egyrészt a szerves modell-szennyező látható fényben történő lebontásának hatékonysága és a kristályalak közötti összefüggés kutatásával, másrészt a hatékonyság foszforeszcens anyagok segítségével megvalósított további növelésének vizsgálatával.

A 2016–2019 időszakban finanszírozott bilaterális indiai TÉT-projekt megvalósítása során (indiai partner *Seema Garg*, Amity University Noida; hazai ipari partner Uni-Chem Kft. – cím: „Új típusú BiOX (X = Cl, Br, I) BiOX kompozitok környezetbarát szintézise, immobilizálása aktív szénszál/kerámiapapír felületén és alkalmazásuk újrahasznosítható fotokatalizátorként”) a környezetbarát zöld kémia eszköztárának felhasználásával korszerű anyagtudományi (nanotechnológiai) fejlesztést kívánunk megvalósítani, elsősorban nagy hatékonyságú oxidációs módszereket (elsősorban fotokatalízist) alkalmazó vízkezelési és víztisz-

5. ábra. Napenergiával működő víztisztító berendezés fényképe és részletes bemutatása





títási célokat szem előtt tartva, mivel a jelenlegi vízkezelési technológiákhoz viszonyítva sok előnyös tulajdonsággal rendelkezik különösen a kis koncentrációban jelen lévő szerves szennyezők (házánkban elsősorban gyógyszer- és növényvédőszer-maradványok, míg Indiában főként festékekanyagok stb.) ártalmatlanításában. A legnépszerűbb, ipari méretekben is gyártott fotokatalizátor az Evonik Aeroxide P25 TiO<sub>2</sub>, aminek széles körű elterjedését – sok előnyös tulajdonsága ellenére – jelentősen gátolja, hogy csak az UV-fénnyel gerjesztve hatékony. Napjainkban jelentős K+F+I figyelem irányul olyan új anyagcsaládok fejlesztésére, melyek hatékonyan gerjeszthetők látható fényfelhasználásával is. A bizmut-oxohalogenid (BiOX) alkalmasak lehetnek arra, hogy látható fény segítségével is bontsanak különféle szerves szennyezőket, ugyanakkor a működés közbeni stabilitásuk is megfelelő, ezért alkalmassá teszik a BiOX anyagcsaládot arra, hogy technológiai fejlesztések főszereplőivé váljanak. Reményeink szerint a pályázati ciklus végére – a partnerekkel közösen – sikerül egy prototípus kialakítása.

A 2017–2021 időszakra megítélt, „Gömbhéj szerkezetű félvezető oxidok fotokatalitikus környezeti alkalmazásokhoz” című, az NKFIH által finanszírozott és a közelmúltban indult kutatói kezdeményezésű témapályázat keretei között – együttműködésben Szilágyi Imre Miklós csapatával a BME-ről – a következő időszakban vizsgálni kívánjuk, hogy a „hagyományos” félvezető kristályok többszörös fénytörő/visszaverő képességgel rendelkező üreges, hierarchikus kialakítása mennyire képes növelni azok fotokatalitikus aktivitását.

Az Alkalmazott és Környezeti Kémia Tanszéken 2012. július 1. és 2017. június 30. között működött az MTA–SZTE Lendület Pórusos Nanokompozitok kutatócsoport Kukovecz Ákos vezetésével. A Lendület-támogatással komoly műszeres infrastruktúrális fejlesztéseket tudtunk megvalósítani, így rendelkezésünkre áll többek között nagy sebességű kamera, infravörös kamera, tömegspektrométerrel kombinált gázkromatográf, több termoanalitikai berendezés és többféle szenzorosztelző célrendszer is. Munkánk a nanoanyagok kutatásának négy területére fókuszál: új nanorészecskék előállítás és jellemzése, nanorészecskékre alapuló hálózatok és kompozitanyagok előállítás, valamint pórusos nanostrukturákra kiterjedő folyadék–szilárd és gáz/gőz–szilárd kölcsönhatások vizsgálata. Fontosabb eredményeinket témánként az alábbiakban foglaljuk össze.

### *Nanorészecskék előállítása és jellemzése*

Elsőként igazoltuk a bolygó golyósmalomszerű Burgio–Rojac-féle őrlési energia számítási modelljének helyességét szubmikrométeres részecskékre, és eközben meghatároztuk a többfalú szén nanocsövek eltöréséhez szükséges beütési küszöbenergia értékét (35 mJ·beütés<sup>-1</sup>) is. A nanocsövek átlagos hosszának és Raman I<sub>D</sub>/I<sub>G</sub> intenzitásarányának őrlés közbeni változására statisztikus modellt fejlesztettünk, majd az ebből levezethető állításokat kísérletileg igazoltuk a Burgio–Rojac őrlési energiaterkép reprezentációban. Új módszert javasoltunk titanát nanoszerkezetek N-dópolására. Titanát nanocsöveket zárt légtérben karbamiddal együtt hőkezeltünk, a dópolás nitrogénforrása a karbamid bomlásából *in situ* keletkező ammónia volt. Eljárásunkkal nagyon alacsony hőmérsékleten (200 °C) tudtunk nitrogént építeni a szerkezetbe. A dópolási idő és a hőkezelés hőmérsékletének szabályozásával a rendszer morfológiai és fázisváltásait felderítettük és fázistérképen foglaltuk össze. Kísérletileg bizonyítottuk, hogy a titanát nanoszálak visszaalakíthatók titanát nanocsövekké. Megkerestük azt az energiatartományt, ahol a titanát nanoszálak a termodinamikailag kedvezőtlenebb nanocsövekké bolygó golyósmalomban mekhanokémiaileg visszaalakíthatók. Az optimális beütési energia 11 mJ·beütés<sup>-1</sup> volt. A nanocsövek keletkezését a rendszer delaminálódást követő gyors befagyásával magyaráztuk.

### *Nanorészecske-hálózatok/kompozitok előállítása és módosításai*

Megmutattuk, hogy az önhordó szén nanocső-filmek elektromos ellenállását befolyásoló legfontosabb jellemző a térkitöltési hányad. Modellt dolgoztunk ki a többfalú szén nanocsövekből készített önhordó filmek összenyomásfüggő elektromos ellenállásának számítására. A modell helyességét kísérleti adatokkal történő összevetéssel igazoltuk. A film piezorezisztív viselkedésének oka a nanocső–nanocső kontaktusok számának emelkedése összenyomáskor, és hogy az elektromos ellenállást befolyásoló legfontosabb jellemző a térkitöltési hányad. [23]

### *Folyadék-szilárd kölcsönhatások*

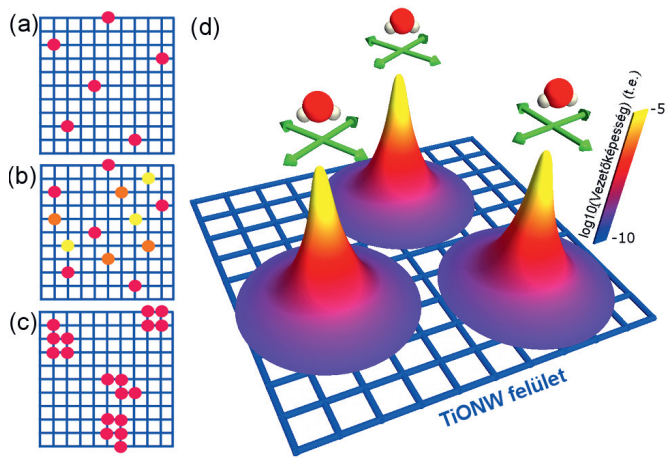
Értelmeztük a funkcionizálatlan és a karboxilcsoportokkal funkcionizált többfalú szén nanocsövekből készített önhordó filmek és a rájuk helyezett vízcsepp között mérhető hőátadási és anyagátadási együtt-

hatóban mutatkozó látszólagos anomáliát. Elsőként figyeltük meg, hogy egy felületi vízcsepp és egy szén nanocső-film között a hőátadás és az anyagátadás is különböző attól függően, hogy a nanocsövek falán vannak-e oxigéntartalmú (karboxil) funkcionális csoportok vagy sem. Látszólagos anomáliát abban az értelemben tapasztaltunk, hogy mindkét folyamat a funkcionizálatlan nanocsövekből készített, tehát elvileg hidrofóbabb film és a vízcsepp között volt kedvezményezett. A jelenséget sikerült értelmeznünk a felületi horgonyhatás feltételezésével. [24] Bevezettük a párolgási profil mint kvalitatív analitikai kémiai eszköz fogalmát. Önhordó szén nanocső-filmre folyadékot csepegtetve a film elektromos ellenállása a párolgás közben jellegzetes időfüggést mutat. Ezt a függvényt párolgási profilnak neveztük el, és meghatároztuk legfontosabb jellemzőit. [25] Többváltozós adatelemzéssel 95% fölötti találati aránnyal tudtuk a csepp anyagát a párolgási profil alapján azonosítani. Biner oldószerkevergek párolgási profiljainak mérésével sikeres előkísérleteket végeztünk a módszer kvantitatív analitikai irányba történő fejleszhetőségének felmérésére.

### *Gáz(gőz)-szilárd kölcsönhatások*

Bizonyítottuk, hogy a (Na,H)<sub>2</sub>Ti<sub>3</sub>O<sub>7</sub> nanoszálak háromféle vizet tartalmazznak, és hogy elektromos vezetőképességüket ezek közül a felületi jégszerű vízréteg határozza meg. Trititanát nanoszálakat 6 RH% és 97 RH% között szabályozott relatív páratartalmú atmoszférában tartottunk, és vizsgáltuk hőmérsékletfüggő szerkezeti tulajdonságaikat és elektromos vezetőképességüket. Megmutattuk, hogy az utóbbi paramétert döntően a felületen erősen asszociált, hidrogénkötésű hálózatban található, úgynevezett jégszerű víz határozza meg. A trititanát nanoszálakon is tapasztaltuk azt a nagyon általános, más adszorbensekre is igazolt jelenséget, hogy vízadszorpció közben vezetőképességük kis borítottságokon exponenciálisan, egy jellegzetes átmenet után magas borítottságokon azonban csak sokkal lassabban nő. Ezt a megfigyelést a szakirodalom általános vezetési válasz néven ismeri, de kielégítő magyarázatot nem adott rá.

Mi ellenállás-hálózattal modelleztük az adszorbens felületét (6. ábra), majd különböző modellek alapján, a kötéshelyeket betöltve, Kirchoff törvényei alapján kiszámítottuk vezetőképességét. Az univerzális vezetési választ sem véletlenszerű, sem klaszteredést preferáló betöltési modellel nem sikerült reprodukálnunk, ezek mind



**6. ábra. A kipróbált adszorpciós modellek sematikus bemutatása véletlenszerű egyrétegű (a) és többrétegű (b) adszorpcióra, klaszteresedést preferáló adszorbeátumra (c) és a felületen elmozdulni képes adszorbeátumra (d). A színes rácsponatok jelentik a betöltött kötőhelyeket, a színek pedig a vezetőképesség-változást szimbolizálják**

perkolációs vezetési karakterisztikákat eredményeztek. Ezzel szemben az adszorbeátum felületi vándorlását a modellbe beépítve az általános vezetési válasz kísérleti tapasztalatának megfelelő eredményt kaptunk. [26] Elsőként magyaráztuk meg a trititanát nanoszálhálózatok dielektromos relaxációs spektrumát. Széles hőmérséklet-, páratartalom- és frekvenciatartományban elemeztük a trititanát nanoszálak dielektromos relaxációs spektrumát. Bizonyítottuk, hogy a rendszernek három fő relaxációja van, melyek közül kettő erősen korrelált határfelületi relaxációs folyamat, a harmadik pedig valamely poláros felületi spéciesz orientációs relaxációjához köthető. A folyamatok hőmérsékletfüggésének Arrhenius-elemzésével igazoltuk az aktiválási energia és a preexponenciális tényező közötti lineáris korrelációt, azaz a Meyer–Nedel-szabály szerinti kompenzációs hatást.

Bizonyítottuk, hogy a 0,5 tömeg%-ban hexadecil-funkcionalizált grafén nanoszálakat tartalmazó poliuretán nanokompozit nitrogénátersztó képessége három nagyságrenddel rosszabb, mint a nanoszál nélküli műanyagé.  $\text{CePO}_4$  nanoszálak páratartalom-függő elektromos vezetőképességét tanulmányozva megmutattuk, hogy a vezetési mechanizmus a nanoszál szerkezetétől (monoklin vagy hexagonális) független. A vezetőképességet háromféleképpen mértük, majd az adatokat a nanoszálak fajlagos felületére és savas centrumaik számára normalva, a vezetőképességeket a relatív páratartalom függvényében ábrázolva egy mestergörbét kaptunk.

A Lendület-kutatócsoport munkáját a záróbeszámoló alapján az MTA elnöke „kiváló”-nak értékelte. A csoport az MTA-támogatás befejeződése után is aktív maradt, és Pórusos Nanokompozitok kutatócsoport néven továbbra is előremutató anyag-

tudományi kutatásokkal foglalkozik az NKFIH különböző pályázati konstrukcióinak finanszírozásával. ●●●

#### IRODALOM

- [1] Csapó, E.; Patakfalvi, R.; Hornok, V.; Tóth, L. T.; Sipos, Á.; Szalai, A.; Csete, M.; Dékány, I. Effect of pH on Stability and Plasmonic Properties of Cysteine-Functionalized Silver Nanoparticle Dispersion. *Colloids Surfaces B Biointerfaces* (2012) 98, 43–49.
- [2] Csapó, E.; Oszkó, A.; Varga, E.; Juhász, Á.; Buzás, N.; Korösi, L.; Majzik, A.; Dékány, I. Synthesis and Characterization of Ag/Au Alloy and core(Ag)-shell(Au) Nanoparticles. *Colloids Surfaces A Physicochem. Eng. Asp.* (2012) 415, 281–287.
- [3] Csapó, E.; Ungor, D.; Kele, Z.; Baranyai, P.; Deák, A.; Juhász, Á.; Janovák, L.; Dékány, I. Influence of pH and Aurate/amino Acid Ratios on the Tuneable Optical Features of Gold Nanoparticles and Nanoclusters. *Colloids Surfaces A Physicochem. Eng. Asp.* (2017) 532, 601–608.
- [4] Ungor, D.; Csapó, E.; Kismárton, B.; Juhász, A.; Dékány, I. Nucleotide-Directed Syntheses of Gold Nanohybrid Systems with Structure-Dependent Optical Features: Selective Fluorescence Sensing of  $\text{Fe}^{3+}$  Ions. *Colloids Surfaces B Biointerfaces* (2017) 155, 135–141.
- [5] Varga, N.; Csapó, E.; Majláth, Z.; Ilisz, I.; Krizsai, I. A.; Wilhelm, I.; Knapp, L.; Toldi, J.; Vécsei, L.; Dékány, I. Targeting of the Kynurenic Acid across the Blood-Brain Barrier by Core-Shell Nanoparticles. *Eur. J. Pharm. Sci.* (2016) 86, 67–74.
- [6] Csapó, E.; Juhász, Varga, N.; Sebök, D.; Hornok, V.; Janovák, L.; Dékány, I. Thermodynamic and Kinetic Characterization of pH-Dependent Interactions between Bovine Serum Albumin and Ibuprofen in 2D and 3D Systems. *Colloids Surfaces A Physicochem. Eng. Asp.* (2016) 504, 471–478.
- [7] Juhász, Á.; Csapó, E.; Ungor, D.; Tóth, G. K.; Vécsei, L.; Dékány, I. Kinetic and Thermodynamic Evaluation of Kynurenic Acid Binding to GluR1 270–300 Peptide by Surface Plasmon Resonance Experiments. *J. Phys. Chem. B* (2016) 120 (32), 7844–7850.
- [8] Deák, Á.; Janovák, L.; Csapó, E.; Ungor, D.; Pálkó, I.; Puskás, S.; Ördög, T.; Ricza, T.; Dékány, I. Layered Double Oxide (LDO) Particle Containing Photoreactive Hybrid Layers with Tunable Superhydrophobic and Photocatalytic Properties. *Appl. Surf. Sci.* (2016) 389, 294–302.
- [9] Veres, Á.; Rica, T.; Janovák, L.; Dömök, M.; Buzás, N.; Zöllmer, V.; Seemann, T.; Richardt, A.; Dékány, I. Silver and Gold Modified Plasmonic  $\text{TiO}_2$  Hybrid Films for Photocatalytic Decomposition of Ethanol under Visible Light. *Catal. Today* (2012) 181 (1), 156–162.
- [10] Rónavári, A.; Kovács, D.; Vágvolgyi, C.; Kónya, Z.; Kiricsi, M.; Pfeiffer, I. Ion Exchange Defines the Biological Activity of Titanate Nanotubes. *J. Basic Microbiol.* (2016) 56 (5), 557–565.

- [11] Rónavári, A.; Kovács, D.; Igaz, N.; Vágvolgyi, C.; Boros, I.; Kónya, Z.; Pfeiffer, I.; Kiricsi, M. Biological Activity of Green-Synthesized Silver Nanoparticles Depends on the Applied Natural Extracts: A Comprehensive Study. *Int. J. Nanomedicine* (2017) 12, 871–883.
- [12] Kovács, D.; Igaz, N.; Keskeny, C.; Béltéky, P.; Tóth, T.; Gáspár, R.; Madarász, D.; Rázga, Z.; Kónya, Z.; Boros, I. M.; et al. Silver Nanoparticles Defeat p53-Positive and p53-Negative Osteosarcoma Cells by Triggering Mitochondrial Stress and Apoptosis. *Sci. Rep.* (2016) 6 (1), 27902.
- [13] Szabó, T.; Magyar, M.; Hajdu, K.; Dorogi, M.; Nyerkó, E.; Tóth, T.; Lingvay, M.; Garab, G.; Hernádi, K.; Nagy, L. Structural and Functional Hierarchy in Photosynthetic Energy Conversion—from Molecules to Nanostructures. *Nanoscale Res. Lett.* (2015) 10 (1), 458.
- [14] Réti, B.; Major, Z.; Szarka, D.; Boldizsár, T.; Horváth, E.; Magrez, A.; Forró, L.; Dombi, A.; Hernádi, K. Influence of  $\text{TiO}_2$  Phase Composition on the Photocatalytic Activity of  $\text{TiO}_2/\text{MWCNT}$  Composites Prepared by Combined Sol–gel/hydrothermal Method. *J. Mol. Catal. A Chem.* (2016) 414, 140–147.
- [15] Réti, B.; Mogyorósi, K.; Dombi, A.; Hernádi, K. Substrate Dependent Photocatalytic Performance of  $\text{TiO}_2/\text{MWCNT}$  Photocatalysts. *Appl. Catal. A Gen.* (2014) 469, 153–158.
- [16] Aroutiounian, V. M.; Adamyan, A. Z.; Khachatryan, E. A.; Adamyan, Z. N.; Hernadi, K.; Pallai, Z.; Nemeth, Z.; Forro, L.; Magrez, A.; Horvath, E. Study of the Surface-Ruthenated  $\text{SnO}_2/\text{MWCNTs}$  Nanocomposite Thick-Film Gas Sensors. *Sensors Actuators B Chem.* (2013) 177, 308–315.
- [17] Vass, A.; Berki, P.; Nemeth, Z.; Reti, B.; Hernadi, K. Preparation and Characterization of Multiwalled Carbon Nanotube/ $\text{WO}_3$  Composite Materials. *Phys. Status Solidi* (2013) 250 (12), 2554–2558.
- [18] Fejes, D.; Pápa, Z.; Kecsenovity, E.; Réti, B.; Toth, Z.; Hernadi, K. Super Growth of Vertically Aligned Carbon Nanotubes on Pulsed Laser Deposited Catalytic Thin Films. *Appl. Phys. A* (2015) 118 (3), 855–861.
- [19] Andričević, P.; Kollár, M.; Mettan, X.; Náfrádi, B.; Sienkiewicz, A.; Fejes, D.; Hernádi, K.; Forró, L.; Horváth, E. Three-Dimensionally Enlarged Photoelectrodes by a Protogenetic Inclusion of Vertically Aligned Carbon Nanotubes into  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$  Single Crystals. *J. Phys. Chem. C* (2017) 121 (25), 13549–13556.
- [20] Kovács, G.; Fodor, S.; Vulpoi, A.; Schrantz, K.; Dombi, A.; Hernádi, K.; Danciu, V.; Pap, Z.; Baia, L. Polyhedral Pt vs. Spherical Pt Nanoparticles on Commercial Titanias: Is Shape Tailoring a Guarantee of Achieving High Activity? *J. Catal.* (2015) 325, 156–167.
- [21] Pap, Z.; Tóth, Z.; Danciu, V.; Baia, L.; Kovács, G. Differently Shaped Au Nanoparticles: A Case Study on the Enhancement of the Photocatalytic Activity of Commercial  $\text{TiO}_2$ . *Materials (Basel)*. (2014) 8 (1), 162–180.
- [22] Vajda, K.; Saszet, K.; Kedves, E. Z.; Kása, Z.; Danciu, V.; Baia, L.; Magyari, K.; Hernádi, K.; Kovács, G.; Pap, Z. Shape-Controlled Agglomeration of  $\text{TiO}_2$  Nanoparticles. New Insights on Polycrystallinity vs. Single Crystals in Photocatalysis. *Ceram. Int.* (2016) 42 (2), 3077–3087.
- [23] Kumar, V.; Haspel, H.; Nagy, K.; Rawal, A.; Kukovec, A. Leveraging Compressive Stresses to Attenuate the Electrical Resistivity of Bucky Paper. *Carbon N. Y.* (2016) 110, 62–68.
- [24] Bogya, E. S.; Szilágyi, B.; Kukovec, Á. Surface Pinning Explains the Low Heat Transfer Coefficient between Water and a Carbon Nanotube Film. *Carbon N. Y.* (2016) 100, 27–35.
- [25] Schuster, G.; Bogya, E. S.; Horváth, D.; Tóth, Á.; Haspel, H.; Kukovec, Á. Liquid Droplet Evaporation from Bucky Paper: On the Fundamental Properties of the Evaporation Profile. *Microporous Mesoporous Mater.* (2015) 209, 105–112.
- [26] Haspel, H.; Peintler, G.; Kukovec, Á. Dynamic Origin of the Surface Conduction Response in Adsorption-Induced Electrical Processes. *Chem. Phys. Lett.* (2014) 607, 1–4.



## Hargittai István

■ BME Szeretlen és Analitikai Kémia Tanszék, istvan.hargittai@gmail.com

# Oláh György és egy október hajnali telefonhívás

**O**láh György az 1994-es kémiai Nobel-díjat amerikai kutatóként kapta, de teljesítményében benne voltak a Műegyetemen eltöltött diákevek, azok a kutatók, amelyeket még Magyarországon folytatott és amelyek eredményeit két disszertációban és számos magyar és rangos nemzetközi folyóiratban tett közzé.

A Nobel-díjjal kapcsolatos stockholmi levéltári anyagok nagyon szegényesek, és ami van, az is csak 50 év elmúltával válik kutathatóvá. A szegényes anyag nagy részét a jelölések teszik ki. A bizottsági és az akadémiai közgyűlési vitákról nem készítenek jegyzőkönyvet, vagy legalábbis ilyen anyagok nincsenek a levéltárban. Azt azonban senki sem akadályozhatja meg, hogy egy-egy bizottsági tag vagy az akadémiai közgyűlés egy-egy akadémikus résztvevője megossza tapasztalatait családtagjaival vagy barátaival. Az ilyen információk azonban nem tekinthetők abszolút megbízhatónak. Ha visszaszámolunk 2018-ból 50 évet, 1968-ig jutunk el, amikor még nem készültek Oláh Györgyre vonatkozó ajánlások. Tehát a jelöléseit még nem érdemes keresni a már kutatható levéltári anyagban.

Oláh György az 1960-as évek közepétől lett ismert szereplője az amerikai kémiai közösségnek. Ezt azzal érte el, hogy tőle várták – és idővel meg is kapták – a sok éve húzódó Brown–Winstein-vita eldöntését. Mint ismeretes, a vita arra vonatkozott, hogy egy bizonyos kémiai reakció



Oláh György és Judit 1995 májusában a szerző műegyetemi dolgozószobájában (Hargittai István felvétele)

köztiterméke „klasszikus” vagy „nem klasszikus” ion-e? A kiindulási terméket és a végterméket ismerték, ezeket senki sem vonta kétségbe. Kizárólag arról vitatkoztak, hogy mi keletkezik az átalakulás közben. A kémiai Nobel-díj-bizottság elnöke kiváló hasonlatot talált erre a szituációra: olyan, mintha látnánk a *Hamlet* nyitó jelenetét meg a záró jelenetét, és a színházi közönségnek kellene kitalálnia, mi történik a kettő között. Egy konferencia alkalmával Oláh György azt mondta, ő kideríti a köztitermék természetét, vagyis a szerkezetét. A két ismert kémikus, Herbert Brown és Saul Winstein külön-külön oda-

ment hozzá, és ugyanazt mondta neki: ne kockáztassa növekvő tekintélyét, ne tegyen felelőtlen kijelentéseket. Közben azért mindketten azt remélték és le is szögezték előtte (persze megint csak külön-külön), hogy ha mégis sikerülne azonosítani az átmeneti terméket, az eredmény őket igazolja majd.

Rövid néhány éven belül, Oláh György „hosszabb életet adott” az átmeneti terméknek, és kimutatta, hogy az „nem klasszikus” ion, ahogy Winstein megjósolta. Ezzel a vita eldőlt. Az átmeneti termék, mai szóhasználattal, a karbokationok közé tartozik. Ez az eredmény Oláh számára gyors és átütő ismertséget hozott. Ugyanakkor, a későbbiekben bizonyos szempontból korlátot is jelentett, mert amikor már a vita eldöntésén messze túlmutató felfedezései voltak, sokan Oláh György teljesítményének továbbra is csak a vita eldöntésében játszott szerepét gondolták.

Oláh általánosító és a kémiában új irányt elindító, átfogó, 1971. február 26-án beküldött dolgozata 1972-ben jelent meg a *Journal of the American Chemical Society*-ben

## HARGITTAI ISTVÁN PUBLIKÁCIÓI OLÁH GYÖRGYRŐL:

- Hargittai, I., Hargittai, B., Special issue: honoring George A. Olah at 90, *Structural Chemistry* (2017) 28, 257–258.  
 Hargittai, I., Structures and mechanisms in chemical reactions: George A. Olah's life-long search of chemistry, *Structural Chemistry* (2017) 28, 259–277.  
 Hargittai, I., Hargittai, B., George A. Olah (1927–2017), *Structural Chemistry* (2017) 28, 563–564.  
 Hargittai István, Oláh György (1927–2017): A tudós és habitusa, *Magyar Tudomány* (2017) 178, 438–449.  
 Hargittai István, Oláh György (1927–2017) emlékezete, *Magyar Kémiai Folyóirat* (2017) 123, 167–175.  
 Hargittai, István, George A. Olah (1927–20017): An Introduction, *Periodica Polytechnica Chemical Engineering* (2017) 4, 247–248.  
 Lásd még: Oláh György kilencven éve. Silberer Vera interjúja Hargittai Istvánnal. *Természet Világa* (2017) 4, 153–155.



(94, 808–820). A felfedezés lényege az volt, hogy szupersavak segítségével a kovalens szén-szén és szén-hidrogén kötéseket is alkalmassá tudta tenni kémiai reakciókra. Ezzel a viszonylag unalmasnak tartott szén-hidrogén-kémiát izgalmas területté transzformálta. Oláh György a felfedezés jelentőségét maga is Gilbert N. Lewis 1910-es évekbeli felfedezéséhez hasonlította, amely a magános elektronpár létezésére és szerepére vonatkozott.

Az 1972-es JACS-beli és az azt követő publikációk nyomán már lehetett arra számítani, hogy Nobel-díjra jelölik. Nem tudjuk, hogy mikor kezdődtek el a jelölések, de azt tudjuk, hogy már az 1994-es évet megelőző években sok jelölést kapott. A Nobel-díj odaítélése nem számháborúban dől el, de az nem árt, ha valakit sokan jelölnek. Oláh már évekig közel volt a díj odaítéléséhez, de mindaddig, amíg valaki nem kapja meg a díjat, ez csak korlátozott jelentőségű. Vannak díjak, amelyeknél a jelölés tényét is propagálják, és rangot jelent. A Nobel-díj nem tartozik ezek közé. A jelölések, legalábbis elvileg, titkosak és az aranyérem mellett nem osztanak ezüst- és bronzérmeket. Az 1990-es évek elején Oláh már többször is közel került a díjhoz, hogy aztán úgy tűnjön, kezd megszokottá válni a jó helyezés, de nem az első hely. Akkor vetődött fel a kémiai bizottságban, hogy a sok közelkerülés nem jelent igazi elismerést, és Oláh igenis megérdemli a díjat.

Azon az októberi napon, amikor dél felé Stockholmban megszületett a döntés, a hagyományoknak megfelelően felhívták telefonon Oláh Györgyöt. Ez nem kötelező, a Nobel-díj odaítélését ki lehet hirdetni a díjazott tudomása nélkül is, és előfordul, hogy nem is tudják elérni a díjazottat. Az is kérdés, hogy ki telefonáljon. Általában a megfelelő Nobel-bizottság azon tagjára esik a választás, aki a témával a legtöbbet foglal-



Ernster László (balra) és Oláh György 2001 decemberében Stockholmban, a Nobel-díj centenáriumi ünnepségén (Hargittai István felvétele)

kozott. Ebben az esetben azonban nem az egyik bizottsági tagnak, hanem egy volt bizottsági tagnak jutott ez a tisztesség. A magyar születésű, nemzetközi hírű svéd biokémikus akadémikus Lars Ernster, Ernster László, 1977 és 1988 között volt tagja a kémiai Nobel-bizottságnak, és tudták róla, mennyire szíven viseli Oláh elismertetését. A telefonhívásra kaliforniai idő szerint hajnalban, vagy inkább az éjszaka közepén került sor, de Oláh György nem haragudott. Nem lehet azt mondani, hogy azokban az években nem számított egy esetleges hívásra, hiszen a titkossági követelményt nem mindenki képes betartani. Vannak ajánlók, akik szívesen közlik az ajánlással az ajánlás tényét. A telefonhívást követően a dolgok már kidolgozott menetrend szerint alakultak. Stockholmban kihirdették az eredményt, amit a hírközlés szerterepített a világban. Oláh Györgyöt azon nyomban felhívta barátja, az egyik

1987-es kémiai Nobel-díjas, Donald Cram, a Kaliforniai Egyetem Los Angeles-i részlegének professzora. Gratulált, és hozzátette, amit Oláh is tudott, hogy élete most egy csapásra megváltozik. Cram, mint tapasztalt Nobel-díjas, azt ajánlotta, hogy élvezze ki a következő néhány órát, ami még maradt az éjszakából, pihenjen, és gondolja át, hogyan viseli majd el a következő hektikus időket.

Oláh Györgynek nem kellett sokáig törnie a fejét, mert számára a kutatás volt a meghatározó életem. Tudta, hogy képes úgy együtt élni a Nobel-díjjal, hogy alapvetően nem megváltozik meg az életvitele. Ebben az elhatározásban nem ő volt egyetlen, de neki sikerült is megvalósítania. Nem változott meg derűs, barátságos, érdeklődő egyénisége, és nem adta át magát a folytonos ünnepeltetésnek. A következő években is nemzetközi elismerést kiváltó eredményeket ért el.

## Patonay Tamás-díj

Az MTA Heterociklusos és Elemorganikus Kémiai Munkabizottsága és a Magyar Kémikusok Egyesülete 2016-ban alapította meg a Patonay Tamás-díjat, melynek célja, hogy segítse kiemelkedő eredményeket elért doktoranduszok számára eredményeik nemzetközi konferencián való bemutatását. A pályázók 2018. március 26-án a munkabizottság ülésén magas színvonalú előadásokban ismertették eredményeiket, melyeket szakmai vita követett. A szakmai zsűri a Patonay Tamás-díjat Zwillinger Mártonnak (ELTE) ítélte. A versenyben részt vevő további diákok: Király Sándor Balázs (DE), Kozma Eszter (MTA TTK), Remete Attila Márió (SZTE), Szuroczki Péter (PTE) és Tripolszky Anna (BME).



Varga Tünde – Kerezsi János – Székvölgyi Zoltán

■ MOL Petrolkémia Zrt. | tundevarga@mol.hu | jkerezsi@mol.hu | zszekvolgyi@mol.hu

# Terméklánc-bővítés a MOL-ban

## A MOL Petrolkémia Butadién üzeme két éve termel

**2012.** november 15. volt a nap, amikor a MOL Petrolkémia (MPK) nagyot lépett értékláncának bővítésében, és aláírta a Butadién üzem építésére vonatkozó szerződést a Fővállalkozó Air Liquide vállalattal, egy 130 000 tonna éves kapacitású üzem létesítésére. A butadién az autógumi-gyártás alapanyagául szolgáló műgumi egyik legfőbb alkotója, így a MOL folytatja értékláncainak bővítését azzal, hogy az Olefin üzemek egyik ikertermékből új, értékes petrolkémiai alapanyagot állít elő.

Cikkünk a Butadién üzem előéletétől, vagyis a projekt főbb mérföldköveinek bemutatásától végigvezet az üzem eddigi történésein.



### A Butadién üzem

A rendkívül dinamikus változó petrolkémiai környezet az elmúlt bő egy évtizedben rámutatott arra, hogy a vegyipari bázis alapú technológiák akkor képesek stabil értékteremtő szerepet betölteni az európai piacokon, ha termékpalettájukat diverzifikálják, és a jelenleg melléktermékként értékesített, vagy repolízisre szánt anyagáramaikból az értékes komponenseket kinyerik. A MOL történetében ez a folyamat a butadién elválasztásával kezdődött el. A butadiént a nyers C4 frakcióból állítjuk elő. Ebből az alapanyagból a csoportban található három üzemben (MPK Olefin-1, MPK Olefin-2, ill. Sloznaft Olefin) együttesen 310 000 tonna/év mennyiség képződik átlagosan 40 tömeg% butadiéntartalommal. A gazdasági, technológiai előkészítés, piacutató után az indított projekt célja egy 130 000 t butadién/év termelőkapacitású üzem megépítése volt, amivel mintegy 5 millió autógumi gyártását lehet kiszolgálni.

A 35 milliárd forintos beruházás során beszerzett készülékek több mint 60%-a magyar beszállítóktól érkezett, az üzem építéséhez pedig megközelítőleg 7500 m<sup>3</sup> betont és 940 tonna acélszerkezetet használtak fel. A technológia lelkét jelentő 10 kolonnát Pozsonyban és Nagykanizsán gyártották. Ezek közül a leg-

nagyobb méretű 166 tonnás és 68 méteres magasságával a Mátyás-templom magasságával vetekszik.

A butadiénkinyerő üzemet az MPK termelőegységeibe kellett integrálni, ezért az üzememen felül egyéb, az üzem kiszolgálását segítő kivitelezésekre is szükség volt; így az MPK Olefin-2 üzemében megépült a C4/C5 frakciót szétválasztó üzemegység a nyers C4 alapanyag biztosítására. Ezenfelül az üzem hűtővíz ellátására egy független, kétcéllás hűtőtorony épült, valamint 3 db 2500 m<sup>3</sup>-es gömbtartály telepítése is megtörtént, egy a nyers C4 alapanyag, kettő a butadién termék tárolásának kiszolgálására. Ezenfelül szükség volt új vasúti töltő-lefejtő karok telepítésére, állások átalakítására; valamint az üzemközi csővezetéki kapcsolatok átalakítására, biztonsági rendszerek kiépítésére.

Az új Butadién üzem tervezését és kivitelezését a MOL Petrolkémia szerződés keretében valósította meg, vagyis a Fővállalkozót bízta meg az üzem létesítésével és beüzemelésével. A szerződéskötést követően az úgynevezett „Basic Engineering” tervezés vette kezdetét. Ezzel párhuzamosan elkészültek a szükséges környezetvédelmi tanulmányok, amelyek nagyban segítettek a hatékony engedélyeztetési folyamatok végrehajtásában. Az alapterveken alapuló gazdasági kalkulációk megerősítették a korábbi számításokat, így következett a részletes kiviteli tervek „Detailed Engineering” kidolgozása, ami a helyszíni kivitelezés mikéntjét határozta meg.

### Amikor a tervek valósággá válnak

A létesítendő üzem hónapról hónapra látványos fejlődési fázisokon haladt át. A tereprendezési munkákat követően 2013 novemberében megkezdődtek a földmunkák, valamint a kolonnaalapot megerősítésére szolgáló cölöpök fúrása is. Az alap acélszerkezetek szerelési, illetve a betonozási munkák végigkísérték 2013 decemberét, majd januárban és februárban a kolonna- és a csőhidalapok is elkészültek. A leglátványosabb építési események 2014 márciusában indultak, amikor megkezdődött a 3–166 t tömegű,



A terméktároló tartály építés közben



Az utolsó kolonna helyére emelése



5–68 m magas kolonnák helyükre emelése egy 750 t teherbírású daru segítségével.

A készülékszállítások, kivitelezési munkálatok egészen 2015 augusztusáig tartottak; a készre szerelt készülékek pedig megkapták a szükséges felületkezeléseket. Külön ki kell emelni, hogy az építkezés folyamán a biztonság volt az első, hogy ne történjen egyetlen személyi sérüléssel járó baleset sem. Ez önmagában is egyedülálló egy ekkora beruházás kapcsán, hiszen naponta több száz ember munkáját kellett koordinálni, összehangolni. Végül 2015. augusztus 31-én az üzem elérte a Mechanikai Komplettség mérföldkövét, és megkezdődhetett az üzembe helyezési eljárás.

### Első kihívások

Az első üzemindítás, mint minden üzem életében, kihívásokat hordozott magában. Az első alapanyag-bevételt követően az üzem számos beállítási problémával szembesült. Ezek közül a legkritikusabb az üzemben található egyik kulcsberendezés, az extrahálószer-cirkulációt biztosító kompresszor meghibásodása volt. Ennek javítását a felkészült szakembergárda gyorsan el tudta végezni, így a szerződéses véghatáridő nem került veszélybe.

A hibák elhárítását követően az üzem teljes termelésének elérését és a gyártási folyamat stabilizálását sikerült a vártnál gyorsabban elvégezni; 2015. október 5-én a Butadién üzem megkezdte az I. osztályú butadién termelését.

Lezajlott a teljesítménykimérési időszak, vagyis a garanciális próbaüzem a névleges teljesítmény 75%-án, majd azt követően 100%-án. Az előírás szerinti 72 órás folyamatos, 75%-os kapacitáson történő üzemi kimérési tesztet a Fővállalkozó 2015. október 23–26. között végezte el, a 100%-os teljesítménykimérést pedig egy hónappal később szintén teljesítette, amit számtalan szabályzó finomhangolás és végső beállítás, teszt kísért. Az üzemépítés, beüzemelés készre jelentése a tesztek elfogadásának aláírásával zárult 2015. december 15-én.

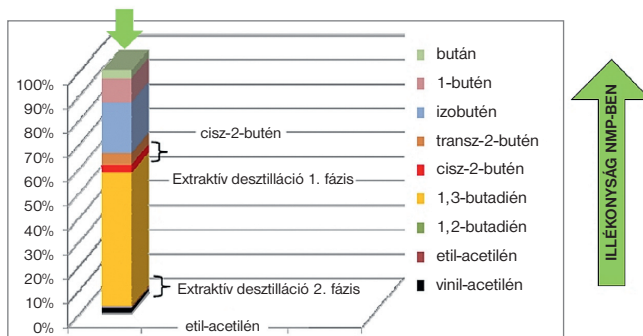
A kereskedelmi termelés során egy nem várt minőségi kihívással is meg kellett küzdeni, amit a butadién katalitikus dimerizációja okozott. A butadién-dimerizáció az anyag természetéből fakadó, „tipikus” jelenség. A kapcsolódás mértékét alapvetően a hőmérsékleti viszonyok és a tartózkodási idő befolyásolja, és jellemzően jól szabályozható. A különböző fémkomplexek azonban képesek a folyamatot olyan mértékben eltolni a képződés irányába, hogy a termék a feldolgozók számára már nem értékesíthető.

A jelenség feltárásához és a „gyökérok” megtalálásához komplex csapatot mozgósítottunk, és kidolgoztunk egy olyan eljárást, amivel a probléma kezelhetővé vált.

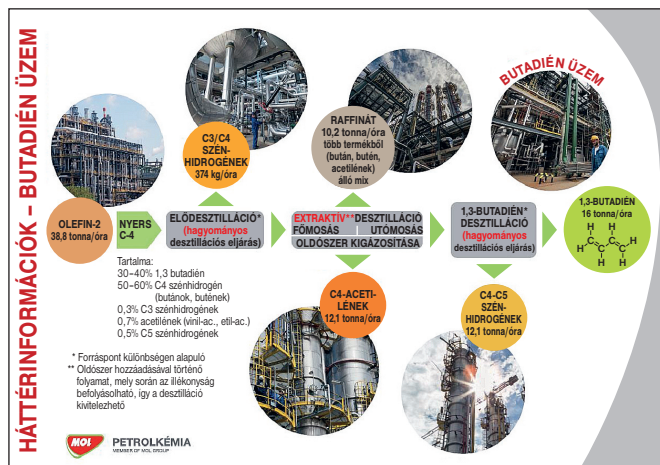
### Technológiai háttér és alkalmazási területek

A világon az 1,3-butadién 96%-át az olefinüzemek nyers C4 frakciójából állítják elő extraktív desztillációval. Ezek hasonló elrendezésűek, a különbség az alkalmazott oldószerben (N-metilpirrolidon, dimetil-formamid, acetonitril) van. A MOL BASF licencű butadiénkinyerő üzem építésére szerződött, ami az NMP (N-metil-pirrolidon) oldószert használja extraktív oldószerként, a komponensek relatív illékonyságának befolyásolására, illetve az azeotróp elegyek képződésének elkerülésére. Az NMP-nek szelektív affinitása van a telítetlen szénhidrogénekhez, magas forráspontú, jól elegyedik a szénhidrogénekkel, de nem képez azeotróp elegyet. Ezek teszik lehetővé a butadién kinyerhetőségét. Szerkezetét tekintve laktámvegyület, dipoláros, aprotikus. Színtelen vagy enyhén sárgás színű, jól elegyedik vízzel.

Jeiilező C4 összetétel



Az alapanyag nyers C4 frakció tipikus összetétele



### A Butadién üzem technológiája

A jellemzően a MOL-csoport Olefin üzemeiből érkező alapanyag, az ún. nyers C4 frakció feldolgozása az elődesztillációs rendszerben kezdődik, ahol hagyományos desztillációval elválasztjuk a könnyű frakciókat és az oxigént. Az így előtisztított C4 frakció – elpárologtatása után – az extrakciós szekcióba kerül. Itt a butadiéntől mosással és rektifikálással választjuk el a mellékfrakciókat: a C4-acetilénket és az MTBE üzem alapanyagát, az izobutiléntartalmú raffinát-1 frakciót. A szénhidrogénnel szennyregetett oldószer tisztítását (kigázosítással), valamint az oldószer regenerálását szintén külön egységekben végezzük. A 99%-nál nagyobb tisztaságú nyers butadiéntől ezután egy utolsó lépésben, hagyományos desztillációval választjuk el a maradék szennyezőket (dimer, 1,2-butadién, C5 frakció) a 99,7% tisztaságú butadién termék kinyerésére. A technológia végén a butadiénhozam 90% fölötti.

Az 1,3-butadién normál körülmények között színtelen, éghető gáz, és jellemzően nyomás alatt, folyadék halmazállapotban tárolják. A legegyszerűbb nyílt láncú, konjugált dién, a benne található két kettős kötés miatt ideális alapanyaga a rugalmas keresztmolekulás gumiszerű anyagoknak, úgymint a műgumi gyártásnak, elasztomereknek, nejlonoknak, sportruházatnak. Az előállított butadién 60–70%-ából jellemzően műgumi, majd abból autógumi készül.

A butadién újabb értékes terméke lett a petrokémia iparnak Magyarországon. Nemcsak önmagában növelte a MOL Petrokémia értékteremtő képességét, de lehetővé tette új komplex értékláncok megjelenését is, mint amilyen a Tiszaújvárosban megépült S-SBR (sztirol-butadién gumi) műgumiüzem, mely előállított termékünk legfőbb felhasználója.



Braun Tibor

■ ELTE Kémiai Intézet, MTA Könyvtár és Informatikai Központ | braun@mail.iif.hu

# Megkésett elismerés

## Csipkerózsikák és királyfik a kémiai szakirodalomban

### Előszó

A dolgozat témájának megvilágítása érdekében rá szeretnénk mutatni a kémiai kutatási tevékenység egyik lényeges tényezőjére, megvizsgálva, hogy hogyan és miért vált szükségessé a kutatási eredmények publikálása és az milyen kapcsolatban van a kutatással. Kommunikácóként az információelmélet az információk átadásával kapcsolatos folyamatokat érti. A tudományos kommunikáció magában foglalja a kutatási eredmények publikálását, az információhordozókban, például a folyóiratokban való áramlását, az információk mások által való elérhetőségét, megismerését, befogadását és a tudományos ismeretekbe való beépülését. A tudományos kutatás fő tevékenysége új eredmények, összefüggések felfedezése, vagy régi ismeretek új elméletbe, rendszerbe tömörítése. Ahhoz, hogy ezek beépüljenek a tudomány ismeretanyagába és újabb vizsgálatok kiindulópontját képezhessék, ezt az „újat” a közösség tagjainak meg kell ismerniük, meg kell érteniük és be kell fogadniuk. Ehhez az asszimilációhoz hasonlítható folyamat azonban az eredményeket feltétlenül nyilvánosan kell terjeszteni.

A kutatás jelenlegi működési mechanizmusának az eredmények kommunikációja az egyik leglényegesebb jellemvonása. Ez az új megismerésének pszichológiai és szociológiai összetevője, a felfedezések esztétikai örömétől egészen a „világi törekvés-kig” terjed. Ez utóbbiban talán leglényegesebb az az igyekezet, hogy a kutató „láthatóvá” és elismertté tegye munkáját, ezáltal növelje saját szakmai és anyagi megbecsülését, illetve saját hírnevét. A publikálás utáni folyamat, az asszimilálás, azaz az értékelés és a befogadás egyik jele a publikációkra való hivatkozás, illetve az idézés. Ez vagy azt jelzi, hogy a tudás újabb tudást hozott létre, vagy csupán azt, hogy a szerző olvasóinak és szaktársainak figyelmét hivatkozásával felhívja egy általa figyelemre méltónak tartott publikációjá-

ra. Ebben a folyamatban azonban előállhat egy olyan jelenség, amit *megkésett elismerésnek* is neveznek [1,2].

A megkésett elismerés (*delayed recognition*) jelenségét és létezését többen is vizsgálták, és különböző okoknak tulajdonítják [3]: az egyik az lehet, hogy a szóban forgó tudományos közlemény vagy cikk olyan eredményekről számol be, amelyek nem egyeznek a kurrens, elfogadott elméletekkel. A másik lehetséges ok, persze sok más mellett, például a szerző pozíciója a tudományos hierarchiában. Dolgozatát vagy cikkét eleinte mellőzik azért, mert szerzője egy aránylag kevésbé ismert kutatóintézetben, vagy más, kevésbé ismert munkahelyen dolgozik. Azt is felvetették [4], hogy számos dolgozatot nem idéznek rögtön a publikálása után, ha tartalmát értéktelennek tartják, vagy fogalmilag nem ismerhető el rögtön és nem köthető egyszerű logikai lépésekkel az általában elismert ortodox fogalmakhoz. Sőt, olyan is előfordulhat, hogy egy újonnan publikált dolgozatot eredetileg mellőznek, mert tartalma nem terjeszthető ki az éppen akkor uralkodó ismeretekre. Külön hangsúlyozták, hogy a megkésett elismerés olyan különböző területeken is előfordulhat és vonatkozhat olyan eredményekre, amelyeket később Nobel-díjjal ismertek el. Például *Hermann Staudingert* kémiai Nobel-díjjal tüntették ki 1953-ban nagy molekulatömegű polimerekkel folytatott kutatásaiért. Amikor 1922-ben elsőként vetette fel, hogy ezek a polimerek hosszú molekulaláncokból állnak, kollégái nem fogadták el a hipotézisét, és továbbra is abban hittek, hogy a polimerek lényegében kis molekulák aggregátumai.

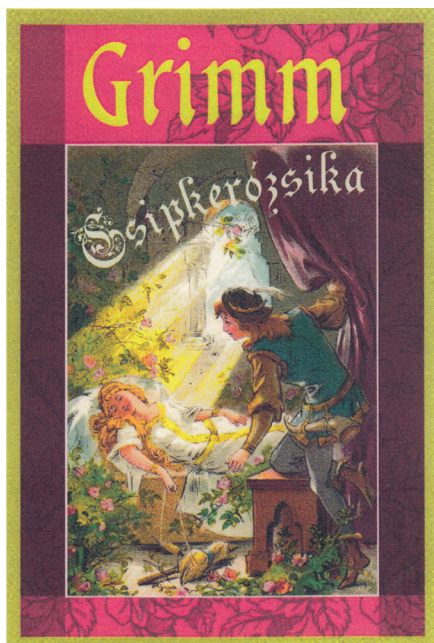
A természettudományi szakirodalom exponenciálisan fejlődött 1950-től, és az egyetemi, állami, vagy ipari kutatások száma óriásira növekedett. Ez a növekedés is hozzájárulhatott ahhoz, hogy ismert és kevésbé ismert kutatók publikált eredményei néha észrevétlenül maradjanak. Egy aránylag új példa arra, hogy egyes kutatások

nem köthetők rögtön a jelenlegi tudományos ismeretekhez – ilyen például a memória makromolekuláris elmélete. Ez az elmélet azt mondja, hogy a memória az agyban tárolódik nukleinsav- és fehérjeegységekként, amelyeket „engram”-oknak neveznek. Amikor a memória előhívódik, ezek az „engram”-ok visszakeresődnek, és a bennük kódolt információt az agy „leolvassa”. A memória makromolekuláris elmélete még 15 évvel felvétele után sem köthető a kurrens tudományos ismeretekhez [5]. Létezik-e olyan út, aminek alapján előre láthatók, hogy milyen dolgozatok bizonyulnak idő előttinek? Egyes vélemények szerint a megkésett elismerésről beszámoló cikkek felismerhetők és vizsgálhatók hivatkozási, idézeti történetük alapján.

A 60-as évek elején több kutató figyelt fel arra a jelenségre, miszerint bizonyos fontos és kevésbé fontos tudományos munkák, publikációk hosszabb-rövidebb ideig észrevétlenül maradtak publikálásuk után. Ezekre később mint „ellenállt felfedezések” (*resisted discoveries*) is hivatkoztak [6].

### Bevezetés

A bennünket foglalkoztató metaforát csak 2004 óta használják olyan értelmezésben, hogy a megkésett elismerés a tündérmesékből ismert Csipkerózsika-jelenséghez hasonlítható vagy ahhoz hasonlóan értelmezhető [7]. Eszerint olyan publikációt vagy közleményt tekintettek „Csipkerózsiká”-nak, amelyik publikálása után észrevétlenül maradt, azaz nem vagy nagyon keveset idézték, ezért metaforikusan hosszú ideig „aludt”, és utána hirtelen jelentős figyelmet vont magára: egy későbbi publikáció („királyfi”) által „csókot”, azaz idézetet kapva felébredt [7]. A 2004-es metaforát később a természettudományra vonatkozóan többen továbbfejlesztették és számos területére is kiterjesztették [8,9]. Valószínűnek tartjuk, hogy Csipkerózsika és a királyfi [10] tündérmeséjét gyerekkorából a világon mindenki ismeri, hiszen a



1. ábra. Grimm közismert mesekönyvének címlapja

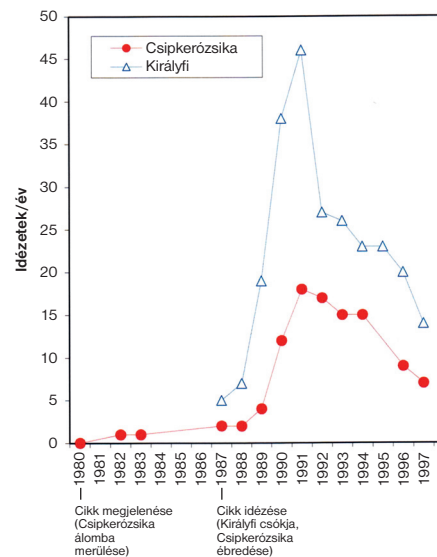
német Grimm testvérek 18. századi szövegét a szülők a gyerekek millióinak mesélték el. Ezért feleslegesnek tartjuk, hogy a mesét itt részletesen ismertessük. Talán csak ismertsége alátámasztására említjük, hogy Csipkerózsikát angol nyelven *Sleeping Beauty*-ként [10], németül *Dornröschen*-ként [12], franciául *La Belle au bois dormant*-ként [13] ismerik (1. ábra). A tudományos cikkek megkésett felismerésének metaforikus értelmezését, mint már említettük, olyan szakterületekre is kiterjesztették, mint például a pszichológia [14], a fizika [15], a matematika [16] és az orvostudományok [17]. Azonban jelen szerző tudomása szerint a Csipkerózsika metaforát eddig a kémiai kutatásban és publikálásban nem alkalmazták. Ezért a dolgozat ezt a témát igyekszik körbejárni és példákkal illusztrálni.

## Csipkerózsikák és királyfik a kémiában

Mielőtt a kémiai példákra rátérnénk, úgy érezzük, hogy nem felesleges néhány klasztrikus megkésett elismerést (Csipkerózsikát) említeni a természettudomány területéről. Az egyik ilyen példa *Gregor Mendel* brünni apát, botanikus, a tudományos örökléstan megalapozójának esete. A Mendel genetikai elméletét ismertetett cikk 72 évét „aludt” ébredéséig. A másik példánk *Albert Einstein*re vonatkozik, aki 1935-ben *Boris Podolsky* és *Nathan Rosen* társszerzővel publikált egy Csipkerózsika-cikket a kvantumkeveredés paradoxonáról. Annak

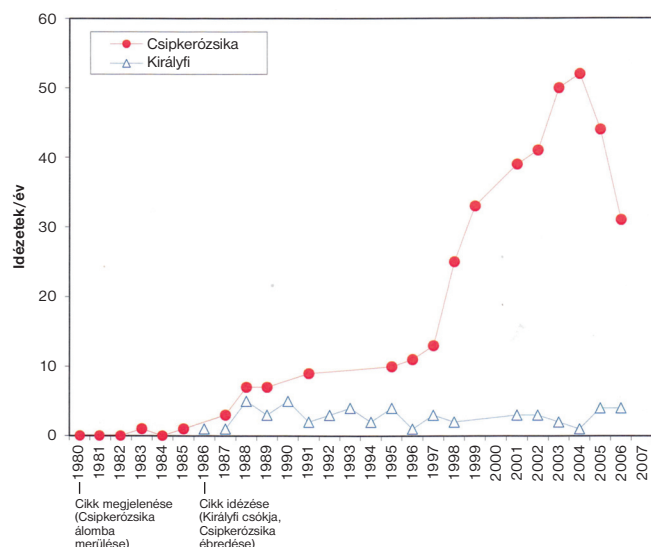
ellenére, hogy az Einstein-féle Csipkerózsika-cikk némi érdeklődést már megjelenésekor is keltett, a valóságban kutatók csak 1994-ben kezdték jelentős számban idézni. Visszatérve jelen dolgozat témájához, az 1. táblázatban részben mások cikkeiből, részben saját keresésből összegyűjtöttünk 43 kimondottan kémiai Csipkerózsikára vonatkozó cikket. Külön felhívjuk a figyelmet a táblázat forrás-oszlopára. A táblázatban feltüntetjük a Csipkerózsika-cikkek szerzőinek nevét, a cikkek címét, megjelenésük folyóiratát és évét, a „királyfi csókjának”, azaz a cikkek ébredésének (első idézettségének) évét, valamint azt az időtartamot, amit a Csipkerózsika-cikk álomban, azaz idézetlenül töltött. Hangsúlyoznunk kell, hogy a szakirodalomban, adatbázisokban a Csipkerózsika-cikkeket nem könnyű megtalálni: a táblázatban szereplő Csipkerózsika-cikkeket a [9] hivatkozás szerzői a Web of Science (WOS) adatbázis 20 millió cikkéből és 300 millió idézetéből válogatták ki. Vélekedések szerint körülbelül egymillió publikált cikk közül nagyjából 100–1000 cikk tekinthető Csipkerózsikának [21].

Hozzávetőlegesen megjegyezzük, hogy a táblázatban szereplő Csipkerózsika-cikkeket a [7] hivatkozásban szereplő szerző szintén a Web of Science-ben 1980-tól nyilván tartott sok millió cikk és 30 millió idézet alapján találta meg. A Csipkerózsika-cikkek alvási időtartama nagyon változatos lehet, például 96 évtől (l. *Freundlich*-cikk) egészen az 5 éves rövid alvásig (l. például a *Takegoshi*-cikket). A Csipkerózsikák és királyfik találkozása grafikusán is ábrázolható, mint ahogy a 2. és 3. ábrán látható. A 2. ábrán például a [22]-es Csipkerózsika- és a [23]-as királyfi-cikk szerepel: a Csipkerózsika-cikk ébredése a megjelenése után 7 évvel következett be. Az éb-



2. ábra. Csipkerózsika-királyfi cikk páros ébredése rövid távú alvás után a királyfi-csók idézettségi szárnyalásával (Csipkerózsika: [22], királyfi: [23])

redés utáni időszakban a királyfi-cikk idézettségi szárnyalása jelentősebb volt a Csipkerózsika-cikk szintén ébredése utáni nem jelentéktelen idézettségi szárnyalásánál. Egy újabb, nem érdektelen Csipkerózsika-királyfi találkozást mutat be a 4. ábra. Az ábrán a [24]-es és a [25]-ös hivatkozásoknak megfelelő cikkek szerepelnek. Itt, a 2. ábrától eltérően, a Csipkerózsika-cikk idézettsége jelentős az ébredés, míg a királyfi-cikk idézettsége jelentősen szerényebb. Ezek után talán érdemes néhány szót említeni az 1. táblázatban szereplő, hosszan alvó Csipkerózsikák álmanak hátteréről. A 96 éves, leghosszabb alvási időt felmutató, Freundlich által publikált Csipkerózsika-cikkben a szerző az adszorpció első matematikai modelljét mutatta be. Az 1. táblázatban szintén szereplő, 46 éves alvási idejű *Turkevich* (Csipkerózsika)-cikk



3. ábra. Csipkerózsika-királyfi cikk páros ébredése rövid távú alvás után Csipkerózsika-cikk idézettségi szárnyalásával (Csipkerózsika: [24], királyfi: [25])



1. táblázat. Csipkerózsikák

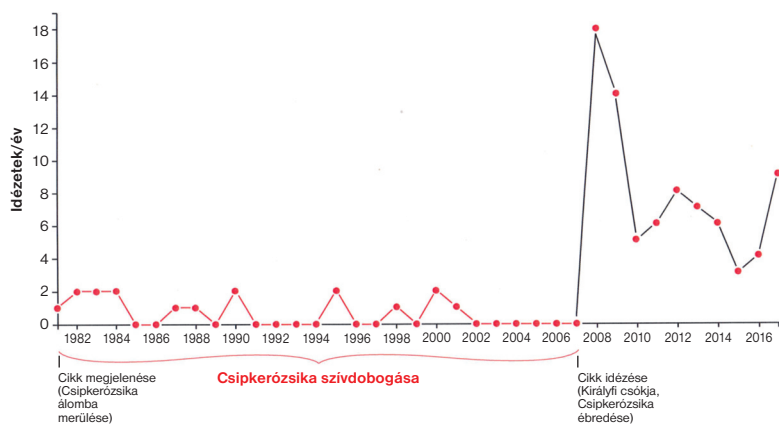
Szerző(k)	Cikk címe	Folyóirat	Megjelenés (elalvás) (év)	Királyfi csókja (ébredés) (év)	Alvás idő- tartama (év)	Forrás (e cikk irodalma)
W. Ramsden	Separation of solids in the surface-layers of solutions and „suspensions” (observations on surface-membranes, bubbles, emulsions, and mechanical coagulation). Preliminary account.	Proceedings of the Royal Society of London	1903	2000	97	9
H. Freundlich	Concerning adsorption in solutions	Z. Phys. Chem.	1906	2002	96	9
I. Goldberg	Concerning phenylation in the presence of copper as a catalytic agent	Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft	1906	2000	94	9
W. Ostwald	On the assumed isomerism of red and yellow mercury oxide and the surface-tension of solid bodies	Zeitschrift für Physikalische Chemie-Stoichiometrie und Verwandtschaftslehre	1900	1993	93	9
E. Meyer, R. Behrend, F. Rusche	Condensates of glycoluril and formaldehyde	Annalen der Chemie	1905	1997	92	9
S. U. Pickering, I. Langmuir	CXCVI-Emulsions	J.Am.Soc.Trans.	1907	1996	89	9
I. Langmuir	The constitution and fundamental properties of solids and liquids, Part I. Solids	J.Am.Chem.Soc.	1916	2003	87	9
G. Wulff	On the question of speed of growth and dissolution of crystal surfaces	Zeitschrift für Krystallography und Mineralogie	1901	1986	85	9
R. Lucas	The time law of the capillary rise of liquids	Kolloid-Zeitschrift	1918	1999	81	9
I. Langmuir	The adsorption of gases on plane surfaces of glass, mica and platinum	Journal of the American Chemical Society	1918	1998	80	9
C. Davisson	The scattering of electrons by a single crystal of nickel	Nature	1927	1987	60	19
A. B. D. Cassie	Wettability of porous surfaces	Trans. Faraday. Soc.	1944	2002	58	9
R. N. Wenzel	Resistance of solid surfaces to wetting by water	Ind.Eng.Chem.	1936	2003	57	9
R. N. Wenzel	Surface roughness and contact angle	Journal of Physical and Colloid Chemistry	1949	2001	52	9
L. Meitner	Disintegration of uranium by neutrons: a new type of nuclear reaction	Nature	1939	1989	50	19
W. S. Hummers	Preparation of graphitic oxide	J.Am.Chem.Soc.	1958	2007	49	9
C. D. Keeling	The concentration and isotopic abundances of carbon dioxide in rural areas	Geochem. Cosmochem. Acta	1958	2005	47	34
R. H. Dinegar, V. K. Lamer	Theory, production and mechanism of formation of monodispersed hydrosols	Journal of the American Chemical Society	1950	1997	47	9
J. Turkevich	A study of the nucleation and growth processes in the synthesis of colloidal gold	Discuss. Faraday.Soc.	1951	1997	46	9
S. A. Rice, C. A. Thomas, M. E. Reichmann, P. Doty	A further examination of the molecular weight and size of desoxyribose nucleic acid	Journal of the American Chemical Society	1954	2000	46	9



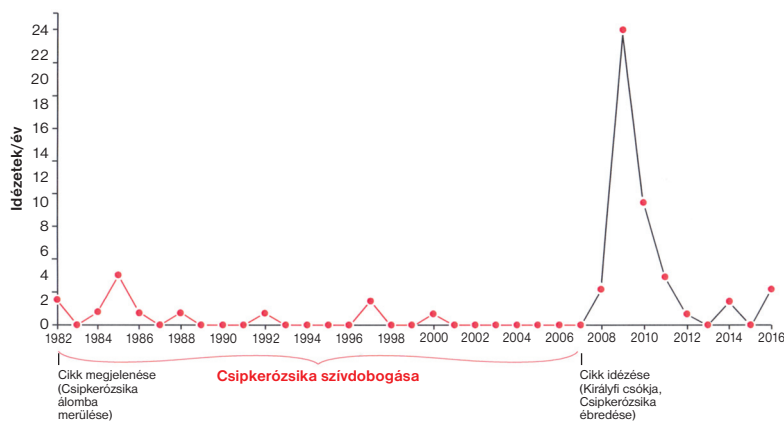
Szerző(k)	Cikk címe	Folyóirat	Megjelenés (elalvás) (év)	Királyfi csókja (ébredés) (év)	Alvás idő- tartama (év)	Forrás (e cikk irodalma)
C. Zener	Interaction between the d-shells in the transition metals. II. Ferromagnetic compounds of manganese with perovskite structure	Phys.Rev.	1951	1995	44	18
H. Wiener	Structural determination of paraffin boiling points	Journal of the American Chemical Society	1947	1991	44	9
D. L. Peterson, O. Redlich	A useful adsorption isotherm	Journal of Physical Chemistry	1959	2003	44	9
L. Egerton, D. M. Dillon	Piezoelectric and dielectric properties of ceramics in the system potassium sodium niobate	Journal of the American Ceramic Society	1959	2001	42	9
M. S. Blois	Antioxidant determinations by the use of a stable free radical	Nature	1958	1999	41	9
L. Egerton, R. E. Jaeger	Hot pressing of potassium-sodium niobates	Journal of the American Ceramic Society	1962	2002	40	9
C. D. Keeling	The concentration and isotopic abundances of carbon dioxide in the atmosphere	Tellus	1960	1997	37	34
W. Stober, A. Fink, E. Bohn	Controlled growth of monodisperse silica spheres in micron size range	Journal of Colloid and Interface Science	1968	2002	34	9
R. S. Wagner, W. C. Ellis	Vapor-liquid-solid mechanism of single crystal growth (new method growth catalysis from impurity whisker epitaxial + large crystals, Si, E)	Applied Physics Letters	1964	1997	33	9
C. D. Keeling, R. B. Bacastow, A. E. Bainbridge, C. A. Ekdahl, P. R. Guenther, L. S. Waterman, J. F. S. Chin	Atmospheric carbon dioxide variations at Mauna Loa Observatory, Hawaii	Tellus	1976	1990	14	34
T. Ogino, M. Aoki	Mechanism of yellow luminescence in GaN	Jpn.J.Apple.Phys.	1980	1992	12	9
S. B. Otey	Starch-blown films	Ind.Eng.Chem., Prod.Res.Dev.	1980	1990	10	9
F. T. Wagner G. A. Somorjai	Photocatalytic hydrogen-production from water on Pt-free SrTiO <sub>3</sub> in alkali hydroxide solutions	Nature	1980	1990	10	20
M. Pfisterer	On the structure of ternary arsenides	Z. Naturforsch. Sect.B.	1980	1989	9	20
S. D. Findlay	On the chemistry and high-field nuclear magnetic-resonance spectroscopy of rapamycin	Can.J.Chem.	1980	1987	7	9
P. Varotsos	Migration enthalpy for the bound fluorine motion in alkaline-earth fluorides	J.Phys.Chem. & Solids	1980	1987	7	20
S. D. Casparini	Application of N, N-dialyl aliphatic amides in the separation of some actinides	J.Sep.Sci.Technol.	1980	1986	6	9
S. B. Lies	Preparation, structure, and magnetic-properties of a dodeca nuclear mixed-balance manganese carboxylate	Acta Crystall. Sect.B, Struct. Sci.	1980	1986	6	9
S. E. Devitt	A method for determining the mode. I. Delamination structure toughness of elastic and viscoelastic composite materials	J.Comp.Mater.	1980	1985	5	9



Szerző(k)	Cikk címe	Folyóirat	Megjelenés (elalvás) (év)	Királyfi csókja (ébredés) (év)	Alvás idő- tartama (év)	Forrás (e cikk irodalma)
S. D. Hallcher	The effects of lithium ion and other agents on the activity of myo-inositol-1-phosphatase from bovine brain	J.Biol.Chem.	1980	1985	5	9
S. B. Takekoshi	Polymer syntheses via aromatic nitro displacement reactions	J.Polym.Sci., Part A, Polym. Chem.	1980	1985	5	9
C. D. Keeling, J. F. S. Chin, T. P. Whorf	Increased activity of northern vegetation inferred from atmospheric CO <sub>2</sub> measurements	Nature	1996	2000	4	34

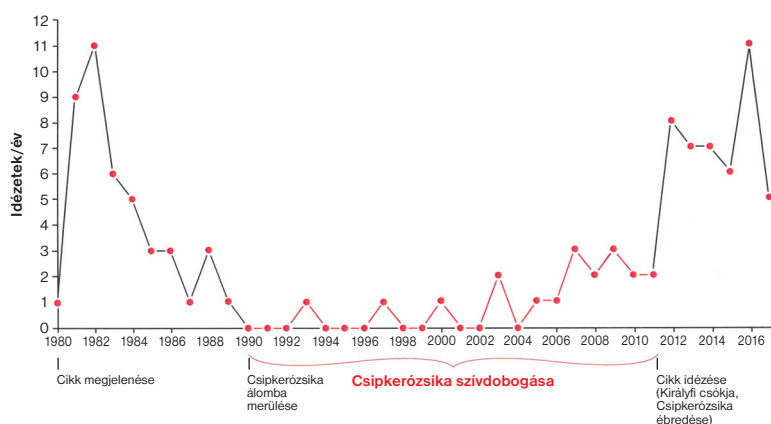


4. ábra. Csipkerózsika-cikk [27] idézettségi szivdobogása és ébredése 2007-ben



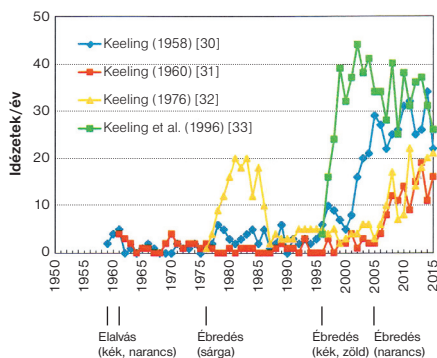
5. ábra. Csipkerózsika-cikk [28] idézettségi szivdobogása és ébredése 2007-ben

6. ábra. Csipkerózsika-cikk [29] idézettségi szivdobogása és ébredése 2004-ben



tisztázta először, hogyan lebegtethetők arany nanorészecskék folyadékokban. Ez utóbbi esetben a felébresztő királyfi-cikk az orvosi területről érkezett, és ez a szakterület manapság arany nanorészecskéket alkalmaz daganatok kimutatására, valamint gyógyszerek célba juttatására.

Említhetjük még a 46 évet alvó Csipkerózsika-cikket a grafit-oxid előállításáról. A közelmúltbeli, grafit és alkalmazási lehetőségeit övező világalomnak köszönhető e Csipkerózsika-cikk rivaldafénybe kerülése, ugyanis a grafit-oxid meghatározó köztitermékeként szolgálhat a 2D anyag előállítására. Nemrég a Csipkerózsika-cikkek alvásának még egy érdekes aspektusára mutattak rá [26]. Ennek megfelelően a Csipkerózsikák álmában idézettségi méréssel meg lehet különböztetni a mély álmot a könnyű álomtól, sőt, a könnyű álomban az alvó Csipkerózsikák szivdobogása is megfigyelhető. Példaként a 4., 5. és 6. ábra mutatja az 1. táblázatban szintén szereplő 3 Csipkerózsika-cikket. A három említett ábrán csak a Csipkerózsika-cikk idézettségi alvása szerepel, a királyfi-cikkeket nem tüntettük fel. Mint az ábrákon látható, a három Csipkerózsika-cikk felébresztéséig sem maradt teljesen idézetlen, hanem voltak évek, amikor ezek a cikkek egy-két idézetet kaptak évente. Ezek az alvási évek idejében rendszeresen megjelenő, nagyon kis számú idézetek Csipkerózsika-cikk alvás közbeni metaforikus szivdobogását is jelenthetik [26]. A 2. és 3. ábrán Csipkerózsika mély álmát az alvási periódusban a csaknem hiányzó idézettség jellemzi. Ugyancsak érdekes jelenséget figyelhetünk meg az 6. ábrán bemutatott, részben magyar szerzőjű Csipkerózsika-cikk esetében. Mint látható, ez a Csipkerózsika-cikk, megjelenése után, nagyon éber idézettségi életet élt 5 éven keresztül. Ami után hirtelen elaludt, és 14 évre rá ébredt egy királyfi-cikk által idézve. Itt érdemes-



**7. ábra. Keeling Csipkerózsika-cikkeinek ébredési ideje [35] (bővebben lásd: 1. táblázat)**



**Charles David Keeling**

nek találtuk a japán királyfi adatait is megemlíteni [34].

Külön érdeklődést érdemelnek a *Charles David Keeling* által publikált Csipkerózsika-cikkek. Ezekben 1958-tól kezdődően az egyesült államokbeli kutató publikálta elsőként a CO<sub>2</sub> légköri koncentrációszennyezettség-növekedésének kezdetét [30]. Ugyanezzel a témával foglalkoztak Keeling 1960-ban, 1976-ban és 1996-ban publikált cikkei [31–33]. Mint a **7. ábrán** látható, ezeket a Csipkerózsika-cikkeket 2005-ben, 1997-ben, 1990-ben és 2000-ben ébresztették az itt fel nem tüntetett, de az ábrán megjelenésükkor jelölt királyfik. Észrevehetjük ugyanazt a jelenséget, ami a **6. ábrán** is feltűnt, éspedig azt, hogy a sárga színnel jelölt Csipkerózsika megjelenése után rögtön nagyon éber idézettséget (ébredlést) élt közel 15 éven keresztül, ami után újfent álomba merült. Meg kell jegyeznünk, hogy Keelinget publikációi folytán jelenleg mint a globális felmelegedés, klímaváltozás veszélyeire elsőként felhívó, illetve figyelemztető kutatót tartják nyilván [35–36]. Többször javasolták Nobel-díjra, amivel azonban 2005-ben bekövetkezett haláláig nem tüntették ki.

## Utószó

A metaforákat aránylag gyakran használják a tudományos kutatásban új eredmények érthetőbbé tételére, valamint ismert fogalmak általánosítására [37]. A tudományos kutatáshoz szorosan köthető publikációs és kommunikációs folyamatokat kíséreltük meg a fentiekben talán szórakoztatónak is tekinthető analógiákkal és metaforikus szemlélettel egymáshoz közelebb hozni. Ilyen módon reméljük, hogy sikerült átfogóbb betekintést szerezni a tudományos kutatásban jelen levő információs folyamatokba. Végezetül talán érdemes néhány szót ejteni arról, hogy a világban több millió természettudományos folyóiratcikk közül aránylag nagy százalékuk Csipkerózsika, azaz idézetlen marad rövidebb vagy hosszabb ideig, kis túlzással talán örökké. Nem találtunk pontos adatot arra vonatkozóan, hogy az évente publikált cikkek hány százaléka marad idézetlen. Természetesen ez a szám szakterületfüggő, de különböző szerzők 60%, 75%, sőt 90%-os idézetlenséget is említenek [38–39]. Némiük ébresztésére azért előbb-utóbb feltűnik egy királyfi. ●●●

## IRODALOM

- [1] E. Garfield, Delayed recognition in scientific discovery: citation frequency analysis aids the search of case histories, *Current contents* (1989) 23, 3.
- [2] E. Garfield, More delayed recognition. Part 2., From inhibin to scanning electron microscopy, *Current contents* (1990) 9, 3.
- [3] S. Cole, Professional standing and the reception of scientific discoveries, *Amer. J. Sociol.* (1970) 76, 286.
- [4] G. S. Stent, Prematurity and uniqueness in scientific discovery, *Sci. Am.* (1972) 227, 84.
- [5] F. R. Babich, A. E. Jacobson, A. E. Bubash, A. Jacobson, Transfer of a response to naive rats by injection of ribonucleic acid extracted from trained rats, *Science* (1965) 149, 656.
- [6] B. Barber, Resistance by scientists to scientific discovery, *Science* (1961) 134, 596.
- [7] A. F. J. van Raan, Sleeping Beauties in science, *Scientometrics* (2004) 59, 461.
- [8] T. Braun, W. Glänzel, A. Schubert, On Sleeping Beauties, princess and other tales of citation distributions, *Research Evaluation* (2010) 19, 198.
- [9] Q. Ke, E. Ferrara, F. Radicchi, A. Flammini, Defining and identifying Sleeping Beauties in science, *Proc. Nat. Acad. Sci.* (2015) 112, 7426.
- [10] <https://hu.wikipedia.org/wiki/Csipker%C3%B3zsika>
- [11] [https://en.wikiedia.org/wiki/Sleeping\\_Beauty](https://en.wikiedia.org/wiki/Sleeping_Beauty)
- [12] <https://en.wikipedia.org/wiki/Dornr%C3%B6schen>
- [13] [https://fr.wikipedia.org/wiki/La\\_Belle\\_au\\_bois\\_dormant](https://fr.wikipedia.org/wiki/La_Belle_au_bois_dormant)
- [14] L. L. Lange, Sleeping Beauties in Psychology: Comparisons of „Hits” and „Missed Signals” in Psychological Journals, *Hist. Psychol.* (2005) 8, 194.
- [15] W. Marx, The Shockley-Queisser paper – A notable example of a scientific sleeping beauty, *Ann.Phys.* (2014) 526, A41.
- [16] B. van Carster, It takes time: A remarkable example of delayed recognition, *J. Am. Soc. Inform. Sci. Technol.* (2012) 63, 2341.
- [17] P. Gorry, P. Raguet, Charles Dotter & the birth of interventional radiology: A sleeping beauty with a restless sleep, *Prods.ISSI, Istanbul, 15<sup>th</sup> Internat. Soc. Scientometrics informatics Conference*, 2015, 266. o.
- [18] S. Redner, Citation statistics from 110 years of Physical Review, *Physics Today* (2005) June, 49.
- [19] J. Li, F.Y. Ye, The phenomenon of all-elements-sleeping-beauties in scientific literature, *Scientometrics* (2012) 92, 795.
- [20] F. Y. Ye, L. Bornmann, „Smart Girls” versus „Sleeping Beauties” in the sciences: The identification of instant and delayed recognition by using the citation angle, *J. Assoc. Inc. Sci. Technol.* (2016) November, 1.
- [21] A. Paraschakis, „Sleeping beauties” in science, *European Psychiatry* (2014) 29, 1.
- [22] S. B. Findlay, L. Radics, On the chemistry and high field nuclear magnetic resonance spectroscopy of rapamycin, *Canad. J. Chem.* (1980) 58, 579.
- [23] H. Tanaka, A. Kuroda, H. Marusawa, H. Hatanaka, T. Kino, G. Goto, M. Hashimoto, T. Taga, Structure of FK506, a novel immunosuppressant isolated from *Streptomyces*, *J. Am. Chem. Soc.* (1987) 16, 5031.
- [24] S. I. Lies, Preparation, structure, and magnetic-properties of a dodeca nuclear mixed-balance manganese carboxylate, *Act. Crystallog., Section B-structural science* (1980) 36, 2042.
- [25] P. R. Baikie, A. J. Howes, M. P. Hursthouse, A. B. Quick, P. Thornton, Preparation, crystal structure, magnetic properties, and chemical reactions of a hexanuclear mixed valence manganese carboxylate, *J. Chem. Soc. Chem. Commun.* (1986) 21, 1587.
- [26] J. Li, D. Shi, S. X. Zhao, F. Y. Ye, A study of the „heartbeat spectra” for Sleeping Beauties, *J. Informatics* (2014) 8, 493.
- [27] M. Pfisterer, G. Nagorsen, On the Structure of Ternary Arsenides, *Z. Naturforsch. Sect. B.* (1980) 35, 703.
- [28] P. Varotsos, K. Alekopolos, Migration entropy for the bound fluorine motion in alkaline-earth fluorides, *J. Phys. Chem. Solids* (1980) 41, 443.
- [29] F. T. Wagner, G. A. Somorjai, Photocatalytic hydrogen-production from water on Pt-free SrTiO<sub>3</sub> in alkali hydroxide solutions, *Nature* (1980) 285, 559.
- [30] C. D. Keeling, The concentration and isotopic abundances of atmospheric carbon dioxide in rural areas, *Geochim. Osmochim. Acta* (1958) 13, 323.
- [31] C. D. Keeling, The concentration and isotopic abundances of carbon dioxide in the atmosphere, *Tellus* (1960) 12, 200.
- [32] C. D. Keeling, R. B. Bacastow, A. E. Bainbridge, C. A. Ekdahl, P. R. Guenther, L. S. Waterman, Atmospheric carbon dioxide variations at Mauna Loa Observatory, Hawaii, *Tellus* (1976) 28, 538.
- [33] C. D. Keeling, J. F. S.Chin, T. P.Whorf, Incrised the activity of northern vegetation inferred from atmospheric CO<sub>2</sub> measurements, *Nature* (1996) 382, 146.
- [34] M. Matsuoka, M. Kitano, M. Takeuchi, K. Tsujimaru, M. Anpo, J. M. Thomas, Photocatalysis for new energy production: recent advances in photocatalytic water splitting reactions for hydrogen production, *Catalysis Today* (2007) 122, 51.
- [35] W. Marx, R. Haunshild, B. French, Lutz Bornmann, Slow reception and under-citedness in climate change research: a case study of Charles David Keeling, *Scientometrics* (2017) 112, 1079.
- [36] E. Nisbet, Earth monitoring: Cinderella science, *Nature* (2007) 450, 789.
- [37] <https://teachingtomtom.com/2012/11/29/the-use-of-metaphors-in-science-and-technology>
- [38] <https://www.quora.com/What-percentage-of-research-never-gets-cited>
- [39] <http://blogs.lse.ac.uk/impactofsocialsciences/2014/04/23/academic-papers-citation-rates-remler/>



# Nyitottan az új tudásra, elméletekre és képességekre

Beszélgetés Onno De Jong professzorral

Első rész



*Az interjúban a svédországi Karlstadi Egyetem Kémiai és Orvosbiológiai Intézetének professzor emeritusát kérdeztük életéről és tapasztalatairól, a kémia és a kémiaoktatás jelenlegi helyzetéről. Onno De Jong 1998 óta több mint 200 tudományos cikk bírálója volt, mivel több nemzetközi kémiai folyóirat szerkesztőségi tagja (pl. IJSE, DCE, CERP, EJTE, JRST, RISE, AJEC). Hat kémiaoktatással kapcsolatos könyv társszerzője, 40 könyvben írt a kémiaoktatással kapcsolatos fejezeteket, önéletrajzában 200-nál is több kémiaoktatással kapcsolatos cikket említ. Kémiantanár-képzési tapasztalatairól többek között svéd, holland, francia, dél-afrikai, ausztráliai, tajvani egyetemeken tartott előadásokat és workshopokat. 2000-ben Budapesten is hallhattuk az ICCE-konferencián (IUPAC International Conference on Chemical Education (ICCE), Budapest, Magyarország). Fiatalon tanárként, később szakértőként részt vett a holland és a svéd kémiantantervi reformokban is.*

**Miért lett kémikus?**

Iskoláskoromban nagyon érdekelték a természettudományok. Amikor egyetemre mentem, választanom kellett a természettudományi ágak között. A választás elég egyszerű volt. Számomra a fizikában túl sok volt a törvény és a szabály, a biológiát pedig unalmasan tanították. Varázslatossága és érdekes története (alkímia) miatt a kémiát választottam. Nagyon izgatott, hogy igazi diákkísérleteket végezhetek az iskolai laboratóriumban, de sajnos a kísérletekre csak az utolsó tanulmányi évemben került sor (1960), és ezek száma is nagyon korlátozott volt.

Az azóta eltelt sok év ellenére is jól emlékszem egy pillanatra az iskolai laborból. Réz-szulfát-oldatot kellett készítenem: vagyis néhány kék színű kristályhoz kellett vizet adnom egy kémcsőbe. Nagyon óvatosan csináltam, cseppről cseppre adagolva a vizet. Már néhány csepp hozzáadása után meglepve vettem észre, hogy a folyadék zöld színű lett. Én kék színűre számítottam, mert azt tanították nekünk, hogy a réz-szulfát oldata kék színű a  $\text{Cu}^{2+}$ -ionoktól. Mi történt? Szerencsétlenségemre a tanárom túl elfoglalt volt, hogy megválaszolja a kérdésemet és hogy elmondja ezt a nagyon tipikus oldódási hatást. Ennek a váratlan színnek a megfigyelése nagyon motivált a kémiai tanulmányaim során!

**Miért szerzett oklevelet oktatápszichológiából?**

1967-ben kémiantanár lettem egy szakközépiskolában. Mivel kémiából volt egyetemi oklevelem, ahhoz, hogy taníthassak, részt kellett vennem egy tanárjelölteknek szóló kurzuson a kémiantanítással kapcsolatban. A képzés nagyon rövid volt (2 hónap), és jórészt elméleti előadásokból állt. A kurzust nagyon szegényesnek tartottam, és nem jelentett megfelelő felkészülést a kémiantanári munkámhoz.

Miután túléltem a tanítás kezdeti periódusát, úgy döntöttem,

hogy továbblépek. Nem sokkal később, az 1970-es években részt vettem egy nemzeti kémiantanterv reformálását szolgáló projektben (rövidítése CMLS). A projekt tanárává váltam, aki új módon próbálja ki az új kémiai tananyagtartalmakat. A tapasztalatok cseréje és a résztvevőkkel folytatott párbeszédnek nyomán egyre többet gondolkoztam a kémia tanításáról és annak értékéről a diákok és a társadalom számára. Új látásmódokat akartam tanulni a tanítás és a tanulás területén. Ezért úgy döntöttem, hogy a teljes állású tanári munkámat kombinálom egy oktatápszichológiai tanulmánnyal.

Nem egyszerre választottam mindkét területet, de egyértelmű kapcsolat van köztük.

**Miért a kémiantanítást választotta PhD-témájának?**

1977-ben az Utrechti Egyetemen (Hollandia) oktatóként kezdtem dolgozni a kémiantanárképzésében. Abban az időben szerencsére a tanárjelöltek képzése a kémiantanítás területén már sokkal relevánsabb volt, mint tíz évvel korábban. Néhány évvel később a munkám jelentős részét már a kutatási feladatok tették ki. Ez lehetőséget adott, hogy megvizsgáljam, milyen nehézségekkel küszködnek a diákok a kémiai témák megértése terén. Ezt a kutatást sokkal szisztematikusabban tudtam végrehajtani, mint amikor iskolai tanár voltam. Ennek eredményeképpen megszereztem a PhD-fokozatomat 1990-ben.

Ebből látszik, hogy a kémiaoktatás, mint kutatási téma a doktori dolgozatomhoz, a munkámba volt kódolva.

**Hogyan és miért vált a kémia és a természettudományok kutatójává és oktatójává? Miért választotta az egyetemi karriert?**

Azalatt, amíg a CMLS-projekt tanára voltam (1971–1977) ébredtem rá arra, hogy a sikeres kémiaoktatási reformhoz nemcsak új, gyakorlatalapú kémiai tananyagtartalom-fejlesztésre van



szükség, hanem jól és megfelelően képzett tanárookra is, hiszen ők a kulcsszereplők, a változás megvalósítói. Ezért úgy döntöttem, hogy a kémiatanár-képzésben leszek oktató, mert véleményem szerint ez a pozíció remek lehetőséget biztosított, hogy hozzájárulhassak a kémiaoktatás fejlődéséhez. Nemcsak tanárjelölteknek szóló kurzusokat tartottam, hanem szakmai továbbképzéseket is. Mindkétfajta kurzusnál hangsúlyoztam az elméleti kurzus kapcsolatának a fontosságát a tanórai gyakorlattal.

Néhány év elteltével az Utrechti Egyetemen kezdett hangsúlyosabbá válni a kutatás, ezért váltam kémiatanárokat oktatóból a kémiaoktatás kutatójává. Számomra ennek a változásnak a legfőbb oka a tényeken alapuló kémiaoktatáshoz való hozzájárulás igénye volt, nemcsak iskolai szinten, de a tanárképzés szintjén is. A kutatásom nagyrészt az iskolai diákok nehézségeire fókuszált a kémia megértése terén. Ez egyfajta visszhangja volt az iskolai tanárként eltöltött időmnek. Később a kutatásom fókuszát átvett a tanárjelöltek kémiatanítási nehézségeire és arra, hogy hogyan tudnak megbirkózni ezekkel a nehézségekkel. Ez az érdeklődésem sokkal inkább egybeesett a tanárképzésben végzett munkámmal.

*Hogyan lett a svédországi Karlstadi Egyetemen is oktató? Ezzel egy időben Hollandiában, az Utrechti Egyetemen is dolgozott?*

Nem én jelentkeztem a Karlstadi Egyetemre, hanem 2005-ben meghívtak a kémiaoktatás professzorának. Az egyetemi kar a nyugdíjba vonuló Hans-Jürgen Schmidt professzor utódját kereste. Tudták, hogy aktívan részt veszek néhány olyan nemzetközi hálózat munkájában, amely a kémiatanár-képzésben érdekelt oktatókat és kutatókat tömöríti. Fontosnak tartották azt a tapasztalatot is, amelyet az akkor még új Természettudomány és Matematika Oktatási Központ tagjaként szereztem az Utrechti Egyetemen. Ilyen központ ugyanis nem működött még Karlstadban.

Részmunkaidőben elfogadtam a meghívásukat, de kombináltam az Utrechti Egyetemen betöltött állásommal is.



A Karlstadi Egyetem madártávlatból

*Szeretnénk megkérni, hogy beszéljen a kémia- és természettudományos oktatással kapcsolatos kutatásairól, különösen a természettudományos modellek tanításáról és tanulásáról, a nyílt problémaközpontú oktatási módszerről, a kémiatanárok tudásbázisának fejlődéséről, illetve az összefüggés-alapú oktatásról (context based learning).*

Válaszként a kapcsolódó munkáim absztraktjaiból idéznék:

1. Részecskemodellek használata a kémiaoktatás területén: „Ebben a cikkben a kémiatanár-jelöltek pedagógiai tartalmakról szerzett tudásáról (pedagogical content knowledge, PCK) készült tanulmányunkat mutatjuk be, egy posztgraduális tanárképzési program alapján. Kísérleti bevezető kurzust tartottunk tanárje-



Az Utrechti Egyetem főépülete

löltek ( $n = 12$ ) számára, amin elmagyaráztuk, hogyan használhatók a részecskemodellek a középiskolás diákoknál annak elősegítésére, hogy jobban megértsék a tapasztalataik (pl. anyagok tulajdonságai, fizikai és kémiai változások) és a kémiai részecskék (pl. atomok, molekulák, ionok) közötti kapcsolatot. A modul során hangsúlyoztuk a tanítási tapasztalatokból való tanulás fontosságát, és autentikus intézményi műhelymunkákat kapcsolunk a képzéshez. Kutatási adataink a résztvevők írásbeli feladatainak eredményeiből, a műhelybeszélgetések átírataiból és a reflektív tanórai beszámolókból származnak. A tanulmány eredményei alapján feltártuk, hogy már kezdetben is minden résztvevő képes volt azonosítani olyan tanulási nehézségeket, amelyekkel a középiskolai diákok küzdenek az anyagok tulajdonságaival és az anyagokat alkotó részecskékkel kapcsolatos témában. Továbbá, már ebben a szakaszban minden tanárjelölt elismerte a modellek alkalmazásának fontosságát a molekulák és atomok középiskolás diákoknak történő bemutatása során, a jelenségek és a részecskék közötti összefüggések tanításakor. A tanítási gyakorlat után az összes tanárjelöltnél mélyebb szintű megértést figyelhetünk meg a tanulók részecskemodellek használatával kapcsolatosan felmerült problémáit illetően. A részt vevő tanárok mintegy fele felismerte a részecskemodellek különleges tanítási helyzetekben történő használatának lehetőségeit és korlátait. A tanítási helyzetekből való tanulás során a tanárjelöltek továbbfejleszthették a pedagógiai tartalmakról szerzett tudásukat a részecskemodellek használatával kapcsolatban, habár ez a fejlődés eltérő volt a vizsgált tanárjelöltek körében.” [1]

2. A természettudományos tanárok a nyílt problémaközpontú oktatásban: „A bemutatott tanulmány a középiskolai természettudományos tanárok iskolai szakmai fejlődési pályájával (professional development trajectory, PDT) foglalkozik, célja, hogy támaszt nyújtson a tanároknak a „víz minősége” téma nyílt problémaközpontú tanításához. A tervezés alapja a „guiding by scaffolding”, vagyis a „támogatva kalauzolás/vezetés/irányítás”. Hét tapasztalt tanár vett részt intézményi megbeszéléseinken és próbálta ki iskolai környezetben a nyílt problémaközpontú tanítási módszert. A kutatásunk arra irányult, hogy támogató eszközöket terveztünk a témához, bemutattuk ezeket a megbeszéléseken és kipróbáltuk ezeket a tanteremben. A főbb kutatási adatokat az intézményi megbeszéléseken, a tantermi óramegbeszéléseken és -megfigyeléseink során gyűjtöttük. Az eredmények azt mutatták, hogy a PDT támogatta a tanárokat annak megtanulásában, hogyan segíthetik a tanulóikat a nyitott kutatásalapú tanítás során,



különösen annak a képességét sajátíthatták el, hogyan adhatják meg tanulóiknak a nyitott kutatáshoz a megfelelő „kereteket” és a számukra szükséges „teret”, illetve ezeknek a jól kiegyensúlyozott kombinációját. Megvittattuk az eredmények természettudományos tanárképzésbe illeszthetőségét.” [2]

3. A kémiatanárok tudásbázisának fejlődéséről: „A kémiatanítás során számos középiskolás diák tapasztal megértési nehézségeket a kémiai tartalmak három kölcsönösen összefüggő jelentése között, melyek a következők: a makroszkopikus, a mikroszkopikus és a szimbolikus jelentés. Ennek következtében a tanárjelölteket körültekintően kell felkészíteni arra, hogyan tanítsák majd ezt a bonyolult kérdéskört. Ez a cikk egy esettanulmányt mutat be, melyben nyomon követhetjük nyolc tanárjelölt pedagógiai tartalmakról szerzett tudásának (PCK) fejlődését a kémiai témakörök többszintű értelmezésében. Tanárképzési programunkban kezdetben arra fókuszáltunk a tanítás tanulása helyett, hogy hogyan tanuljunk a tanításból. Arra kértük a tanárjelölteket (mindannyian nem tanári MSc-végzettségűek), hogy úgy tanítsanak meg egy-egy kémiatantervi témát, hogy a téma tanítása során a mikro-, makro- és szimbólumszintű jelentésekre fókuszálnak. A kutatási adataink a tanárjelöltekkel tanóra előtt és után készített személyes interjúkból származnak. Az eredmények azt mutatták, hogy fejlődött a tanárjelöltek tanítási nehézségekkel kapcsolatos tudása, de leginkább a túl gyors és implicit magyarázat volt jellemző a makro- és mikroszintű jelentések értelmezésekor, és általában dominált a témák tanítása során a fogalmak mikroszintű jelentésének használata. A diákok tanulási nehézségeivel kapcsolatos tudás fejlődése is kimutatható volt, például a reakcióegyenletek mikro- és makroszintű értelmezése során.” [4]

4. Az összefüggés-alapú oktatásról (context based learning): „Még a tapasztalt kémiatanártól is megköveteli a szakmai fejlődést, ha arra ösztönzik, hogy aktívan vegyen részt az új összefüggés-alapú oktatásban. Ez a tanulmány röviden bemutatja annak a keretrendszernek a fejlesztését, ami tartalmazza a célokat, tanulási fázisokat, stratégiákat és útmutatásokat, és hogy hogyan alakították ezt a keretrendszert olyan szakmai fejlesztési programmá, melynek célja, hogy a tanárok képesek legyenek összefüggés-alapú tanítási egységeket tervezni kémiai tartalmakra. A program egy előre elkészített (kifejlesztett) tanítási egység tanításával kezdődik, majd a tanárok készítenek vázlatot egy új ösz-

szefüggés-alapú tanítási egységhez. A tanulmány során vizsgáltuk a tanárok kibontakozásának folyamatát a program végrehajtása során. A kutatási adatokat az intézményi megbeszéléseken, a tantermi óramegbeszéléseken és óramegfigyeléseink során gyűjtöttük. Az eredményeink alapján a tanárok, ha van rá elég idejük és megfelelő erőforrásuk, akkor képesek új összefüggés-alapú tanítási egységeket készíteni.” [4]



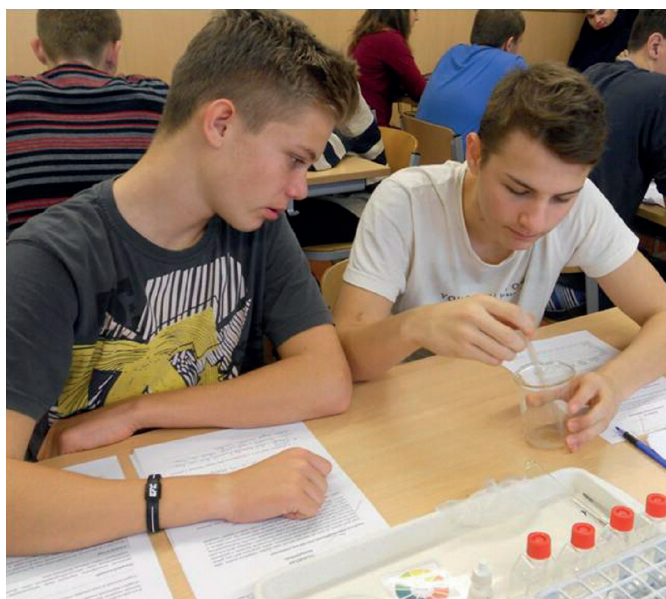
*Miért az autentikus tanulmányi közösségek vannak az érdeklődése középpontjában a kémiatanárok kontextus-alapú oktatásának tervezésére bátorítása kapcsán?*

A kémia oktatására egyre erősebb az igény a társadalom részéről sok országban, hogy a diákokat felkészítsék a változó világra. Ennek a nyomásnak az eredménye, hogy sok nemzeti tanterv naprakész; innovatív projektek széles választéka jelenik meg az oktatás során. Ezen innovációk sikere nagyban függ a kémiatanárok szándékától és azon képességétől, hogy új tanítási stratégiákat, anyagokat és iskolai laborgyakorlatot tudjanak bevezetni a mindennapi gyakorlatba. Napról napra „készebbé” kell tenniük a szakmaiságukat az új tudás, az elméletek és a képességek terén, habár sok kémiatanárnak ambivalens véleménye van az innovációról. Egyrészt hisznek abban, hogy a hatékony tudásátadás a közvetlen módszer, amit ők is megtapasztaltak a saját tanulmányaik során, másrészt viszont abban hisznek, hogy fontos a diákoknak, hogy a tudáselsajátításban aktívan vegyenek részt. A tanárok panaszkodnak, hogy nincs kellő szakmai tudásuk és tapasztalatuk ahhoz, hogy megfelelően bevezessék az új oktatási modelleket.

Azt mondanám, hogy az, hogy az innovációt egyszerűen beletöltjük az iskolába, önmagában nem valószínű, hogy át fogja alakítani a tanítási gyakorlatot. A kémiatanároknak útmutatásra és támogatásra van szükségük, hogy produktív párbeszédekben és innovatív tanításban vegyenek részt. A szakmai fejlődésüknek be kellene épülnie azokba a tanári kurzusokba, amelyek alapját a tanítás tanulásában megjelenő modern nézetek képviselik.

Jól ismert tény, hogy a modern nézeteket a tanítás tanulásában erősen befolyásolja a társadalmi konstruktivizmus pszichológiai teóriája. Nézetem szerint a tanuláshoz ez a teóriája elég általános, de specifikussá tehető és kiegészíthető azáltal, hogy megnézzük azokat a nézeteket, amelyek figyelembe veszik a tanár következő három egyedi jellegzetességét.

1. *A tanárok felnőtt tanulók.* Ahogy sok felnőtt, a tanárok sem szerették, ha főnről lefelé tanították őket, ahogy a közvetlen fo-





lyamatban az oktató átadja a tudást a passzív befogadónak, a diáknak. Ezért sok kémiatanárt érdekel az *önálló tanulás*. Előnyben részesítik azokat a kurzusokat, amelyek támogatást nyújtanak a váltáshoz az oktató irányította oktatástól az önálló tanulás felé.

2. *A tanárok gyakorlók*. Mint a legtöbb gyakorló, akik szakmai fejlődése érdekében kurzusokon vesz részt, a tanárok gyakran nem érdeklődnek a formális teóriák és általános szabályok iránt. A kémiatanárok inkább a *gyakorlatorientált tanulás* iránt érdeklődnek. Szeretik tudni, hogyan kell viselkedni bizonyos szituációkban, és érdeklődve hallgatják a történeteket a „jó gyakorlatokról, amelyek működnek”.

3. *A tanárok szakértők a tanításban*. Ahogy sok szakértő, úgy a tanárok sem szeretik a felügyelt tanulást. A kémiatanárok többségét a *cselekvésből és a reflexióból történő tanulás* érdekli. Ezért azokat a kurzusokat részesítik előnyben, amelyek a gyakorlatokkal kapcsolatban mélyebb megértést fejlesztenek ki. Jól ismert, hogy sok szakértő tudásbázisa nagy százalékban tagolatlan és implicit természetű. A szakértők a szakterületükön nem lépésről lépésre zajló problémamegoldási folyamatot, hanem gyorsabb és rövidebb módszert használnak. Az osztályteremben a tanároknak sok döntést kell meghozniuk a pillanat töredéke alatt. Erre azért képesek, mert a cselekedeteiket pillanatnyi gondolatok irányítják, amelyek általában nem tudatosak. A tanároknak ezért nem könnyű elmagyarázniuk, hogy pontosan mit miért csinálnak és erről milyen tudással rendelkeznek. Lehetséges, sőt hasznos a passzív tudást aktívvá alakítani a reflexiók segítségével. A reflexió történhet az esemény közben vagy az esemény után közvetlenül. Mindkét reflexió módszer sokat segíthet a tanároknak, hogy tudatosá tegyék a tanításról és tanulásról megszerzett implicit tudásukat és hogy jobban megértsék a saját gyakorlatukat.

Ennek a három tanulási fajtának a kombinációját nevezném *autentikus tanulásnak*.

Az autentikus tanulás a közösség kontextusában csökkentheti a tanárok ellenállását a változásokkal és a tantervi innovációkkal szemben. Emellett hozzájárulhat a tanárok önhatékonyságának a növekedéséhez az új tanítási módszerek terén és növelheti a tanárok hajlandóságát, hogy kísérletezzenek kollégáik ötleteivel a saját tantermeikben. Az autentikus tanulóközösségek intézményesíthetők az új ötletek és gyakorlatok elfogadását, ha az implementációt támogatják, és érdekeltté válnak a képzésben, valamint elősegítik, hogy kialakuljon a tanároknak a módszertani kísérletező érzék (a „csinálva tanulás”). Intézményesítheti, hogy a tanárok egy kisléptékű tantervi innováció társtulajdonosává váljanak. Az autentikus tanulóközösségek széles tulajdonosi körrel rendelkeznek. A következőképpen foglalnám össze: a résztvevők közös érdeklődést mutatnak gyakorlati problémák iránt, a közösségi célok és igyekezetek terén egyetértenek. Megvitatják az új tanítási stratégiákat és anyagokat. A közösség tanárai kipróbálják az új gyakorlatokat és reflektálnak rájuk. Ezenkívül támogatják egymást a gyakorlati problémák legyőzésében, megosztják egymással az új tapasztalataikat és a „legjobb gyakorlatikaikat”.

A kutatásom az autentikus tanulmányi közösségekkel foglalkozott, amit én *tanító és tervező közösségnek* hívok. A vizsgált közösség célja: szeretnék megtanulni, hogyan tanítsanak, illetve hogyan tervezzenek új tantervi egységeket. Általánosságban egy ilyen közösség vagy az egy iskolában tanító tanárokból, vagy különböző iskolákban tanító ugyanolyan szakos tanárokból, egy tanárképzésben is részt vevő oktatóból és egy új tanítási egységeket tervező szakértőből áll. Egy ilyen közösség működése az **1.**

**ábrán** látható. Megvizsgáltuk a kémiatanárok szakmai továbbképzését az új, kontextus alapú egységek terén és egy hasonló egység körvonalainak önálló kidolgozása terén. A megfigyelt téma a szupernedvszívó anyagok, amelyeket az eldobható pelenkákban használnak. Ez a téma kapcsolódik a polimerek fogalmához és tulajdonságaikhoz. Megtapasztaltam, hogy a tanító és tervező közösségek támogathatják a tanárok szakmai fejlődését. A kontextus alapú innovációk természetének megértése és az a képesség, hogy új tanítási stratégiákat adjanak elő, fejlődhet. [4] Általánosságban egy ilyen autentikus tanulmányi közösség jó lehetőségeket biztosít a tanárok számára, hogy tudást szerezzenek az új tantervi innovációkról és hogy új képességeket fejlesszenek ezen innovációk tanítására.

### 1. ábra. A „tanító és tervező közösség” működése

- \* Az innovatív egység tömör megvitatása
- \* Az adaptált egység megtanítása az osztályban
- \* A tapasztalatok cseréje és reflektálás az eredményekre
- \* Az egység alapjául szolgáló innovatív ötletek értékelése
- \* Egy hasonló egység körvonalainak megtervezése
- \* Célok kifejlesztése az új tanítási gyakorlathoz

*Leírná a kontextus alapú tanulás (context based learning, CBL) előnyeit?*

A kontextus alapú tanulás előnyeit azzal jellemezném, hogy hogyan hat a kontextus alapú tanítás a tanulók tanulmányi kimenetelére és motivációjára. A kutatásunk megmutatta, hogy nem egyszerű ezekkel a hatásokkal kapcsolatban egyértelmű ítéletet mondani. Ezt alá is fogom támasztani azáltal, hogy bemutatom a példakutatások eredményét.

Néhány kutatás azt mutatja, hogy alig van bármiféle előnye a kontextus alapú kurzusoknak, ha a diákok megértésének fejlődéséről beszélünk. Például Ramsden [5] összehasonlította, hogyan befolyásolja egy kontextus alapú kurzus és egy hagyományos kurzus egy brit középiskola diákjait a kulcsfontosságú kémiai fogalmak megértésében. A kutatása szerint csak kis eltérést mutatott a két módszer az elemek és elegyek, a kémiai reakciók és a periódusos rendszer fogalmának megértése terén. Ezzel ellentétben más kutatások azt állapították meg, hogy a kontextus alapú kurzusoknál a megértés terén megfigyelhető bizonyos előnyök. Például Barker és Millar [6] összehasonlító kutatást végzett olyan brit középiskolai diákok nyomán követésével, akik kontextus alapú kurzuson vettek részt, és olyanokkal, akik a hagyományosan vettek részt. Csekély előnyt láttak a megértés fejlődése terén (a téma a kémiai termodinamika és a kémiai kötés volt) azoknál a diákoknál, akik kontextus alapú kurzuson vettek részt, de említenek néhány komolyabb félreértést mindkét csoportnál. Néhány kutatás pedig a diákok motivációjára és viselkedésére való hatását vizsgálta. A Ramsden-féle [5] összehasonlító tanulmány azt találta, hogy a kontextus alapú kurzus elősegítette a diákok érdeklődését a kémia iránt. Sutman és Bruce [7] megfigyelte, hogy az észak-amerikai diákok sokkal szívesebben foglalkoztak a kontextus alapú kémiai anyaggal, mint a hagyományossal.

Bennet, Hogarth és Lubben [8] összefoglaló jellegű, 66 tanulmányból álló meta-analízist közölt a kontextus alapú (és természettudomány-technológia-társadalom) megközelítések hatásáról. Megvizsgálták azon tanulmányokat, amelyek a középiskolai természettudományok tanításánál a természettudományi elgon-



dolások kiindulópontjával a kontextust tekintették. Analízisük a következő érdekes eredményeket hozta:

i) Van néhány bizonyíték, amely alátámasztja azt az állítást, hogy a kontextus alapú megközelítés motiválja a diákokat a természettudományi órákon és erősíti a pozitív hozzáállást a természettudományokhoz általában.

ii) Van rá bizonyíték, amely alátámasztja azt az állítást, miszerint a kontextus alapú megközelítés nem hat negatívan a diákok természettudományos elgondolások megértésére.

Végeredményképpen az analízisben szereplő kimenetek a kontextus alapú megközelítésről pozitívak az érzelmi fejlődés szempontjából, de valahol csalódást keltők a kognitív fejlődés szempontjából. A tanulási kimenetekre gyakorolt hatás hiányának oka lehet, hogy a kontextus és a releváns koncepció között gyenge kapcsolat áll fenn a tanár és diák felfogásában. Ez a helyzet kiemeli a kontextus alapú oktatás fejlesztésének szükségességét.

Szerintem a kontextus alapú tanítás fejlesztése szempontjából fontos kondíciókat három különböző irányból közelíthetjük meg: i) a diák felől, ii) a tanárok szakmai fejlődése felől, iii) a tanterv felől. Ezeket a perspektívákat alaposan kifejtettem publikációimban. [9, 10]

Kapitány János Sándor – Tóth Zoltán

#### IRODALOM

- [1] De Jong, O., Van Driel, J., & Verloop, N., Preservice teachers' pedagogical content knowledge of using particle models when teaching chemistry, *Journal of Research in Science Teaching*, (2005) 42, 947.
- [2] Van der Valk, A., De Jong, O., Scaffolding science teachers in open-inquiry teaching, *International Journal of Science Education*, (2009) 31, 829.
- [3] De Jong, O., Van Driel, J., Exploring the development of student teachers' PCK of the multiple meanings of chemistry concepts, *International Journal of Science and Mathematics Education* (2004) 2, 475.
- [4] Stolk, M., Bulte, A., De Jong, O., Pilot, A., Evaluating a professional development framework to empower chemistry teachers to design context-based education, *International Journal of Science Education* (2012) 34, 1487.
- [5] Ramsden, J. M., How does a context-based approach influence understanding of key chemical ideas at 16+? *International Journal of Science Education* (1997) 19, 697.
- [6] Barker, V., Millar, R., Students' reasoning about basic chemical thermodynamics and chemical bonding: what changes occur during a context - based post-16 chemistry course? *International Journal of Science Education* (2000) 22, 1171.
- [7] Sutman, F., Bruce, M., Chemistry in the community-ChemCom: a five-year evaluation. *Journal of Chemical Education* (1992) 69, 564.
- [8] Bennett, J., Hogarth, S., Lubben, F., A systematic review of the effects of context-based and Science - Technology - Society STS approaches in the teaching of secondary science. In: *Research Evidence in Education Library*. London, 2003.
- [9] De Jong, O., Context-based chemical education: how to improve it? *Chemical Education International*, (2008) 8/1.
- [10] De Jong, O., Taber, K., The many faces of high school chemistry. In: N. Lederman, S. Abell (Eds.), *Handbook of Research on Science Education: Volume II*, Routledge, New York, 2014, 457. o.

## Szokmány Csaba<sup>1</sup> – Rákóczi Melinda<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ELTE Trefort Ágoston Gyakorló Gimnázium

<sup>2</sup> Premontrei Szent Norbert Gimnázium, Egyházzenei Szakgimnázium és Kollégium

# „Premistry” természet- tudományos népszerűsítő sorozat

Második rész

**A** 2013–2014-es tanévben „Premistry” néven nagy sikerű természettudományos sorozatot valósítottunk meg diákjaink számára. Ennek célja a természettudományos tárgyak, különösen a kémia és a fizika népszerűségének növelése volt tanulóink körében. A kisebb évfolyamosoknál a természettudományok bemutatása, megszerettetése volt a cél, a nagyobbaknál a pályaválasztás segítése, illetve a mély összefüggések megértése. A sorozat 6 alkalomból állt: 3 tanári előadás és 3 tanulókísérlet volt. Mindkét forma alkalmaira több tantárgyhoz kapcsolódó témát választottunk. Így egyszerre több tantárgy népszerűségét növeljük, másrészt célunk volt az egységes természettudományos szemlélet kialakítása és elmélyítése. A diákok megtapasztalhatták, hogy egy-egy természeti vagy hétköznapi jelenség, illetve kísérlet megértéséhez szükség van több tantárgy ismeretanyagára, ezeket össze kell tudni kapcsolni. A Premistry természettudományos sorozat eseményeire a diákok nagy számban, szívesen jelentkeztek. Az előadások telt ház előtt hangzottak el, a tanulókísérletekre túljelentkezés volt. A résztvevők száma minden alkalommal emelkedett, azaz a Premistry önmagának is jó reklám volt. Nem kellett a diákokat külön jutalmazni, felismerték, hogy a részvétel

magában hordja jutalmát. A diákok természettudományok iránti lelkesedése, érdeklődése a Premistry alkalmi után megnőtt. A tanórákon megfigyelhető volt, hogy a részt vevő diákok aktívabban, szívesebben kapcsolódtak be jó hozzászólásaikkal az órák menetébe. Sokszor a tananyag kapcsán is fel tudták használni a délutáni foglalkozásokon szerzett ismereteiket.

Az írás második részében a tanulókísérletek leírását mutatjuk be. Ezeket a leírásokat az iskolában a diákok rendelkezésére bocsátottuk.

## SZÍNEK ÉS FÉNYEK

### LÁNGFESTÉS

#### Szükséges anyagok, eszközök:

*közösen:* permetezőtkben az alábbi anyagok vizes oldatai: kálium-klorid (KCl), kalcium-klorid (CaCl<sub>2</sub>), bárium-klorid (BaCl<sub>2</sub>), nátrium-klorid (NaCl), réz-klorid (CuCl<sub>2</sub>), lítium-klorid (LiCl) és stroncium-klorid (SrCl<sub>2</sub>); Bunsen-égő



### Elkészítés:

A permetezőkből fújjuk az oldatokat a Bunsen-égő lángjába! Figyeljük meg, hogy a különféle fémsók milyen színűre festik a lángot!

- Lítium: kárminvörös,
- Stroncium: bíborvörös
- Nátrium: sárga
- Réz: zöld
- Kálium: fakóibolya
- Kalcium: téglavörös
- Bárium: fakózöld

**A kísérlet csak tanári felügyelettel végezhető!**

### SZÍNES CSAPADÉKOS REAKCIÓK

#### Szükséges anyagok, eszközök:

személyenként: 10 db kémcső, kémcsőtartó állvány, törlőrongy  
közös: a lent szereplő oldatokból 200 cm<sup>3</sup>, kb. 0,5 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú oldat, üvegekben

#### Elkészítés:

• Az elkészített oldatokból öntsünk keveset, 1–1 ujjnyit a kémcsőbe, öntsünk egymáshoz a táblázat utasításai szerint, és figyeljük meg a változásokat!

	Kémcsőbe	Hozzá	Változás
1.	ezüst-nitrát, AgNO <sub>3</sub> (színtelen)	bárium-klorid, BaCl <sub>2</sub> (színtelen)	fehér csapadék
2.	bárium-klorid, BaCl <sub>2</sub> (színtelen)	kálium-kromát, K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> (sárga)	sárga csapadék
3.	higany(II)-klorid, HgCl <sub>2</sub> (színtelen)	kálium-jodid, KI (színtelen)	narancsvörös csapadék
4.	vas(III)-klorid, FeCl <sub>3</sub> (sárga)	kálium-tiocianát, KSCN (színtelen)	vérvörös oldat
5.	nikkel(II)-klorid, NiCl <sub>2</sub> (zöldeskék)	nátrium-hidroxid, NaOH (színtelen)	zöld csapadék
6.	réz(II)-szulfát, CuSO <sub>4</sub> (világoskék)	nátrium-hidroxid, NaOH (színtelen)	világoskék csapadék
7.	réz(II)-szulfát, CuSO <sub>4</sub> (világoskék)	ammónia-oldat, NH <sub>3</sub> (színtelen)	mélykék oldat
8.	vas(III)-klorid, FeCl <sub>3</sub> (sárga)	nátrium-hidroxid, NaOH (színtelen)	vörösbarna csapadék
9.	higany(II)-klorid, HgCl <sub>2</sub> (színtelen)	nátrium-szulfid, Na <sub>2</sub> S (színtelen)	fekete csapadék
10.	kobalt(II)-klorid, CoCl <sub>2</sub> (rózsaszín)	nátrium-hidroxid, NaOH (színtelen)	kék csapadék

A végbemenő reakciók egyenletei:

1.  $2\text{AgNO}_3 + \text{BaCl}_2 \rightarrow 2\text{AgCl} + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
2.  $\text{BaCl}_2 + \text{K}_2\text{CrO}_4 \rightarrow \text{BaCrO}_4 + 2\text{KCl}$
3.  $\text{HgCl}_2 + 2\text{KI} \rightarrow \text{HgI}_2 + 2\text{KCl}$
4.  $\text{FeCl}_3 + 3\text{KSCN} \rightarrow \text{Fe}(\text{SCN})_3 + 3\text{KCl}$
5.  $\text{NiSO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$
6.  $\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$
7.  $\text{CuSO}_4 + 4\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$
8.  $\text{FeCl}_3 + 3\text{NaOH} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{NaCl}$
9.  $\text{HgCl}_2 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{HgS} + 2\text{NaNO}_3$
10.  $\text{CoCl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Co}(\text{OH})_2 + 2\text{NaCl}$

### SZÍNVÁLTÓ LOMBIK

#### Szükséges anyagok, eszközök:

személyenként: kis Erlenmeyer-lombik, főzőpoharak, üvegbotok  
közös: szilárd nátrium-hidroxid (NaOH), szilárd kálium-permanganát (KMnO<sub>4</sub>), kristálycukor főzőpohárban; vegyszeres kanalak.

#### Elkészítés:

- Szórjunk 3 lapos kanálnyi NaOH-t és 2 lapos kanálnyi kristálycukrot 250 cm<sup>3</sup> vízbe! Oldjuk fel az anyagokat!
- Egy megnedvesített végű üvegbottal oldjunk fel néhány KMnO<sub>4</sub>-kristályt 50 cm<sup>3</sup> vízben!
- Az Erlenmeyer-lombikba öntsük bele az első oldat felét, majd hozzá a második oldat felét, és körkörös mozdulatokkal rázzuk össze a lombik tartalmát!

Az oldat először lila, majd kék, ezután zöld, később sárga, végül rózsaszín-piros.

A permanganátionok lúgos közegben redukálódnak, a kristálycukor ezt a folyamatot gyorsítja. A különböző oxidációs állapotú mangánionok különböző színűek.

lila: MnO<sub>4</sub><sup>-</sup> (permanganátió)

kék: MnO<sub>3</sub><sup>-</sup> (hipomanganátió)

zöld: MnO<sub>2</sub><sup>-</sup> (manganátió)

sárgásbarna: MnO<sub>3</sub><sup>-</sup> (manganitió)

vöröses: Mn<sup>3+</sup> (mangán(III)-ion)

halványrózsaszín: Mn<sup>2+</sup> (mangán(II)-ion)

Vigyázzunk, hogy a kálium-permanganát ne szóródjon sehova!

### KÉK LOMBIK

#### Szükséges anyagok, eszközök:

személyenként: 500 cm<sup>3</sup>-es lombik dugóval, főzőpohár, üvegbot  
közös: szilárd nátrium-hidroxid (NaOH), szőlőcukor (glükóz) főzőpohárban; vegyszeres kanalak; spatula, víz, metilénkék indikátor.

#### Elkészítés:

- Szórjunk 3 lapos kanálnyi NaOH-t és 6 lapos kanálnyi szőlőcukrot 200 cm<sup>3</sup> vízbe! Oldjuk fel az anyagokat!
  - Öntsük az oldatot a lombikba!
  - Szórjunk bele spatulahegynyi metilénkék indikátort!
  - Várjuk meg, míg elszíntelenedik az oldat, majd rázzuk össze!
- A reakcióban a metilénkék oxigénátvivő katalizátorként működik. E vegyület redukált alakja színtelen, oxidált alakja kék. A folyamatban a vízben oldott oxigén hatására a glükóz glükonsavvá oxidálódik, ezt katalizálja a metilénkék, melynek hol redukált, hol oxidált alakját látjuk.

### KÉPFESTÉS ECETTEL, SZÓDABIKARBÓNÁVAL ÉS MOSÓPORRAL

#### Szükséges anyagok, eszközök:

személyenként: előkészített szűrőpapír  
közös: ecet, szódabikarbóna-oldat, mosópor (vagy nátrium-hidroxid-) oldat kis főzőpoharakban; fülpszikálók vagy ecsetek

#### Elkészítés:

- Lereszelt vöröskáposztára öntsünk annyi vizet, hogy éppen ellepje, majd melegítsük (enyhén forraljuk) kb. 30 percig! Hűlés után szűrjük le az oldatot, majd mártsuk bele a festeni kívánt papírlapokat és szárítsuk meg! (Az így előkészített szűrőpapírt kapja meg mindenki.)
  - A papírlapra „fessünk” a különböző oldatokba mártott fültisztító pálcikákkal!
- A vöröskáposzta leve sav-bázis indikátorként működik.



Az *ecet* savas kémhatású, *piros* színt ad a papíron.  
A *szódabikarbóna* enyhén lúgos, *zöld* színt eredményez.  
A *mosópor* (illetve a nátrium-hidroxid) erősen lúgos kémhatású, sárgára színezi a papírt.

## SAV-BÁZIS INDIKÁTOROK

### Szükséges anyagok, eszközök:

személyenként: kis főzőpoharak

közösen: sósav (HCl), indikátorok cseppentővel, nátrium-hidroxid-oldat (NaOH-oldat)

### Elkészítés:

- Öntsünk a kis főzőpoharakba ujjnyi NaOH-oldatot és csepegtessünk egy-egy főzőpohárba más-más indikátort.
- Öntsünk (vagy csepegtessünk) az oldatokba sósavat, és figyeljük meg a színváltozásokat! Írjuk le, milyen színnel jelzik az egyes indikátorok a lúgos, a semleges, illetve a savas kémhatást!

## LIFTEZŐ SZÍNES BUBORÉKOK

### Szükséges anyagok, eszközök:

személyenként: kis főzőpohár

közösen: szódabikarbóna, étolaj, ételfestékekkel megfestett ecet, cseppentők, vegyszeres kanál

### Elkészítés:

- Szórjunk kevés szódabikarbónát a főzőpohár aljára, majd öntsünk rá étolajat majdnem színültig!
  - Az ételfestékekkel megfestett ecetoldatok valamelyikéből csepegtessünk az olajba!
- Figyeljük meg, mi történik, és adjunk magyarázatot minden jelenségre!

## KROMATOGRÁFIA

### Szükséges anyagok, eszközök:

személyenként: főzőpohár, óraüveg, szűrőpapír

közösen: filctollak, olló, denaturált szesz

### Elkészítés:

- A szűrőpapír-karikából vágjunk akkora téglalap alakú darabot, hogy állítva éppen beleférjen a főzőpohárba!
- A szűrőpapír aljától kb. 1–1,5 cm-re rajzoljunk egymás mellé egy-egy pontot a filctollakkal. A folt megszáradása után érdemes újra megerősíteni a pontot. (Felcsepepenthetünk valamilyen más színes festékoldatot is.)
- Öntsünk kevés denaturált szeszt a főzőpohár aljára úgy, hogy a folyadék szintje a pontok magassága alatt legyen.
- Helyezzük be a szűrőpapírt a pontokkal lefelé a főzőpohárba és tegyük a tetejére az óraüveget! Várjunk néhány percet és figyeljük meg a változásokat!

## FESTÉS FÉMSÓKKAL

### Szükséges anyagok, eszközök:

személyenként: papírlap, ceruza;

közösen: réz-szulfát-oldat (CuSO<sub>4</sub>) kis főzőpohárban, vas(III)-klorid-oldat (FeCl<sub>3</sub>) kis főzőpohárban, kálium-ferrocianid-oldat (K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]) spriccelős flakonban; ecetek vagy fültisztítók

### Elkészítés:

- Készítsünk a CuSO<sub>4</sub>-ból, FeCl<sub>3</sub>-ból, K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]-ból 1 mol/dm<sup>3</sup>-es oldatokat, a két elsőből ötszörös hígítást is! (Ezeket az oldatokat találja mindenki az asztalon.)

- Ceruzával rajzoljuk meg az ábra körvonalait!
  - Ecsettel fessük ki híg CuSO<sub>4</sub>-tal, ahol *világosvörös*, töménnyel, ahol *barnásvörös* színt akarunk.
  - A híg FeCl<sub>3</sub>-dal *világoskék*, a töménnyel *középkék* szín lesz. Szárítsuk meg a papírt!
  - Ezután permetezzük le a képet a K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]-oldattal!
- A színek ezután fokozatosan megjelennek és száradás után is tartósan megmaradnak.

## NÉGYPOHARAS VARÁZSLAT

### Szükséges anyagok, eszközök:

személyenként: 4 főzőpohár

közösen: víz, fenolftalein, nátrium-karbonát-oldat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-oldat), vas(III)-klorid (FeCl<sub>3</sub>), ammónium-rodanid (NH<sub>4</sub>SCN), kálium-ferrocianid (K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]), cseppentők, vegyszeres kanalak

### Elkészítés:

1. főzőpohár: töltsünk bele 3/4 részéig vizet, adjunk hozzá egy csepp fenolftalein indikátort és néhány csepp Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-oldatot!
  2. főzőpohár: szórjunk az aljára néhány kristálynyi FeCl<sub>3</sub>-ot!
  3. főzőpohár: szórjunk az aljára néhány kristálynyi NH<sub>4</sub>SCN-ot!
  4. főzőpohár: szórjunk az aljára néhány kristálynyi K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]-ot!
- Az első főzőpohár tartalmát öntsük a második főzőpohárba, majd tovább a harmadikba és a negyedikbe! Figyeljük meg a színváltozásokat!

## LEVEGŐ, OXIGÉN, ÉGÉS

### KÍSÉRLETEK ÁRAMLÓ LEVEGŐVEL

#### CÉLBALÖVÉS ÖRVÉNYEKSEL



A konzervdoboz alján kis nyílást hoztunk létre, a nagy nyílását pedig gumilappal fedtük le.

**Kísérlet:** pöccintsük meg a gumilapot az ujjunkkal, miközben a kis nyílást a felfüggesztett szálak felé irányítjuk.

#### Mit tapasztalunk?

**Magyarázat:** a pöccintés hatására a konzervdobozból levegő áramlik ki. Ez a kis nyílásba „beleakad”, így örvény jött létre. Az örvény igen stabil képződmény, sokáig megmarad, így tudta „el-lökni” a fonalakat.

#### Variációk:

- az örvények láthatóvá tehetőek, ha a konzervdobozba füstöt fújunk  
- célba lövéssel is próbálkozhatunk, pl. egy gyertya eloltásával\*

#### PINGPONGLABDA LÉGÁRAMBAN

**Kísérlet:** Tegyük a pingponglabdát a tölcserbe, és próbáljuk meg felfelé kifújni!

**Kísérlet:** Fogjuk a pingponglabdát lefelé fordított tölcserbe, és így fújuk meg a tölcser!

**Kísérlet:** Felfelé fordított hajszárító légáramába tegyük pingponglabdát, és fordítsuk óvatosan balra-jobbra a hajszárítót!

*Mivel magyarázzuk a tapasztalatokat?*

\* JELMAGYARÁZAT

 – csak segítő diák felügyeletével végezhető el

  – csak tanári felügyelettel végezhető el



## MEGFÚJT PAPIRLAPOK

**Kísérlet:** Fújjunk a két felfüggesztett papírlap közé!

**Kísérlet:** Fogjunk a kezünkbe papírlapot és fújjunk el felette!

*Mivel magyarázzuk a tapasztalatot?*

## MEGPÖRGETETT HENGER

**Kísérlet:** Készítsünk papírból és a mackósajtós dobozokból papírhengert, aminek a tengelyét egy hurkapálca alkotja! Ragaszszuk a hurkapalcát a hengerhez! Megpörgetve dobjuk fel a papírhengert!

*Mivel magyarázzuk a tapasztalatot?*

## KÍSÉRLETEK A LÉGNYOMÁSSAL

### ÉGÉS A POHÁR ALATT 🌟\*

**Kísérlet:** Öntsünk a Petri-csészébe kevés vizet, majd tegyük bele a teamécsest és gyújtsuk meg! Fedjük le egy pohárral!

*Mivel magyarázzuk a tapasztalatot?*

### SÓSAVSZÖKŐKÚT 🌟\*

**Kísérlet:** Öntsünk kb. 1 cm magasságig tömény sósavat a kémcsőbe, majd dugaszoljuk be az átfúrt dugóval! Kémcsőfogó csipesszel megfogva melegítsük forrásig, majd fejjel lefelé mártsuk hirtelen az indikátort tartalmazó kristályosítócsészébe!

*Mivel magyarázzuk a tapasztalatot?*

### TOJÁSSZIPPANTÁS 🌟\*🌟\*

**Kísérlet:** A nagy lombikot lefelé tartva „húzzuk rá” egy pillanatra Bunsen-égő lángjára, majd tartsunk a szájához szappanos vízzel bekent keménytojást.

*Mivel magyarázzuk a tapasztalatot?*

### SZÖKŐKÚT 🌟\*🌟\*

**Kísérlet:** Bunsen-égő lángja felett lefelé fordítva a nagy lombikot, melegítsük meg óvatosan a benne levő levegőt, majd borítsuk a kis lombikra, hogy a pereme mentén mindenhol légmentesen zárjon!

*Mivel magyarázzuk a tapasztalatot?*

### VÍZFORRALÁS ALACSONY HŐMÉRSÉKLETEN 🌟\*

**Kísérlet:** Töltsünk kb. 3 cm magasán vizet a kémcsőbe, majd melegítsük forrásig. Kb. 2–3 perc intenzív forralás után vegyük ki a lángból, és 10 másodperc múlva dugaszoljuk be a kémcsövet parafa dugóval. Fordítsuk meg a kémcsövet, és hideg vizes ronggyal hűtsük!

*Mivel magyarázzuk a tapasztalatot?*

### CARTESIUS-BŰVÁR

**Kísérlet:** Töltsük a műanyag flakont majdnem színültig vízzel! Tegyük bele a kémcsövet, és töltsünk bele annyi vizet, hogy éppen lebegjen! Ezután vegyük ki a kémcsövet, és ujjunkkal befogva, szájával lefelé fordítva tegyük vissza a flakonba! Zárjuk le a flakont és nyomjuk oldalt össze!

*Mivel magyarázzuk a tapasztalatot?*

## KÍSÉRLETEK GÁZOKKAL

### SZÉN-DIOXID ÖNTÖGETÉSE

**Kísérlet:**

1. Szórjunk 2-3 kanál mészkőport a főzőpohárba, majd öntsünk rá sósavat! Tartsunk égő gyújtópalcát a főzőpohárba!
2. „Öntsük” át a szén-dioxidot egy másik főzőpohárba, és tartsunk abba is égő gyújtópalcát!
3. „Öntsük” rá a szén-dioxidot gyertya lángjára!
4. „Öntsük” a szén-dioxidot egy üvegcádába, melyben különböző magasságú gyertyák vannak!

*Mivel magyarázzuk a tapasztalatot?*

### FELSZÁLLÓ LÁNGOLÓ BUBORÉKOK 🌟\*🌟\*

**Kísérlet:**

1. Tartsuk a Bunsen-égő tetejét a szappanos vízbe, majd egy határozott mozdulattal válasszuk le a buborékot! Égő gyújtópalcával gyújtjuk meg!
2. Tartsuk Bunsen-égő tetejét hosszabb ideig a szappanos vízbe, hogy hab keletkezzen! Vizes kézzel vegyünk ki habot és gyújtjuk meg égő gyújtópalcával!

*Mivel magyarázzuk a tapasztalatot?*

### FILMESDOBOZ-RAKÉTA 🌟\*🌟\*

**Kísérlet:** Szórjunk egy kanálnyegynyi szódadikarbónát a filmes dobozba, öntsünk rá kevés ecetet, majd gyorsan dugaszoljuk le a kupakjával és fordítsuk meg az asztalon. Húzódjunk kissé hátra!

*Mivel magyarázzuk a tapasztalatot?*

### FEKETE KÍGYÓ 🌟\*🌟\*

**Kísérlet:**

- Keverjünk össze 4–5 kanál porcukrot és 1–2 kanál szódadikarbónát szárazon, majd öntsünk hozzá annyi alkoholt, hogy jól formálható állagú masszát kapjunk!
- Formáljunk kis golyókat/tojásokat/pasztillákat a keverékből!
- Locsoljuk meg a homokot 1-2 kupaknyi denaturált szesszel, majd tegyük rá a golyót!
- Gyújtsuk meg a homokban levő alkoholt!

*Mivel magyarázzuk a tapasztalatot?*

### LÉGPÁRNÁS PÉNZÉRME 🌟\*

**Kísérlet:** Cseppentsünk tömény sósavat a csempére, majd csipesszel óvatosan tegyük rá egy régi, alumíniumból készült tízfillérest!

*Mivel magyarázzuk a tapasztalatot?*

## KÍSÉRLETEK ÉGÉSSEL, LÁNGOKKAL

### LÁNGFESTÉS 🌟\*

**Kísérlet:** A permetezőkből fújjuk az oldatokat a Bunsen-égő lángjába! Figyeljük meg, hogy a különféle fémsók milyen színűre festik a lángot!



## FÉMEK ÉGÉSE, OXIDÁCIÓJA

Bizonyos fémek hevesen reagálnak oxigénnel, és elégethetők, mások csak felületükön oxidálódnak.

### **Kísérlet:**

- Vágjunk kb. 5 cm hosszú magnéziumcsíkot, és csipesszel tartjuk Bunsen-égő lángjába! (Miután a fém meggyulladt, ne nézzünk a lángba!)
- Szórjunk spatulahegynyi alumíniumport Bunsen-égő lángjába!
- Szórjunk spatulahegynyi vasport Bunsen-égő lángjába!
- Tartsunk csipesszel rézdrótból készült spirált Bunsen-égő lángjába!

## BENZIN ÉGÉSE, ELOLTÁSA

### **Kísérlet:**

1. Cseppentsünk 1 csepp benzint a csempére és gyújtuk meg!
2. Cseppentőből csepegtessünk vizet a benzinre úgy, hogy a cseppentő hegye hozzáér a lánghoz (benzinhez)!

*Mivel magyarázzuk a tapasztalatot?*

*Milyen fontos következtetést tudunk levonni ebből?*

## KOCKACUKOR MEGGYÚJTÁSA

### **Kísérlet:**

1. Csipesszel megfogva a kockacukrot tartsuk Bunsen-égő lángjába! Próbáljuk meggyújtani!
2. A csipesszel megfogott újabb kockacukrot nedvesítsük meg, majd mártsuk hamuba és próbáljuk meg így meggyújtani!

*Mivel magyarázzuk a tapasztalatot?*

*Mi a hamu szerepe?*

## IZZÓ PAPÍR

**Kísérlet:** Fessünk valamit a tömény kálium-nitrát-oldattal a papírra, majd szárítsuk meg! Tartsunk égő gyufát a megszáradt mintához!

## ELEKTROKÉMIA

### VOLTA-OSZLOP PÉNZÉRMÉKBŐL

#### **Szükséges anyagok, eszközök:**

pénzérmék (10 Ft-osok és régi 1 Ft-osok), kartonpapír, NaCl-oldat, csipesz, olló, rőpszinórok, feszültségmérő

#### **Elkészítés:**

- A kartonlapból vágjunk kb. akkora méretű korongokat, mint a pénzérmék!
- Áztassuk be ezeket csipesz segítségével a nátrium-klorid-oldatba!
- Tegyük felváltva egymásra a pénzérméket, közéjük nedves kartonlapot!
- Mérjük meg az alsó és a felső pénzérme között mérhető feszültséget!

### CITROMMAL MŰKÖDŐ ÓRA

#### **Szükséges anyagok, eszközök:**

2 citrom, 2 rézlemez, 2 cinklemez, rőpszinórok, krokodilcsipeszek, óra, (multiméter)

#### **Elkészítés:**

• Egy-egy rézlemez és cinklemez szúrjunk a citromokba, majd kapcsoljuk őket sorosan és kössük (helyes polaritással) az órához!

• Mérjük meg egy-egy citromelem feszültségét a multiméterrel!

*Miért kell két elem?*

Próbáljuk ki más gyümölcsökkel is a kísérletet!

Próbáljuk ki a LED-lámpákat is!

### ELEKTROLÍZIS KRUMPLIBAN

#### **Szükséges anyagok, eszközök:**

krumpli, rézlemez, rőpszinórok, krokodilcsipeszek, KI-oldat, cseppentő, univerzálindikátor-oldat

#### **Elkészítés:**

• A krumpli tetején középen vágjunk mélyedést, öntsünk ebbe kevés 1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú kálium-jodid-oldatot!

• Szúrjuk a rézelektrodákat a krumpli két végébe, kapcsoljunk rá kb. 12 V feszültséget!

• 10–15 perces elektrolízis után vágjuk ketté a krumplit az elektrodák mentén!

*Mit tapasztalunk az anódnál? Mivel magyarázzuk?*

*Cseppentsünk univerzálindikátort a katód környékére! Mit tapasztalunk? Mivel magyarázzuk?*

### ÍRÁS, RAJZOLÁS ÁRAMMAL

#### **Szükséges anyagok, eszközök:**

2 főzőpohár, NaCl-oldat, fenolftalein, univerzálindikátor-oldat, szűrőpapír, csipesz, fémlap, rőpszinórok, krokodilcsipeszek, zsebletelep, vasszög

#### **Elkészítés:**

Az egyik főzőpohárban nátrium-klorid oldat, a másikban indikátoros víz található.

• Csipesszel mártsuk be a szűrőpapírt előbb az első majd a második főzőpohárba és fektessük a fémlapra!

• A zsebletelep pozitív pólusát kössük a fémlap széléhez, a másik pólusához kapcsoljuk a vasszöveget!

• Húzzuk végig a vasszöveget a szűrőpapíron valamilyen mintát rajzolva!

*Mit tapasztalunk? Mivel magyarázzuk?*

*Mi a különbség a kétféle indikátor között?*

### IONVÁNDORLÁS

#### **Szükséges anyagok, eszközök:**

szűrőpapír, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-oldat, csipesz, csempe, rőpszinórok, krokodilcsipeszek, KMnO<sub>4</sub>

#### **Elkészítés:**

• Mártsuk a szűrőpapírcsíkot a nátrium-szulfát-oldatba, majd fektessük a csempére!

• Tegyük a középre egy nagyobb kálium-permanganát-kristályt!

• Kapcsoljuk a zsebletepet a szűrőpapír két végére!

*Mit tapasztalunk? Mivel magyarázzuk?*

### OLDAT FORGATÁSA

#### **Szükséges anyagok, eszközök:**

Petri-csésze, hajlítható fémelektrodok, rőpszinórok, krokodilcsipeszek, CuSO<sub>4</sub>-oldat, mágnespogácsa, 2 gyufásdoboz, hintőpor vagy fűrészpor.



### Elkészítés:

- Tegyük a Petri-csészét a két gyufásdobozra, és tegyük alá a mágnespogácsát!
- Hajlítsuk a fémelektrodot a Petri-csésze belső fala mentén végig, és kössünk hozzá egy rőpszinórt!
- A másik fémelektrodot kis körbe hajlítva tegyük a Petri-csésze közepébe, ehhez is kapcsoljunk rőpszinórt!
- Öntsünk a tálba réz-szulfát-oldatot! Szórjunk a tetejére hintőport!
- Kapcsoljunk az elektródokra 12 V feszültséget!

Figyeljük meg az oldatot! Mit tapasztalunk?

Mi a jelenség magyarázata?

## FÉMEK ELEKTROKÉMIAI KORROZIÓJA (AKTÍV KORROZIÓVÉDELLEM MODELLEZÉSE)

### Szükséges anyagok, eszközök:

cinklemez, rézlemez, gémkapocs, kénsav, Petri-csésze/kristályosítócsésze, csipesz

### Elkészítés:

- Öntsünk a Petri-csészébe 1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú kénsavoldatot!
- Helyezzük az edénybe a cink- és rézlemez (vagy gémkapocs) úgy, hogy ne érintkezzenek egymással!

Figyeljük meg a fémek felületét!

- Tegyük ezután a fémlemezeket úgy az edénybe, hogy érintkezzenek egymással!

Figyeljük meg a fémek felületét!

Hogyan modellezi ez a kísérlet a fémek aktív korrózióvédelmét?

Milyen egyéb hétköznapi megnyilvánulásai vannak a jelenségnek?

## LÜKTETŐ HIGANYSZÍV

### Szükséges anyagok, eszközök:

óraüveg, vasszőg, higany, kálium-dikromát-oldat, kénsav

### Elkészítés:

- Öntsünk egy cseppnyi higanyt az óraüvegre!
  - Öntsünk rá 6 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú kénsavoldatot!
  - Adjunk hozzá néhány cm<sup>3</sup>-nyi 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú kálium-dikromát-oldatot, amíg az oldat halványsárga lesz!
  - Tegyük a vasszőget az óraüvegre, hogy a hegye éppen érintse a higanycseppet!
  - A csepp pulzálni kezd. Öntsünk hozzá még 0,5 cm<sup>3</sup> tömény kénsavat.
- Figyeljük meg, ahogy a higanycsepp pulzáva változtatja az alakját!

## ÓLOMFA-NÖVESZTÉS

### Szükséges anyagok, eszközök:

személyenként: cinklemez, kis főzőpohár, gyújtópálca, cérna közösen: 0,5 tömeg%-os ólom-acetát-oldat, lemezvágó

### Elkészítés:

- A főzőpoharat töltjük meg 2/3-ad részéig 0,5 tömeg%-os ólom-acetát-oldattal.
- A pohár tetején fektessünk keresztbe gyújtópalcát, melyre cérnaszálon tetszőleges formájúra vágott cinklemez akasztunk.
- A cinklemezen szinte azonnal csillogó pikkelyek és tűk alakjában kiválik az ólom.

## VÍZTISZTÍTÓ ELLENŐRZÉSE ELEKTROLÍZISSAL

Bizonyos víztisztító berendezések hatékonyságát úgy próbálják kísérlettel alátámasztani, hogy elektrolizálják a „kezeletlen” csapvizet és a berendezéssel tisztított vizet.

A kísérlet tapasztalata szerint a csapvíz barnás színűvé és zavarossá válik („nyilván a benne levő szennyezőanyagok miatt”), a „tisztított” víz átlátszó és tiszta marad.

Az alábbi kísérlettel azt vizsgáljuk meg, hogyan lehet létrehozni ezt a megtévesztő jelenséget. (<http://mosolygoviz.hu/egy-erdekes-kiserlet/>)

### Szükséges anyagok, eszközök:

2 főzőpohár, rőpszinórok, krokodilcsipeszek, szén- és vaselektrodok (vasszőgek), csapvíz, desztillált víz

### Elkészítés:

- A vasszőgekhez kapcsoljuk a rőpszinórokat!
- Helyezzük a vaselektrodokat a csapvízbe, és kapcsoljunk rá 12 V feszültséget!

Figyeljük meg a változást!

- Kapcsoljuk ki a feszültséget!

- Helyezzük át (leöblítés és letörlés után) a vaselektrodokat a desztillált vízbe!

Figyeljük meg a változást!

Mivel magyarázzuk a tapasztalatokat? Valóban a víz tisztasága számít?

## FÉMBEVONAT KÉSZÍTÉSE (VASSZÖGBŐL „RÉZSZÖG”, RÉZPÉNZBŐL „EZÜSTPÉNZ”)

### Szükséges anyagok, eszközök:

Főzőpoharak, csipeszek, CuSO<sub>4</sub>-oldat, HgSO<sub>4</sub>-oldat, vasszőgek, 5 és 20 Ft-os érmék, papírtörölő

### Elkészítés:

- Öntsünk az egyik főzőpohárba réz-szulfát-oldatot, a másikba higany-szulfát-oldatot!
- A réz-szulfát-oldatba állítsuk bele a vasszőget, majd 1-2 perc elteltével vegyük ki! Töröljük szárazra a felületét!

Figyeljük meg a felületét!

- A higany-szulfát-oldatba tegyük bele egy 5 Ft-os vagy 20 Ft-os pénzermét, majd néhány másodperc múlva (a változás szemmel látható) vegyük ki a csipesszel! Óvatosan töröljük szárazra, de kézzel ne érjünk a pénzerméhez!

Hogyan magyarázzuk a tapasztalatokat?






PREMISTRY TERMÉSZETTUDOMÁNYOS  
SOROZAT  
3. ALKALOM

„Habok, zselék a konyhától az élővilágig”  
- Kolloidok körülöttünk -  
Előadás

Időpont: 2014. február 26. (szerda) 15.00-16.00

Helyszín: Fényi Ottó terem

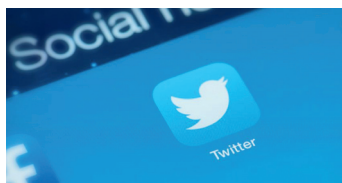






TÚL A KÉMIAÁN

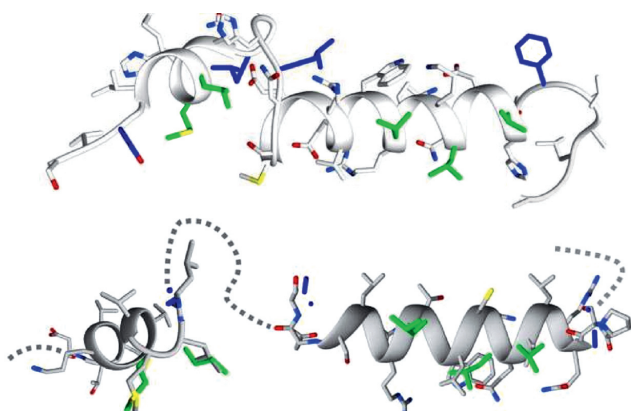
## Gyorsan terjedő hazugságok



Manapság a politikai kampányok fontos eszközeivé váltak az álhírek és „alternatív” tények, amelyeknek semmilyen valóságlapja nincsen. Ezek terjedését vizsgálták egy nagy

volumenű tanulmányban, amelyben 126 ezer, a Twitteren terjedő információt elemeztek a 2006 és 2017 közötti időszakból. Ezeket nagyjából 3 millió ember küldte tovább összesen mintegy 4 és fél millió alkalommal. Az egyes híreket a kutatók igaz vagy hamis kategóriába sorolták hat, egymástól független tényellenőrző szolgáltatás egyidejű használatával. Az eredmények egyértelműek voltak: az álhírek gyorsabban terjedtek és lényegesen több felhasználót értek el, mint a valódiak. A jelenség okára is lehetett valamennyi következtetést levonni az adatokból: az álhírek újdonságereje jellemzően jóval nagyobb, mint a valódiaké, ezért az emberek a megosztásukra is hajlamosabbak.

*Science* 359, 1146. (2018)



## Gyógyszerhordozó tükörhélix

A fehérjék vagy peptidek gyógyászati alkalmazását nagyban korlátozza, hogy a szervezetben lévő proteáz enzimek gyakran lebontják őket. A D-peptidek között is akadnak élettani hatást mutatók: ezekre a bontóenzimek hatástalanok, így alkalmazásuk általában sokkal sikeresebb, mint a természetben előforduló L-aminosavakból álló verzióké. Ilyen hatóanyagokat általában úgy keresnek, hogy az ismert kötőhely D-verziójához keresnek nagy vegyületkönyvtárakból jól kötődő L-peptideket. Ez a stratégia nem használható azonban alfa-hélixet tartalmazó fehérjék esetén, mert ezekben a helikális kiralitás még nem változik meg attól, hogy D-aminosavak az alkotóelemek. Ennek a problémának a számítógépes kiküszöbölésére amerikai tudósok a Protein Data Bank nemzetközi adatbázisban eddig fellelhető közel 120 000 valós fehérjeszerkezetből mintegy 2,8 millió D-analógot hoztak létre, majd ezeket a célreceptorhoz kötődő gyógyszer-molekulák ismert motívumainak felhasználásával *in silico* tesztelték. Az eredmények alapján két esetben (cukorbetegség, valamint csontritkulás elleni szereknél) is sikerült olyan új, D-peptidalapú gyógyszerjelöltet tervezni, amely kísérletekben is a mintával összehasonlíthatóan hatásosnak, de jóval hosszabb élettartamúnak bizonyult.

*Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 115, 1505. (2018)

## CENTENÁRIUM



Charles P. Steinmetz: The periodic system of the elements  
*Journal of the American Chemical Society* Vol. 40, pp. 733–739. (1918. május 1.)

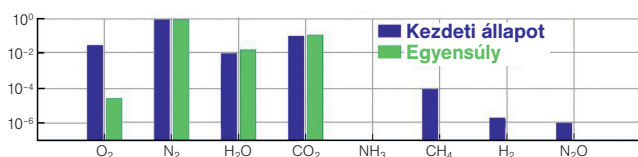
Charles Proteus Steinmetz (1865–1923) német születésű matematikus és villa-

mosmérnök volt, a Union College professzora. Leginkább a váltóárammal kapcsolatos elméleti munkájáról vált nevezetessé, mert ez lehetővé tette az amerikai villamos ipar jelentős fejlődését, de az itt idézett cikk tanúsága szerint a periódusos rendszer belső logikájáról is igen alaposan elgondolkodott.

## Életjelek exobolygók légkörkémiájában

A James Webb űrtávcsövet jövőre állítják majd pályára, s az egyik valószínű kutatási programja exobolygók légkörében az élet jeleinek megtalálását célozza majd. Egy új elméleti munka szerint metánt vagy szén-dioxidot keresni jobb stratégia lehet, mint elemi oxigént. Az alap gondolat az, hogy egyetlen molekula jelenlétének kimutatása helyett biztosabb jel lehet, ha többféle anyagot találnak a kémiai egyensúly állapotától távol. A Föld légkörében a metán és a szén-dioxid egyidejű jelenléte éppen ilyen, kémiai egyensúlytól távoli helyzetre utal. A Föld négy milliárd évvel ezelőtti légköri összetételét alapul használó szimulációk szerint ez a helyzet mára nem jöhetett volna létre az élet jelenléte nélkül.

*Sci. Adv.* 4, aao5747. (2018)



## APRÓSÁG

Mengyelejev első periódusos rendszerében szerepelt egy didímium nevű elem, amely később a praeodímium és a neodímium keverékének bizonyult.

## ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ

ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНОМЪ ВѢСѢ И ХИМИЧЕСКОМЪ СХОДСТВѢ

	Ti = 50	Zr = 90	? = 180.		
	V = 51	Nb = 94	Ta = 182		
	Cr = 52	Mo = 96	W = 186.		
	Mn = 53	Rh = 104,4	Pt = 197,4		
	Fe = 56	Ru = 104,4	Ir = 198		
	Ni = 58	Pd = 106,6	Os = 199.		
	Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200		
H = 1	Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112	
	B = 11	Al = 27,4	? = 68	U = 116	Au = 197?
	C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118	
	N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122	Bi = 210?
	O = 16	S = 32	Se = 79,4	Te = 128?	
	F = 19	Cl = 35	Br = 80	I = 127	
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133	Tl = 204
		Ca = 40	Sr = 87,6	Ba = 137	Pb = 207
		? = 45	Ce = 92		
		?Er = 56	La = 94		
		?Yt = 60	Di = 95		
		?In = 75,6	Th = 118?		

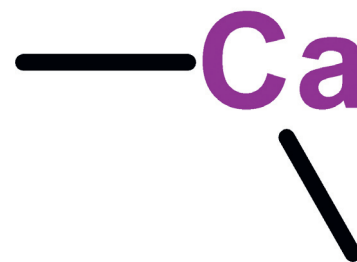
Д. Менделѣевъ



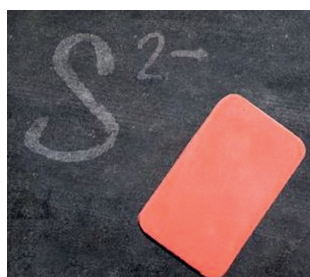
## A HÓNAP MOLEKULÁJA

A dimetil-kalcium ( $C_2H_6Ca$ ) igen egyszerű vegyületnek látszik. Előállításáról ugyan már 60 éve beszámoltak egyszer, de azóta senkinek nem sikerült reprodukálnia a szintézist. Egy német laboratóriumban a közelmúltban metil-lítium és a kalcium-bisz-trimetilszilil-amid metatézisreakciójával sikerült valóban előállítani. A legnehezebb feladat a kereskedelemben kapható metil-lítium megtisztítása volt. A metil-kalcium segítségével megnyílt az út a Grignard-vegyületek kalciumanalógjai felé is.

*J. Am. Chem. Soc.* 140, 2373. (2018)



## Nem létező szulfidion?



Az analitikai kémiában és a szervetlen kémiában is elég sok szó esik a szulfidionról ( $S^{2-}$ ). A vízben oldott kén-hidrogénre megadott, 17 körüli pK-adatok szerint ennek a koncentrációja még nagyon lúgos körülmények között sem lehet nagy, de egy új tanulmány egyenesen azt állítja, hogy valójában semmilyen észlelhető jel nem utal a létezésére.

Ausztrál kutatók elsősorban az alumíniumipar higanykibocsátásának módszereit keresve jutottak arra a következtetésre, hogy a szulfidionnal kapcsolatos ellentmondások információk több mint három nagyságrend bizonytalanságot okoztak a számításaikban. Ezért sokkal érzékenyebb műszerekkel megismételték azokat az 1983-as kísérleteket, amelyekre a ma széles körben elterjedt pK-értéket alapozzák. A nagy pontosságú adatok arra utaltak, hogy a teljesen deprotonált szulfidion jelenléte még a legextrémabb körülmények között sem mutatható ki. *Chem. Commun.* 54, 1980. (2018)

## Korallba írt vulkántörténelem

A Kanári-szigetek egyikén, El Hierro-n, a 2011-es víz alatti vulkánkitörés érdekes új lehetőséget nyitott meg a vulkánkitörések előjeleinek felmérésére. A vulkáni terület közelében élő mélyvízi korallok zárványokként olyan arányban tartalmazták a hélium 3-as és 4-es izotópját, amely megegyezett a vulkánkitörés alatt keletkezett bazaltos kőzetekben mért szinttel. A kitörés után a korallokban ez az arány visszatért a szokásos háttérértékre. Így a jól ismert növekedési sebességű korallok vizsgálatával következtetni lehet a víz alatti vulkánok aktivitására. A tanulmányban azt is észrevették, hogy a korallvázban a dúsulás néhány hónappal a kitörés előtt kezdődött, így a jelenség akár még a kitörések előjelzésénél is jelentőségre tehet szert.



*Chem. Geol.* 480, 28. (2018)

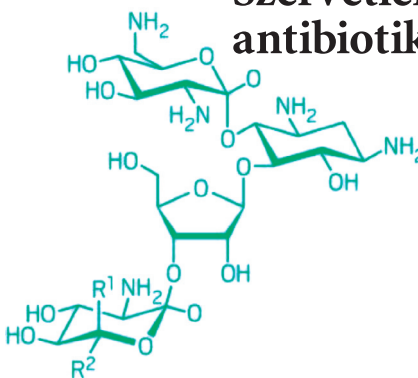
## Olvadásos higanykibocsátás

Az északi sarkkörön túl található, folyamatosan fagyott állapotban lévő talaj (permafroszt) kémiai elemzése új, aggodalmat

keltő jelenséget tárt fel: 2100-ig várható nagymértékű olvadása jelentősen megnövelheti a higany szintet a világtengerekben. A vulkanikus működés miatt és egyéb természetes forrásokból a környezetbe jutó higany elsősorban a talajban dúsul, ahol a szerves anyagokat lebontó mikroorganizmusok újra mobilizálni tudják. A permafrosztba való lerakódásnál viszont nincs meg ez a lehetőség, így egyre vastagabb higanygazdag rétegek jönnek létre benne. Becslések szerint a jelenlegi permafroszt az északi féltekén lévő talaj higanytartamának mintegy felét tartalmazza, így ennek megolvadása nagy növekedést okoz majd a tengerekben lévő higany koncentrációjában.

*Geophys. Res. Lett.* 45, 1463. (2018)

## Szervetlen antibiotikum-segítség



A baktériumok között egyre gyorsabban terjed az antibiotikum-rezisztencia, így minden esélyt meg kell ragadni a gyógyszerek hatásának fokozására. A segítség váratlanul egyszerű helyről is érkezik időnként, legalábbis

ezt mutatta ki az a tanulmány, amely a hidrogén-karbonát-ion és az antibiotikumok kölcsönhatását vizsgálta. A szervetlen ion a testfolyadékokban gyakori pufferalkotó, s koncentrációjának növelése csökkenti a baktériumok membránjainak két oldalán keletkező pH-gradienst. Ez a jelenség az *Escherichia coli*-n végzett kísérletek szerint tetraciklinek esetében csökkenti a hatékonyságot, aminoglikozidok vagy az indolicin esetében viszont növeli. Ennek alapján az antibiotikumok és a szódbikarbóna keverékének használatával kezdenek majd klinikai kísérleteket.

*ACS Infect. Dis.* 4, 382. (2018)

Ha észrevétele vagy ötlete van ehhez a rovathoz, írjon e-mailt Lente Gábor rovatszerkesztőnek: [lenteg1206@gmail.com](mailto:lenteg1206@gmail.com).

A rovatszerkesztő korábbi írásait tartalmazó blog elérhető a következő internet-oldalon: [http://lenteg.ttk.pte.hu/ScienceBits/index\\_magyar.html](http://lenteg.ttk.pte.hu/ScienceBits/index_magyar.html)



## OKTATÁS

## Megalakult a Müller Ferenc Társaság!

Negyedik alkalommal került sor 2017 decemberének 15. és 16. napján a Bonyhádi Petőfi Sándor Evangélikus Gimnáziumban a IV. Müller Ferenc Kémiai Emlékversenyre. A vetélkedőn 15 iskola 32 csapata mérte össze tudását, összesen közel 100 diák részvételével.

A verseny szervezőinek célja, hogy felhívják a diákok figyelmét a kémia sokszínűségére és változatosságára, valamint hogy a diákok mélyebben betekintést nyerjenek az egyes kémiai elemek felfedezésébe, elnevezésébe, fontosabb fizikai és kémiai tulajdonságaikba és gyakorlati felhasználásukba. Mindezt azért, hogy emléket állítsanak Müller Ferencnek, aki 1782-ben fedezte fel a tellúrt.

Az írásbeli teszt megoldása után a nyolc legeredményesebb csapat kvíz formájában adott számot tudásáról. Első helyen a Bonyhádi Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium általános iskolájának (volt Vörösmarty Mihály Általános Iskola) csapata végzett. Csapattagok: Both Marietta, Glöckler Éva, Ferencz Péter. Felkészítő tanáruk: Genczlerné Herczeg Ágota. Nyereményük egy háromnapos ausztriai tanulmányút. A második helyet a pécsi Jókai Mór Általános Iskola szerezte meg. Csapattagok: Arató Valér, Nemeskéri Dániel, Puskás Péter. Felkészítő tanár: Hegyiné Király Krisztina. A dobogó harmadik fokára a Dombóvári József Attila Általános Iskola diákjai állhattak. A csapat tagjai: Ollé Zsófia, Szűcs Fanni, Ábrahám Nóra. Felkészítő tanáruk: Esküdt Tímea. Nyereményük egy-egy budapesti tanulmányút.

A versenyt – Müller Ferenc születésének 275. évfordulója alkalmából – nemzetközi konferencia követte. Előadást tartott dr. Sipos Pál, az SZTE tanára, Kalydi György, a győri Krúdy Gyula Középiskola tanára, Szórád Endre, a zentai Bolyai Tehetséggondozó Gimnázium és Kollégium tanára, Kiss Szilvia tanárnő Dunaszerdahelyről, Hampel Emőke tanárnő Marosvásárhelyről és Nagy István versenyszervező, a bonyhádi gimnázium tanára.

## Részlet az alapító okiratból

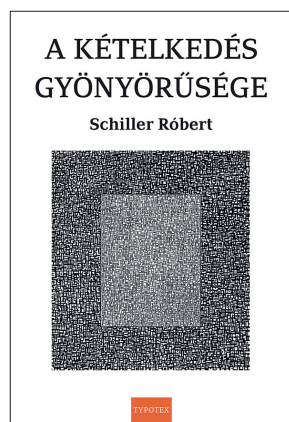


A konferencia zárásaként a résztvevők megalapították a Müller Ferenc Emléktársaságot! Részlet az alapító levélből: „... Azért alapítjuk ezt a társaságot, hogy a nagy mineralógus emlékét méltó módon megőrizzük, gondozzuk. Ápoljuk és megbecsüljük Müller Ferenc szellemiségét, aki bányamérnöki elhivatottságával és kiemelkedő kémia tudásával lehetővé tette, hogy az akkori magyar hon megajándékozza a tudomány művelőit egy új kémiai elemmel. Kötelességünknek érezzük, hogy felhívjuk a felnevelkedő ifjú generáció figyelmét az egyetlen hazánkban felfedezett elem, a tellúr példáján keresztül az összes kémiai elem egyszerűségére, tökéletességére, szépségére és végtelen kombinációjaira, amelyet anyagnak és életnek nevezünk.” A társaság elnökének dr. Sipos Pál egyetemi tanárt, titkárának Nagy István gimnáziumi tanárt választották.

**Nagy István**

## KÖNYVISMERTETÉS

## Néhány gondolat Schiller Róbert könyvének lapozgatása közben



(Schiller Róbert: *A kételkedés gyönyörűsége*, Typotex Kiadó, 2017)

*A kételkedés gyönyörűsége* – ezen a címen nyújt át egy csokrot az olvasónak Schiller Róbert korábban, különböző folyóiratokban, főleg a Természet Világában megjelent írásából. Lapozgatom a könyvet, és ahogy a régi Bárány Eötvös József Collegiumban kérdezték volna egykoron, én is azt kérdelem: vajon Schiller Róbert egy hihetetlen széles látókörű dögész vagy egy

nagy műveltségű filozófus? Egyre inkább arra a meggyőződésre jutok, hogy mindkettő. Persze jól tudom, hogy Schiller Róbert a kémiai tudomány doktora, nemzetközileg elismert kiváló fizikokémikus, kit érthetetlen és sajnálatos módon legmagasabb tudományos testületünk, a Magyar Tudományos Akadémia nem tartott méltónak arra, hogy tagjai sorába válassza.

*A kételkedés gyönyörűsége* – csak vérbeli kutatóember adhat ilyen címet könyvének. A minduntalan gondolkodásra kényszerítő örök kételkedés, ez adja a kutatás egyik legnagyobb gyönyörűségét. A kísérletező ember kételkedik és gondolkodik: először a kísérlet megtervezésénél, azután a kivitelezésénél és végül az eredmények értékelésénél. Minden kísérleti eredmény kételkedéssel fogadása és kezelése alapvető kutatói követelmény.

A könyv számos írása természettudományos és humán tudományos ismeretek hatalmas ismeretanyagán alapuló művészi és olvasmányos összefonása, a tudományos ismeretterjesztés mintapéldája lehetne. Nem véletlenül nyerte el Schiller Róbert Az év ismeretterjesztő tudósa címet 2012-ben.

Recenziót írni egy ilyen könyvről lehetetlen volna, de értelmetlen is. Tessék kézbe venni, és olvasgatni, nem elolvasni. Azután elgondolkodni az olvasottakon. Megéri!

A könyv vége egyfajta búcsút sejtet. Azt a sajnálatos benyomást kelti az olvasóban, Schiller Róbert talán utolsó könyvével jelentkezik. Nagy kár, hiszen családja, a Schiller–Jámbor család izgalmas, tartalmas 20. századi életének megírásával így adósunk marad.

**Tomasz Jenő**



## Vegyipari mozaik



**26. alkalommal adták át a Magyar Innovációs Nagydíjat és Innovációs Díjakat.** Összesen több mint 20 milliárd forint nyereséget eredményező, kiemelkedő társadalmi hasznot hozó, világszínvonalú teljesítményeket ismertek el a Magyar Innovációs Nagydíj átadási ünnepségén

A 2017. évi Magyar Innovációs Nagydíjat a Richter Gedeon Nyrt. kapta a cariprazine (Vraylar®/Regila®) gyógyszer kifejlesztéséért. Ez az első és egyetlen olyan originális, hazai kutató és fejlesztő szakemberek által feltalált, a későbbiekben partner bevonásával kifejlesztett, majd döntően hazánkban gyártott gyógyszer, amely a világ gyógyszerpiacának több mint 70%-án forgalomba hozatali engedéllyel rendelkezik. Ezzel a példátlan magas színvonalú innovációval és az így létrejött termékkel a hazai gazdaság és a hazai gyógyszeripar szempontjából is kiemelt jelentőségű eredményt ért el a Richter Gedeon Nyrt.

A Nemzetgazdasági Minisztérium 2017. évi Ipari Innovációs Díjában a MOL Nyrt. részesült az XXL Diesel – speciális, csökkentett emissziójú üzemanyag – kifejlesztéséért a nehéz gépjárművek számára. Az XXL Diesel nagyméretű dízelmotorokban történő felhasználásakor akár 2–4%-os üzemanyag-megtakarítás érhető el, amely ugyanakkora mértékben csökkenti a gépjárművek CO<sub>2</sub>-kibocsátását a hagyományos gázolajhoz viszonyítva. A MOL Nyrt. XXL Diesel értékesítéséből elért árbevétele több mint 46 milliárd forint, többletbevétele pedig 562 millió forint volt 2017-ben.

A Földművelésügyi Minisztérium 2017. évi Agrár Innovációs Díjában a KITE Zrt. részesült az időjárásfüggetlen starter trágyázási rendszerért, amely megoldást nyújt azon gazdálkodók részére, akik új vetőgép-beruházás következtében mikrogranulátum-szóró adapter hiányával állnak szemben. A rendszer átlagos időjárás körülmények között 3–5%-kal, száraz tavasz esetén 8–12%-kal haladja meg a hagyományos mikrogranulált starter műtrágyák hatékonyságát.

A Földművelésügyi Minisztérium 2017. évi Környezetvédelmi Innovációs Díjban a Gremon Systems Zrt. részesült a Trutina – növény-súlymérésen alapuló, növényaktivitást valós időben megmutató – technológiai döntéstámogató rendszerért.

A Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala 2017. évi Innovációs Díjában a Kőröstej Tejfeldolgozó és Kereskedelmi Kft. részesült a gyártástechnológiájában és csomagolásában innovatív sajtkrém és tejalapú élelmiszerkészítmény kifejlesztéséért és nemzetközi piacra történő sikeres bevezetéséért.

A Magyar Innovációs Szövetség 2017. évi Startup Innovációs Díjában a Shapr3D Zrt. részesült a Shapr3D, 3D tervező alkalmazásért. A Shapr3D (shapr3d.com) által fejlesztett 3D tervező és modellező alkalmazás az egyetlen és első 3D modellező, amelyet kifejezetten a legújabb generációs Apple tabletre, az iPad Próra terveztek és optimalizáltak. A terméket jelenleg a világ közel 180 országában használják.

A XXVI. Magyar Innovációs Nagydíj pályázati felhívásra 29 pályamű érkezett. Az innovációk révén a vállalkozások tavaly összesen több mint 20 milliárd Ft többletnyereséget értek el (mely-

nek jelentős hányada exportból származik) és 350–400 új munkahelyet hoztak létre. A megtakarítások, az árcsökkenő hatás, a környezeti terhelés csökkentése stb. nyomán további több 10 milliárd Ft társadalmi haszon keletkezett.



RICHTER GEDEON

**A Richter Gedeon Nyrt. új, Molekuláris Biológiai Laboratóriumot hozott létre Debrecenben.** A létesítmény átadása konzorciumi együttműködésben, a piaci versenyképesség növelése érdekében végzett, innovatív gyógyszeripari kutatás-fejlesztés című, mintegy 4,89 milliárd forint összköltségvetésű pályázati projekt részeként valósult meg. A laboratóriumi infrastruktúra, valamint a műszaki eszközpark, mint részprojekt, teljes beruházási költsége megközelíti az 1,7 milliárd forintot, melyből a támogatás mértéke 713 millió forintot tesz ki.



A Richter Gedeon Nyrt. olyan K+F technológiák kifejlesztését tervezi a debreceni laboratóriumban, amelyek jelentősen hozzájárulnak a biotechnológiai úton előállított fehérjegyógyszerek hatásmechanizmusának, illetve a fellépő mellékhatások kialakulásának megértéséhez. Az itt kifejlesztendő bioszimiláris fehérjékészítmények ára az eredeti készítményekhez képest várhatóan kedvezőbb lesz, így a célcsoport számára – mely elsősorban az európai daganatos és autoimmunbetegségekben szenvedő betegek – szélesebb körben is elérhetővé válhat.

„A Richter stratégiai célja egy olyan komplex és versenyképes biotechnológiai termékvonal létrehozása, amelynek segítségével magas szellemi hozzáadott értéket képviselő készítményekkel bővítheti termékportfólióját” – mondta el köszöntőjében Orbán Gábor, a Richter Gedeon Nyrt. vezérigazgatója.

„A Molekuláris Biológiai Laboratórium átadásával újabb jelentős lépést tettünk abba az irányba, hogy nemzetközi szinten is versenyképesé tegyük a hazai biotechnológiai gyártást, mely egyúttal nagymértékben hozzájárul Magyarország versenyképes-



ségének növeléséhez is” – mutatott rá a beruházás jelentőségére Bogsch Erik, a Richter Gedeon Nyrt. elnöke.

A Richter Gedeon Nyrt. versenyképességének hosszú távú fenntartásához elengedhetetlen a magas színvonalú K+F tevékenység biztosítása. A Társaság folyamatosan törekszik a magyarországi egyetemekkel és kutatóhelyekkel való szoros együttműködésre annak érdekében, hogy a magasan képzett szakemberek itthon tartása mellett, további, innovatív és elérhető árú termékeket biztosíthasson a lakosság számára.



**Átadták Tiszaújvárosban a MOL-csoport és a japán JSR Corporation szintetikus gumit (S-SBR) gyártó üzemét.** A két fél közös beruházásaként megvalósult, világviszonylatban is élenjáró technológiát alkalmazó gyár évente 60 000 tonna műgumit állít elő, és több mint 100 új munkahelyet teremt. A szti-



rol-butadién gumi (S-SBR) az egyik legkeresettebb vegyipari termék a világon. A műgumihoz szükséges butadiént a MOL Petrolkémia 2015-ben átadott üzemé állítja elő. Az S-SBR az üzemanyag-hatékony és a nedves felületen is kiváló tapadást biztosító gumibroncsok gyártásának legfőbb alapanyaga.

A MOL és a JSR Corporation 2013-ban állapodott meg magyarországi vegyesvállalat létrehozásáról. Az üzem a JSR MOL Synthetic Rubber Zrt. beruházásaként valósul meg. A szintetikusgumigyár építése 2015 novemberében kezdődött.

A MOL-csoport Enter Tomorrow üzleti stratégiájával összhangban 2030-ig 4,5 milliárd dollárt fordít közép-kelet-európai petrolkémiai és vegyipari növekedési projektekre. A vállalat célja, hogy a petrolkémiai alapanyag felhasználását már középtávon hárommillió tonnára növelje és új termékcsoportok piacára is belépjen. Az új műgumigyár létrehozása fontos lépés e stratégia megvalósításában, hiszen a beruházásnak köszönhetően innovatív termékkel bővült a MOL-csoport petrolkémiai értéklánc.

„A MOL-csoporttal kötött együttműködésünknek köszönhetően a leginnovatívabb technológiát honosítottuk meg a most átadott tiszaújvárosi üzemünkben, és ennek révén kiváló minőségű szintetikus gumit gyárthatunk. Az S-SBR világszerte az úgynevezett gazdaságos, kevesebb üzemanyag-fogyasztást igénylő autógumik meghatározó alapanyaga. Így bízom benne, hogy hozzájárulunk az új mobilitási szemlélet elterjedéséhez, és ezáltal a gazdasági, társadalmi fejlődéshez is” – mondta Koichi Kawasaki, a JSR Corporation ügyvezető igazgatója a beruházásról.



**Sente Lajos kapta az Amerikai Kémiai Társaság Szénhidrátkémiai Divíziója által alapított Derek Horton-díjat.** Sente Lajos 40 éve dolgozik a ciklodextrin kémiai-technológiai kutatásában, munkássága nemzetközi mércével mérve is az élvonalbeli kutatók közé helyezi. Szakmai pályafutására a felfedező alapkutató és az alkalmazott fejlesztési tevékenység összhangja jellemző. Meghatározó szerepet játszott a ciklodextrin oldatban fellépő önszerveződési mechanizmusnak felderítésében és a jelenség gyakorlati hasznosításában. Út-törő szerepet játszott a ciklodextrin nanokapszulák terápiás célú felhasználásában és a zárványkomplex-képzésen alapuló detoxifikációs klinikai gyakorlatba vételében. Hozzájárult egy korszerű, biztonságosabb aneszteziológiai protokoll kialakításához, melyben egy ciklodextrinszármazékot antitüdumként alkalmaznak. (mta.hu)

**Ritz Ferenc összeállítása**

## MKE-hírek

Tájékoztatjuk tisztelt tagtársainkat, hogy **személyi jövedelemadójuk 1 százalékanak felajánlásából idén 739 149 forintot**

utal át a NAV Egyesületünknek.

Köszönjük felajánlásait, köszönjük, hogy egyetértetek a kémia oktatásáért és népszerűsítéséért kifejtett munkánkkal. A felajánlott összeget ismételten a hazai kémiaoktatás feltételeinek javítására, a Középszintű Kémiai Lapok, az Irinyi János Országos Középszintű Kémiaverseny, a 10. Kémikus Diákszimpozium, valamint a 2017-ben kilencedszer megrendezett Kémia-tábor egyes költségeinek fedezésére használtuk fel, valamint arra a célra, hogy kiadványaink (KÖKÉL, Magyar Kémikusok Lapja, Magyar Kémiai Folyóirat) eljussanak minél több, kémia iránt érdeklődő, határon túli honfitársunkhoz.

Ezúton is kérjük, hogy a 2017. évi SZJA bevallásakor – értékelve törekvéseinket – éljenek a lehetőséggel, és személyi jövedelemadójuk 1%-át ajánlják fel az erre vonatkozó Rendelkező nyilatkozat kitöltésével.

Felhívjuk figyelmüket, hogy akinek a bevallás pillanatában adótartozása van, az elveszíti az 1% felajánlásának a lehetőségét!

**Az MKE adószáma: 19815819-2-41**

**Felhívjuk szíves figyelmüket, hogy amennyiben a NAV készíti el az adóbevallásukat, úgy külön kell nyilatkozni az 1 százalékról.**

Terveink szerint 2018-ban az így befolyt összeget ismételten a hazai kémiaoktatás feltételeinek javítására, a Középszintű Kémiai Lapok, az L. Irinyi János Országos Középszintű Kémia-verseny, a XVII. Országos Diákvegyész Napok, valamint a 2018-ban tizedszer szervezendő Kémia-tábor egyes költségeinek fedezésére használjuk fel.

Továbbra is céljaink közé tartozik, hogy kiadványaink (KÖKÉL, Magyar Kémikusok Lapja, Magyar Kémiai Folyóirat) eljussanak minél több, kémia iránt érdeklődő, határon túli honfitársunkhoz.



## Konferenciák, rendezvények

### Rendezvénytár – 2018

Időpont	Név	Helyszín
2018. április 6–7.	XVII. Országos Diákvegyész Napok	Sátoraljaújhely
2018. április 13–15.	L. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny	Szeged
2018. április 23–24.	Analitikai Napok, 2018	Balatonszemes
2018. május 3–5.	II. Young Researchers' International Conference on Chemistry and Chemical Engineering (YRICCCE II)	Budapest
2018. május 9–11.	Biztonságtechnikai Szeminárium, 2018	Siófok
2018. május 28–30.	11 <sup>th</sup> Conference on Colloid Chemistry	Eger
2018. június 25–29.	Varázslatos Kémia Nyári Tábor	Eger
2018. július 8–13.	22 <sup>nd</sup> International Conference on Phosphorus Chemistry	Budapest
2018. augusztus	Kémiantanórok Nyári Továbbképzése	Eger
2018. aug. 26–30.	35 <sup>th</sup> International Conference on Solution Chemistry	Szeged
2018. szept. 25–27.	Chemistry towards Biology: biomolecules as potential drugs in focus (CTB9)	Budapest
2018. szept. 27–29.	Structural biology approaches for drug development (iNext)	Budapest
2018. október 3–6.	61. Magyar Spektrokémiai Vándorgyűlés és Olasz–Magyar Spektrokémiai Konferencia	Budapest
2018. október	Őszi Radiokémiai Napok	Balatonszárszó
2018. november 22.	Kozmetikai Szimpózium, 2018	Budapest
2018. nov. 27–28.	Hungarocoat	Budapest

#### Biztonságtechnika Szeminárium

2018. május 9–11.

SunGarden Wellness & Konferencia Hotel  
Siófok, Batthyányi u. 24.

Online regisztráció: <http://www.biztonsagtechnika.mke.org.hu/>

TOVÁBBI INFORMÁCIÓ: Körtvélyessy Eszter,  
[eszter.kortvelyessy@mke.org.hu](mailto:eszter.kortvelyessy@mke.org.hu)

#### 11<sup>th</sup> Conference on Colloid Chemistry

2018. május 28–30.

Eszterházy Károly Egyetem  
3300 Eger, Eszterházy tér 1.

Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk.

Honlap és online regisztráció: <http://www.11ccc.mke.org.hu>

TOVÁBBI INFORMÁCIÓ: Schenker Beatrix,  
[11ccc@mke.org.hu](mailto:11ccc@mke.org.hu)

#### 22<sup>nd</sup> International Conference on Phosphorus Chemistry

2018. július 8–13.

Danubius Hotel Flamenco

1113 Budapest, Tas vezér u. 3–7.

Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk.

Honlap és online regisztráció:

<http://www.icpc22.mke.org.hu/>

TOVÁBBI INFORMÁCIÓ: Schenker Beatrix,

[icpc22@mke.org.hu](mailto:icpc22@mke.org.hu)

#### 35<sup>th</sup> International Conference on Solution Chemistry

2018. augusztus 26–30.

Hunguest Hotel Forrás

6726 Szeged, Szent-Györgyi Albert u. 16–24.

Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk.

Honlap és online regisztráció: <http://mke.org.hu/ICSC2018/>

TOVÁBBI INFORMÁCIÓ: Schenker Beatrix,

[beatrix.schenker@mke.org.hu](mailto:beatrix.schenker@mke.org.hu)

#### MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE KÜLDÖTTKÖZGYŰLÉS

Időpont: 2015. május 25. 10:00

Helyszín: Budapesti Fasori Evangélikus Gimnázium

Budapest, Városligeti fasor 17–21.

#### Megközelítés:

**Az M1 földalatti Bajza utcai megállójától a Bajza utcán besétálva a Benczúr utca irányába, a 3. keresztutca a Városligeti fasor**

A regisztráció 9:00-tól kezdődik

A közgyűlési dokumentumok honlapunkról letölthetők.

A küldötteket, szakosztályok, szakcsoportok, területi szervezetek, munkahelyi csoportok vezetőit és minden egyesületi tagtársunkat szeretettel várjuk.

## HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXXIII. No. 5. May

#### CONTENTS

<i>Nanochemistry and nanotechnology research at the Chemistry Institute of the University of Szeged</i>	146
IMRE DÉKÁNY, EDIT CSAPÓ, ZOLTÁN KÓNYA, KLÁRA HERNÁDI, and ÁKOS KUKOVECZ	
<i>George A. Olah and a phone call in an October dawn</i>	152
ISTVÁN HARGITTAI	
<i>Diversifying MOL's feedstock portfolio. The BDE unit at MOL Petrochemicals</i>	154
TÜNDE VARGA, JÁNOS KEREZSI, and ZOLTÁN SZÉKVÖLGYI	
<i>Delayed recognition. Sleeping Beauties and princes in the chemical literature</i>	156
TIBOR BRAUN	
<i>Being ready for acquiring new knowledge, hypotheses and skills. An interview with Professor Onno De Jong. Part I</i>	162
JÁNOS SÁNDOR KAPITÁNY and ZOLTÁN TÓTH	
<i>Premistry. A science popularization series. Part II</i>	166
CSABA SZAKMÁNY and MELINDA RÁKÓCZI	
<i>Chembits</i>	172
GÁBOR LENTE	
<i>News of the Month</i>	174



### Thermo Scientific:

AA, ICP-OES és ICP-MS spektrométerek

ED-XRF készülékek

Kompakt NMR spektrométerek

UV/látható spektrométerek

Automata fotometriás analizátorok

C, H, N, S, O elemanalizátor

FTIR, Raman és NIR spektrométerek, mikroszkópok

Hordozható Raman, NIR és XRF spektrométerek

GC, kvadrupol GC/MS és GC/MS/MS

Automatizált SPE és ASE mintaelőkészítők

HPLC, UHPLC, nano-LC

Kvadrupol és ioncsapdás LC/MS

Orbitrap hibrid HR/AM LC/MS

Ionkromatográfok

Kromatográfiás oszlopok, kiegészítők és fogyóanyagok

**Thermo**  
S C I E N T I F I C  
**DISTRIBUTOR**



### Olympus:

Mikroszkópok

**OLYMPUS**

Your Vision, Our Future

### Hitachi:

Elektronmikroszkópok

**HITACHI**

### SOTAX:

Tablettavizsgáló berendezések

**sotax**  
Solutions for Pharmaceutical Testing

### PS Analytical:

Atomfluoreszcenciás Hg, As, Se, stb. analizátorok

### Trace Elemental Instruments:

TN, TS, TX, AOX meghatározók

### HunterLab:

Színmérő készülékek

### Peak Scientific:

Gázgenerátorok

### iX Cameras:

Nagysebességű kamerák

