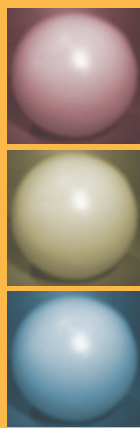


A TARTALOMBÓL:

- Mengyelejev örülne
- Gyógyszerek célba juttatása peptidekkel
- A rázótolcsértől a mikrofecskendőig
- Egy magyar tudós két háború között
- Nyomozás kémiaórán



MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXXIV. ÉVFOLYAM • 2019. MÁJUS • ÁRA: 850 FT

Periódusos rendszer extrákkal



A lap megjelenését
a Nemzeti Kulturális Alap
támogatja

Nemzeti Kulturális Alap

A kiadvány
a Magyar Tudományos Akadémia
támogatásával készült

KJELDAHL-N MÉRŐ BERENDEZÉSEK

behr

Labor - Technik

Düsseldorf

Roncsolók:

- termoblokkok és infrás gyorsfeltárók
- mintahelyek: 6, 8, 12, 20, 24, 40
- feltáró térfogat: 100, 250, 400 mL
- programozás: magyar menü és PC
- tárolható programlépések
- manuális és automata motoros

Gázelszívó és gázmosó (scrubber):

- az elszívófülke helyettesítője
- kétfokozatú gázhűtés és gázmosás
- beépített cseppfogó
- opcionális kiegészítő hűtő specialitás
- erős elszívás, könnyű kezelés

Automata vízgőzdesztillálók:

- 5 kivitel - 5-féle komfortfokozat
- Gyors egyszerű ütem: 3perc/minta
- Standard funkciók: programozható gőzteljesítmény, reakcióidő, desztillálási idő, automata lúgadagolás, USB interfész, LCD kijelző, magyar menü
- Tipusfüggő szolgáltatások: reagenskanna szintfigyelés, automata hígítás, automata leürítés, automata bórsav adagolás
- Tárolható programok: 1-99 (tipusfüggő)

Titrláló egységek:

- digitális büretták és
- automata titrlálók



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



MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXXIV. évf., 5. szám, 2019. május



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

Szerkesztőség:

Felelős szerkesztő: KISS TAMÁS
[SEKERES 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
Szerkesztési titkárság: SÜLI ERIKA

Szerkesztőbizottság:

SZÉPVÖLGYI JÁNOS,
a szerkesztőbizottság elnöke,
ANTUS SÁNDOR, BACS 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 megrendelő
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: Europrinting Kft.
Felelős vezető: ENDZSEL ERNŐ
üzgyvezető 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 számaink 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.2019.05

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



Ez év májusa az MKE életében jelentős szerepet játszik. Ekkor kerül sor a négy-
évenként esedékes vezetőségválasztásra. A választás alulról építkezik. E na-
pokban választják meg a szakosztályok, szakcsoportok, a területi és munkahelyi
csoportok új vezetőségeit. Többen kimaradnak (az alapszabály szerint 2–3 al-
kalommal bizonyos funkciót betöltő személyek nem választhatók újra), így több
új tag is bekerül a vezetőségekbe. Az elkerülhetetlen frissítés szükségét magam
is tapasztaltam korábban. Többször is megválasztottak egy funkcióra, és azt
vettem észre, hogy egy idő után nem tud az ember megújulni, friss gondolato-
kat hozni, és rutinból dolgozik, ez pedig nem jó. Arra kell nagy hangsúlyt he-
lyezni, hogy főleg fiatal, aktív kollégák kerüljenek pozícióba, akik új ötletekkel
segítenek az Egyesület előtt álló, egyre nehezebb kihívások megoldásában.

Fontosnak tartom, hogy az új vezetőség az eddigieknél szélesebb körben tudatosítsa, ismertesse a fia-
talok, diákok támogatását. Az Egyesület munkája jelentős részét az ilyen irányú ténykedés teszi ki (ami
komoly ráfordítással jár), és ez nem vált köztudottá. Vegyészberkekben is kevesen tudják, hogy az Irinyi
középiskolai versenyt évente öta, a Varázslatos Kémiatábort régóta az Egyesület szervezi. Kiadja a
Középiskolai Kémiai Lapokat (KÖKÉL), támogatja a kémiai olimpia résztvevőit, jutalmazza a TDK
nyertesit stb. Azt kellene elérni, hogy ezek a támogatott fiatalok a továbbiakban is tartsanak kapcsola-
tot az MKE-vel (legyenek tagok). A fiatal generáció bevonásával az Egyesület létszámát feltétlenül növelni
kellene. Korábbi adatok alapján a mai vegyészársadalom csak mintegy 10%-a egyesületi tag. Ez véle-
ményem szerint kevés a külföldi egyesületekhez képest. Tudatosítani kell, hogy az MKE szakmailag és
társadalmilag összefogó szervezet, amelynek az is a feladata, hogy tudományunkat és annak fontosságát
népszerűsítse a kémiát eléggé negatívan megítélő társadalomban.

Ami a májusi szám tartalmát illeti, sok érdekes cikket talál az olvasó, igen széles spektrumban. Elő-
ször talán Inzelt György dolgozatát emelném ki. Ennek az ad aktualitást, hogy az ENSZ 2019-et a Periódusos
Rendszer Nemzetközi Événak nyilvánította. Ez az elhatározás azért is érdekes és fontos, mert a po-
litikusok is észrevették, hogy egy ilyen felfedezés milyen hatással van a tudományra és a mindennapi életre.
A gimnazista Haja Dóra Zsófia tanulságos írása bemutatja, hogy a kémia milyen módon lehet az igaz-
ságszolgáltatás segítségére, és hogyan lehet felhasználni ennek elemeit a gyerekek érdeklődésének felkel-
tésére. A Zemlép Géza-földjén Mező Gábor több évtizedes munkásságát összegzi. A lap „házi szerzője”,
Braun Tibor ezúttal nem a perifériális területek érdekességéről ír, hanem a folyadék-folyadék extrakció
zöld kémiájáról. A történelem sem hiányzik e számból: Keszei Ernő bemutatja Eötvös Loránd életét, mun-
kásságát. A májusi szám két érdekes könyvismertetést is tartalmaz (a Hargittai házaspár „tudomány kö-
rül” moszkvai sétáiról és a magyar szerkesztésű, CRC Pressnél megjelenő környezetmenedzsment-soro-
zat negyedik kötetéről).

Meg kívánom még említeni: nemrég múlt 10 éve, hogy – Kiss Tamás professzor irányításával – új szer-
kesztőség áll a megújult külsejű, magazin jellegűvé formált Magyar Kémikusok Lapja mögött, amely
hasznos és olvasott újságja lett a magyar kémikusok társadalomnak.

Liptay György

Liptay György
a Szerkesztőbizottság tagja

TARTALOM

VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY

Bruckner-termi előadás

Mező Gábor: Variációk egy témára: gyógyszerek célba juttatása peptidokkal 142

Braun Tibor: A rázótolérságtól a mikrofecskendőig.

Új lehetőségek a folyadék-folyadék extrakció zöld kémiájában 144

AZ ELEMÉK PERIÓDUSOS RENDSZERÉNEK NEMZETKÖZI ÉVE

Inzelt György: Mengyelejev öröme: teljes az első hét periódus a táblázatban 148

KÖNYVISMERTETÉS

Keglevich György: Tudománytörténeti mozaikok Moszkvából
(Hargittai István, Hargittai Magdolna: Moszkvai séták a tudomány körül) 152

Gruiz Katalin: A környezeti kockázat csökkentése és esettanulmányok
(Engineering Tools for Environmental Risk Management, 4.
Szerk.: Gruiz Katalin, Meggyes Tamás, Fenyvesi Éva) 154

EÖTVÖS-EMLEKÉV

Keszei Ernő: Egy magyar tudós két háború között.
Báró Eötvös Loránd élete és munkássága 156

OKTATÁS

Haja Dóra Zsófia: Nyomozás kémiaórán 162

VEGYÉSZLELETEK

Lente Gábor rovata 166

EGYESÜLETI ÉLET 169

A HÓNAP HÍREI 170



Címlapunkon:
Periódusos rendszer
extrákkal.
A felvételt Lente Gábor
előadásán,
a Periódusos
Rendszer Nemzetközi
Évének magyar-
országi nyitó-
rendezvényén készült
(fotó: mta.hu/Szigeti
Tamás)

Bruckner-termi előadás

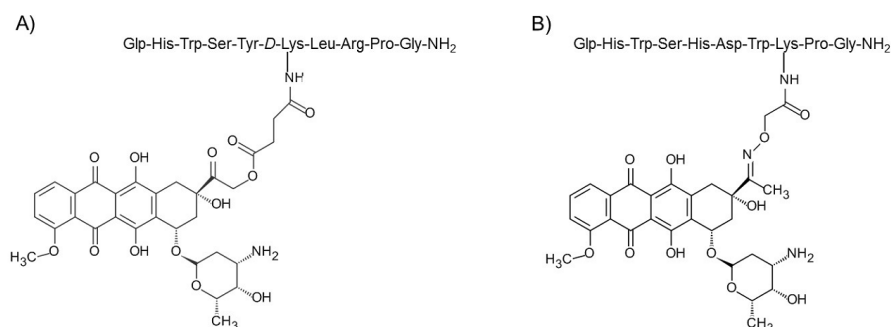
Mező Gábor

■ ELTE TTK Szerves Kémiai Tanszék

■ MTA–ELTE Peptidkémiai Kutatócsoport

Variációk egy témára: gyógyszerek célba juttatása peptidekkel¹

A Nemzetközi Rákkutatási Ügynökség (IARC) legfrissebb tanulmánya szerint 2018-ban a becsült rákos megbetegedések száma 18,1 millióra, a halálozások száma pedig 9,6 millióra tehető, ezzel a rák a második leggyakoribb halálozási ok világszerte. Ezek alapján feltételezhető, hogy az évente regisztrált új esetek száma 2040-ig 29,5 millióra emelkedik. Bár jelentős fejlesztések történtek a rák gyógyításának területén, a további lehetőségek kutatása elengedhetetlen annak érdekében, hogy a halálozások száma ne emelkedjen ebben az ütemben. Az egyik lehetőség, amitől a szakemberek sokat várnak, a személyre szabott célzott kemoterápiás kezelés. A módszer Paul Ehrlich 1900-as évek elején megfogalmazott „mágikus golyó” (Magic Bullet) elméletéből ered, aki azt feltételezte, hogy a kórokozók felszínén olyan patogénre jellemző oldalláncok (receptorok) vannak, melyek az egészséges sejtek felszínén nem találhatók meg. Így ha ezeket tudjuk támadni (elmélete szerint ellenanyagokkal), akkor az egészséges sejtek megkímélése mellett szelektíven elpusztíthatók a kórokozók. Majdnem 100 évnek kellett eltelnie, hogy ez az elv forradalmasítsa a tumorterápiát. Ma már az ellenanyagok fontos elemei a tumorok terápiás kezelésének. Mivel az ellenanyagok nagy specifitással ismerik fel a tumorsejteket, ezért arra gondoltak, hogy ha ezekhez ismert rákellenes szereket kapcsolnak, akkor az előállított ellenanyag-hatóanyag konjugátumok (antibody-drug conjugates; ADCs) még hatékonyabbak lehetnek az egyszerű ellenanyag-terápiánál [1]. Eddig négy ilyen konjugátum került forgalomba, de a siker nem áttörő. Az ADC-k előnye a nagy specifitás mellett a hosszú élettartam a véráramban



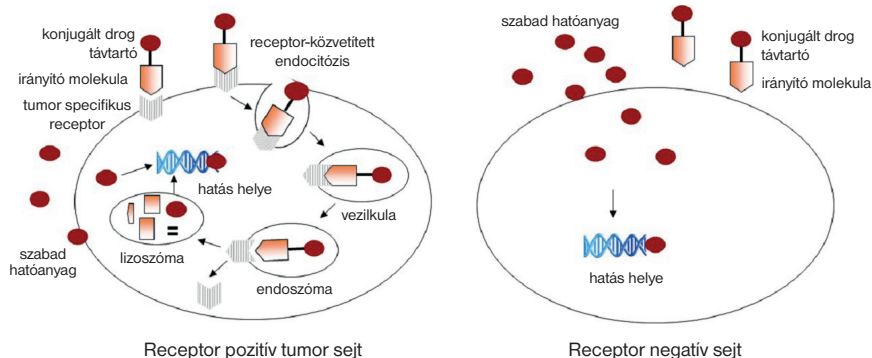
1. ábra. A Zoptarelin-doxorubicin (A) és a GnRH-III(Dau-Aoa) (B) sematikus szerkezeti ábrája

(akár hetek is), de alacsony a tumorszövet-permeabilitásuk, kevés hatóanyag kapcsolható hozzájuk és magas a költségük. Ezért egyre többen foglalkoznak olyan konjugátumok előállításával, amelyekben az irányító egység egy kis molekula (pl. folsav, peptidek). Ezek a kismolekula-hatóanyag konjugátumok (SMDCs) szintén nagy specifitással ismerhetik fel a tumorsejteket, nagyobb a szövet-permeabilitásuk, méretükhöz képest nagy a hatóanyag-tartalmuk és lényegesen olcsóbb az előállításuk [2]. Azonban a szervezetben gyorsan lebomlanak és kiürülnek. Jelenleg több ilyen molekula van a klinikai vizsgálat 3. fázisában, de piacra még nem kerültek. Az egyik ilyen ígéretesnek gondolt konjugátum, a Zoptarelin-doxorubicin (1/A ábra) volt, ez azonban megbukott a 3. fázisban, mert nem bizonyult jobb és/vagy szelektívebb hatásúnak, mint a szabad hatóanyag [3]. Ennek oka lehet a hatóanyag és az irányító hatású GnRH (gonadotropin-releasing hormon) közötti észterkötés, ami nem elég stabil a véráramban, így észterázok hatására még a célba jutás előtt elbomolhat.

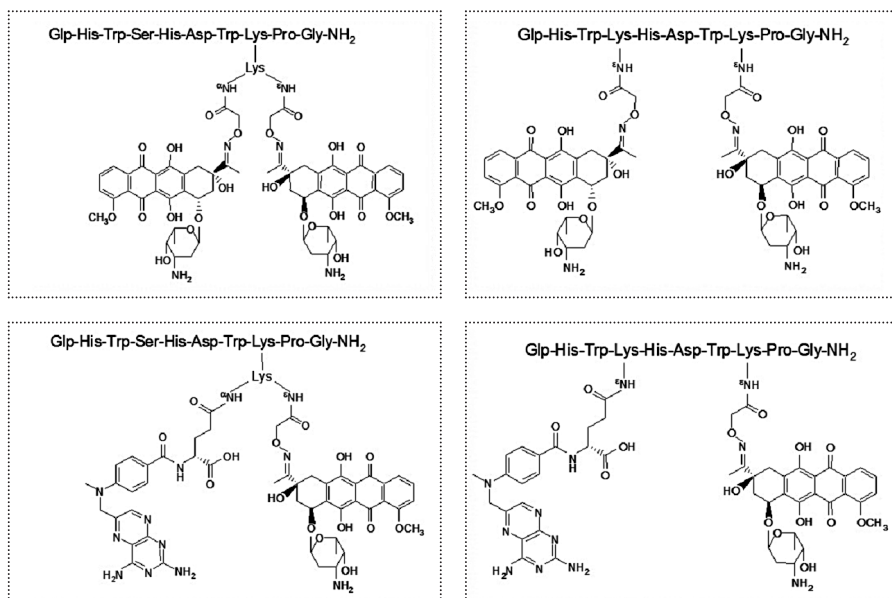
Az általunk követett koncepcióban a humán GnRH-I agonista peptidet egy másik, természetben előforduló GnRH-analógra

cseréltük, amelyet a nagy tengeri ingólából izoláltak (GnRH-III), és amelynek a szekvenciája csak a decapeptid 5–8 aminosavjában tér el (1/B ábra). Ennek a hormonpeptidnek az endokrin aktivitása 2–3 nagyságrenddel kisebb emlőszőkökön, mint a GnRH-I peptidé. Így hordozóként történő alkalmazása során hormonális mellékhatás nem lép fel. Továbbá a szekvencia 8. pozíciójában található egy lizin, amelynek oldalláncja lehetséges konjugálási hely, így nem szükséges erre alkalmas aminosav külön beépítése. Hatóanyagként pedig daunorubicint (Dau) kapcsoltunk a peptidhez oximkötéssel aminooxiacetil (Aoa) linken keresztül [4]. Az oximkötés stabil semleges körülmények között (pl. a véráramban), így nem kell az idő előtti bomlással és így a felszabaduló szabad hatóanyag toxikus mellékhatásával számolni [5]. A tumorsejtbe receptor közvetített endocitózissal bejutó konjugátum a lizoszómákban lebomlik, és a keletkező metabolit (ebben az esetben H-Lys(Dau=Aoa)-OH) kifejtheti tumorellenes hatását (2. ábra). Mivel a keletkező metabolit kötődik a DNS-hez, de kisebb affinitással, mint a szabad Dau, ezért ezek a konjugátumok kevésbé aktívak, mint azok (észter-, hidrazonkötés, „self immolative spacer”) [6], amelyekből a sza-

¹ Az idei Zemplén Géza-fődjás Mező Gábor előadásának szerkesztett változata.



2. ábra. A hatóanyag – irányító peptid konjugátumok szelektív hatása tumorsejteken



3. ábra. Két azonos, illetve különböző hatóanyagot tartalmazó konjugátumok

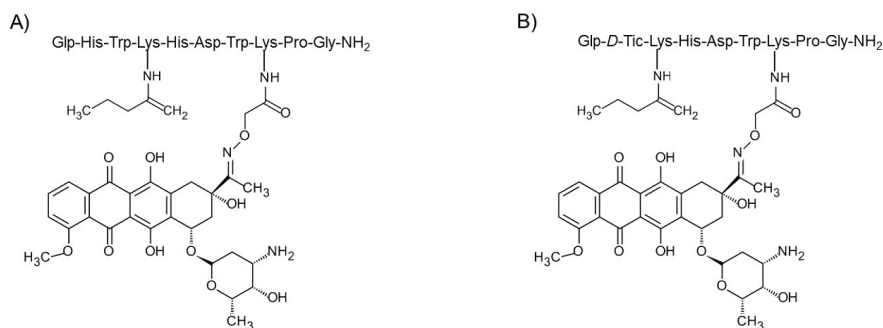
bad hatóanyag felszabadul. Viszont az oximkötést tartalmazó konjugátumok széles terápiás ablakkal rendelkeznek, előállításuk egyszerű és nagy mennyiségben is megoldható gazdaságosan.

Annak érdekében, hogy a konjugátum hatékonyságát javítsuk, többféle módosítást hajtottunk végre. Korábbi tapasztalatból tudtuk, hogy a GnRH-III 4-es pozícióban a Ser kicserélhető Lys-re, így újabb konjugációs helyet tudunk a peptidbe beépíteni. Ezáltal többféle, két azonos vagy két

különböző hatóanyagot (Dau és methotrexát, Mtx) tartalmazó konjugátumot tudunk előállítani (3. ábra), amelyek bizonyos tumortípusokon hatékonyabbnak bizonyultak [7,8].

Jelentős előrelépést jelentett az a megfigyelés, hogy ha a 4-es pozícióba beépített Lys oldalláncát acilezzük rövid szénláncú zsírsavakkal, akkor a konjugátum enzimekkel szembeni stabilitása nő, és egyben a tumorsejtek általi felvétel is megnő. Az optimális szerkezetnek a vajsavval mó-

4. ábra. A két leghatékonyabbnak bizonyult GnRH-III–daunorubicin konjugátum sematikus szerkezete

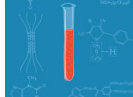


dosított konjugátum bizonyult (4/A ábra), amely nemcsak *in vitro*, de *in vivo* körülmények között is igen hatékony [9,10]. Ebből a vezérmolekulából próbáltunk még még hatékonyabbakat előállítani a GnRH-III szekvenciájában lévő aminosavak nem természetes aminosavakkal történő cseréjével. Végül a leghatékonyabb konjugátumnak az bizonyult, amelyben a 2. és 3. pozícióban található His-t és Trp-t egy D-Tic (1,2,3,4-tetrahidroizokinolin-3-karbonsav) aminosavra cseréltük (Glp-D-Tic-Lys(Bu)-His-Asp-Trp-Lys(Dau=Aoa)-Pro-Gly-NH₂, ahol Glp = piroglutaminsav) [11]. Ennek a konjugátumnak már mind az *in vitro*, mind az *in vivo* tumorelles hatása megközelíti azon konjugátumok hatékonyságát, amelyekből a szabad hatóanyag felszabadul, de toxikus mellékhatása elenyésző azokhoz képest (4/B ábra).

A célzott tumorterápiára alkalmas konjugátumok tervezése komplex feladat, amely során nemcsak a kémiai szempontokat kell figyelembe venni, hanem azokat a biológiai folyamatokat (stabilitás, receptorkötődés, sejtbefutás, metabolizmus) is, amelyek jelentősen befolyásolják egy konjugátum hatékonyságát. Tízéves munkánk ezen a tudományterületen, amelyet legjobban publikációink segítségével lehet nyomon követni, számos megfigyeléssel és vegyülettel gazdagította a célzott tumorterápiára irányuló kutatások tárházát.

IRODALOM

- [1] Mukherjee A, Waters AK, Babic I, Nurmemmedov E, Glassy MC, Kesari S, Yenugonda VM, Hum Antibodies (2019) 27, 53–62.
- [2] Zhuang C, Guan X, Ma H, Cong H, Zhang W, Miao Z, Eur J Med Chem. (2019) 163, 883–895.
- [3] <https://www.businesswire.com/news/home/20170501005409/en/Aeterna-Zentaris-Announces-ZoptEC-Phase-3-Clinical>
- [4] Szabó I, Manea M, Orbán E, Csámpai A, Bősze S, Szabó R, Tejeda M, Gaál D, Kapuvári B, Przybylski M, Hudecz F, Mező G, Bioconjug Chem (2009) 20, 656–665.
- [5] Orbán E, Mező G, Schlage P, Csík G, Kulić Z, Ansorge P, Feller E, Möller HM, Manea M, Amino Acids (2011) 41, 469–483.
- [6] Schlage P, Mező G, Orbán E, Bősze S, Manea M, J Control Release (2011) 156, 170–178.
- [7] Leurs U, Mező G, Orbán E, Öhlschlager P, Marquardt A, Manea M, Biopolymers (2012) 98, 1–10.
- [8] Leurs U, Lajkó E, Mező G, Orbán E, Öhlschlager P, Marquardt A, Köhida L, Manea M, Eur J Med Chem (2012) 52, 173–183.
- [9] Hegedüs R, Manea M, Orbán E, Szabó I, Kiss E, Sipos E, Halmos G, Mező G, Eur J Med Chem (2012) 56, 155–165.
- [10] Kapuvári B, Hegedüs R, Schulcz Á, Manea M, Tóvári J, Gacs A, Vincze B, Mező G, Invest New Drugs (2016) 34, 416–423.
- [11] Schuster S, Biri-Kovács B, Szeder B, Buday L, Gardi J, Szabó Z, Halmos G, Mező G, Pharmaceuticals (2018) 10, Article No.: 223.



Braun Tibor

■ ELTE Kémiai Intézet, MTA Könyvtár és Informatikai Központ | dr.braun.tibor@gmail.com

A rázótölcsértől a mikrofecskendőig

Új lehetőségek a folyadék-folyadék extrakció zöld kémiájában

Előszó

El lehet gondolni azon, hogy jelen írás nyelvi, illetve nyelvészeti vonatkozású vagy zöld kémiai oldószer-extrakcióval foglalkozik-e, esetleg mindkettővel. Ez persze feltétlenül magyarázatot kíván, és ezt a továbbiakban igyekszünk is megadni.

Eredetileg ugyanis az analitikai kémia minta-előkészítéséről, illetve az ahhoz tartozó új, és azt követő oldószer- (folyadék, illetve folyadék-folyadék, angolul *solvent*, illetve *liquid-liquid*) extrakció új lehetőségeiről, fejlődéséről kívántunk dolgozatot összeállítani. Az idegen nyelvű, főleg angol szakirodalom összegyűjtése során több érdekes jelenségre bukkantunk, amelyek közül az egyiket, az *akronimek* jelenlétét, sőt, mint a továbbiakban látható lesz, azok túltengését érdekesnek, sőt mondhatnánk, egyedülállónak találtuk. Ezen a ponton kérdeztük magunktól, hogy az akronimek fogalmát most járjuk-e körül, vagy tegyük azt később, a szövegben. Úgy döntöttünk, hogy erre most térünk ki.

Az akronim

A definíció szerint *akronim*nek (a görög *akron*, azaz csúc, extrém és *onüma*) nevezünk egy betűsort, amelyet eredeti szavak vagy egy mondat rövidítéséből képzünk, vagy egy olyan szót, ami egyedi betűk vagy szótagok összevonásából áll. [1] Tudomásunk szerint nincs általános szabály, ami ezen szavak, betűszavak vagy rövidítések ortográfiájára vonatkozna. Az angol nyelvben az ilyen összevonások, néha rövidítések régebben korlátozott felhasználást találtak, de a 20. században terjedni kezdtek, és azóta egyre általánosabbá váltak az emberi tevékenység minden területén. Véletlen kiválasztással példaként megemlítünk néhány akronimet: országnevek: USA; szótagok: Benelux; egyesületek, vagy szervezetek: NATO (North Atlantic Treaty Organization); AAS (American Association for the Advancement of Science); AT&T (American Telephone and Telegraph Company); laser (Light Amplification Stimulated Emission of Radiation); radar (Radio Detection and Ranking); BBC (British Broadcasting Corporation); FBI (Federal Bureau of Investigations).

Mint láthatjuk, a példák az angol nyelvben jöttek létre, amiket más nyelvekben is angol rövidítésként használnak.

Felsorolunk néhány példát a kémiából: LSD (Lysergic Acid Di-

ethylamide); MSG (Monosodium Glutamate); HPLC (High Performance Liquid Chromatography); GC (Gas Chromatography). De áttérhetünk az orvosi területre is: HIV (Human Immunodeficiency Virus)

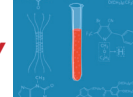
Talán érdemes említeni, hogy már a rómaiak is használtak akronimeket, egy példa: SPQR (Senatus Populusque Romanus, Római Szenátus és Nép).

Az analitikai kémiai minta-előkészítéshez, valamint jelen tárgyunk, a folyadék-folyadék extrakcióhoz, illetve annak miniatürizálásához visszatérve hangsúlyozni kell, hogy más kémiai szak- és alterületekhez viszonyítva nagyszámú akronimmal találkozunk az angol szakirodalomban. Ezek száma olyan jelentős, hogy például egy véletlenszerű kiválasztás alapján a folyadék-folyadék extrakció és mikroextrakció új lehetőségeinek vonatkozásában nagyszámú, egymástól alig vagy nagyon kismértékben különböző akronimmal találkoztunk. Általában ezek nem a mikroextrakcióról publikált cikkek címében, hanem szövegében jelentkeznek. Listájukat a Függelékben mutatjuk be. Ez az akronim-túltengés valószínűleg annak tulajdonítható, hogy amikor kutatók egy már létező, általános mikroextrakciós eljárást enyhén módosítottak, akkor új akronimet alkottak, és azt is közzétették cikkük szövegében. Ugyanazon fogalomra, eljárásra így később másik szerző más akronimet javasolt. Az akronimek túltengése érezhetően megnehezíti a terület terminológiájának rendszerezését, valamint szakirodalom-keresését. Végül meg kell említenünk, hogy az angol szakirodalom mikroextrakciós akronimeinek magyarázatára, illetve feloldásukra a magyar nyelvben még nem alakult ki vagy elenyésző számban létezik fordítás.

Ezért a legtöbb esetben az angol akronimeket és feloldásukat említjük itt, kivéve akkor, amikor magyar fordításuk már van, vagy arra mi teszünk itt javaslatot.

Analitikai minta-előkészítés

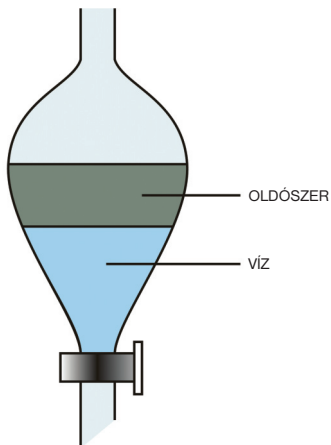
Annak ellenére, hogy az analitikai kémiai minta-előkészítést gyakran elhanyagolják, vagy figyelmen kívül hagyják a szakirodalomban, vitathatatlanul az analitikai kémiai eljárás egyik legfontosabb tényezője, lévén, hogy pontossága és megbízhatósága nagymértékben a minta-előkészítési lépésen alapszik. Az analitikai kémia aktuális fejlődési trendjei erősen fókuszálnak az ana-



litikai eredmények javítására és olyan új fejlesztések bevezetésére, mint a miniaturizálás, egyszerűsítés, automatizálás. Fentiek mellett az utóbbi évek során a tudományos közösség növekvő érdeklődést mutatott környezetvédelmi szempontok, tevékenységek iránt. Az úgynevezett *zöld analitikai kémia* főleg olyan célkitűzéseket szorgalmaz, amelyek a toxikus vegyületek, reagensek, oldószeres használatának csökkentését vagy teljes helyettesítésüket tűzték ki céljukként annak érdekében, hogy a szennyező eljárásokat *tisztákkal* helyettesítsék. [2]

Oldószer (folyadék-folyadék) extrakció

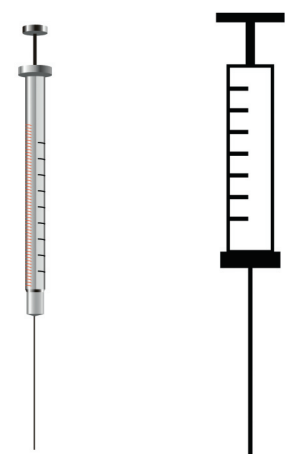
Az oldószer-extrakció (folyadék-folyadék extrakció) az analitikai minta-előkészítés egyik legrégebbi és legszélesebbkörűen alkalmazott eljárása. Az oldószer-extrakció során az elválasztandó komponens két, egymással nem elegyedő folyadék közötti megoszlásán alapul. Az oldószer-extrakció klasszikus változata *rázótölcsér* használ (1. ábra) a két folyadékfázis elválasztására. Más mintaelőkészítési eljárásokhoz viszonyítva a folyadék-extrakció előnye nagy mintakapacitása és a közvetlen mérés lehetősége a tiszta szerves fázisban. A klasszikus oldószer-extrakció hátrányai közé tartoznak, az automatizálás nehézségei, költségei, nagy munkadíj igénye és a környezetileg káros szerves oldószeres használat. [3]



1. ábra. Klasszikus rázótölcsér, az oldószer-extrakció alapeszköze

Oldószer-mikroextrakció

A folyadék-folyadék extrakció miniaturizált változata egyszerű és olcsó, az 1990-es években vezették be. A klasszikus oldószer-extrakció alapeszköze, mint említettük, a rázótölcsér volt, a mikroextrakciónál a *mikrofecskendő* (2. ábra) bevezetése jelentette az új lépést. [4] A mikroextrakció valószínűleg legfontosabb jellemzője az oldószeres térfogatának nagyságrendi csökkentése (néha 1:10⁶ arányban) a mikroliter- és a pikoliter-tartományra, és az azzal járó kis folyadéktérfogatok használata. Az oldószer-cseppek (*drops*), illetve cseppecskék (*drop-lets*) alkalmazása és mikrofecskendővel való mozgatása is jelentős előrelépést hozott az oldószer-mikroextrakcióban. Az oldószer-mikroextrakció új irányzata az extraháló oldószeres térfogatának oly mértékben való csökkentését jelentette, hogy az egyetlen cseppnyi térfogatra szorítkozzon. Ez volt a kezdete az *egycseppnyi*, vagy *cseppecskénti* (*single drop*, *single droplet*) irányzatnak, amit statikus vagy dinamikus eljárásként alkalmaznak az oldatok hidrodinamikai változóitól függően. Gyakorlatilag az egycseppnyi



2. ábra. Mikrofecskendő, az oldószer-mikroextrakció alapeszköze

statikus vagy dinamikus eljárásként alkalmaznak az oldatok hidrodinamikai változóitól függően. Gyakorlatilag az egycseppnyi

mikroextrakció kivitelezésére két fő megközelítést dolgoztak ki: a *közvetlen bemerítéses csepp-mikroextrakciót* (*direct immersion drop microextraction*) és a *fejterccsepp-mikroextrakciót* (*headspace drop microextraction*). Aránylag még újabb mikroextrakciós lehetőség az *üreges rostban felszívott oldószer-mikroextrakció* (*hollow-fiber protected liquid phase microextraction*). Ebben az extraháló oldószer az üreges rostban védve, illetve beleszívva kerül a mintafolyadékba. Ez azt jelenti, hogy az oldószer nem közvetlenül, hanem csak közvetve érintkezik az extrahálható mintával.

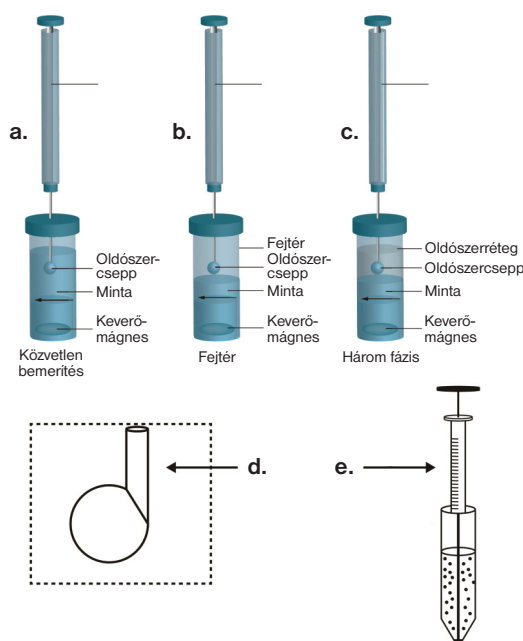
Egycseppnyi mikroextrakció

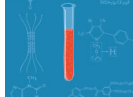
Ennek az eljárásnak működési elve az extrahálható mintából az ott lévő komponens (*analyte*) átvittatása (abszorpciója) egyetlen kis csepp (mikroliter, vagy nanoliter), vízzel nem keveredő szerves oldószerbe. [5] A három fázist igénybe vehető változatok a következő lehetőségeket nyújtják:

- közvetlen bemerítéses cseppek mikroextrakció (*direct immersion single drop microextraction*) (3.a ábra)
- fejterccsepp-mikroextrakció (*headspace single drop microextraction*) (3.b ábra)
- háromfázisú egycsepp-mikroextrakció (*three phase single drop microextraction*) (3.c ábra)

Mint a 3.a ábrán látható, a szerves oldószer-csepp a mikrofecskendő tűjéhez tapadva közvetlen kapcsolatban van, azaz belemerül az elemzendő folyadékmintába. Számos oldószer használható e célra, például az 1-oktilalkohol, a toluol, xilol, vagy a kloroform. De persze más oldószeres, illetve azok keverékei is számba jöhetnek. Az extrakció hatékonysága az extrahálható vegyület és az oldószer közötti affinitástól és az oldószer felületi feszültségétől függ. Ez utóbbit biztosítja ugyanis a csepp erős tapadását a mikrofecskendő tűjéhez. A fejterccsepp-mikroextrakció esetében (3.b ábra) a csepp nincs közvetlen kapcsolatban az elem-

3. ábra. Az egyedi egycseppes mikroextrakció különböző lehetőségei: a) közvetlen bemerítéses mikroextrakció, b) függesztett cseppek mikroextrakció, c) háromfázisú egycsepp-mikroextrakció. d) Fecskendőtüre függesztett oldószer-csepp. e) Oldószer-csepp kiszívása



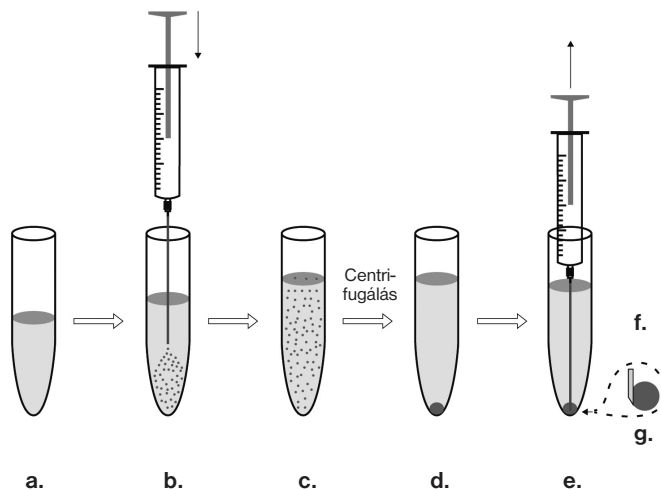


zendő oldattal, hanem annak fejterébe (*headspace*) lóg bele. A mikroextrakció hatékonysága különböző egyensúlyi helyzetektől függ. Első lépésként az elemzendő komponens párolgással átkerül a mintából a fejterbe, és ez nagymértékben az oldat tulajdonságaitól (például forráshőmérséklet), ionerősségtől, mintatérfogatótól, a térfogatarányoktól, a keverési sebességtől és a pH-tól függ. A fejter-mikroextrakció esetében az oldószercseppnek nem kell feltétlenül hidrofóbnak, azaz vízzel nem elegyedőnek lennie, mert nincs közvetlen kapcsolatban az elemzendő vizes oldattal. Ezért e célra jól felhasználható oldószerek, például az *n*-butilalkohol, a dekan, a dodekan és a butil-ftalátok.

Diszperzív oldószeres mikroextrakció

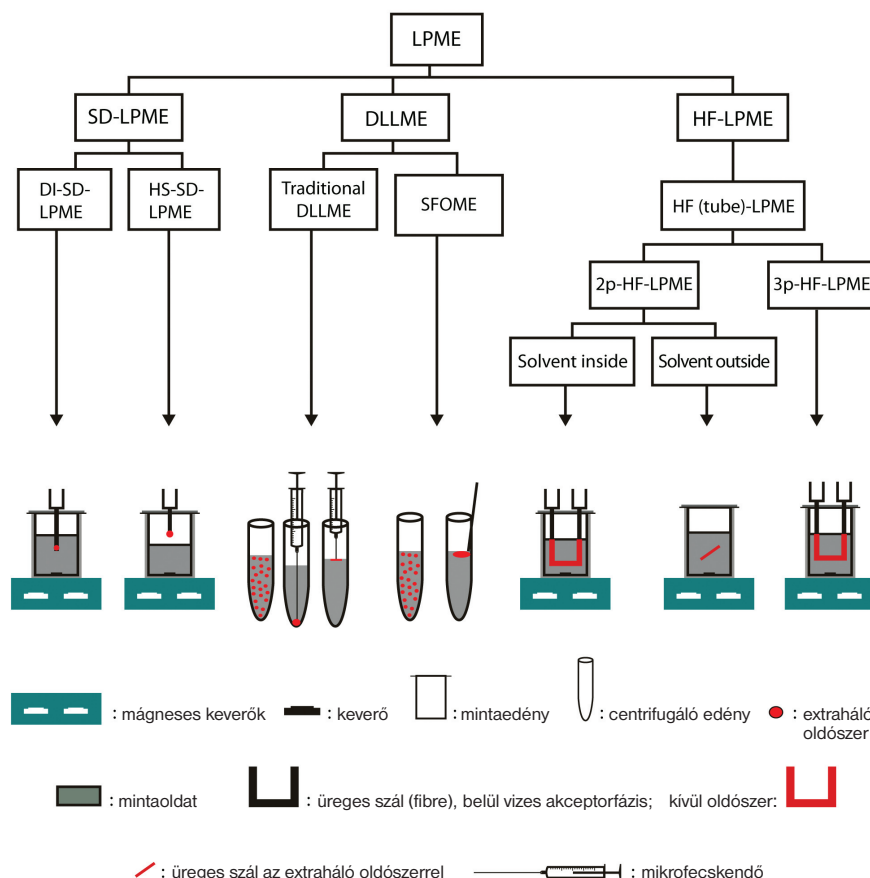
A diszperzív oldószeres extrakciót 2006-ban vezették be a zavarosodási pont- (*cloud-point*) és a homogén oldószer-extrakcióra alapozva. [6] A háromfázisú (terner) extrakciós eljárások azonos gyorsaságuk és alacsony költségük révén széles körű alkalmazásra találtak. A zavarosodási pont-extrakció felületaktív vegyületeket használ a mikroextrakcióhoz. A felületaktív nemionos vagy ikerionos oldószerek a kritikus micellakoncentrációnál homogén oldatot képeznek vízzel. A mintaoldatból való elválasztás akkor történik, amikor a hőmérséklet alatta vagy fölötté van a felületaktív oldószer zavarosodási pontjának. A fázisválasztást a felületaktív oldószer oldékonyságának csökkenése okozza. A homogén oldószer-extrakció olcsó és gyors eljárás, amiben a vizes fázishoz vízzel keveredő szerves oldószert adagolnak homogén oldatot hozva létre.

Mint említettük, a diszperzív oldószer mikroextrakciójához három folyékony komponenst használnak, ami a vizes fázisból, a szerves fázisból és a diszpergáló oldószerből áll. Ez utóbbit hirtelen befecskendezik a vizes mintaoldatba, zavaros oldatot hozva létre. A diszpergáló oldószernek vízben oldhatónak kell lennie, a

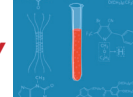


4. ábra. Diszperziós mikroextrakció: a) mintatartó edény, b) oldószer-befecskendezés, c) zavaros oldat képzése, d) centrifugálás utáni oldószer-leülepedés, e) leülepedett oldószer kiszívása f) cseppfelfüggesztés a mikrofecskendő tujén, g) Extrahálendő oldószercsepp

nem keveredő oldószerben is, valamint a mintaoldatban. A diszpergáló oldószer befecskendezése elősegíti a vízzel nem keveredő oldószer nagyon apró cseppekre való eloszlását a mintaoldatban, ezáltal növelve a fajlagos felületet, elősegítve az extrakció hatékonyságát. Így az oldószer nagyon kis (cseppnyi) térfogata is elegendő az extrahálendő komponens nagy kinyerésére. A mintaoldat és az extrahálószer találkozása végtelen nagy oldószerfelületet hoz létre, ami jelentősen megkönnyíti és gyorsítja az extrakciót. Az eljárást centrifugálással fejezik be. Ez a szerves oldószer leülepedését okozza a reakcióedényben és a leülepedett oldatcsepp mikrofecskendővel könnyen kiszívható, majd műszeres



5. ábra. Oldószer-mikroextrakciós eljárások, illetve akronimeik rendszerezése



analitikai eljárással elemezhető. A diszperziós mikroextrakciós eljárás teljes folyamata a **4. ábrán** látható.

A fentebb leírt mikroextrakciós eljárások gyorsítására számos új eljárást dolgoztak ki, mint például ultrahangos besugárzást, örvényes keverést (*vortex mixing*), kisértést (*salting out*) is. Ezek jellemzésére különböző akronimeket hoztak létre (lásd Függelék).

A folyadékfázisú oldószer-mikroextrakció rendszerezési kísérletei

Mint e dolgozat elején már említettük, az új mikroextrakciós eljárások leírása és elnevezése, illetve magyar nyelvre fordítása még nem történt meg, és ezt itt mi sem kísérjük meg. Hangsúlyozni szeretnénk, hogy e dolgozatban nem monográfiát írunk az oldószeres mikroextrakcióról, hanem a legérdekesebbek közül, az utóbbi, körülbelül 15 év alatt kidolgozott, publikált változatból mutatunk be néhányat. Az **5. ábrán** a különböző mikroextrakciós eljárások műszerezettség és kivitelezési lépései láthatók. Az akronimeket nem próbáltuk egyenként lefordítani, illetve értelmezni, csak annyit adunk az ábra anyagához, amit a szakirodalomból önálló akronimként gyűjtöttünk és azt a **Függelékben** mutatjuk be. Mint látható, az akronimek és az azok mögött publikált cikkek, eljárások száma a függelékben jelentősen meghaladja az **5. ábrán** felsorolt akronimek számát. [7]

Végszó

Jelen dolgozatban megkíséreltünk rövid, általános bemutatót adni az oldószer-mikroextrakcióról, illetve annak zöld kémiai miniatürizálásáról. A szakterületet annyira elhalmozták akronimokkal az új eljárások kidolgozói, felfedezői, hogy azok nem kis nehézséget okoznak a szakterület áttekinthetőségében és terminológiájában. E véleményében jelen szerző nincs egyedül, ugyanis mások is éltek ezzel a panasszal, akik talán átláthatóbban és használhatóbban tettek megoldásokra javaslatokat. Igényes olvasóknak ajánlatos a *Classification and terminology in dispersive liquid-liquid microextraction* [8] dolgozat megtekintése. ●●●

Függelék

Oldószer-mikroextrakciók akronimeit [2–8]

ASDLLME:	Auxiliary Solvent-Assisted Dispersive Liquid-Liquid Micro Extraction
BIDSDME:	Bubble-In-Drop Single Drop Micro Extraction
CFME:	Continuous -Flow-Micro Extraction
CPE:	Cloud Point Extraction
CVILAHSSDME:	Cold Vapour Ionic Liquid-Assisted Headspace Single Drop Micro Extraction
DDSME:	Drop-to-Drop Micro Extraction
DIME:	Direct Immersion Micro Extraction
DLLME:	Dispersive Liquid-Liquid Micro Extraction
DLPME:	Dispersive Liquid-Phase Micro Extraction
DSDME:	Directly Suspended Droplet Micro Extraction
DLLME:	Dispersive Liquid-Liquid Micro Extraction
DLLMESFOD:	Dispersive Liquid-Liquid Micro Extraction on the Solidification of Floating Organic Drop
DISDME:	Direct Immersion Solid Dispersion Micro Extraction
DUADLLME:	Dual Ultrasonic-Assisted Dispersive Liquid-Liquid Micro Extraction
DUSADLLME:	Direct Ultrasound-Assisted Dispersive Liquid-Liquid Micro Extraction

EAME:	Effervescence Assisted Micro Extraction
ESDME:	Enzymatic Single Drop Micro Extraction
GADLPME:	Gas-Assisted Dispersive Liquid-Phase Micro Extraction
HFME:	Hollow-Fiber Micro Extraction
HFLPME:	Hollow-Fiber Liquid-Phase Micro Extraction
HLLME:	Homogeneous Liquid-Liquid Micro Extraction
HSME:	Headspace Micro Extraction
HFLPME:	High-Flow Liquid-Phase Micro Extraction
ISSMDLE:	In Situ Single Drop Micro Extraction
ILME:	Ionic Liquid Micro Extraction
ILDLLME:	Ionic Liquid Dispersive Liquid-Liquid Micro Extraction
LLE:	Liquid-Liquid Extraction
LLLME:	Liquid-Liquid-Liquid Micro Extraction
LPME:	Liquid-Phase Micro Extraction
LDSDLME:	Low-Density Solvent Dispersive Liquid-Liquid Micro Extraction
MSPME:	Miniaturisation Sample Preparation Micro Extraction
MCIAME:	Modified-Cold-Induced Aggregation Micro Extraction
MILDLLME:	Magnetic Ionic Liquid Dispersive Liquid-Liquid Micro Extraction
MWADLLME:	Micro Wave-Accelerated Dispersive Liquid-Liquid Micro Extraction
PDLLME:	Partitioned Dispersive Liquid-Liquid Micro Extraction
PTHFLPME:	Phase Transfer Hollow-Fiber Liquid Phase Micro Extraction
SDME:	Single Drop Micro Extraction
SFDME:	Solidification of Floating Drop Micro Extraction
SME:	Solvent Micro Extraction
SPME:	Solid-Phase Micro Extraction
SIDLLME:	Sequential Injection-Dispersive Liquid-Liquid Micro Extraction
SSME:	Solvent-Supported Micro Extraction
SADLLME:	Surfactant Assisted Directly Dispersive Liquid-Liquid Micro Extraction
SALLME:	Salt-Assisted Liquid-Liquid Micro Extraction
SSLPME:	Switchable Solvent-based Liquid Phase Micro Extraction
TCILLPME:	Temperature-Controlled Ionic Liquid-Liquid-Phase Micro Extraction
TCILDLME:	Temperature-Controlled Ionic Liquid Dispersive Liquid Phase Micro Extraction
UAME:	Ultrasound-Assisted Micro Extraction
UASEME:	Ultrasound-Assisted Surfactant-Enhanced Micro Extraction
USAME:	Ultrasound-Assisted Emulsification Micro Extraction
UAHLLDME:	Ultrasound-Assisted Headspace Liquid-Liquid Micro Extraction
UAHFLME:	Ultrasound-Assisted-Hollow Fiber-Liquid Micro Extraction
VALME:	Vortex-Assisted Micro Extraction
VALLME:	Vortex-Assisted Liquid-Liquid Micro Extraction
VASEEME:	Vortex-Assisted Surfactant-Enhanced Emulsification Liquid-Liquid Micro Extraction

IRODALOM

- [1] <https://en.wikipedia.org/wiki/Acronym>
- [2] E. Pena-Pereira, I. Lavilla, C. Bendicho, Trends in Analytical Chemistry (2010) 29, 617.
- [3] J. Pawliszyn, S. Pedersen-Bjergaard, J. Chromatogr. Sci. (2006) 44, 291.
- [4] H. M. Al-Saidi, A. A. A. Emara, Journal of Saudi Chemical Society (2014) 18, 6, 745.
- [5] L. Kocúrová, I. S. Balogh, J. Šandrová, V. Andruch, Microchem. J. (2012) 102, 11.
- [6] M. Rutkowska, K. Owczarek, M. de la Guardia, J. Plotka-Wasyłka, J. Namiesnik, Trends in Analytical Chemistry (2017) 97, 104.
- [7] Y. Yan, X. Chen, S. Hu, X. Hong, J. Chromatogr. A. (2014) 1368, 1.
- [8] J. Šandrová, N. Campillo, P. Vinas, V. Andruch, Microchem. J. (2016) 127, 184.

Inzelt György

ELTE Fizikai Kémiai Tanszék



Mengyelejev örülne: teljes az első hét periódus a táblázatban

Az Egyesült Nemzetek közgyűlése 72. ülészakán, 2017. december 20-án a 2019-es évet a kémiai elemek periódusos rendszere nemzetközi évének (International Year of the Periodic Table of Chemical Elements, röviden IYPT 2019) nyilvánította, elismerve azt a fontos szerepet, amelyet a kémia a fenntartható fejlődésben, az energiával kapcsolatos problémák megoldásában, az oktatásban, a mezőgazdaságban és az egészségügyben játszik. Nem véletlen a választás: Dmitrij Ivanovics Mengyelejev 150 évvel ezelőtt tette közzé a periódusos rendszerét. A Nemzetközi Kémiai Társaság (IUPAC) is felkarolta az ötletet, annál is inkább, mert a szervezet 2019 júliusában ünnepli a 100. születésnapját.

A jelenleg érvényes periódusos rendszert az **1. ábrán** mutatjuk be.

The image shows the IUPAC Periodic Table of the Elements. It is a standard periodic table with elements arranged in rows and columns. The table includes element symbols, atomic numbers, and names. The title 'IUPAC Periodic Table of the Elements' is at the top. The table is color-coded by groups.



For notes and updates to this table, see www.iupac.org. This version is dated 20 November 2016. Copyright © 2016 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.

1. ábra. Az elemek periódusos rendszere 2018-ban
(<https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/>)

Sokat változott 150 év alatt. Sok új elemet fedeztek fel, és meghatározták atomtömegüket és más tulajdonságaikat. A sorok teljesítéséhez pedig az kellett, hogy az IUPAC még négy elem előállítását elismerje. Korábbi cikkeimben már ismerttettem, hogy ilyen aktusra milyen eljárásban kerül sor [1–4]. Olyan elemekről van szó, melyek élettartama rendkívül rövid, és létükre a bomlási folyamataikból lehet következtetni. Egy-egy bejelentés hitelességét a kémikusok, illetve a fizikusok nemzetközi szervezetei, az IUPAC és az IUPAP rendkívül gondosan mérlegeli. Az ebből létrehozott bizottság, a Joint Working Party on Discovery of Elements (JWP) meghatározta azokat a kritériumokat, amelyek szerint a bejelentett felfedezéseket értékeli. Ezek közül a leglényegesebb az, hogy a kémiai elem felfedezése csak kísérleti úton történhet, az elemet elő kell állítani. Az utóbbi évtizedekben a vi-

lágion három laboratórium volt képes ilyen kísérletek elvégzésére: az oroszországi Dubnában található Egyesített Nukleáris Kutatóintézet (JINR), az egyesült államokbeli Lawrence Berkeley Laboratórium, illetve a Lawrence Livermore National Laboratory (Nemzeti Laboratórium, LLNL), valamint a németországi Darmstadtban létesített Nehézionkutató Társaság (GSI Helmholtzzentrum Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH). Nemrég hozzájuk csatlakozott a japán Riken Nishina Center for Accelerator-Based Science, illetve az Egyesült Államokból a Tennessee államban található Oak Ridge National Laboratory és Vanderbilt University, Nashville. A bejelentések is innen származnak, és a felfedezések tekintetében ezek az intézetek egymásnak vetélytársai. A szabályok szerint az elismert felfedezők javasolhatnak nevet. Mindenki igyekszik saját országának valamilyen városáról, országrészéről vagy tudósáról elnevezni az elemet. Ez eléggé kétséges gyakorlat, de ez már – sajnos – elég régóta így van. A darmstadtiak, akik 1981 és 1996 között a 107-es rendszámútól a 112-es rendszámúig szintetizálták az új elemeket, adták az utóbbi évtizedekben a hassium (Hessen tartomány), meitnerium (Lise Meitner), darmstadtium, röntgenium, copernicium neveket. Igaz, korábban Niels Bohrt is elismerték (bohrium). Az amerikaiak a társfelfedezői a 113-as, 114-es, 115-ös, 116-os, 117-es és 118-as rendszámú szupernehéz elemeknek, ők adták a livermoriumnak, és még korábban a $Z = 106$ rendszámú seaborgiumnak, illetve ők nevezhették el a ($Z = 117$) rendszámú elemet tenneszinek. Az oroszok jegyzik a dubniumot ($Z = 105$), a fleroviumot ($Z = 114$), valamint legutóbb a moscoviumot ($Z = 115$) és az oganessont ($Z = 118$). Új szereplők a japánok, így országuk neve is nihonium formában felkerült a listára a $Z = 113$ elem esetében. Az angol – nemzetközi neveket – használok, mert nekem nem igazán tetszenek a magyarosítások, például: sziborgium, tennesz-szin. Ugyanis nem tartom jónak a nevek torzítását, akár tudós-ról, akár földrajzi helyről van szó. A magyarosítók még egy fontos dolgot figyelmen kívül hagynak. Nevezetesen nem véletlen az, hogy az angol nevek hogyan végződnek. A tenneszinek azért végződik „-ine”-re és nem „-iumra”, mert a halogének oszlopában található – vélhetően, de nem bizonyítottan kémiai tulajdonsága is ezekhez hasonló –, és ezeknek az elemeknek angol neve flourine, chlorine, bromine, iodine, astatine. Viszont magyarul fluor, klór, bróm, jód. Ugyanez a helyzet az oganessonnal, ami a nemesgázok (neon, argon, kripton) oszlopát zárja. Az „-ium” azért maradt meg a $Z = 113$ és a 115 rendszámú elemekre, mert az elsőtől a 16. oszlopig (csoportig) ez az elfogadott végződés, kivéve néhány rég-

Uup	Pb	Bi	Po	At	R
Uuq	Fl	Mc	Lv	Uu	
Dy	Ho	Er	Tm		

ről ismert elemnél, például carbon, nitrogen, oxygen, silver, gold, azaz magyarul szén, nitrogén, oxigén, ezüst, arany.

A legújabb négy elem

2016. november 28-án hagyta jóvá az IUPAC a legújabb négy elem nevét és jelét [5]. Ezek a következők voltak: nihonium (Nh), moscovium (Mc), tennessine (Ts), oganesson (Og), a $Z = 113, 115, 117$ és 118 rendszámú elemekre [6, 7]. Nihon (日本) Japán neve japánul, szó szerint „A felkelő Nap országa”. (Nálunk inkább a Nippon név ismeretes, ugyanazt jelenti, mindkettőt egyaránt használják Japánban.) A japán kutatók először japonium nevet akarták adni, mert az országot Japánként ismerik a világban. Ezt azért vetették el, mert Amerikában és néhány más országban „Japs” a japánok gúnyneve. Szóba került a nishinianium név is Yoshio Nishina (1890–1951) tiszteletére, akit a modern fizikai kutatás atyjaként tisztelnek Japánban, illetve az intézetnek otthont adó városról a rikenium is. Amúgy Nishina vezette a II. világháború alatt a japán atombombaprogramot, és a Rikenben telepített első ciklotronok is ezt a célt szolgálták. A moscovium könnyen kitalálható: Moszkvát, illetve



2. ábra. Sétáló tudósok. Hármukról nevezték el elemet: Oganeszján (az első), Georgij Nyikolajevics Flerov (angol átírásban Flerov) (1913–1990) (a második), Seaborg (a legmagasabb, az ötödik) (Paul J. Karol: Chemistry International (2017) 39, 10–14.)

Persze ezzel már másodszor szegi meg az IUPAC saját ajánlását, nevezetesen azt, hogy élő emberről nem neveznek el elemet. Az első eset a seaborgium volt, aminek névadója, Glenn Theodore Seaborg (1912–1999) az elnevezés idején, 1997-ben még élt.

A nihonium

A nihonium a 113-as rendszámú elem. Vegyjele: Nh. Kémiai tulajdonságaiban feltehetőleg a talliumra hasonlít.

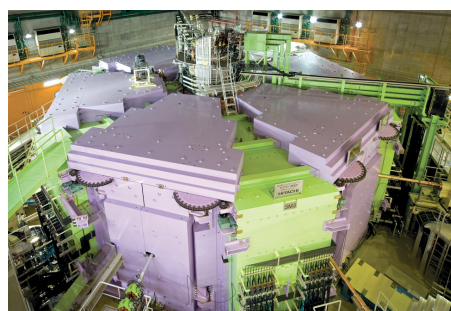
A nihonium története hosszú, mint minden előállított és vizsgált új elemé. A korábbi, nem elismert törekvéseket most helyhiány miatt elhanyagoljuk, és rögtön 2003-ra ugrunk, amikor orosz–amerikai közös kutatás eredményeként bejelentették annak felfedezését. A japán csoport 2004-ben jelentette meg közleményét az új elem sikeres előállításáról. Független csoportok ismételték meg a kísérleteket az USA-ban, Németországban, Svédországban, Kínában. 2015-ben döntött úgy az IUPAC/IUPAP Joint Working Party, hogy a japánok voltak az elsők.

A Riken Nishina Center for Accelerator Based Research (vagyis gyorsítóval végzett kutatások) egyik intézete – amelynek neve: Nukleáris Tudományos és Elemátalakító Kutatóintézet – keretében működik a szupernehéz elemek kutatásának osztálya, amelyet Kosuke Morito (3. ábra) vezet. Ezen belül is több csoport

van: a Kouji Morimoto vezette csoport, amelyik a műszerek fejlesztésével foglalkozik, valamint Hiromitsu Haba csoportja, amelyik az elem-előállítási kísérleteket ténylegesen végzi. Az intézet központja közel Tokióhoz, Wako (Wakō) városában található. Az intézet névadója Yoshio Nishina, aki 1931-ben alapította itt az első gyorsítóval rendelkező laboratóriumot. 2006-ban váltak e terület kiemelkedő szereplőjévé, amikor üzembe helyezték a 2600 MeV energiakibocsátásra képes szupravezető gyűrűs ciklotronjukat (4. ábra), ami az első ilyen eszköz volt a világon.



3. ábra. A Riken Nishina Center japán kutatócsoportja, vezetője: Kosuke Morita (narancssárgás, mintás nyakkendőben), valamint K. Morimoto, D. Kaji, H. Haba, H. Hasebe, K. Katori, Y. Kudou, T. Ohnishi, K. Ozeki, A. Yoneda, A. Yoshida, Y. Wakabayashi. A háttérben Yoshio Nishina portréja (Kouji Morimoto, Riken, 26th International Nuclear Physics Conference, 2016)

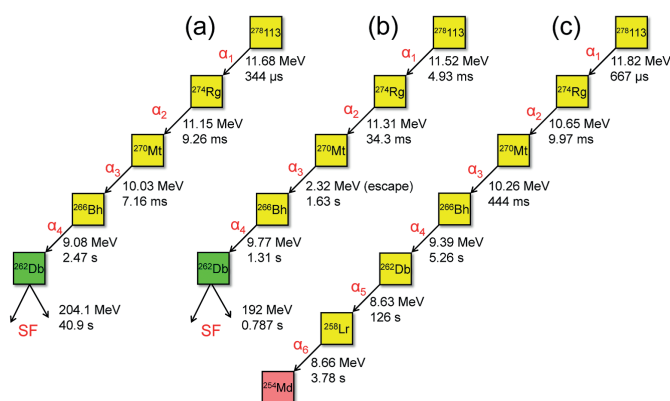


4. ábra. Szupravezető gyűrűs ciklotron a Riken Nishina Centerben, Wakóban (https://www.nishina.riken.jp/facility/SRC_e.html)

Míg a dubnai–amerikai (JINR–LLNL) együttműködés ^{48}Ca -t próbált használni, a japán tudósok a $^{209}\text{Bi} + ^{70}\text{Zn}$ reakciótól reméltek sikert annak ellenére, hogy a GSI kutatócsoportjánál ez már csődöt mondott 1998-ban. Itt jegyezzük meg, hogy adott rendszámú elem előállításához úgy választják meg a fúzióban egyesülő két elemet, hogy a rendszámaik összege kiadja a célelem rendszámát (protonszámát). Mivel a bizmut rendszáma 83, a cinké pedig 30, az összeg 113. Közben neutront vagy neutronokat veszít a két összelőtt atommag, de ez csak a tömegszámot befolyásolja, vagyis azt, hogy milyen izotóp keletkezik. Ennek bomlásából, ami rendszerint igen gyors, keletkeznek további, kisebb rendszámú elemek – például α -részecskék kibocsátása útján. Ekkor a rendszám kettővel, a tömegszám négygyel csökken. A bizmutizotóp bombázását cinkizotóppal 2003-ban kezdték el. Ők kis energiával dolgoztak, ún. „cold fusion” technikát alkalmaztak. Ez nem tévesztendő össze az 1989-ben bejelentett és hamisnak bizonyult hidegfúzióval, ahol elektrolízissel kíséreltek meg magfúziót. Itt azért ez a kis energia több mint 10 MeV-ot jelent, míg elektrolízissel 2 eV körüli energiát lehet csak elérni. A hideg fúzió esetében nehezebb „lövedéket” használnak és kisebb rendszá-

mű céltárgyat. Ilyenkor az új atomok kisebb gerjesztési energiával rendelkeznek, ami csökkenti a termék hasadási reakciójának valószínűségét. A „hot fusion” reakciónál könnyebb, de nagyobb sebességre gyorsított ionokat repítenek a céltárgy felé, az utóbbi viszont egy nagyobb rendszámú elem. A keletkező magoknak nagy az energiája, általában 40–50 MeV, ezek könnyebben hasadnak vagy azonnal 3–5 neutronot bocsátanak ki. A csoport ugyan 2004-ben publikálta, hogy sikerült előállítaniuk a 113-as rendszámú, 278-as tömegszámú elem 1 darab atomját, ezt azonban nem tudták meggyőzően megismételni. 2009-ben, miközben ^{248}Cm -ot ($Z = 96$) bombáztak ^{23}Na -mal ($Z = 11$) azt találták, hogy ^{266}Bh -ot állítottak elő, ez pedig a 113 rendszámú, 278-as tömegszámú elem bomlási sorának a tagja. Itt ugyan a 117-es elem keletkezett közvetlenül, de ennek bomlása során keletkeznie kellett a 113-asnak is. Tehát újraéledt a remény. Végül 2012 augusztusában „láttak” megint 113-as rendszámú, 278-as tömegszámú atomokat egy olyan bomlási sorban, ahol a lánc hat α -részecske egymás utáni kibocsátásával 254-es tömegszámú Md (mengyelejevium) keletkezett. (A hivatalos angol név: mendeleevium, a magyar változat: mendelévium. Egyik sem túl szerencsés. Ezért használom magyar nyelvű szövegben a mengyelejevium nevet. A Менделеев név helyes átírása magyarra Mengyelejev. A szokásos angol átírás, a Mendeleev sem pontos. Helyenként használják a korábbi Mendelejev átírást is. Német cikkekben ő maga a Mendelejeff változatot használta, és így található a legtöbb német cikkben, könyvben.)

Az 5. ábrán bemutatott bomlási sorokat észlelték a Riken intézetben a $^{209}\text{Bi}(^{70}\text{Zn}, n)$ hideg fúziós reakció során a) 2004. július 23-án, b) és c) 2004. július 23-án, 2005. április 2-án és 2012. au-



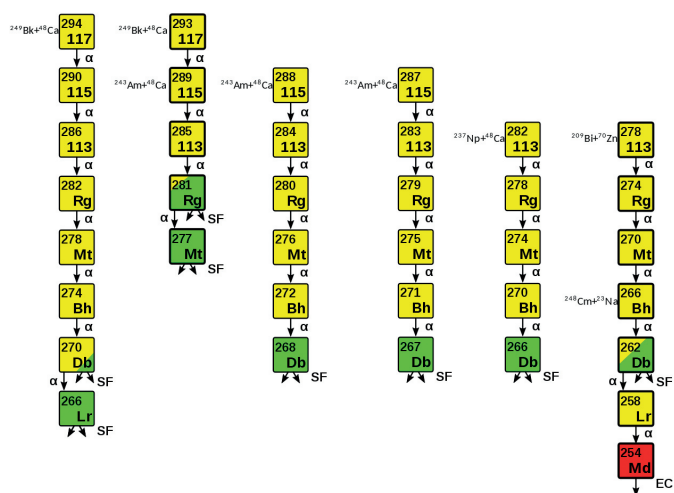
5. ábra. A 278-as tömegszámú, $Z = 113$ elem bomlási sorai
(P. J. Karol, R. C. Barber, B. M. Sherrill, E. Vardaci, T. Yamazaki: Pure Appl. Chem. (2016) 88(1–2), 139–153.)

gusztus 12-én. Az ábrán fel vannak tüntetve az észlelt α -részecske energiái, az időközök és a töredékek spontán hasadási energiái, (SF = spontaneous fission). Ezek mind fontos adatok a bizonyítás szempontjából. Tulajdonképpen ezért is ítélték a japán csoportnak a felfedezés dicsőségét, és adták meg az elnevezés jogát, mert ők mérték ezeket az adatokat a legmegbízhatóbban, és az ő sémájuk illeszkedett a legjobban a korábban már feltárt bomlási sorokhoz. Az IUPAC elismerte, hogy az orosz és amerikai kutatók is előállították a 113-as rendszámú elemet, de a japánok eredményei voltak a legmeggyőzőbbek. Megjegyzendő, hogy Morita is Dubnában dolgozott, mielőtt Japánban megszervezte a saját kutatócsoportját. Szerepet játszhatott a döntésben, hogy el akarták ismerni a japán kutatók ez irányú erőfeszítéseit is. Magát a „cold fusion” eljárást is Jurij Oganeszján fejlesztette ki, ami-

nek kihozatali hatásfoka (tehát az, hogy hány atomot állítanak elő és azok élettartama milyen nagy, mielőtt elbomlanak) csökken az egyre nehezebb elemek előállítása során. Az előállított elemek ugyanis rendkívül radioaktívak, bomlékonyak. A nihonium legstabilisabb izotópja a nihonium–286, ennek felezési ideje 10 másodperc.

Oganeszjánék ezért visszatértek a nagyobb energiákhoz („hot fusion”) és így tudták előállítani, az amerikaiakkal együttműködésben, a 114-es rendszámú elemet a neutronokban gazdag ^{48}Ca -ot és a neutronokban szintén bővelkedő aktinidákat (például plutónium–244) használva. A flerovium egyébként sokkal stabilabb, mint a nihonium, a lezárt protonhéj miatt. Ez az elem a kettős bűvös (mágikus) számú elemek közé tartozik. Ezek az elemek aránylag stabilisak, legalábbis ezen az időskálán.

2004-ben az orosz és amerikai együttműködő tudósok ismertették a 113-as elem előállítását a ^{20}Ca és a ^{95}Am reakciója során: ez a $Z = 115$ elem bomlásterméke. Ugyancsak valószínűsíthető volt a 113-as keletkezése a $Z = 117$ -es elemből (6. ábra).



6. ábra. A 113 rendszámú elem keletkezése a 117-es, illetve a 115-ös elem bomlási sorában (https://en.wikipedia.org/wiki/Nihonium#cite_note-20; P. J. Karol, R. C. Barber, B. M. Sherrill, E. Vardaci, T. Yamazaki: Pure Appl. Chem. (2016) 88, 139–153.)

Talán nem lényeges az összes bizonyító kísérlet ismertetése, de egy új tényezőt, a Kínában, Lanzhou városában található Nehézion Kutatóközpont kutatóinak megerősítő eredményeit érdemes szóba hozni. A nihonium volt az első elem, amelynek ázsiai tudósok adtak nevet. Úgy véljük, hogy nem ez lesz az egyetlen.

A moscovium

A moscovium a periódusos rendszer 115. eleme. Vegyjele Mc. Jelenleg két izotópja ismert: a ^{287}Mc és a ^{288}Mc . Az utóbbi 173 neutronot tartalmaz. A 115-ös elem éppen az elméleti stabilitási sziget középpontjába esik. A dubnai és az amerikai kutatók egy közös projekt keretében ^{243}Am -ot bombázták ^{48}Ca -ionokkal. A keletkező 115-ös elem 100 ms alatt a 113-as elemre bomlott, amint a 6. ábra sémáján is látható. Kémiai tulajdonságaiban feltehetőleg a bizmutra hasonlít. Az első eredményeket 2003-ban érték el, de itt is hosszú út vezetett a meggyőző bizonyításig. 2009-ben a $^{249}\text{Bk} + ^{48}\text{Ca}$ reakcióban előállították a 117-es elemet, ami a 115-ös és a 113-as elemekre esett szét (6. ábra). E munkába kapcsolódtak be az Oak Ridge National Laboratory (ORNL) és a Vanderbilt Egyetem kutatói, akik a ritka és igen radioaktív berkéliumot szolgáltatották a kísérletekhez. 2012 és 2015 között ezeket a kísér-





rül, például hogy mi a molekula, mi az atom, valamint egységesíteni kellett ezek elnevezését. Nemzeti szervezetek már voltak, legkézenfekvőbbnek ezekből látszott létrehozni a nemzetközi szervezetet. Az International Union of Pure and Applied Chemistry (Nemzetközi Elméleti és Alkalmazott Kémiai Szövetség) végül 1919-ben jött létre. Az elméleti és ipari szakemberek kommunikációjának elősegítésén kívül az egységes nevezéktan megalkotása volt a fő cél. Ebben tényleg jelentős lépést sikerült tenni az idők folyamán, főleg, ha leszámítjuk a túlzásokat, például a triviális nevek kiirtására irányuló törekvéseket. Noha az ötletgazdák a megfelelő bizottságokban erős nyomást gyakoroltak a vegyésztársadalomra, nem sikerült elérni, hogy például az acetont egy kémikus propán-2-on-nak hívja vagy ezt írja az üvegre a laboratóriumában.

Az elemek nevét nem egységesítették. Például a nátrium és a kálium angol neve még most is sodium és potassium, ami az eredetére utal (mi a német módot követtük azután, hogy nyelvújítási törekvések a kémia területén nem váltottak ki nagy lelkesedést). De legalább a vegyjelek egységesek, és a képleteket is azonosan kell írni. Ugyanilyen fontos volt az IUPAC szerepe abban, hogy egységes mértékegységrendszert használnak a vegyészek, hogy meghatározza a fogalomrendszert, vagyis a fogalmakat (például mi a nyomás, a diffúziós együttható vagy az elektródpotenciál) és hogy mindenki azonos mértékegységet használjon. Az sem véletlen, hogy a fizikai mennyiségeket dőlt betűvel írtam, ez is IUPAC-előírás. Az IUPAC egyik fontos feladatának tartja, hogy a nagyközönséget hitelesen tájékoztassa a kémia eredményeiről és társadalmi hasznáról.

Az IUPAC folyóirata a *Pure and Applied Chemistry*, amiben

szakcikkekén kívül megjelennek a bizottságok összefoglalói, ajánlásai, vitaanyagai. A *Chemistry International* inkább hírájság, interjúkat közöl, eseményeket, személyi ügyeket ismertet, de érdekes összefoglalók is találhatók benne, valamint felhívja a figyelmet az aktuális, megvitátandó témákra, például az új elemek elnevezéséhez is hozzá lehet szólni. Az egyes kémiai diszciplínákhoz kapcsolódóan könyveket jelentetnek meg, amelyekben a fogalmak definícióját és elnevezését tárgyalják, a mennyiségek jeleit, mértékegységeit és más irányadó információkat közölnek.

Az IUPAC konferenciákat szervez és támogat. 1991-ben volt IUPAC-kongresszus Budapesten neves előadók, többek között John von Polányi (1929–, megosztott kémiai Nobel-díj, 1986) részvételével. Az igazi munka a bizottságokban és a munkabizottságokban folyik. Én sok évig tagja voltam az Elektroanalitikai-Elektrokémiai Munkabizottságnak, majd a Fizikai Kémiai Bizottságnak. Az olyan alapfogalmak meghatározásáról is hosszú vita folyt, mint az elektród, az elektródpotenciál, a pH. Éppen az alapfogalmaknak definíciója igen nehéz, viszont elengedhetetlen. Fontos, hogy egy (kémiai) nyelven beszéljenek a vegyészek. Így értjük meg egymást.

IRODALOM

- [1] Inzelt Gy., Természet Világa (2001) 164–168.
- [2] Inzelt Gy., Természet Világa (2003) 565–566.
- [3] Inzelt Gy., Természet Világa (2005) 204–208.
- [4] Inzelt Gy., Magyar Kémikusok Lapja (2013) 3–6.
- [5] Sajtóbejelentés 2016. november 30-án: IUPAC Announces the Names of the Elements 113, 115, 117, and 118.
- [6] P. J. Karol, Chemistry International (2017) 39, 10–14.
- [7] Hofmann, S. N. Dmitriev, C. Fahlander, J. M. Gates, J. B. Roberto, H. Sakai, Pure Appl. Chem. (2018) 90, 1773–1832.

Tudománytörténeti mozaikok Moszkvából

(Hargittai István, Hargittai Magdolna: *Moszkvai séták a tudomány körül*, Akadémiai Kiadó, 2018)

A „Moszkvai séták a tudomány körül”, Hargittai István és Hargittai Magdolna most megjelent könyve a „Budapesti séták” és „New York-i séták” folytatása. Bár az emlékművek alapján reális tudománytörténet nem rekonstruálható, nagyon sokat megtudhatunk a tudomány oroszországi, illetve szovjetunióbeli kiváló műveiről. A könyv elolvasása során történelmi ismereteink is felelevenednek a különféle politikai rendszerek ellentmondásairól. Hargittai István 1961 és 1965 között a moszkvai Lomonoszov Egyetemen tanult, és ott szerzett kémikusi diplomát. A Hargittai házaspár együtt is, és külön-külön is többször járt Moszkvában különféle tudományos együttműködések és kísérletek elvégzése kapcsán. Kiterjedt moszkvai baráti körrel rendelkeznek. 2016 szeptemberében kifejezetten azért jártak Moszkvában az MTA támogatásával, hogy jelen könyv elkészítéséhez beszerezzék a még hiányzó anyagot.

A könyvbemutatón mindkét laudáló, Dalos György és Domokos Gábor kiemelte, hogy a Szovjet Tudományos Akadémia, és így a szovjet tudomány története is, az 1920-as évektől kezdve szenvedéstörténet, hiszen különféle gyötrelmes idők váltogatták egymást, ugyanakkor tudományos szempontból mégis páratlan siker-történet. Stratégiai okokból a – hadi- és később az úriparban is hasznosítható – matematikai és különösen a fizikai tudomá-



nyok fejlesztésében voltak érdekeltek a különféle kormányzatok. Az is előfordult, hogy a börtönbe zárt tudósokat megdolgoztatták, illetve hagyták kibontakozni, vagy éppen a kivégzéstől menekültek meg felfedezéseik révén. A kutatók sokszor nem főállásban, hanem szabadidejükben, kedvtelésből dolgoztak. Magyar tudósok is nevelkedtek a szovjet „iskolák”-ban. Az ered-

ményeket nyugati folyóiratokban publikálni nem lehetett (bűn volt), ráadásul szabadalmi rendszer sem volt. Nagyon sok méltán híres tudósnek állítottak emléket szobrok formájában. Ugyanakkor nem minden súlyos egyéniség emlékét őrzi ilyen alkotás. Ráadásul olyanok is kaptak szobrot, akik nem érdemelték volna meg, de a szovjet rendszer elvtelen és lojális támogatói voltak. Éppen a helyzet bonyolultsága miatt kaphatunk árnyalt képet a szovjet-orosz politikai rendszerekről.

A könyv fő fejezetei a következők: 1. A Tudományos Akadémia, 2. A Lomonoszov Egyetem, 3. A Földtudományi Múzeum, 4. Mérnökök és technológusok, 5. Orvosi város, 6. A Tyimirjazev Akadémia, 7. A Novogyevicsi temető, 8. Járjuk a várost.

A Tudományos Akadémia kapcsán egyrészt Igor Kurcsatov említhető, akit az amerikaiaktól kémkedéssel szerzett adatok is



segítettek. Kurcsatov emlékét több szobor őrzi. Másrészt a Sztálint, majd Hruscovot kiszolgáló, a mezőgazdaságot tévtanokkal befolyásoló Trofim Liszenko említhető. A bűnös irányt leleplező Nyikolaj Vavilovot megsemmisítették. A peresztrojka és a glasznoszty előtti évtizedből jól emlékezhetünk Andrej Szaharov fizikus sorozatos emberjogi akcióira (pl. éhségstrájkjára), amikről csupán a Szabad Európa Rádióból értesülhettünk. Szaharov belső számúzetésben és az állambiztonsági hatóságok folyamatos zaklatása közepette élt. Fájdalmas volt, hogy Alekszandr M. Prokhorov (Nobel-díjas lézerfizikus) egy nyilvánosságra hozott levélben ítélte el Szaharovot.

A Lomonoszov Egyetemhez kapcsolódva azt érdemes kiemelni, hogy egyrészt a polihisztor Mihail V. Lomonoszov (1711–1765) volt az első jelentős természettudós Oroszországban, másrészt – jóval később – a fizikusoknak, akik az atombombán, illetve hidrogénbombán dolgoztak, sikerült némi függetlenséget kivíniuk a sztálini időkben. A szerves kémikus Alekszandr Nyeszmejanov, az egyetem korábbi rektora a Szovjet Tudományos Akadémia elnöke volt 1951-től. A korábbi időkben említendő még Dmitrij I. Mengyelejev, a világ egyik legismertebb tudósa, aki épp 150 évvel ezelőtt fedezte fel a periódusos rendszert. További híres tudósok: Ivan G. Petrovskij (matematikus), Nyikolaj J. Zsukovszkij (az orosz repüléstudomány atyja), Ivan V. Micsurin (növénytermesztő), Ivan P. Pavlov (élettani/orsosi Nobel-díjas), Alekszandr Sz. Popov (fizikus) és Nyikolaj I. Lobacsevszkij (matematikus).

A „Mérnökök és technológusok” fejezet három altémát bont ki. Először egy polihisztorral, Vlagyimir G. Suhovval (1853–1939) ismerkedhetünk meg, aki megtervezte Oroszország első olajfeldolgozó üzemét, tervezett olajvezetékeket, olajszállító hajókat, egy sereg hidat, tetőszerkezeteket, és hozzá fűződnek a jellegzetes – szélnek ellenálló – Suhov-tornyok.

A felsőoktatási intézmények sorában megismerhetjük a petrokémiai profiljáról híres Mengyelejev Egyetemet és a Gubkin Egyetemet, a viszonylag új Nemzeti Tudományos és Technológiai Egyetemet, amely nanotechnológiával, információtechnológiával, gazdaságtudománnyal és szabályozással foglalkozik. A Bauman Egyetem története 1830-ra nyúlik vissza; mára Oroszország egyik vezető technológiai egyeteme. A szovjet repülés és űrkutatás több későbbi vezetője tanult ebben az intézetben, és a lökhajtásos repülő és rakéták hajtóműveit is itt dolgozták ki.

A hidegháborús időszakban komoly verseny volt Amerika és a Szovjetunió között az űrkutatás területén. Az első Szputnyik felbocsátása, majd Jurij Gagarin űrutazása igazi sikertörténetet nyitott, amelyet ki is használtak a szovjet propaganda vonatkozásában. A sztálini időkben meghurcolt Szergej P. Koroljov irányította a szovjet rakéte technikai és űrprogramot. Korábban Konsztantyin J. Ciolkovszkij is sokat tett a repülés és az űrkutatás előmozdításáért. Az űrkutatás fejlődését az Űrkutatási Emlékmúzeumban követhetjük nyomon.

Az orvosi oktatás és kutatás egyik központja a Szecsenov Orvostudományi Egyetem, amelynek kampusza bővelkedik történelmi épületekben és híres orvosprofesszorok szobraiban. Bár a szovjet rendszerben az egészségügy nem rendelkezett prioritással, mégis – nemzetközi viszonylatban is – híres felfedezések fűződnek a legkiemelkedőbb orvosprofesszorokhoz.

A „Tyimirjavez Akadémia” fejezetben a sokat szenvedett mezőgazdaság körüli ellentmondásokról olvashatunk. Sok kárt okozott az ideológiai köntösbe bújtatott áltudományos diktatúra. Tyimirjavez nemzetközi hírű tudósként irányította a kutatásokat, de még a terror előtt meghalt. Vavilovról már fentebb tettünk említést.

Ismertetőnk végén meg kell még említeni, hogy a Novogyevi-



Dzerzsinszkij és Szaharov szobra a moszkvai Muzeon Parkban

csi temető igazi kincsesbánya (bár giccses síremlékek is vannak benne), mert a szovjet időkben a híres emberek (politikuskok, hadvezérek, írók, művészek és tudósok) temetkezési helyévé vált, és mint ilyen rengeteg szobor található benne. Másrészt a rendszerváltozás után a nem vállalható szobrokat a Muzeon Művészeti Parkba szállították. Azonban messze nem minden szobor került ide, amelynek itt lenne a helye. A Muzeon Parkban Dávid és Góliát küzdelmére emlékeztethet a KGB megalapítója, Feliks Dzerzsinszkij hatalmas szobra és a közelében elhelyezett kisebb Szaharov-szobor.

Összességében elmondható, hogy a Hargittai házaspár legújabb könyvével tartalmas utazást tehetünk. Az is opció, hogy valóban elmegyünk egyhetes kikapcsolódásra Moszkvába, és felfedező körutunkat az egykori Gorkij utcában kezdjük – amit ma újra Tverszkij utcának hívnak – jelen könyvet útikalauznak használva.

Keglevich György

■ A könyvbemutatóra betegségem miatt nem tudtam elmenni, de a könyvet elolvastam. A Hargittai család könyveinek olvasása közben általában a bölcsesség, a tudomány iránti alázat, a tudós elme nagysága, az elkötelezettség, a csak a tudomány iránt elkötelezett ember iránti elismerés és hódolat szokott rajtam eluralkodni. Ezen könyvük olvasása közben többször szomorúság, rémület és borzongás fogott el. Ennek magyarázatául utalnék a könyvvel kapcsolatosan két másik írásra: „Jertek, ... hogy sorokat előre nézzétek” (RS tollából, *Élet és Irodalom*, 2019. március 1.) és „Séták sok tanulsággal” (Szentgyörgyi Zsuzsa tollából, *Népszava*, 2019. március 9.). (A felelős szerkesztő)



A környezeti kockázat csökkentése és esettanulmányok

(*Engineering Tools for Environmental Risk Management: 4. Risk Reduction Technologies and Case Studies. Szerkesztette: Gruiz Katalin, Meggyes Tamás, Fenyvesi Éva*)

Az eredetileg 5 kötetesre tervezett, de később 4 kötetre redukált, *A környezetmenedzsment mérnöki eszköztára* című könyvsorozat magyar szerkesztők és döntően magyar szerzők munkája. Az első kötet 2015-ben, a második, 2016-ban, a harmadik 2017-ben, az egyesített 4–5. kötet pedig 2019 legelején jelent meg a CRC Press/Taylor & Francis Group/Balkema kiadó gondozásában.

A sorozat első tagja a környezeti problémákat, elsősorban a leromlott és szennyezett területeket és az ebből fakadó kockázatokat és menedzselésüket tárgyalja. A második kötet a környezettoxikológiai módszerekről és a környezet toxicitásának közvetlen méréséről (direct toxicity assessment), valamint a toxicitási eredmények környezetmenedzsmentben történő felhasználásáról ad áttekintést. A harmadik a szennyezett területek felmérésének elvi és gyakorlati megoldásait foglalja össze, különös tekintettel az innovatív módszerekre és arra a holisztikus szemléletre, mely a szennyezett környezet helyes megítéléséhez, valamint a célminőség meghatározásához szükséges.

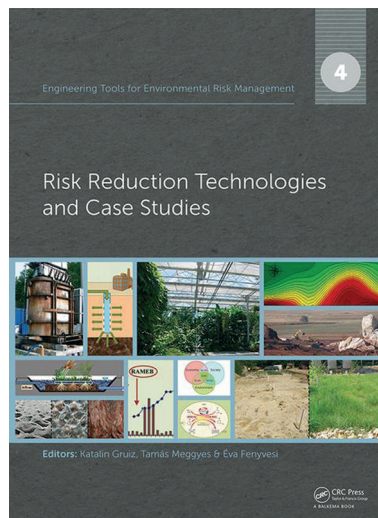
A most megjelent utolsó kötet a szennyezett területek kockázatának csökkentéséről és a lehetséges módszerekről, elsősorban a leromlott, szennyezett, „beteg” környezetet „gyógyító”, remediációs módszerekről szól. A befejező kötet 558 oldalon 11 fejezetben ismerteti a környezeti remediáció céljára alkalmazott technológiákat és a technológia megválasztásához, tervezéséhez és jószágának bizonyításához, azaz verifikálásához alkalmazható koncepciókat és értékelő eszközöket. Az egyes technológiáikat alkalmazását esettanulmányok támasztják alá, melyek között számtalan magyar példa is szerepel a jelentős mennyiségű nemzetközileg publikált eset között.

A sorozat 4. kötetének webes elérhetősége: <https://www.crcpress.com/Engineering-Tools-for-Environmental-Risk-Management-4-Risk-Reduction-Technologies/Gruiz-Meggyes-Fenyvesi/p/book/9781138001572>.

A szerzők minden kötetben előtérbe helyezték az innovatív technológiákat és a frissen publikált mérnöki alkalmazásokat és ezek integrálását a holisztikus szemléletmóddal, mely az embert, a természetet, valamint a gazdasági és a szociális környezetet egyaránt figyelembe veszi. Fő célkitűzésük, hogy a környezet állapotának fenntartása és javítása objektív mérési eredményeken alapuló, optimumon működtetett és kontrollált mérnöki eljárásokkal történjen, és hogy ez a szemlélet áthassa a környezeti, az ökológiai, a gazdasági és a szociális területeket és kiterjedjen a döntések teljes hatókörére.

A könyvsorozat a döntéshozatalban és a mindennapi gyakorlatban szerepet vállaló szakemberek számára íródott, hogy segítse a mérnöki munka kapcsolódását a rendeletek, határértékek, alkalmazott stratégiák és koncepciók sokaságához és hogy a mérnöki szemlélet hatást gyakoroljon a környezeti és gazdasági döntésekre valamint az eredményesség mérésére kialakított szabványosított és egyedi mérőmódszerekre.

A sorozat környezetvédelmi oktatásban is használható, és az egyetemisták vagy szakirányú továbbképzésben résztvevők konkrét ismereteket szerezhetnek, elsajátíthatják a szemléletet és még



az angol szaknyelvet is megtanulhatják ezekből a kötetekből.

A sorozat szerkesztői saját tapasztalatból ismerik a döntésekhez szükséges információ komplexitását és az egyes területeken működő jogászok, irányítók, döntéshozók és mérnökök együttműködésének nehézségeit, a közös nyelv hiányát és a szakterületek közötti együttműködés korlátait. A szerkesztők kiemelt célja volt, hogy egyszerűen fogalmaz-

zott, közérthető, mégis „tudományos” könyvet készítsenek minél szélesebb olvasói kör számára. Magyarázó ábrákkal, kevés matematikai és kémiai képlettel, de rengeteg irodalmi és internetes hivatkozással illusztrálták mondanivalójukat, hogy aki szeretne, elmélyülhessen egy-egy témában.

Azt, hogy a környezet nagy bajban van, minden földi halandó tudja, de abból, amit tehetnénk a javulás érdekében, még a szakemberek is csak mozaikokat ismernek. Pedig a szennyezett környezettel egyszerűbb a dolgunk, mint a globális léptékű problémákkal, például a felmelegedéssel vagy a mágneses pólusváltással. Egy szennyezett terület átláthatóbb, tudjuk, hogy az ember műve, és vagy érzékelhetőek, vagy előre jelezhetőek a káros hatások. A becslések szerint a szennyezett területek száma csak Európában 2,5 millió, ami kezelhetetlenül nagy szám. Hogy reális energia-, pénz-, idő- és munkaerő-befektetéssel megoldható legyen a tönkrement, beteg környezet felmérése és rendbehozatala, ahhoz tudásra, egységes szemléletre, hatékony mérnöki módszerekre és a természet öngyógyító erejének hasznosítására van szükség. Ehhez igyekszik segítséget adni ez a könyvsorozat.

Az utolsó, remediációs kötet a leghangsúlyosabb. A szerkesztők eredeti elképzelése szerint a könyv egyetlen témája a tönkrement környezet meggyógyítása, remediációja lett volna. De hamar kiderült, hogy a meggyógyítás bemutatásához ismernünk kell a beteget és a betegséget. Így az első kötet a környezetkárosodásokat (Környezeti problémák és menedzsmentjük), a második és harmadik pedig a diagnózis meghozatalához és a kilátások felméréséhez szükséges módszereket tárgyalta (Környzettoxikológia; A szennyezett környezet felmérése és monitorizása). A jó diagnózisból egyenesen következnek a remediációs lehetőségek, melyek közül kiválaszthatjuk és megvalósíthatjuk a legmegfelelőbbet. A folyamat azzal zárul, hogy a kockázat nagysága, a sürgősség, a terület értéke és tervezett jövőbeli használata alapján kiválasztjuk és elvégezzük a remediációt, majd a meggyógyított területet gyógyultnak minősítjük, vagy további kezelést írunk elő számára. A szerzők remélik, hogy a sorozat kötetében arra is sikerült rávilágítaniuk, hogy nem a gyógyítás az egyetlen megoldás, hanem sokkal nagyobb hangsúlyt kell fektetni a megelőzésre, a környezet folyamatos megfigyelésre és a lehető legkorábbi beavatkozásra.

A 4. kötet 11 fejezete lefedi a remediációs technológiák kiválasztását, fajtáit, jellemzőit, az *in situ*, vagyis magában a szennyezett környezetben alkalmazott, „belehelyezett” technológiákat, a természet öngyógyító képességének kihasználását és mérnöki eszközökkel történő felerősítését, kiegészítését a környezet



hatékony meggyógyítása érdekében. Ismerteti a legfontosabb technológiájaként, végül pedig az alkalmazott technológia hatékonyságának igazolását. Kiemelt tárgyalást kapnak a biológiai és ökológiai módszerek, minden, ami természetközeli, „szelíd”, vagyis környezeti körülmények között működő, az élővilágot nem bántalmazó technológia. A szelíd technológiákat az egyre nagyobb mértékű és egyre drasztikusabb mérnöki beavatkozást igénylő technológiák követik. A befejező fejezet a remediációs technológiák kiválasztásáról, tervezéséről, a technológiai folyamatok monitorozásáról és az alkalmazott technológia verifikációjáról (jóságának igazolása) és a fenntarthatóságról szól.

A könyvsorozat a CRC Kiadó oldalán olvasható jellemzés szerint: széles tudományos áttekintést nyújt a környezetről, a környezet ember általi használatáról és az emberi használatból okozott problémákról; tudományos alapokat ad a környezet holisztikus megközelítéséhez, a környezeti igények és a mérnöki lehetőségek harmonizálásához; segít megérteni a jogalkotás, szabályozás, környezetmenedzsment és döntéshozatal valamint a mérnöki tevékenység összefüggéseit, a kölcsönhatásokat, új technológiákat, fejlesztéseket, innovatív tudományos és mérnöki eszközöket mutat be.

A 4. kötet témakörei:

1. fejezet – A remediációs technológiák osztályozására a hagyományostól némiképpen eltérő szempontrendszer alkalmazása a szerző, mely a szennyezőanyag természete és mobilizálhatósága alapján csoportosítja az eljárásokat.

2. fejezet – Az *in situ* talajremediáció tárgyalása forradalmian új: a szerző bevezette a reaktor-szemléletet a talaj eltávolítása nélküli remediációs technológiákra. A műveletek hatósugaráig terjedő talajhányadot úgy tekinti, mint egy reaktort (kvázireaktor) és eszerint tervezi és működteti a technológiát.

3. fejezet – A természetes szennyezőanyag-csökkenés jó barátunk, mert elvégzi helyettünk a munka nagy részét. Ehhez a folyamat alapos ismerete és némi kreativitás szükséges, hogy hatékonyan gyorsíthassuk, módosíthassuk, és olyan folyamatokat is hasznosíthassunk, melyek a magára hagyott környezetben károsak. Például egy toxikus anyag kioldása egy természetes forrásból vagy hulladéklerakatokból a környező terület elszennyeződését okozza, de ha a kioldott anyagáramot nem engedjük kikerülni a környezetbe, hanem kontroll alatt tartjuk, akkor van egy „ingyenes” mosási, kioldási technológiánk, és talán még a kioldott anyag is hasznosítható.

4. fejezet – Az ökomérnöki eljárások a vízi és szárazföldi ökoszisztémák öntisztító és regenerálóképességét alkalmazzák mesterségesen kialakított környezetben, ökogépekben, élőgépekben,

mesterséges ökológiai rendszerekben. Az új irány, az ökológiai gondolkodás nemcsak a szennyezett környezeti elemek megtisztítására való, de felszíni vizek, mocsarak, egyéb ökológiai fontos területek folyamatos rendben tartására is használható.

5. fejezet – A biodegradáción alapuló remediáció az egyik hagyományos környezetgyógyító technológiatípus, mely a szennyezett környezet, a vizek és talajok saját, a szennyezőanyaghoz adaptálódott ökoszisztémáját (mikroorganizmusait, növényeit és bonyolultabb társulásokat) vagy a „feljavított” ökoszisztémát hasznosítja *in situ* vagy reaktoros technológiákban.

6. fejezet – Fizikai kémiai folyamatokon alapuló remediáció szerves anyagokkal szennyezett talajra: ha a biológiai és ökológiai megoldások nem elég hatékonyak, túl lassúak, vagy ha a szennyezőanyag elpusztítja az élő közösséget, akkor jól ismert műveleteket (aprítást, keverést, frakcionálást, mosást, melegítést, gőzölést, akár égetést vagy pirolízist) alkalmazó energia- és költségigényes fizikai kémiai eljárások jelenthetik a megoldást. Ezekről kapunk áttekintést a teljesség igényével.

7. fejezet – A fémek biológiai kioldása káros természetes folyamat, mely koncentrált fémtartalmú savas csurgalékok eredményez. A fejezet ezen csurgalékok kezelését mutatja be, kitérve a helytelenül tárolt szulfidtartalmú hulladékok (pl. szén- és fém-bányászati meddőanyagok) problémájára és azokra a felhagyott bányákra, ahol a bánya belsejét átjáró víz hozza ki a toxikus anyagokat a bánya belsejéből, akár hosszú éveken át. Részletes esettanulmányban mutatják be a szerzők a Gyöngyösorszi cink-ólom bánya okozta környezetszennyezést és a károk enyhítését.

8. fejezet – A szerves szennyezőanyagokat tartalmazó víz és talaj remediációjáról szóló fejezet a lehetséges megoldások számbavételét követően egy innovatív eljárást mutat be részletesen: az előző fejezetben szereplő bánya okozta talajszennyezettségre a szerzők által kifejlesztett kémiai kombinál fitoremediáció első szabadföldi alkalmazását.

9. fejezet – Az elektrokémiai talajremediáció alkalmas talajvíz-remediációs módszer jó néhány szennyezőanyag (fémek, ionok) eltávolítására. Egyes olcsó elektromos energiával rendelkező országokban kimondottan népszerű, így az amerikai szerző hazájában is.

10. fejezet – Az elemi vas felhasználása az elmúlt egy-két évtizedben vált népszerűvé a talajt és talajvizet szennyező vegyi anyagok kémiai bontására, ártalmatlanítására.

11. fejezet – A remediációs technológia kiválasztása, tervezése, a technológiai folyamatok monitorozása, az alkalmazott technológia hatékonyságának igazolása, valamint a fenntarthatóság a kulcsszavai a befejező fejezetnek.

Gruiz Katalin

A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ



Galambok

Épp a kémiai kötéstípusokat magyarázta a kamasz diákoknak. A táblára rajzolt, amikor meghallotta a halk morajlást. Lassan fordult az osztály felé. A diákok a táblát nézték, mégis, mintha abban a pillanatban kapták volna vissza a fejüket valamerről. Folytatta, közben a morajlás egyre erősödő kuncogásba ment át. Itt valami történik. Hirtelen megfordult. Azonnal látta, mindenki az ablakpárkányon turbékoló, szerelmes galambpárt figyeli. A kémiai kötéseknek mára annyi. A következő órára marad a magyarázat. Odament az ablakhoz, az osztállyal együtt ő is nézte a galambokat. Kedvesek, ugye? – szólalt meg. Most akkor felfüggesztjük a kémiaórát.

Kertész Éva



Keszei Ernő

■ ELTE TTK Kémiai Intézet | keszei@chem.elte.hu

Egy magyar tudós két háború között

Báró Eötvös Loránd élete és munkássága

Bevezetés

Ez év április 8-án éppen 100 éve annak, hogy Eötvös Loránd eltávozott az élők sorából. Ebben a cikkben ennek az évfordulónak a jegyében egyrészt születésének és halálának körülményeiről lesz szó, másrészt a születésekor, valamint halála előtt történt két nagy háború közötti időszak néhány sajátosságáról. Az első, az 1848–49-es magyar honvédő háború csak ideiglenesen, rövid időre érte el Magyarország függetlenségét, de az ország területe megmaradt. A második, az 1914-ben kitört világháború után Magyarország valóban független állam lett, de elveszítette területének több mint kétharmadát, és lakosságának jelentős részét is. Amennyire szerencsétlen események történtek az országban Eötvös Loránd születésekor és halála körül, annyira szerencsés időszak volt felnőtté és kutatóvá válásának ideje, amit szokás „boldog békeidőnek” is nevezni – bár ekkor sem volt teljesen felhőtlen a magyar tudományos közélet. Természetesen nem lehetséges emlékezni az egyik legnagyobb magyar tudósra anélkül, hogy tudományos teljesítményéről szó ne esne. A cikkben elsősorban a kémiai szempontból különösen érdekes, felületi feszültséggel kapcsolatos vizsgálatairól és az azokból levont Eötvös-szabályról lesz részletesebben szó, de röviden áttekintjük a gravitációval kapcsolatos eredményeit is, amelyek leginkább felelősek Eötvös tudományos ismertségéért.

A születés és a halál körülményei

Eötvös Loránd 1848. július 27-én született Budán. Születésekor már sok problémával küzdött a március 23-án megalakult „első független magyar felelős minisztérium”, amelyben Eötvös József, Loránd apja vallás- és közoktatásügyi miniszter volt (**1. ábra**). A születés körülményeiről abból a levélből értesülhetünk, amelyet Lorándnak, az akkor Heidelbergben tanuló ifjúnak 20. születésnapjára írt apja: „Ma töltöd be huszadik évvedet. A nap, melyen születted, élttem egyik legkínosabb napja volt. Anyád a szülés következtében életveszélyben forgott. Benn a városban a felséges nép lázongott, és míg feleségem betegágyánál ülve, remény és kétségbeesés között számoltam érütéseit, a Pest-Budai tornyokról a vészharang hangjai tölték meg az éji csendet, és egyik üzenet jött a másik után, mely minisztertanácschoz szólított. Sohasem szenvedtem többet, mint ezekben az órákban; míg hajnalfelé Balassa tudtomra adá, hogy anyád veszélyen kívül van; s őt megcsókolva, a városba lesiettem.” (Idézi: [1])

A kormány szeptember 23-i lemondása után Eötvös József ki-



1. ábra. Tyroler József színezett metszete az 1848. március 23-án megalakult Batthyány-kormányról. Eötvös József az alul lévő Deák Ferenc fölötti sorban a jobb oldalon látható

utazott Bécsben tartózkodó családjához, majd onnan Münchenbe mentek, ahol 1853-ig (az osztrák–magyar viszonyokban bekövetkezett viszonylagos enyhülésig) maradtak. Itt fejezte be az apa egyik fontos művét, „A XIX. század uralkodó eszméinek befolyása az államra” címűt is. Ebben különösen érdekes az a rész, amelyben a kommunizmussal foglalkozik. Mintha prófétaaként előre látta volna azt az időszakot, amikor Loránd fia meghalt: „A lényeg, mire nézve a kommunizmus minden követője egyetért, abban áll, miszerint az állam céljául a teljes egyenlőséget, s eszközül e célja érdekében az egyén föltétlen alárendelését az államnak tekintik. S miután az egyén teljes alávetése az állam hatalmának csak úgy lehetséges, ha az államot korlátlan hatalommal ruházzuk fel, és mivel az általános egyenlőség elvét akkor lehet leginkább megközelíteni, ha az alól csupán egy személy van kivéve, következik: hogy a despotizmus nemcsak ellentétben nincs a kommunizmus elveivel, sőt szükséges eredménye ennek, s oly forma, melynek elvei annak leginkább megfelelnek. Nem a kommunista elvek győzelme, hanem csupán az lehetetlen, hogy



ezen elveket valaha más valósítsa, mint az abszolutizmus. S azért a kommunizmus győzelme mindenkor egyszersmind a despotizmusé leend. S viszont ha azon pártokra fordítjuk figyelmünket, melyek e veszélyek ellenében a társadalom megmentése körül fáradoznak: látni fogjuk, hogy ezek is, ha a küzdőtért diadalmasan meg akarják állani, oly eszközökhöz kénytelenek folyamodni, melyek – hacsak e részben a történet régi tapasztalatai nem csálnak – szintúgy az abszolutizmus megalapításához vezetnek.” [2]

Érdekes megemlíteni a fiú születésekor anyakönyvezett nevét is: Báró Vásárosnaményi Eötvös Lóránd Ágoston Ignác Albert József. Ennek azóta több változata is ismeretes. Maga Eötvös a Lórándot követő neveket nem használta, a Vásárosnaményi előtagot is ritkán; külföldön megjelent publikációiban pedig Roland Eötvös néven szerepelt. A Lóránd hosszú ó-ja nem elírás: Eötvös egész életében így használta, aláírásaiban is így szerepel. Azóta a magyar helyesírás szabályai változtak, ami miatt napjainkban pl. az egyetem neve is Eötvös Loránd Tudományegyetem. Az akkor éppen Magyar Királyi Pázmány Péter Tudományegyetemnek nevezett intézmény 1950-ben, a kommunista kormányzat nyomására változtatta meg az egyetem nevét Eötvös Loránd Tudományegyetemre. Közderűlttség tárgyát képezte, hogy az antiklerikális kommunisták az érsek helyett éppen egy báróról engedték elnevezni az egyetemet, noha az arisztokráciát legalább annyira nem kedvelték, mint az egyházakat.

E cikk szerzője még első kézből hallotta barátai orvos nagyanyjától azt a történetet, amely egy vizsgán esett meg. A fizika-előadást akkoriban minden hallgatónak (medikusok, tanárjelöltek, gyógyszerészek, valamint bölcsezszerzők – köztük fizikus-, kémikus-, geológus- és biológushallgatók számára) a fizika előadója, báró Eötvös Loránd tartotta. Egy medika a vizsgán Eötvöst professzor úrnak szólította, amire a következő választ kapta: kedves kollegina, ha gondolja, szólíthat akár Lóránd bácsinak is!

Halála előtt Eötvös Loránd nagyjából egy évig rákbetegséggel küzdött. A „nagy háborúban” kora miatt nem kellett részt vennie, de kedves hegymászó vidéke, a Cortinai Dolomitok – ami akkor Ausztria–Magyarország és Olaszország határa mentén volt – háborús terület lett, így sok év után nyári szabadságait a Tátrába helyezte át. Mivel 1905-ben, 57 éves korában visszavonult a közeletről, a háborús politikai életben sem vett részt, és a Tanácsköztársaság idején sem kellett semmilyen szerepet vállalnia. Ennek ellenére 1919. április 8-i halálát követően április 12-én a Nemzeti Múzeumban a Tanácsköztársaság „a proletárhatalom nagy halottjaként” ravatalozta fel, gyászbeszédét pedig Lukács György – akkor közoktatásügyi népbiztos – mondta. Érdekes megemlíteni az MTA 1929. május 12-i, Eötvös Loránd halálának 10. évfordulójára rendezett ünnepi ülésén Fröhlich Izidor beszédének erre vonatkozó részletét: „Bár az akkori alkotmány nélküli kormány őt a nemzet halottjának tekintette és őt a Nemzeti Múzeum oszlopcarnokában közkölségen ravatalozta fel: a hatalmon lévő nem alkotmányos kormány mégsem engedte meg, hogy ravatalánál az Akadémia elnöksége szóhoz jusson.” [1]

A korra jellemző, hogy (nem sokkal halála előtt, április elsején) megjelenik róla az akkori idők vezető *irodalmi* folyóiratában, a *Nyugatban* Dávid Lajos matematikusnak, a budapesti Tanárképző Főiskola tanárának egy hosszabb írása, amelyben méltatja Eötvös Lorándot, a tudóst. [3] Ebben elég részletesen, de egyben közérthetően kifejti Eötvös legfontosabb tudományos eredményeit. Az is a korképhez tartozik, hogy a Tanácsköztársaság idején a megszűnés veszélye fenyegette a *Nyugatot*, a kommunisták szerint „túlzott demokratizmusa miatt”, de erre már nem került sor. A tanácskormány bukása után megjelenő első számon

már a megszálló román hadsereg cenzúrája látható, akik júliusban be is tiltják a lapot, ami csak novemberben, a románok Budapestről történő kivonulása után indulhat újra. [4]

Tanulmányok és közéleti tevékenység

Eötvös Lorándot apja közéleti pályára szánta, ezért 1865-ben az egyetem jogi karára iratkozott be. Jogi tanulmányai mellett azonban a bölcsészkaron természettudományos tárgyakat hallgatott, és Than Károly laboratóriumában kémiai kísérleteket folytatott. Apja nagylelkűen támogatta ez irányú tanulmányait, és könyvek beszerzését a természettudományok területén. Loránd azonban hamarosan belátta, hogy a jogi pálya nem neki való, valamint azt is, hogy kísérleti eszközök nélkül nehezen halad a tanulmányai-ban. Erről tanúskodik 1866. március 28-án apjához írt levele: „Mittől beláttam, hogy a jogtanulmányok elmulasztása, ha fentemlített nézetem mellett megmaradok, csak félszeggé tenne, ha pedig más pályát választanék, az elé akadályt gördítene, e gondlattal, melynek megvalloam, sokáig rabja voltam, felhagytam; de csak megerősödtem azon véleményemben, hogy a természettudományokat, tekintetbe véve azoknak jelen terjedelmét, csak két esztendőre félrevetni, rám nézve nagy hátrány lenne. Jól tudom, hogy Te nem kívánod; sőt a könyvek által, melyeket nekem ajánldeközol, magad segítsz előre; de képes vagyok-e én egyedül azokból tanulni?”

Tanulom az ásványtant és nem ismerek ásványt; tanulom a geológiát és a legegyszerűbb formációnál kétségben vagyok; tanulom az állattant állat, a növénytant növény nélkül, egyszerűval, a természettudományt, természet nélkül. E bajon, külföldi egyetemen, jó tanárok vezetése alatt, úgy hiszem, segítve lenne.” (Idézi: [1])

Ennek következtében Than Károly javaslatára 1867-ben már a Heidelbergi Egyetemen folytat tanulmányokat, ahol fizikát Kirchhofftól és Helmholtztól, kémiát Bunsentől, matematikát Königsbergertől és Hessétől tanul. [5] Érdekes körülmény az is, hogy a kísérletezés módszereinek elsajátítása érdekében Kirchhoff Königsbergbe küldi, Franz Neumannhoz. Apjának beszámol erről a választásáról egy 1869. január 30-án írott levélben: „Amit a jövő érdekében tanulni akarok, az először, miként kell experimentálni, jobban mondván, miként kell a kérdést felállítani úgy, hogy reá a természet megfelelhessen? És másodszor, mi módon lehet az így nyert feleleteket egyszerű törvényekre visszavezetni. A nagy mester, kitől ezeket legjobban lehet tanulni, Neumann Königsbergben, s ezért szándékom jövőre odamenni.” (Idézi: [7])

Ezzel kapcsolatos reményei ugyan nem válnak be, mivel az ottani oktatást túlságosan „metafizikusnak” (mai szóhasználatunkkal elméletinek) tartja, ezért csak egy félévet tölt Königsbergben. A félév második felében rájön arra, hogy szemináriumokra kell eljárni, és ott megértheti az előadáson elhangzottakat. Azért kísérletekről is tanulhatott ott, mert a későbbiekben említendő felületfeszültség-mérések módszerét éppen Neumann hatására gondolta ki és annak szemináriumában ismertette először. [6] Visszatért tehát Heidelbergbe, hogy ott befejezze tanulmányait. Apjának 1896. november 6-án írt leveléből kiderül, hogy ott jól érezte magát a régi ismerősök között. A tudományos élettel is nagyon elégedett volt, és igen érdekes véleménye volt erről, amit ebben a levelében részletesen kifejtett: „Jól érzem magam újra Heidelbergben, fiatal ismerősök társaságában. Hetenként szombatn jó össze az úgynevezett „physikalischer Verein”, hol mérsékelten söröznek, de mértéktelenül énekelnek. ... Jobb részét annak, amit tudok, a magamféle emberekkel való tudomá-



nyos beszélgetés által tanultam, mert végre, előbb-utóbb vita keletkezik és kényszeríti az embert erejét összeszedni és tárgyát önállóan áttekinteni...”

„Már többször mondtam és teljesen meg vagyok győződve arról, hogy a német tudományosság a német „Kneipe” (2. ábra) nélkül nem létezhetné. Bizonyára nem egy nagy eszme sör mellett született meg, és alkotójától eleinte jó élcnak vagy tréfának volt szána. Ezért ajánlom, hogy aki a német tudományos életet és a német „Kneipe”-t meg akarja ismerni, az jöjjön Heidelbergbe, itt elég magyar fiatalember van; így Helmholtz-nak hét magyar hallgatója van, de nem mindegyik természettudós: van köztük egy teológus is.”



2. ábra. A heidelbergi német tudományosság egyik „központja”: a Vörös Ökörhöz címzett kocsmá (németül: Kneipe). Az 1703-ban épült vendéglátóhely 1839 óta folyamatosan a Spengel család tulajdonában van

Tanulmányai befejezésekképpen 1870-ben letette bölcsészdoktori szigorlatát természettan főtárgyból Gustav Kirchhoff, matematika melléktárgyból Leo Königsberger és kémia melléktárgyból Robert Bunsen vizsgáztatók előtt. Doktori disszertációja a fényforrások relatív mozgását tanulmányozó Fizeau-kísérlet elméleti vizsgálatáról szólt – amit később a budapesti egyetemen elfogadtak habilitációs munkának is. Doktori diplomájának minősítése *summa cum laude*, ami egy apjának írott levél tanúsága szerint nem volt gyakori a Heidelbergi Egyetemen; 1870-ben rajta kívül csak egy másik magyar, König Gyula matematikus kapott ilyen minősítésű doktori oklevelet. [1]

Hazatérte után nagyon szerencsésen haladt előre a tudományos közéletben. Az 1. táblázat tartalmaz néhány fontos eseményt, valamint azt az életkort, amikor ez történt. Tudatában volt annak, hogy – tehetsége és tudományos eredményei mellett – ezt a gyors előrehaladást apja, Eötvös József tekintélyének köszönheti. (Nem személyes befolyásának, mivel apja 1871-ben elhunyt, amikor Loránd 23 éves volt.) Egész életében törekedett ezért arra, hogy olyan tehetséges személyek, akiknek nem adatott meg származásuk miatt a lehetőség, hogy az ő életútját követhessék, mégse szenvedjenek hátrányt emiatt. 1895-ben, minisztersége idején javasolta a Bárány Eötvös József Collegium megalapítását, amely a budapesti tudományegyetem tanárszakos hallgatóinak internátusa volt. Az intézmény a párizsi École normale supérieure mintájára kiváló képzést is nyújtott az ott lakó hallgatóknak. Első igazgatója Eötvös Loránd fizikus kollégája, Bartoniek Géza volt – akit a bentlakó hallgatók egyszerűen „Bégé úr” néven emlegettek. A Collegium (egy kis kihagyástól eltekintve 1950 és 1989 között) azóta is töretlenül nevezi a tehetséges hallgatókat jelmondatának megfelelően: szabadon szolgál a szellem.

1. táblázat. Néhány esemény Eötvös Loránd életéből, életkorának feltüntetésével

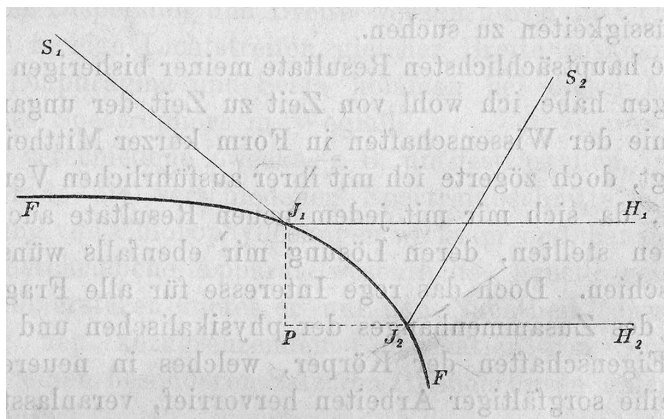
Életkor, év	Esemény
23	egyetemi magántanár
24	rendes egyetemi tanár
25	akadémiai levelező tag
30	tanszékvezető (élete végéig)
35	akadémiai rendes tag
41	az akadémia elnöke (16 évig)
43	az egyetem rektora (1 évig)
46	miniszter (7 hónapig)
47	visszatér az egyetemre
57	visszavonul a közéletől (inga-mérések)
61	halála

A Magyar Tudományos Akadémia elnökeként is fontos tevékenységet folytatott. Ezt a megbízását 16 éven keresztül folytatta, amikor lemondott a tisztségről. Az akkori idők légkörét jellemzi a lemondásáról szóló egyik karcolat, amelynek írója Cholnoky Viktor, a nagy földrajztudós Cholnoky Jenő öccse. *A Hét* című politikai és irodalmi szemlében megjelent írás néhány részletét idézzük: „Mivel a tekintélyek közül az áltudomány az egyetlen, amely nem ismer semmiféle csodát, tehát tökéletes és befejezett csoda, hogy Eötvös Loránd báró csak most mondott le a tudományos Akadémia elnöki tisztségéről... Eötvös Loránd, a víz-csepp kutatója sohasem tudott [egy vízcseppet csak] vízcseppnek látni. Láttam ... hogy ez a víz nem csupán H₂O, hanem egy csomó baktérium is. Egy csomó élősd. Akik ott benn a Magyar Tudományos Akadémiában – akarom mondani a vízcseppben, egymást fálják fel, sőt esetleg a pályadijakat is elnyerik egymás elől, de akár így, akár úgy cselekesznek, mindenképpen élődíek... Vigasztaló ellenben az, hogy az igazi tudásnak még a Magyar Tudományos Akadémia sem árt.” [8]

Eötvös akadémiai elnöksége alatt sem volt elégedett a magyar tudományos közélettel. Fellendítette a Természettudományi Társulat munkáját, 1891-ben pedig többedmagával megalapította a Matematikai és Fizikai Társulatot és elindította annak folyóiratát, a Matematikai és Fizikai Lapokat. 1894-ben elindította az országos tanulmányi versenyeket matematikából és fizikából, amit később róla neveztek el Eötvös-versenynek. Tervei szerint és az ő irányítása mellett épült fel 1883. és 1886. között az egyetem új fizikai intézete az Eszterházy (ma: Puskin) utcában. (Pestlőrinci villájából az új fizikai intézetbe lóháton járt be. [9])

A felületi feszültség vizsgálata és az Eötvös-szabály

Eötvös az egyetemi fizikatanítás mellett intenzív tudományos tevékenységet is folytatott. Kísérleteit folyadékok kritikus állapotának vizsgálatával kezdte, azonban ezek a kísérletek üveg-edényben igen veszélyesek voltak, ezért hamarosan áttért a felületi feszültség vizsgálatára, aminek megbízható eredményekre vezető módszerét még königsbergi tanulmányai során dolgozta ki. Az alkalmazott módszerről először 1876-ban számolt be magyar folyóiratban [10], majd mintegy tízéves rendszeres tanulmányairól és azok alapos elemzésének eredményéről 1886-ban, a téma-terület vezető német folyóiratában [11]. A módszer szemléltetését utóbbi közleményéből másolva a 3. ábrán mutatjuk be.



3. ábra. Eötvös Loránd ábrája a felületi feszültség mérésének elvéről 1886-os német nyelvű közleményében

A felületi feszültség pontos meghatározását folyadékok felületének a folyadék-szilárd határfelülethez közeli görbülete teszi lehetővé. Ez a görbület pedig az S_1 és S_2 irányoknak olyan módon történő beállításával mérhető egyszerűen, hogy a két beeső fénysugár a H_1 és H_2 irányban éppen párhuzamosan (és vízszintesen) verődjön vissza a felületről. A beeső sugaraknak a vízszintessel bezárt szögét, valamint a kilépő fénysugarak távolságát pontosan megmérve az ismert összefüggések alapján kiszámítható a felület görbülete, abból pedig a felületi feszültség. Ennek az akkoriban használt módszerekkel szemben több előnye is volt. Egyrészt a reflexió módszer eredménye független attól, hogy a folyadék mennyire nedvesíti az edény falát. Másrészt Eötvös a folyadékot addig párologtatta, amíg az kiszorította a levegőt a gőztérből, ezt követően pedig leforrasztotta az üvegedényt (általában csövet). A csőben így igen hosszú ideig változatlan volt a felületi feszültség, mivel a cső nem szennyeződött a levegőből. A leforrasztott csőben a hőmérsékletet is egyszerűen lehetett változtatni, így a felületi feszültség a forráspontonál lényegesen magasabb hőmérsékleten is mérhető volt – meg lehetett közelíteni a kritikus hőmérsékletet is.

Mindezek miatt a mérések – a korábbinál nagyobb pontosság mellett – egyrészt bizonyították, hogy a felületi feszültség időben állandó, másrészt lehetővé tették a hőmérsékletfüggés mérését korábban soha nem látott nagy hőmérséklet-tartományban. A kapott adatok elemzésével jutott el Eötvös a később róla Eötvös-szabálynak nevezett összefüggéshez:

$$\gamma V_m^{2/3} = k(T_0 - T)$$

A képletben γ a felületi feszültség T hőmérsékleten, $V_m^{2/3}$ a V_m moláris térfogat $2/3$ -ik hatványa, T_0 pedig az a hőmérséklet, amelynél a felületi feszültség zérusra csökken. (Eötvös szerint ez jó közelítéssel a kritikus hőmérséklet.) A képlet jelentése akkor érthető könnyen, ha azt az ideális gázok állapotegyenletének $pV_m = RT$ alakjához hasonlítjuk. Ez utóbbi háromdimenziós állapotegyenlet, ami a háromdimenziós gázra érvényes. Az Eötvös-szabály a kétdimenziós felületre érvényes. Ennek megfelelően a p háromdimenziós nyomás helyett a γ kétdimenziós felületi feszültség szerepel benne, a V_m háromdimenziós moláris térfogat helyett pedig a $V_m^{2/3}$ mennyiség, ami a „moláris felület”, azaz egy mól felületi molekula által lefedett felület. Az R általános gázállandó szerepét a két dimenzióban érvényes k Eötvös állandó veszi át. A T hőmérséklet helyett a $T_0 - T$ különbség pedig azért szerepel benne, mert a kritikus T_0 hőmérséklet felett már nem létezik folyadékfázis, azaz a felületi feszültség értéke ott zérusra csökken. (Azóta kiderült, hogy folyadékoktól függően már 3–6 fokkal előbb nagyon megközelíti a zérus értéket, de ez csak apró korrekció: T_0 értékét változtatja meg a kritikus hőmérséklethez képest.) A 2. táblázatban bemutatjuk Eötvös 1886-os eredményeit különböző folyadékok k értékére vonatkozóan.

Eötvös arra is rájött, hogy mi az oka annak, ha a k állandó eltér a táblázat elején található egyszerű folyadékokra kapott értéktől (ami kb. $0,227$; SI egységekben kifejezve kb. $2,23 \times 10^{-7} \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-2/3}$). A táblázatból látható, hogy ez vízre az olvadáspont-hoz közelebb $0,159$, míg a forráspont-hoz közelebb $0,180$; ecetsav esetében pedig elég nagy hőmérséklet-tartományban $0,132$. A moláris térfogatot kiszámíthatjuk a moláris tömeget a sűrűséggel elosztva. Ha az olvadáspont-hoz közeli vízre vagy 160°C -ig az

2. táblázat. Eötvös Loránd eredeti adatai a k állandó értékéről különböző folyadékokban [11].

Az állandó értéke milligrammsúly $\text{mm K}^{-1} \text{ mol}^{-2/3}$ egységben szerepel a táblázatban (1 mgsúly $\text{mm K}^{-1} \text{ mol}^{-2/3} = 9,80665 \times 10^{-7} \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-2/3}$)

für	Aethyläther	von	6	bis	62	°C	0,228
„	„	„	62	„	120	„	0,226
„	„	„	120	„	190	„	0,221
„	Aethylenbromid	„	20	„	99	„	0,227
„	„	„	99	„	213	„	0,232
„	Chloroform	„	20	„	60	„	0,230
„	Quecksilbermethyl	„	20	„	99	„	0,228
„	Kohlenstoffoxydchlorid	„	3	„	63	„	0,231
„	Kohlendioxyd	„	3	„	31	„	0,228
„	Wasser	„	3	„	40	„	0,159
„	Wasser	„	40	„	100	„	0,180
„	Wasser	„	100	„	150	„	0,228
„	Wasser	„	150	„	210	„	0,227
„	Essigsäure	„	21	„	107	„	0,132
„	Essigsäure	„	107	„	160	„	0,132
„	Essigsäure	„	160	„	230	„	0,138



ecetsavra úgy számolunk, hogy a moláris tömeget egy víz-, illetve ecetsav-dimerre adjuk meg, akkor ezekre is kijön a 0,227-es eredmény a k állandó értékére. Ez azt jelenti, hogy ebben a hőmérséklet-tartományban mind a víz, mind pedig az ecetsav két molekulája asszociálódik a folyadékban, azaz ott a monomer molekula tömegének kétszerese a molekulatömeg, így a molekulák csak fele akkora helyet foglalnak el a folyadék felszínén, mintha monomer formájában léteznének a folyadékban. A víz hőmérséklettel változó k értéke pedig azt tükrözi, hogy a forráspont feletti hőmérsékleten a folyadékban már nincs jelentősebb mértékű asszociáció. Az ecetsav esetében az asszociáció nem teljes mértékben szűnik meg a hőmérséklet emelkedésével, de 160 °C felett már vannak monomer molekulák is a folyadékban.

Eötvös eredményei alapján tehát kiszámíthatjuk akár ismeretlen folyadékok moláris tömegét is, ha a hőmérséklet függvényében meghatározzuk a felületi feszültségüket elegendően nagy hőmérséklet-tartományban. Ismert folyadékok esetén pedig információt kaphatunk a molekulák esetleges asszociációjának mértékére. Azóta az is kiderült, hogy nemcsak kisebb k értékek léteznek, hanem a 0,227-esnél sokkal nagyobbak is. A glicerintrisztearát esetén ez elég széles hőmérséklet-tartományban 0,6 körüli érték; ennek magyarázata az, hogy a hosszú molekula nem „fekszik fel” a felületre, hanem egy kefe szőreihez hasonlóan csak kis része (az észterkötés felőli vége) van a folyadék felszínén, a hosszú szénláncok pedig „kilógnak”, így az egész molekula felületének csak töredéke a molekula felületigénye a folyadék felszínén.

Érdekes itt azt is megjegyezni, hogy Eötvös fénysugarak reflexióján, illetve ezen keresztül a görbület mérésén alapuló felületfeszültség-meghatározási módszerét a róla elnevezett egyetem Fizikai Kémiai Tanszékén manapság is alkalmazzák. A fényelhajlást vékony elektródalemezek egyik oldalára leválasztott anyagok felületfeszültség-változásának nyomon követésére használják. Függő cseppek alakjának számítógépes képkéértékelésével kapott görbület meghatározásából pedig egyszerűen számíthatnak felületi feszültséget. [12–14]

Eötvös tudományos eredményei a gravitáció területén

Eötvös felületi feszültséggel kapcsolatos eredményei nagyon jelentősek voltak a maga korában, és amint fentebb írtuk, a kétdimenziós folyadék-állapotegyenletet is róla nevezték el. A tudományos közösség azonban főleg gravitációval kapcsolatos eredményei alapján tartja őt számon. Az eredmények részletezése nélkül említjük itt azt az elméleti és gyakorlati szempontból egyaránt fontos felfedezését, hogy az ún. torziós inga (más néven torziós mérleg) általa jelentősen továbbfejlesztett változatával (**4. ábra**) sikerült a tömegvonzás törvényében szereplő állandót 9 tizedesjegyre meghatározni. Ez akkora érzékenységgel felel meg, amely a torziós inga közelében elhelyezkedő tömeg néhány kilogrammos megváltozását képes pontosan érzékelni. Eötvös méréseinek pontosságát csak 1963-ban sikerült kb. 50-szeresével (plusz két tizedesjeggyel) növelni. [15] Amikor a Göttingeni Királyi Tudományos Társaság 1906-ban meghirdette a Benecke Alapítvány pályázati kiírását a gravitációs mérések pontosságának növelésére, azt az Eötvös és munkatársai által végzett mérések leírását tartalmazó pályamunka nyerte el, a 3400 márka pályadíjjal együtt. Az elvégzett munka során olyan pontossággal igazolták a súlyos (tömegvonzásból adódó) és tehetetlen (adott erő hatására történő gyorsulásból adódó) tömeg azonosságát, ami meg egyezett az akkor elérhető legnagyobb tömegmérési pontosság-



4. ábra. Az Eötvös-féle torziós inga egyik változata, az ún. kettős inga (amelynek két függőleges karja van)

gal. [16] Ez az eredmény kísérletileg is megalapozta az általános relativitáselméletet, amit 1915-ben Einstein dolgozott ki. [17]

A kifejlesztett igen pontos eszköz és a mérések kiértékeléséhez szükséges elméleti módszerek részletes kidolgozása után lehetővé vált a gravitációs állandó, valamint a földi nehézségi gyorsulás igen pontos meghatározása. Ez a pontosság lehetővé tette azt is, hogy a nehézségi gyorsulás változását a Föld felszínén 1 m-nél rövidebb felbontással meg lehetett határozni. A változás oka a föld mélyében rejlő egyenetlen tömegeloszlás. Ha egy adott területen jelentősen kisebb a nehézségi gyorsulás, mint körülötte, akkor ott kőolaj, illetve földgázkészletek lehetnek a föld alatt. Ha viszont nagyobb a nehézségi gyorsulás a környezetben mértnél, akkor ott nehezebb kőzetek (pl. kőso vagy fémérc) lehetnek a föld alatt. Emiatt a nyersanyagkutatásban felfedezése óta jelentős szerepet tölt be az Eötvös-féle torziós inga.

Mivel Eötvös eredményei alapján a nehézségi gyorsulás iránymenti változásának mérésére is lehetőség nyílt, ezért annak egy-egységét is róla nevezték el. A gravitációs gyorsulás SI mértékegysége a m s^{-2} ; ennek a távolság szerinti változását pedig a távolsággal osztott mértékegység, azaz s^{-2} adja meg. A Föld felszínén jól mérhető különbségek ennél sokkal kisebbek; ezek jellemzésére szolgál az 1 eötvös = 10^{-9} s^{-2} . (Az egység rövidítése: E.) A legnagyobb mérhető különbségek magas hegyekben fordulnak elő; ezek értéke elérheti a néhány száz eötvös értéket.

Eötvös egyik utolsó, gravitációval kapcsolatos eredménye az azóta róla elnevezett Eötvös-effektus felfedezése, amit először a tengeri hajókon végzett gravitációsgyorsulás-mérések elemzésével bizonyított. Ennek lényege, hogy a Földön a kelet felé haladó testek súlya csökken, a nyugat felé haladóké nő a nyugvó helyzethez képest. A jelenség magyarázata pedig az, hogy a gravitációs gyorsulás mérhető értéke a Föld vonzásának és a centripetális gyorsulásnak az eredőjeként áll elő. Mivel a Föld nyugatról kelet felé forog, ezzel szemben, keletről nyugat felé mozogva a centripetális erő kevésbé csökkenti a Föld vonzását, azaz nagyobb lesz a testek súlya, mint nyugatról kelet felé mozgás közben, amikor a centripetális erő jobban csökkenti a Föld vonzását,



mint nyugvó esetben. Ennek a jelenségnek egyszerű kísérleti bemutatására Eötvös nagyon szellemes berendezést épített, amit Eötvös-mérlegnek nevezünk. Ennek a mérlegnek a karjain viszonylag nagy, egyenlő tömegű súlyok vannak. Álló helyzetben a mérleg éppen ki van egyensúlyozva. Ha a mérleget forgó alaplathoz helyezzük és olyan körfrekvenciával forgatjuk, ami éppen megegyezik a mérleg lengési idejével, akkor a mérleg mozgása úgy áll be, hogy akkor mozog az egyik súly fölfelé, amikor az éppen keletről nyugati irányba mozdul (azaz könnyebb), miközben a másik súly nyugatról keletre mozogva nehezebb, mint állva. A megfelelő forgási frekvencia beállítása esetén így a mérleg addig fog növekvő amplitúdóval fordulatonként egyet lengeni, amíg a felfüggesztés és a légellenállás okozta csillapítás éppen egyenlő lesz a forgás okozta lengést növelő hatással. Az erről szóló közleményt Eötvös már a halálos ágyán írta; az csak posztumusz jelent meg, munkatársai szerkesztői közreműködésével. [18]

Eötvös Loránd sportteljesítményei

Eötvös Loránd lelkes természetjáró volt. Legkedveltebb kirándulóhelye a Dolomitok, ahol 16 éves korától az I. világháború kitöréséig szinte minden nyáron hosszabb időt töltött. Amikor Rolanda és Ilona lányai felnőttek, hármasan jártak oda hegyet mászni. A tudományos közélet mellett nemcsak politikai szerepet vállalt (kultuszminiszter), hanem nagyon aktív szerepe volt a magyar turistaélet szervezeti hátterének megteremtésében is. Többek között a Magyar Kárpát Egyesület Budapesti Osztályát is elnökölte. Egyik elnöki beszédében kifejti „hitvallását” a turizmusról: „Turista az, a ki útra kel azért, mert foglalkozásának egyformasága, gondjainak sokasága közepett álmaiban feltűnik előtte egy olyan szebb világ, melyben zöldebb a fű, kékebb az ég, magasabbak a hegyek, szebbek vagy különösebbek a házak, barátságosabbak az emberek, s a ki ez álomkép eredetijét fáradtságtól vissza nem riadva keresi – keresi, s mert hiszen e földön élünk, talán soha meg nem találja, de azért jó kedvét el nem veszti, hiszen örömet éppen ez a keresés teszi.” [19]

Nagyon eredményes hegymászói tevékenységét földrajzi nevek is őrzik, pl. az Északi-Dolomitokban egy 2837 m magas csúcs, a Cima di Eötvös (**5. ábra**), illetve a Déli-Dolomitokban a Croda da Lago hegyvonulat déli oldalán egy völgy, a Forcella di Eötvös. A leggyakoribb talliumásvány felfedezője, Krenner József mineralógus (Eötvös egyik fiatalkori nevelője) 1896-ban az ásványt Eötvös Loránd tiszteletére loránditnak nevezte. (Összetétele: TiAsS_2 .)

5. ábra. Az Eötvös-csúcs (Cima di Eötvös; 2837 m) a Cortina Dolomitok Cadini di Misurina hegyvonulatán



Az Európai Fizikai Társulat 2018-ban fizikátörténeti emlékhellyé nyilvánította a Trefort-kertben álló egykori Fizikai Intézetet, Eötvös Loránd kísérleteinek helyszínét



A hegymászó Eötvös – annak ellenére, hogy nem volt robusztus felépítése – a tiroli hegyekben szívós, nagy erejű és kitartó embernek számított. Sporthoz való viszonyáról árulkodik az is, hogy az idén alapításának 120. évfordulóját ünneplő BEAC sportklub első elnöke is ő volt. Amint korábban írtuk, pestlőrinci nyaralójából az egyetemre lovon járt be. Lovát ilyenkor abban a Nemzeti Lovardában hagyta, amelynek ő is tagja volt. Lányaival együtt kerékpározni is szerettek. Többször előfordult, hogy valamely munkatársával az egyetemről kora délután biciklikörútra indultak, néha egészen Budatétényig kerekézve, majd onnan visszatértek a munkába. Egy alkalommal két lányával egészen az Alpokig biciklivel mentek, igaz, nem Budapesttől, mert a túlzott anyai féltés miatt csak Fehérvárról mertek elindulni, ahová titokban előre küldték a bicikliket. [9]

Azt hiszem, Eötvös Loránd igazán megvalósította az antik költő, Juvenalis eszményét: *mens sana in corpore sano*.¹

IRODALOM

- [1] Fröhlich, I., Báró Eötvös Loránd emlékezete (1929) (elérhető: <http://mek.oszk.hu/02000/02054/html/eotv9.html>)
- [2] Eötvös, J., A XIX. század uralkodó eszméinek befolyása az államra (1849); újabb kiadása: Szépirodalmi Kiadó, 1981.(elérhető: <http://mek.oszk.hu/06600/06619/html/01.htm#49>)
- [3] Dávid, L., Nyugat, 1919. április 1.
- [4] https://nyugat.oszk.hu/html/szakirodalom_kronologia.htm; letöltve 2019. február 18.
- [5] Kovács, L., Eötvös Loránd, a tudós-tanár, Studia Physica Savariensis VIII, 2001.
- [6] Tangl, K., Vizsgálatok a kapillaritásról, a Matematikai és Fizikai Lapok Báró Eötvös Loránd Füzete, 1918.
- [7] Károlyházy, F., Fizikai Szemle (1998) 12. szám.
- [8] Ch. V. Eötvös Loránd báró, A Hét, (1905) XXV. évfolyam, 42/814. szám, 682–683.
- [9] Kiss, D. D., A természetszerető Eötvös Loránd; levéltári és kéziratári kutatások, Magyar Tudománytörténeti és Egészségtudományi Intézet, Budapest, 2017.
- [10] Eötvös L., Műegyetemi Lapok (1876) 1., 2–10.
- [11] Eötvös, R., Annalen der Physik und Chemie (1886) 27, 448–459.
- [12] Rokob, T. A., Láng, G. G., Electrochimica Acta (2005) 51, 93–97.
- [13] Láng, G. G., Interface Stress Measurements in an Electrochemical Environment, In: Klaus, Wandelt (szerk.) Encyclopedia of Interfacial Chemistry Surface Science and Electrochemistry, 1st Edition, Elsevier, New York, Amsterdam, London, Tokyo, 2018. 95–206.
- [14] Varga I., Keszthelyi T., Mészáros R., Hakkel O., Gilányi T., J. Phys. Chem. B (2005) 109, 872–878.
- [15] Roll, P. G., Krotkov R., Dicke R. H., Annals of Physics, (1964) 26, 442–517.
- [16] v. Eötvös, R., Pekár, D., Fekete, J., Ann. Phys. (1922) 373, 11–66.
- [17] Einstein, A. Zur allgemeinen Relativitätstheorie, Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften (Berlin), (1905) 778–786.
- [18] Eötvös, R., Annalen der Physik, (1919) 59, 743–752.
- [19] Eötvös Loránd elnöki megnyitó beszéde a Magyar Kárpát Egyesület Budapesti Osztályának 1891. február 14-i ülésén. Idézi [9]; megjelent a Herkules c. újság 1891. évi 9. (máj. 1.) számában.

¹ A latin mondat jelentése: Egészséges testben egészséges szellem. Szokásos magyar változata: ép testben ép lélek.



Haja Dóra Zsófia

■ Tóth Árpád Gimnázium, Debrecen

Nyomozás kémiaórán*

„A közvélemény viszonya a tudományhoz jelenleg ellentmondásos. Egyrészt természetesnek veszi az életszínvonal javulását, amelyet a tudomány és a technika újabb eredményei tesznek lehetővé, másrészt viszont viszont bizalmatlan a tudománnyal szemben, mert nem érti azt.”

(Stephen Hawking)

A közelmúltban hunyt el Stephen Hawking angol elméleti fizikus, aki nem csupán kiemelkedő szakmai sikerei által ismert, hanem azon kevés tudós közé sorolható, akinek a laikusoknak szóló ismeretterjesztő munkássága is jelentős. Nagyon magával ragadott fenti idézete a tudomány kettősségéről, mert gyakran én is úgy érzem, hogy a tudományokkal szemben egyfajta ellenérzés van az emberekben, és ez igaz a saját korosztályomra is. Kevés diák jelöli meg kedvenc tantárgyának a fizikát és a kémiát. A felnőttkori tanulás kapcsán ma már közismert, hogy az eredmény elérését a közvetlen, konkrét tapasztalatszerzés nagyban elősegíti. Bár mi még nem vagyunk felnőttek, de szerintem az élményalapú tanulás az én korosztályomnál is segítené a természettudományok megszeretését.

A televízióban az elmúlt évek során megnőtt az olyan sorozatok száma, amelyek valamilyen bűnügyet próbálnak megoldani fizikai törvények, kémiai reakciók segítségével (pl. NCIS, CSI: New York-i helyszínelők, CSI: A helyszínelők, Dr. Csont). A felmérések szerint ezek a fiatalok legkedveltebb műsorai közé tartoznak. A helyszínelők munkáját bemutató sorozatok napjainkban egyre népszerűbbek, azonban sok esetben vajmi kevés közülük van a valósághoz, vannak bennük olyan dolgok, amelyek a fantázia világába vezetnek. A szereplők mindig tudják, mi a dolguk, a technika, a logikus gondolkodás és helyzetelemzés segítségével „45 perc alatt” megoldják az esetet, aminek részese lehet a néző is. A laborokban találunk spektrofotométert, UV-lámpát, elektronmikroszkópot, hazugságvizsgálót; tudnak DNS-vizsgálatot végezni, és a legújabb informatikai szoftverekkel hasonlítják össze az ujjlenyomatokat, fényképeket. Nem véletlen, hogy hosszú ideje nagy népszerűségnek örvendenek ezek a műsorok, és hétről hétre a képernyő elé csalogatják a nézőket. Talán meglepő, hogy a bűnügyek iránti érdeklődésünket az evolúciónak köszönhetjük. Már az ősember is kíváncsi volt arra, mi történik a szomszédos barlangban, és amikor a medve felfalta az ott lakókat, tanult belőle, hogy ne váljon ő is áldozattá. A krimi felnőtteknek szóló mese. Igen, valóban mese, hiszen azok a dolgok, amik ezekben a sorozatokban történnek, gyakran távol állnak a valóságtól. Számomra ezeknek a sorozatoknak az üzenete a tudomány eredményeinek hasznosítása. Az órákon motivációs lehetőségként életszerű, mindennapi példákat hozhatunk, amelyekkel esetleg a

kedvenc sorozataikban is találkozhatnak a társaink, felkelthetjük egymás érdeklődését, és így könnyebben elsajátítjuk a tananyagot.

Laborlátogatás

Pályamunkám elkészítése során látogatást tehettem a Debreceni Egyetem Igazságügyi Toxikológiai Laboratóriumában, ahol Posta János laborvezető, igazságügyi toxikológus szakértő vezetett körbe és mutatta be a labor működését. Az intézetben vér- és vizeletmintákból a legfontosabb kábítószer-családok (ópiátok, kokain, THC, amfetamin-származékok, methadon és új pszichoaktív szerek) mellett barbiturátok, benzodiazepin-származékok, triciklikus antidepresszánsok, szerves foszfát-tartalmú és egyéb permetezőszerek, valamint alkoholok kimutatása folyik.

A toxikológiai vizsgálat első lépése, hogy a betegtől vagy áldozattól mintát vesznek. A tényleges elemzés megkezdése előtt a mintát különböző eljárásoknak kell alávetni, hogy a benne található mérget kivonják és megtisztítsák. A mérge kivonását az anyag tulajdonságaitól függően végezhetik szerves oldószerekkel – például éterrel vagy kloroformmal – vagy szilárd fázis-kivonással (adszorben) anyaggal, például kovasavval.

A kromatográfia a mintában jelen lévő összetevők szétválasztására használt módszer, melynek segítségével azonosíthatják a különféle mérgeket. Sokféle eljárást ismerünk, valamennyi azon az elven alapul, hogy az egyes összetevők eltérő kémiai összetételük következtében más és más sebességgel haladnak át az adszorben közegen. Manapság a kromatográfiát a tömegspektrometriával kapcsolják össze. A tömegspektrométer olyan készülék, amely a kromatográfból kikerülő molekulákat elektronokkal bombázza. A kezeléssel ionizálják, azaz elektromos töltéssel rendelkező részecskékké alakítják az összetevőket. A tömegspektrométer tömegük alapján szétválasztja a gázállapotú ionizált molekulákat és töredékeiket (fragmenseiket).

A betegellátásban nemcsak a Debreceni Egyetem klinikai számára végeznek toxikológiai analíziseket, hanem más, külső egészségügyi intézmény (pl. Budapest, Kenézy Kórház, nyíregyházi kórház stb.) megbízatásait is teljesítik. Az országban egyedülként, folyamatos, 24 órás készenléttel segítik a mind hatékonyabb és színvonalasabb ellátást. Közel 300, toxikológiai szempontból figyelmet érdemlő vegyület analízisére kerül sor rutinszerűen.

A toxikológiai vizsgálatok között fontos helyet foglalnak el a hatóságok (rendőrség, ügyészség) részére készülő analízisek élő és holt személyek, illetve bűnjelek esetében. Mindezen feladatok mellett a tudományos munkában is hatékonyan részt vesznek. A toxikológiai laboratórium nemzetközi kísérletben kutatja alkoholok, kábítószer, gyógyszerek, új pszichoaktív szerek kimutatását.

*Az MKE Hajdú-Bihar Megyei Szervezete által meghirdetett Dr. Kónya Józsefné Emlek-pályázat fődíjas dolgozatának szerkesztett, kismértékben rövidített változata (felkészítő tanár: Hotziné Pócsi Anikó).



Nyomozás a kémia segítségével

A természettudományok közül a kémia központi szerepet játszik a különféle bűnesetek felderítésében. Az egyre elterjedtebb műszeres analitikai vizsgálatoknak köszönhetően a bűnügyi technológus gyakran csak beteszi a gépbe a mintát – ahogy azt a CSI-sorozatoknál is láthatjuk –, és a számítógép pillanatok alatt megjeleníti az eredményt, a vizsgált anyag pontos összetételét.

A 20. század során rengeteg olyan módszer fejlődött ki, amelyek segítségével korábban elképzelhetetlen eredményeket produkálnak a nyomozók munkáját segítő szakértők. A DNS-vizsgálatok révén rendkívül nagy valószínűséggel megállapítható, kié a helyszínen talált hajszál, vérfolt vagy nyál minta. A legforradalmibb eredmények közé tartozik, hogy ma már olyan módszereket használnak, amelyekkel nemcsak hogy kevés mintából is nagy pontossággal tudnak méréseket végezni, de a bizonyíték gyakorlatilag sértetlen állapotban megőrizhető.

A műszerek azonban nem szorították ki teljesen a „rég” módszereket. Ennek oka, hogy ezekre gyakran van szükség; gyorsan, egyszerűen működnek; nem szükséges a helyszínrre szállítani a drága és nehéz berendezéseket, így különösen gyakori használat esetén költségkímélőbbek (például ha meg kell mondani, hogy egy minta lehet-e vér, vagy ha nagyobb felületen kell biológiai eredetű anyagnyomokat keresnünk). A továbbiakban ezekből a módszerekből szeretnék bemutatni néhányat.

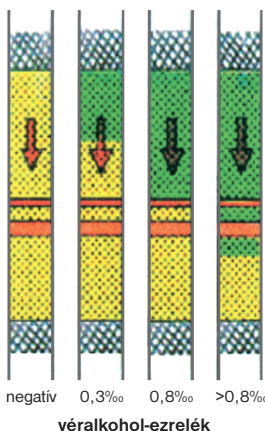
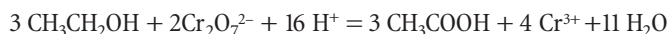
A kémiai elven alapuló alkoholszondák

Az alkohol a szerves kémiai vegyületek egy teljes osztályát jelöli, de köznyelvi értelemben etil-alkoholt vagy más néven etanolt (C_2H_5OH) jelent. Az alkohol olyan anyag, amely nagyon gyorsan (percek alatt) a véráramba kerül, de hosszú ideig tart, míg elhagyja a szervezetet. Az alkohol kétféle módon távozik a szervezetből: a legnagyobb része – több mint 90%-a – a májban az anyagcsere folyamán ecetsavvá alakul, mely ezután szén-dioxid-dá és vízzé oxidálódik. Nagyjából 2–5%-a a vizelettel választódik ki. Némely alkohol a tüdőn át ürül, amikor a vérrel eljut a tüdő légcsőhálójaiba. Emiatt az alkohol kimutatható a leheletből is, és a különböző légzésanalizátorok, „szondák” használatával így meghatározható, hogy egy személy alkoholos befolyásoltság alatt áll-e.

A kémiai elven alapuló alkoholszondát (Nagy–Zsigmond-féle alkoholszonda) a debreceni Igazságügyi Intézetben dolgozták ki, és a mérési eljárást 1953 óta alkalmazzák. Az alkoholszonda voltaképpen kis üvegcső, amelybe a vizsgált személy belefúj. A cső 50%-os kénsavban oldott, híg kálium-kromátot tartalmaz. Az üvegcsőben található anyag az alkoholgőz hatására elszíneződik: a keverékben található sárga kálium-kromát az alkoholgőz hatására zöld króm(III)ionná alakul. Minél töményebb az alkoholgőz, annál hosszabb lesz az elzöldült rész a szondában. Ez a szonda csak egyszer használható. A kémiai alkoholszondás mérés számos hibalehetőséget hordoz. Például egy cukorbetegnél tévesen pozitív eredményt adhat. Ez akkor fordul elő, ha a cukorbeteg nem kapott elég inzulint, így a szervek megkezdtek lebontani a zsírt, és a felszabaduló acetone lép reakcióba. A kémiai alkoholszondát ma már csak szűrővizsgálatra használják, mivel elszíneződése nem bizonyítja hitelet érdemlően az alkoholfogyasztást. A negatív eredmény ugyanakkor kizárja az alkoholos befolyásoltság fennállását.

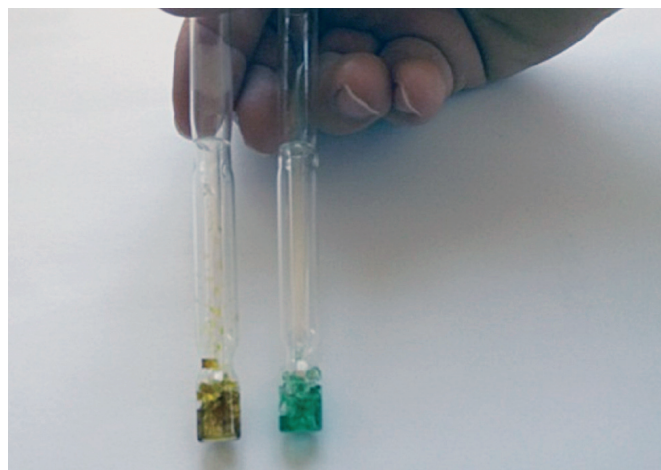
Az alkoholszonda működésének lényege az a redoxreakció, amely a narancssárga színű *bikromátionok* és az etanol között játszódik le. A bikromátionban lévő króm +6-os oxidációs álla-

potból zöld színű Cr^{3+} -ionná redukálódik, miközben az etanol ecetsavvá oxidálódik. A végbemenő reakció egyenlete:



Értékelő skála a véralkoholszint megállapításához

A toxikológiai laboratóriumban elvégezhettem a tesztet. A negatív tesztet én fújtam, a pozitív tesztet etil-alkoholt használtunk, amiből pipettával egy cseppet kicseppentettünk.

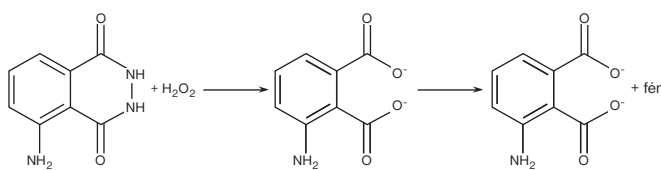


Bal oldalon a negatív, jobb oldalon a pozitív eredményt mutató szonda

Luminol-teszt

Bűntények kiderítésekor gyakran használnak a nyomozók olyan anyagot, amely reakcióba lép a szabad szemmel láthatatlan véryomokban a hemoglobinnal, ami így láthatóvá válik. A sorozatokban láthatjuk, ahogy a luminolt tartalmazó oldattal befújt felületen kékes fénnel kirajzolódnak a vérre gyanús szennyeződés szabad szemmel láthatatlan nyomai. A reakció során kialakuló anyag a többletenergiajától fény kisugárzásával szabadul meg. A luminolt (3-amino-ftálsav-hidrazid, $C_8H_7N_3O_2$) tartalmazó oldatot hidrogén-peroxiddal keverik össze, és ezt a keveréket szórják rá a tethelyen azokra a területekre, ahol véryomokat gyanítanak. A hemoglobin vastartalma katalizátorként működik: fel-

A luminol-teszt során végbemenő reakció





gyorsítja a reakciót a hidrogén-peroxid és a luminol között, miközben a keletkező új anyag (3-aminoftalát) fényt sugároz ki. Így láthatóvá válnak azok a területek, ahol vér került a padlóra vagy a bútorokra. Luminol helyett fluoreszcein-oldat is használható. A fénykibocsátás mintegy fél percre tart, persze a szabad szemmel való észleléshez viszonylag sötét helyen kell lenni.

A módszer gyorsan, a helyszínen végrehajtható, nem szükséges hozzá laboratóriumi eszközök. A beszáradt vagy alvadt vérben több a hematin, mint a frissben, ezért ezek kimutatása igen kicsi mennyiségben is lehetséges, így igen gyakran akár egy alaposabb tisztítást követően is kimutathatók a vérfoltok maradványai. A módszer hátránya, hogy nemcsak a hematin van katalitikus hatással a folyamatra, hanem egyes réztartalmú anyagok is. Mi több, a háztartásokban gyakori hypo (amely nátrium-hipoklorit lúgos oldata) is mutathat ilyen jelenséget. Tehát ha valaki vérfoltot hypoval akar eltávolítani, a luminol-teszben általában a teljes hypoval kezelt felület világítani kezd. Így ilyen esetben a vérnyomok már nem láthatók, mert elfedik őket a tisztítás általában sokkal kiterjedtebb nyomai. Egyes növényi peroxidázok is adják a reakciót. Vér helyett tormával is tehetünk próbát!

Egyszer a miami helyszínelők egy buzgó munkatársa sok luminolt fújt a bizonyítékul szolgáló ruhadarabra. Így a nyomozók munkáját tanulmányozó fotóriporter gyönyörű, éles, fényképeket készíthetett, az eset mégsem vált dicséretre barátunknak, mert kiderült, hogy a rengeteg luminol tönkretette a bizonyítékot: a rajta lévő DNS-t felszabdalta, alkalmatlanná téve ezáltal a genetikai vizsgálatra. Való igaz, hogy ha genetikai vizsgálatnak szeretnénk alávetni a nyomot, először kell mintát venni, és csak ezután kezelni luminollal a felületet, és fényképezni, hogy pontosan meghatározhassák a vérfoltok helyét. A luminol ugyanis reakcióba lép a vér fehérjéivel, és roncsolja a DNS-t is.

A vérről való szennyeződést követően egyértelműen látszik a pozitív reakció, de ha egy kicsit jobban megnézzük a tesztet illusztráló ábrát, a lefolyó bal oldalán már a kísérlet előtt is látszik egy halvány kékes elszíneződés. Ezt a reakciót a laborban korábban vizsgált minták adták. Bár a laborban dolgozók a csapot természetesen alaposan kitakarítják, a halvány pozitív reakció mégis meg erősíti bennünk a korábbi szennyeződés gyanúját.

Titkosírás

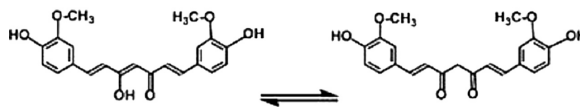
A diákok sok filmben találkozhatnak olyan üzenetekkel, amelyek egy idő után megsemmisítik magukat (pl. James Bond, Harry Potter és a Titkok Kamrája). Számos

kémiai kísérletet lehet bemutatni, ha titkosírást szeretnénk láthatóvá tenni. A titkos üzenetek alapja, hogy a tinta színe eltűnik, vagy épp láthatóvá válik, ha egy másik anyaggal bevonjuk a papír felületét.

Számos kémiai kísérlet alkalmas a titkosírás megjelenítésére.

Kurkuma és szódabikarbóna

A kurkuma az indiai konyhában jártasoknak ismerős lehet, a híres curry alkotórésze. A kurkuma festékanyaga a kurkumin, a kurkuminoidok polifenolvegyületek, melyeknek a sárga színt kö-



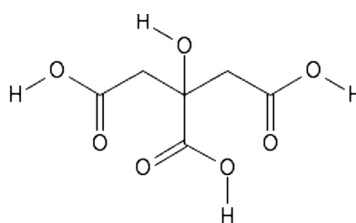
A kurkumin reakciója lúgos közegben



Titkosírás feloldása kurkuma-oldattal

szönheti. Kísérletem során a kurkumin kiváló pH-indikátorként működik, ezáltal képes a „titkosírás feloldására”. A szódabikarbóna (nátrium-hidrogénkarbonát, NaHCO_3) enyhén lúgos, jól oldódó só. Szódabikarbóna-oldattal, egy ecset segítségével írtam tetszőleges szöveget egy papírlapra. A szódabikarbóna-oldat átlátszó színű, így azt tapasztaltuk, hogy a korábban láthatatlan írás láthatóvá vált. Ennek oka a már említett kurkumin, amely lúgos közegben megbarnul, vörössé válik.

Citromlé melegítése, ahol a citromlé szerves anyagai elszéneseznek



A citromsav szerkezeti képlete



Kísérlet a citromlé melegítésével

Luminol-teszt – vérről való szennyeződés előtt és után





Réz-szulfát-oldat és ammóniagáz

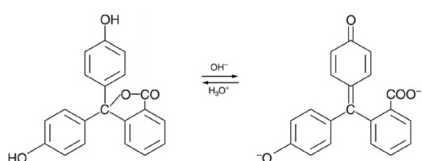
A réz(II)-szulfát vizes oldatának kék színe nagyon jellegzetes. A vízmentes réz(II)-sók fehérek, de vizes oldatokban $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ -ionok (hexaakva-réz(II)-ionok) vannak, melyek színesek. Az ammóniaoldatot melegítve gáz halmazállapotú ammónia keletkezik, ami reakcióba lép a réz(II)-ionokkal és sötétkék színű $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ -ionokká (réz(II)-tetraamin-ionok) alakulnak.

Keményítő és Lugol-oldat (kálium-jodidos jódoldat)

A keményítő poliszacharid, általános képlete: $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$, ahol n 100-as nagyságrendű. A keményítő vizes oldatában α -hélix szerkezetű molekulákból álló amilóz található. A hélix belsejében megkötődő – eredetileg a Lugol-oldatban barna színű – jódmolekula elektronfelhője torzul (polarizálódik), így megváltozik a gerjeszthetősége, és kék színt látunk.

Nátrium-hidroxid-oldat és fenolftalein

A fenolftalein $\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$ összegképletű szerves vegyület. Gyakran alkalmazzák sav-bázis indikátorként sav-bázis titrálásoknál. A fenolftalein sav jelenlétében színtelenre, bázis jelenlétében lilára/rózsaszínre változik. Így nátrium-hidroxid-oldatban is lila lett.



A fenolftalein
(3,3-bisz(4-hidroxifenil)-
1(3H)-izobenzofuranon)
sav és bázis jelen-
létében



Fenolftalein
bázis
jelenlétében

A kémia népszerűsítésének lehetőségei a diákok körében

Számos olyan kezdeményezés van, ami segíthet a kémia népszerűsítésében, ilyen a Kutatók Éjszakája programsorozat (Látványos kémiai kísérletek, Helyszínelők).

A „Látványos kémiai kísérletek” bemutató során a többéves tapasztalat alapján a közönség által leginkább kedvelt „szagos, hangos és színes” reakciókat mutatják be.

A „Helyszínelők” program pedig nyomozásra invitálja az érdeklődőket, ahol a Helyszínelők sorozatból ismert technikákkal valódi laborkörülmények között mutatják be, hogyan használható a tudomány az életben is.

Szintén hasznos a Laborkaland online kémiaverseny, ami 2014-ben indult. Az elmúlt években már eddig is számtalan érdekes feladattal igyekeztek felhívni a figyelmet a kémia mindennapi hasznára: kiderült, mi történik a görögdinnyével, ha tengervízben hűtjük, miként válhatnak a konyhai zöldségek indikátorokká, hogyan

főzzük a legjobb tésztát, miért lyukas a sajt, milyen módon tudunk fagyaltot készíteni mélyhűtő nélkül, a legkitartóbbak pedig még az aranycsínálás titkát is megismerték. Az idén nyomozásra várták a középiskolás diákokat, akiknek a kémia segítségével kellett utánajárniuk rejtélyes eseteknek: járványoknak, szennyezéseknek, különös megbetegedéseknek, bűnügyeknek.

Debrecenben az AGORA tudományos élményközpont ad otthont 2016 szeptemberétől a BASF ismeretterjesztő programjának. A BASF *Chemgeneration* interaktív tudományos programját arra tervezték, hogy népszerűsítse a 14–18 éves, középiskolás diákok körében a kémiát, és segítse őket annak megértésében, hogy a természettudományok miként járulhatnak hozzá a fenntartható fejlődéshez. A *Chemgeneration* program kísérleteiben a diákok újrahasznosítják a papírt, olyan rendszereket hoznak létre, melyek szűrnek szennyezett vizet, fém-elektrolízist végeznek, valamint bebizonyítják, hogy vannak olyan műanyagtípusok, amelyek mindössze néhány héten belül lebonthatóak.

Ezenkívül az élményközpontban nyári táborokat is szerveznek, ahol egy hét alatt bepillantást nyerhetünk a fizika, kémia, biológia, környezettudomány és csillagászat rejtelmeibe.

A síófoki Perczel Mór Gimnázium tanulói segédlete (Biológia munkafüzet – tanulói kísérletgyűjtemény) szintén egy bűnügyi novellán vezeti végig a diákokat, 12 kísérlet segítségével.

Összefoglalás

Pályamunkámmal szeretném felhívni a figyelmet arra, hogy hogyan használható a tudomány az életben is, hiszen a kémia nem csak táblára felírt képletek, vízben elkevert jód és móltömeg-számítás. Fontos, hogy amit az iskolában megtanulunk, a gyakorlati életben is kamatoztatható legyen.

A bűnügyi esetek fellejtésével fel tudjuk hívni a figyelmet az egyes vegyi anyagok ártalmaira és körültekintő alkalmazására, vagy éppen leránthatjuk a leplet az irreálisan körülrejtett élelmiszer-adalékokról (E-számokról), hogy ezek gyakran nagyon is közönséges anyagok, és többnyire nem veszélyesebbek, mint a háztartásban megtalálható egyéb vegyszerek. Szerintem a diákok sokkal nagyobb lelkesedéssel vágnak bele a tanulásba, ha látják a célját. Például ha egy bűntettelt kell kinyomoznom, be kell bizonyítanom a bűnösséget, vagy ki kell zárnom valakit a gyanúsítottak közül. Mindeközben fejlődik a logikai gondolkodás, az információ feldolgozásának képessége is, a kísérletezés során javul a kézügyesség, megfigyelőképesség és kommunikációs képesség.

Bevezetőmet Stephen Hawking szavaival kezdtem, szeretném egy másik nagyon inspiráló gondolatával befejezni a pályamunkámat: „A tudás legnagyobb ellensége nem a tudatlanság, hanem a tudás illúziója.”



Köszönetnyilvánítás. Szeretném megköszönni Posta Jánosnak a toxikológia világába való rendkívül izgalmas bevezetést, illetve, hogy lehetővé tette számomra a laboratórium meglátogatását, a kísérletek elvégzését. Hálás vagyok Hotziné Pócsi Anikó tanárnőnek, hogy pályamunkám készítésében támogatott, ötleteivel színesebbé tette a munkámat, illetve köszönöm osztálytársaim, Kiss Kamilla, Szabó Lili, Vámosi Anna és Gólya István segítségét az iskolai kísérletek elvégzésében.

IRODALOM

- [1] Koppányné Mátrai-Vozár Hajnalka: Nyomozások fizika és kémia órán, Szegedi Tudományegyetem, Szakdolgozat, 2009.
- [2] <http://forensic.unideb.hu/hu/igazsagugyi-toxikologia-laboratorium>
- [3] Biológia munkafüzet, Tanulói kísérletgyűjtemény-munkafüzet az általános iskola 8. osztálya számára, A Síófoki Perczel Mór Gimnázium tanulói segédlete
- [4] Erzinclioglu, Dr. Zakaria. Helyszínelők: A törvényszéki vizsgálatok képes útmutatója. Pécs: Alexandra, 2006.
- [5] <https://www.laborkaland.hu/>
- [6] <http://www.agoradebrecen.hu/>



TÚL A KÉMIÁN

Erkölcös és erkölcstelen szándékok

Az emberi kultúrák jelentősen különböznek abban, hogy az erkölcsi ítéletek során mennyire tartják fontosnak egy-egy ember tényleges szándékait. Egy ezzel foglalkozó elmélet szerint az ilyen különbségek forrása az, hogy az egyes társadalmak más-más jelentőséget tulajdonítanak a cselekvők mentális állapotának. Az elmélet tesztelése céljából Fidzsin, a Yasawa szigeten élő iTaukei népcsoporton belül végeztek pszichológiai kísérleteket: a korábbi ismeretek szerint az ő számukra egyáltalán nem természetes az, hogy mások szándékait figyelembe vegyék. Ennek megfelelően az iTaukeik súlyosabbnak ítélték meg azokat az eseteket, amikor valaki akaratlanul kárt okozott, mint azt, ha egy rossz szándékú ember ártani akart társának, de sikertelen maradt. A kísérlet második felében ugyanazon résztvevők figyelmét felhívták arra, hogy a szereplők mentális állapotára és gondolataira is összpontosítsanak: ekkor megfordult a sorrend. A példa nagyon jól demonstrálja, hogy ugyan a nyugati kultúrákban a jogi és erkölcsi rendszerekben a szándék megítélése rendkívül fontos, de ez egyáltalán nem természetes sajátja az emberi gondolkodásnak.

Cognition 182, 95. (2019)



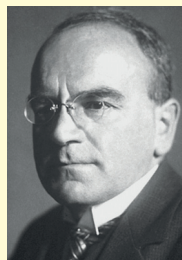
Terjeszkedő termokrómia

A termokrómos anyagok színe a hőmérséklet változtatásával szabályozható. Nemrégiben lényegesen sikerült bővíteni a színpalettát: erbium-gallium-oxidot ($\text{Er}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$) különböző $3+$ töltésű átmenetifém-ionokkal (króm, mangán, vas, kobalt) dópolva a szobahőmérsékletű színek szép változatosságot mutatnak. 460°C -ra melegítve mindegyiküknek jelentősen megváltozik az árnyalata, majd lehűtve visszaáll az eredeti állapot, vagyis a színváltozás teljesen reverzibilis. Az alapvegyület hőstabilitása igen jó, ezért ezen anyagok új felhasználások felé nyithatnak utat: konyhai edények vagy autók hőmérsékletjelző szerkezeti anyagaiként is felhasználhatók majd.

Chem. Mater. 31, 1048. (2019)



CENTENÁRIUM



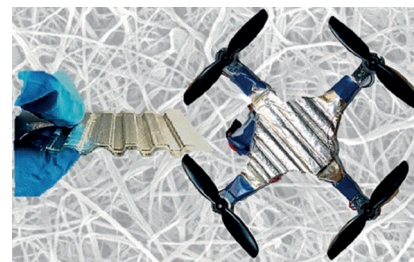
Heinrich Wieland: Über küpenartige Reduktionsprodukte der Triphenyl-methan-Farbstoffe *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft* Vol. 52, pp. 880–886. (1919. május 10.)

Heinrich Otto Wieland (1877–1957) német kémikus volt. 1927-ben Nobel-díjat kapott az epesavak tanulmányozásáért. Pályafutása nagy részét Münchenben töltötte, az első világháború alatt viszont Fritz Haber vezetése alatt dolgozott vegyi fegyverek kifejlesztésén: ő állította elő elsőként a ma adamzítanak nevezett ingerlő harcanyagot, illetve kidolgozta a mustárgáz új szintézismódszerét is.

Szerkezeti drónelemek

Elsősorban drónok repülési idejének meghosszabbítására alkalmas az az új anyag, amely az emberi szervezetben megtalálható porcok felépítésének másolásával készült el egy amerikai egyetemen. A drónokban az elektromos motort természetesen elemek táplálják, így a tömeg jelentős csökkenését eredményezi, ha az elem elektrolitja egyben a drón szerkezeti anyaga is. Ilyen anyagokat nem könnyű készíteni, mert a jó szilárd elektrolitok mechanikai tulajdonságai általában nem megfelelőek erre a célra. Ha azonban aramid nanoszálakat (ezt az anyagot a kereskedelemben leginkább kevlar márkanéven árulják) kevernek össze megfelelő arányban polietilén-oxiddal, akkor a cinkionok számára könnyen átjárható, igen szilárd és mégis könnyen alakra formálható kompozit keletkezik. Ez a stratégia más készülékek esetén is sikeres lehet, ahol nagy jelentősége van a minél kisebb tömegnek.

ACS Nano 13, 1107. (2019)



PERIÓDUSOS KÜLÖNLEGESSÉG



Ha észrevétele vagy ötlete van ehhez a rovathoz, írjon e-mailet

Lente Gábor rovatszerkesztőnek: lenteg1206@gmail.com.

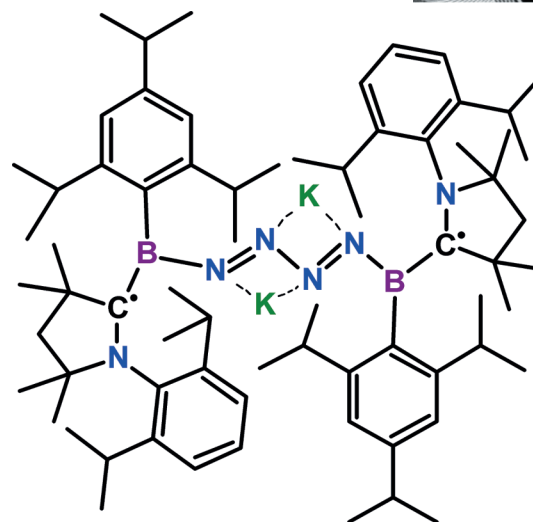
A rovatszerkesztő korábbi írásait is tartalmazó blog elérhető a következő internet-oldalon: http://lenteg.ttk.pte.hu/ScienceBits/index_magyar.html



A HÓNAP MOLEKULÁJA

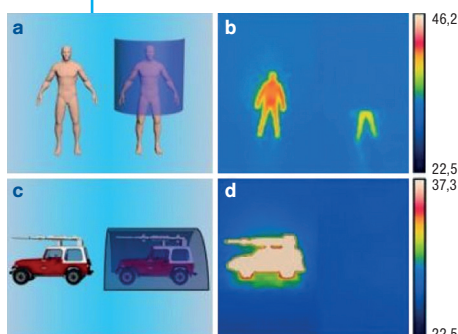
Az ábrán bemutatott vegyület ($C_{70}H_{108}B_2K_2N_6$) két nitrogénmolekula redukív kapcsolódása révén jön létre megfelelő körülmények között. A három N–N kötés hossza nagyon hasonló benne, 133 és 135 pm között van mindegyik; ez a szokásos egyszeres és kettős kötéstávolság között van. A kristallográfiai adatok szerint a B–N kötésnek is van valamennyi többszörös jellege, itt a kötés-hossz 144 pm. A vegyület erős bázis, vízzel a káliumot már nem tartalmazó savi forma könnyen előállítható.

Science 363, 1329. (2019)



Infrabújócska kevlárral

A drónreptetők mellett az aramid (vagy kereskedelmi nevén kevlár) azok számára is hasznos lehet, akik infrakamerák képen szeretnének láthatatlanok maradni. Az efféle „rejtőköpeny” prototípusa már el is készült, s a korábban hasonló célra készített köpenyeketől eltérően nem szükséges hozzá áramforrás. A drónelemekben lévő polietilén-oxiddal szemben eb-



ben az alkalmazásban polietilén-glikolt használtak ahhoz, hogy az aramid nanocsövekkel kompozitot képezzenek. Az így elkészített anyag hajtogatható, s már vékony rétegben is kitűnő hőszigetelő. A működési mechanizmust is felderítették: a kristályos polimer elnyeli az infravörös sugarakat, közben amorffá válik, majd a hőmérséklet változása nélkül meg tud szabadulni a fölös energiától, s így újra kristályossá alakul.

ACS Nano 13, 2236 (2019)

Rézvisszanyerés golyósmalomban

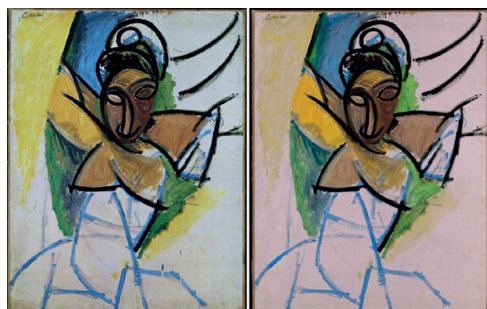
Egy golyósmalom nem tűnik különösebben szelektív eszköznek a kémiában, mégis nagyon hasznos lehet a régi áramköri elemekben lévő réz visszanyerése során. A közelmúltban ugyanis kínai kémikusok kidolgoztak egy olyan eljárást, amely során először aprítják az áramkórdarabokat, majd golyósmalomba helyezve káliumperszulfáttal együtt porítják tovább négy órán át. A folyamat végén vizet adva az elegyhez a réz jelentős része (több mint 99%-a) réz(II)-szulfátként feloldódik és kristályosítással nagy tisztaságban kinyerhető. Az újonnan kidolgozott eljárás környezetvédelmi szempontból lényegesen kedvezőbb a jelenleg használatos alternatíváknál, amelyeknek általában nagyobb a vegyszerigénye és mérgező gázok kibocsátásával is járnak.

Environ. Sci. Technol. 53, 2748. (2019)



Méretfüggő Picasso-fakulás

Pablo Picasso *Avignoni kisasszonyok*ként emlegetett korszakában festett egy *Nő* című, nagyjából 120×90 cm-es képet, amely



ma a bázeli Beyeler Alapítvány Picasso-gyűjteményében tekinthető meg. A kép vizsgálatkor azt tapasztalták, hogy a bal felső sarokban használt sárga festék 1965 és 2019 között teljesen kifakult, míg a kép többi részén lévő, eredetileg ugyanolyan árnyalatú sárga részek megőrizték színüket.

Adná magát a következtetés, hogy a mester két különböző festéket használt, de a részletes vizsgálatok ezt nem igazolták. Fotolumineszcencia-spektroszkópiás eredmények szerint mindenhol kadmiumsárga (vagyis CdS) a színt okozó anyag, csak a részecskeméret különbözik: a ma is sárgán tündöklő részek nagyobb festékszemesceket tartalmaztak, míg a kifakult részekben lévő CdS-darabkák kisebbek. Független kísérletekben azt is sikerült igazolni, hogy a méretkülönbség nemcsak a kifakulás sebességét befolyásolja, hanem más fotokémiai folyamatokét is.

Anal. Chem. 91, 3421. (2019)



Ütközési elemhatáskeresztmetszet

A szén, a nitrogén és a kén a földi élet alapelemei. Ezért is feltűnő, hogy relatív mennyiségük bolygónkon nagyon eltér attól, ami Naprendszerünk más hasonló égitesteit (földszerű bolygóit, törpebolygóit vagy kisbolygóit) jellemzi.

Egy új, kísérleteket és elméleti számolásokat ötvöző tanulmányban nagy lépést tettek az eltérés okának megértése felé. A kutatások során azt vizsgálták, hogyan módosul a földkéregben mérhető szén:nitrogén arány az elképzelt proto-Föld belsejében lévő kén tartalom változtatásának hatására. Hatalmas számú szimuláció elvégzése után azt kapták, hogy ha a Naprendszer keletkezésének hajnalán a Földre egy kénben gazdag, nagyjából Marssal megegyező méretű másik égitest ütközött, akkor éppen a jelenleg tapasztalt szén:nitrogén arány alakul ki a földkéregben. Korábban is feltételezték már ilyen ütközést: a ma legelfogadottabb elméletek szerint a Hold is így szakadt ki a Földből.

Sci. Adv. 5, eaau3669. (2019)

Oktató- és kutatómunkája mellett a tudományos közéletnek is jelentős szereplője volt. Egyik alapító tagja a Textilipari Műszaki és Tudományos Egyesületnek, amelynek 1974-től 1985-ig elnöke, majd tiszteletbeli társelnöke volt. 1980 és 1982 között a Kolorista Egyesületek Nemzetközi Szövetségének elnöki, majd alelnöki tiszttét töltötte be. Számos más hazai és külföldi szakmai testület tagja volt. Az MTA Szál- és Rosttechnológia Bizottságának több cikluson át elnöke volt. Az Akadémia Makromolekuláris Kémiai Bizottságának tagjaként is tevékenykedett, és ezen belül alapító elnöke volt a Természetes Polimerek Munkabizottságnak. Az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság, a Tudományos Minősítő Bizottság munkájából is kivette részét, sőt a Kossuth-díj, majd az Állami Díj kitüntetések javaslattevő bizottságában is részt vett. Szerteágazó teendői mellett maradt ideje, hogy megszervezze és vezesse a BME Vegyész-mérnöki Kara és a Beilstein Institut kö-

zötti több mint tíz évig tartó szerves kémiai témájú, sok közreműködőt igénylő, valamint a kar Varga József Alapítványának jelentős gazdasági előnyökkel is járó kooperációt.

Elismert, munkatársai által tisztelt vezető volt. Mindig megtalálta a módját, hogy motiválja munkatársait. Nem utasított, hanem csak kért, nagy ritkán „nyomatékosan” kért. Sohasem a saját, hanem a közösség érdekeit tartotta szem előtt. Életének utolsó éveiben csaknem teljesen elvesztette látását. Soha nem panaszkodott. Mindig maradt ideje a személyes megbeszélésekre, konzultációkra. A vele folytatott beszélgetések során vagy az értekezleteken hallott hozzászólásaikor mindig rácsodálkoztunk intelligenciájára, jól felépített, kristálytisztá mondataira, amelyek hihetetlen bölcsességet tükröztek.

Emlékét kegyelettel megőrizzük. Nyugodjék békében!

Vig András és Keglevich György

OKTATÁS

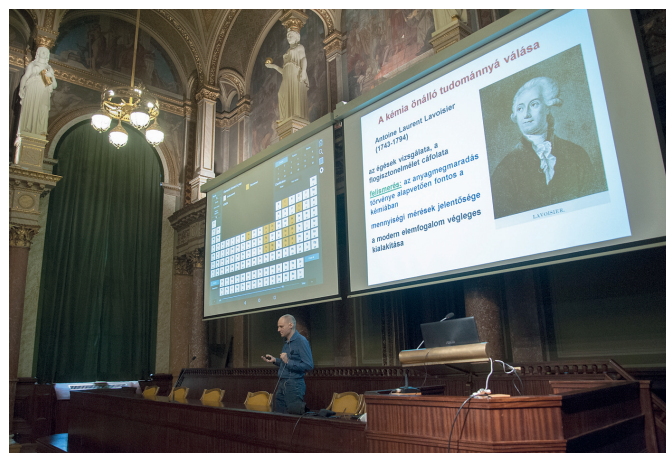
Periódusos rendszer extrákkal – Lente Gábor előadása az Akadémián

Diákok töltötték meg az Akadémia Dísztermét Lente Gábor, a PTE Kémiai Intézet professzorának előadásán a Periódusos Rendszer Nemzetközi Évének magyarországi nyitórendezvényén. Február 26-án az MTA Kémiai Osztályának szervezésében, a Magyar Kémikusok Egyesülete közreműködésével került sor az eseményre, amely sok általános és középiskolás résztvevőt vonzott. Lente Gábor az elemek felfedezéséről, elnevezéséről, illetve a periódusos rendszer megalkotásának történetéről beszélt.

A nagy érdeklődésre való tekintettel az előadást 11 és 13 órától is meg lehetett hallgatni, így több mint 750, Budapesten vagy annak tágabb vonzáskörzetében tanuló diáknak volt lehetősége arra, hogy részt vegyen az eseményen. Valamennyi diák hazavihett egy, már a legújabban felfedezett elemeket is tartalmazó periódusos rendszert a Richter Gedeon Gyógyszervegyészeti Nyrt. és a Merck vegyipari cég támogatásának köszönhetően. Az előadáshoz hozzájárult May Zoltán, az MTA Természettudományi Kutatóközpont kutatója, aki egy elemösszetétel-meghatározásra alkalmas kézi röntgenfluoreszcencia-készülék működését mutatta be. Az eseményről készült videofelvétel megtekinthető az https://mta.hu/mta_hirei/periodusos-rendszer-extrakkal-109459 weboldalon.

MTA-MKE

FOTÓ: MTA.HU/SZIGETI TAMÁS





TUDOMÁNYOS ÉLET

21. „Green Chemistry and Technology” konferencia

Edinburgh, 2018. november 12–13.



A tudományos tevékenység szerves részét képezi a konferenciákon való részvétel is, hogy aktuális, nemzetközi érdeklődésre számot tartó kutatási eredményeinket ismertessük, megvitassuk, tudásunkat továbbfejlesszük, illetve megismerjük más kutatócsoportok munkáját és esetleges együttműködést alakítsunk ki. Az edinburghi konferencia lehetőséget adott arra, hogy a zöld, fenntartható kémia és technológia területén elért legújabb eredményeket elismert előadók előtt ismertessük, és a visszajelzések alapján folytassuk az elkezdett munkát. A kisebb szekciókban bemutatott előadásokat plenáris előadások előzték meg: Mika László Tamás, a biomassza-alapú gamma-valerolakton (GVL) és a GVL-alapú ionos folyadékok homogén katalitikus reakciókban oldószerként való alkalmazhatóságának legújabb eredményeiről számolt be. Ezt Matjaž Kunaver plenáris előadása követte, aki az Adriai-tenger térségében levő mezőgazdasági hulladékok kristályos cellulózzá történő átalakításának új tudományos eredményeiről számolt be. Az előadásokon bemutatott témák aktualitását mi sem bizonyította jobban, mint az előadások végén elhangzott nagyszámú kérdések sorozata. A konferencia ezt követően kisebb szekciókban folytatódott, ahol az előadások folyamán a biomassza-átalakítás lehetőségeit, technológiai megoldásait, a zöld kémia és a vegyészmérnöki tudomány jövőjét és a környezetvédelem aktuális problémáit foglalták össze.

Az MKE támogatásával lehetőségem volt részt venni és 20 perces előadás formájában ismertetni egy olyan integrált környezetbarát technológiai fejlesztést, amelynek során kisebb mennyiségű, de nagy hozzáadott értékű, ún. finomkémiai intermediereket és végtermékeket tudunk előállítani, továbbá melyekkel hatékonyan csökkenthetők a gyakran toxikus, fosszilis alapú oldószerhasználat. Előadásomat nagy érdeklődéssel fogadták, mivel a lignocellulóz-alapú hulladékok értéknövelése napjaink egyik legintenzívebben kutatott területe. Előadásomban a lignocellulóz-alapú levulinsavnál magasabb hozammal előállítható metil- és etil-levulinát-molekulák H-Cube® típusú folyamatos áramlású reaktorban történő katalitikus hidrogénezésével kapott GVL előállításának eredményeit ismerttettem. A GVL-nak egy ilyen rendszerben való előállítása nemcsak az ipar szempontjából jelentős folyamatos üzemű alternatív eljárások kidolgozásában segíthet, hanem hozzájárulhat fontos heterogén katalitikus kémiai átalakítások környezetbaráttá és biztonságosabbá tételéhez.

Úgy gondolom, hogy sok érdekes tapasztalattal és hasznos ötlettel tértem haza Skóciából – amit ezúton is köszönök a Magyar Kémikusok Egyesületének –, amit itthoni kutatómunkám során kamatoztatni tudok.

Tukacs József Márk

Az európai fiatal kémikusok hálózata

Az Európai Fiatal Kémikusok Hálózata (EYCN) az Európai Kémiai Társaság (EuChemS) fiatalok számára létrehozott csoportja, amely olyan 35 év alatti vegyészeket fog össze, akik valamilyen európai társegyesülethez tartoznak.

Young Chemists Crossing Borders

a transatlantic exchange program



Az EYCN-t 2006-ban alapították. A EuChemS-en belül az EYCN létrehozásának ötlete a fiatal tudósok európai összejövetelein vetődött fel. 2006. augusztus 31-én Budapesten, a 1st European Chemistry Congress (ECC) konferencia során megszületett „Az EYCN szándékai, feladatai és céljai” című dokumentum. 2007 márciusában Jens Breffke (Németország) és Janáky Csaba (Magyarország) felkérte az összes egyesületet, hogy delegálják fiatal képviselőiket Berlinbe, az EYCN szabályzatának megalkotása érdekében, amit később a EuChemS Végrehajtó Bizottsága megerősített. Az Európai Kémikus Egyesület keretein belül az EYCN a fiatal kémikusokat megszólítva mindenkit arra ösztönöz, hogy tudását, tapasztalatait és ötleteit ossza meg másokkal.

Az EYCN-nek négy osztálya van (tagsági, hálózati, tudományos és kommunikációs ügyek osztálya), amelyek egyedi feladatokat látnak el, és mindegyiket egy vezető irányítja. A EuChemS egyik legaktívabb csoportjaként az EYCN fő célja a diákok mentorálása, fiatal kutatók és kezdő szakemberek támogatása és különböző díjakkal történő elismerése (a legjobb poszter és a legjobb szóbeli előadások, az Európai Fiatal Kémikus Díj – EYCA), csereprogram ösztöndíjak biztosítása (Young Chemists Crossing Borders – YCCB-program) és oktatási rendezvények elősegítése (konferenciák, karrier napok és készségfejlesztő szimpóziumok).

Fontos megemlíteni, hogy az EYCN sikeresen együttműködik más fiatal kémikus hálózatokkal Európában és azon túl is. Különösen gyümölcsöző együttműködést alakított ki az American Chemical Society – Younger Chemists bizottsággal (ACS–YCC) és aktívan együttműködik a Nemzetközi Fiatal Kémikusok Hálózattal (IYCN) is.

A EuChemS pénzügyi támogatása mellett az EYCN-t évek óta az EVONIK Industries támogatja.

Dimitra Pournara (ford.: Szabó Mária)

Az MTA Műszaki Kémiai Tudományos Bizottság ünnepi ülése

Az MTA Műszaki Kémiai Tudományos Bizottsága ünnepi ülésén, Veszprémben került sor a 2018-ban odaítélt Varga József Díjak átadására. A Díj Tudományos Tanácsának javaslatára az MTA KTO a Varga József Egyetemi Díjat Hegedűs Lászlónak és Bakonyi Péternek adományozta.

Hegedűs László, aki egyetemi docensként a BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki Karának Szerves Kémia és Technológia Tanszékén dolgozik, „Folyadékfázisú, heterogén katalitikus hidrogénezések” címmel tartotta meg előadását. Kutató-fejlesztő munkája során olyan új eljárásokat dolgozott ki, amelyek mind tudományos, mind ipari/gazdasági szempontból igen hatékonyak bizonyultak fontos és értékes gyógyszeripari intermedierek szintéziseiben. Ismertette számos nitrogéntartalmú vegyület szelektív, heterogén katalitikus hidrogénezését. Továbbá bemutatta a tanszék, valamint a kar többi kutatócsoportjaival, illetve a Richter Gedeon Nyrt. kutatóival együttműködve született alapvető és ipari fejlesztési eredményeit. Beszámolt az innovatív megoldások megadott hazai és nemzetközi szabadalmairól.

Bakonyi Péter, aki jelenleg a Pannon Egyetem Mérnöki Karának Biomérnöki, Membrántechnológiai és Energetikai Kutató In-

tézetében dolgozik tudományos munkatársként, „Membrántechnológia alkalmazása anaerob energiatermelő folyamatokban: a biohidrogéntől a mikrobiális elektrokémiai rendszerekig” címmel tartotta meg előadását. Kutatási területének egyik fő iránya az anaerob fermentációs eljárások, elsősorban a sötét fermentációs biohidrogén előállításának tisztításának vizsgálata, s ezek összekapcsolásával integrált rendszerek kialakítása membrántechnológiát alkalmazva. Eddigi munkája során több áttekintő (review) jellegű publikációban járta körül, s elemezte az egyes részterületeket érintő aktuális kihívásokat, megoldandó feladatokat, ez alapján fókuszálva szisztematikus, kísérleti alapú kutatásait. Kutatásainak másik fő irányát a bioelektrokémiai rendszerek jelentik. Ez utóbbi témakörben 2017-ben elnyerte a Magyar Tudományos Akadémia Bolyai János Kutatási Ösztöndíját. Eddigi tevékenysége során többször részt vett nemzetközi kutatócsoporttal való sikeres kutatási együttműködések kialakításában, ideértve számos európai és ázsiai országot. Ennek eredményei nem csak tudományos publikációkban, hanem közös kutatási pályázatokban is megmutatkoznak.

Rippelné Pethő Dóra

Kitüntetések

Március 15. alkalmából Széchenyi-díjat kapott

Csermely Péter, az MTA levelező tagja, a SE ÁOK Orvosi, Vegytani, Molekuláris Biológiai és Patobiokémiai Intézetének egyetemi tanára a komplex rendszerek adaptációs, tanulási és döntéshozatali mechanizmusainak hálózatos vizsgálata területén elért iskolateremtő, a gyógyszerkutatásban is sikeresen alkalmazott eredményei, valamint a tudományos élet ifjú tehetségeinek felkutatása és pályájának egyengetése érdekében végzett, nemzetközileg is kiemelkedő tevékenysége elismeréseként.

Magyar Érdemrend Középkereszt polgári tagozat kitüntetésben részesült

Dékány Imre, az MTA rendes tagja, az SZTE ÁOK egyetemi tanára és egyben a Természettudományi és Informatikai Kar emeritus professzora.

Magyar Érdemrend Tisztikereszt polgári tagozat kitüntetésben részesült:

Hangos Katalin, a kémiai tudomány doktora, a PE Műszaki Informatikai Kar Villamosmérnöki és Információs Rendszerek Tanszékének egyetemi tanára,

Nagyné László Krisztina, az MTA doktora, a BME VBK Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszékének egyetemi tanára,

Ohmacht Róbert, az MTA doktora, a PTE ÁOK Biokémiai és Orvosi Kémiai Intézete Analitikai Biokémia Tanszékének professor emeritusa,

Tóth Gábor, az MTA doktora, az SZTE ÁOK Orvosi Vegytani Intézetének vezetője, egyetemi tanár.

Magyar Érdemrend Lovagkereszt polgári tagozat kitüntetésben részesült:

Hajós Péter vegyész-mérnök, a PE Mérnöki Kar Kémia Intézete Analitikai Kémia Intézeti Tanszékének nyugalmazott egyetemi docense.

A kimagaslóan sikeres feltalálói tevékenységet ismeri el a Jedlik Ányos-díj, amelynek ideai kémikus kitüntetettjei:

Huszthy Péter, az MTA levelező tagja, a BME egyetemi tanára,

Záray Gyula, a kémiai tudomány doktora, az ELTE tanszékvezető egyetemi tanára.

HÍREK AZ IPARBÓL

A Richter Anna Díj győztesei

Közel kétszáz pályázat érkezett a Richter Gedeon Nyrt. által 2018 októberében meghirdetett Richter Anna Díjra, amely az egészségügy, az oktatás és a gyógyszerészet területein dolgozó nők jobbító ötleteinek megvalósítását tűzte ki célul.

A március 8-án megrendezett díjátadó rendezvényen jelentették be azt az öt nyertes csapatot, amelyek összesen 20 millió forint támogatást kaptak innovatív projektjeik megvalósítására.

A kreativitás, innováció és a társadalmi hasznosság játszott fontos szerepet a zsűri és a közönség döntésében.

A gyógyszerész kategória győztese: A tudatos gyógyszerhasználatért
A háztartások 90%-a rendelkezik házi patikával, azonban csupán 20%-ra tehető azok száma, akik valaha hallottak arról, hogyan kell kezelni a lejárt szavatosságú gyógyszereket. Az otthon tárolt gyógyszerek különösen veszélyesek lehetnek a gyerekekre, ezért létfontosságú, hogy a felnőttek felelősségvállalását egyedülálló országos kampánnyal segítsük. A *Magyar Gyógyszerészhallgatók Egyesületének* *csapata* a fenti problémára válaszolva precízen felépített projekttervvel lopta be magát a Richter Anna Díj zsűrijének szívébe. Kulcsár Nikolett csapatvezetőnek és a csapat tagjainak Beke Zsuzsa, a Richter Gedeon Nyrt. kommunikációs vezetője adta át a 4 millió forint támogatást jelképező oklevelet. „A Richter felelőssége nem csupán az, hogy kiváló minőségű gyógyszereket biztosítson az emberek számára, de fontos feladatának tekinti gyógyszerjei utánkövetését is. A tudatos gyógyszerhasználat mindannyiunk érdeke, hiszen rajtunk múlik a következő generációk egészsége is. Saját magam és a Richter Gedeon Nyrt. nevében is mondhatom, hogy hálásak vagyunk nektek, amiért felkaroljátok ezt az ügyet” – vezette fel Beke Zsuzsa a csapat köszöntését. A gyógyszerész kategória győztesének projektje fenntarthatósági szempontból kiemelkedő, hiszen a vizek és a talaj gyógyszerek általi szennyezése környezetvédelmi problémát is okoz.

Richter Nyrt.

Vegyipari mozaik

Megkezdte működését Szigetszentmiklóson a SungEel Hi-tech Hungary Kft. üzeme, ami a lemerült lítiumion akkumulátorokat, valamint a gyártásukból keletkezett hulladékokat környezetbarát módon dolgozza fel. Dél-Korea, Kína, Malajzia, USA, valamint India után Európában elsőként, Magyarországon létesült az akkumulátor-újrahasznosításban globális piacvezető társaságnak leányvállalata.

A „Reduce, Reuse & Recycle” koncepció alkalmazásával, korszerű és környezetbarát megoldásokat alkalmaz az akkumulátorok újrahasznosításával foglalkozó, szigetszentmiklósi székhelyű vállalat. Ez azt jelenti, hogy összegyűjti, újrafeldolgozza, majd alapanyagként újraértékesíti a Samsung SDI gödi Li-ion akkumulátorgyárából származó akkumulátor-hulladéktermékeket.

Az anód/katód, cella, valamint modulelemek mellett az akkumulátorgyártásból származó NMP-tartalmú iszapot is a telephelyen kezelik.

Az 5 millió eurós beruházás keretében létrejött üzemből 8200 négyzetméteren folyik a termelés, idén 50 munkavállaló alkalmazásával. A cég további beruházásokat is tervez Magyarorszá-



gon. 2020-ban várhatóan Komáromban és Debrecenben nyílik új feldolgozóüzem. (origo.hu)



A MOL a legmodernebb, ultragyors elektromos töltővel szerelte fel a budapesti, Nagyszőlős utcai töltőállomását.

A MOL 2030-as, hosszú távú stratégiájának egyik alappillére, hogy a vállalatcsoport a jövőben még nagyobb szerepet vállal a közlekedésben részt vevők kiszolgálásában. Ennek megfelelően a



MOL 2012 óta folyamatosan bővíti villámtöltő hálózatát. Ezekből az eszközökből, amelyek mindössze fél óra alatt képesek menetkészre feltölteni egy átlagos elektromos autó akkumulátorait, jelenleg hét üzemel a MOL budapesti töltőállomásain.

A Nagyszőlős utcai berendezés már arra a trendre rezonál, miszerint az autógyártók egyre nagyobb hatótávot megtenni képes autókát dobznak a piacra. Az ultragyors töltő 2x75 kW-os kapacitása révén akár 150 kilométerre is feltornázza az akkumulátor hatótávolságát, és egy időben két autót is képes 30 perc alatt feltölteni.

Tóth-Fekete Róbert, a MOL-csoport e-mobilitási területének vezetője bejelentette: a legújabb ultragyors töltővel immár a MOL nyolc budapesti töltőállomásán található elektromos töltők, amelyek száma a következő hónapokban további hárommal bővül majd.

A MOL hosszú távú stratégiájába jól illeszkedik a NEXT-E projekthez való csatlakozás is, amelynek részeként az elmúlt év végéig összesen 18 villámtöltőt telepített a vállalat a régió hat országában. 2019 végére ez a szám eléri a 100-at, így teljesülhet a 2020 végére kitűzött cél, és létrejön egy 252 tagú elektromos töltőhálózat a cseh határtól a Fekete- és az Adriai-tengerig. A töltőkből 141 kap helyet a MOL-csoport töltőállomásain MOL Plugge márkanév alatt.



RICHTER GEDEON

5 millió dollárnyi kötvényt hozott a Richternek az okos hüvelygyűrű. Az Ayola/Priya nevű orvosi eszköz folyamatosan méri a női test hőmérsékletét, és a peteérés előtti kis hőváltozásoknál riasztást küld az okostelefonra.

A Richter Gedeon Nyrt. bejelentette, hogy 5 millió amerikai dollár értékben jegyez a Prima-Temp Inc. vállalat által kibocsátott átváltható kötvényt. A tranzakció egy 2017 végén kötött kizárólagos licenc- és értékesítési szerződést követően jön létre, mely szerint a Richter az USA és Kanada kivételével a világ valamennyi piacán kizárólagos értékesítési jogot szerzett az Ayola (az Egyesült Államokban: Priya) orvostechnikai eszközre.

Az Ayola/Priya egy, a peteérést előre jelző hüvelygyűrű, ami hatpercenként méri a női test belső hőmérsékletét, és az adatot rádióhullámos kapcsolaton keresztül, kétóránként továbbítja egy okos eszközre. Innen az adat egy felhőalapú applikációba töltődik, ahol egy algoritmus kielemez. Az eszköz érzékeli az ovuláció előtt bekövetkező kismértékű hőmérséklet-változást, és üzenetet küld az okos eszközre, így tervezhetőbb lesz a fogamzás.

A hüvelygyűrűre vonatkozó licencbevételi megállapodást egy tulajdonszerzési szerződés is kiegészítette még 2017-ben, mellyel a Richter kisebbségi részesedést szerzett a Prima-Temp-ben, 5 millió dollár ellenében. (mfor.hu)



Közös Egészségipari-Biotechnológiai Science Park létrehozásáról írt alá szándéknyilatkozatot a Semmelweis Egyetem, a Pázmány Péter Katolikus Egyetem, a Nemzeti Közszolgálati Egyetem, valamint Józsefváros Önkormányzata.

Magyarország három, más-más területen kiemelkedő egyeteme abból a célból kötött stratégiai együttműködést, hogy olyan egészségipari-biotechnológiai tudásparkot hozzanak létre a Józsefvárosban, ami meghatározó szerepet vállal a mindennapi gyógyításban, betegellátásban is gyorsan hasznosítható kutatások, tudásanyag megújításában. A Science Park célja az is, hogy szoros, de egyben rugalmas együttműködést alakítson ki az egészségipari, gyógyszeripari, orvostechnikai és biotechnológiai piaci szereplőkkel, valamint a kutatás, fejlesztés és innováció terén kiemelten támogassa a hazai egészségipari, gyógyszeripari, biotechnológiai szektor és az érintett egyetemek együttműködését.

A PPKE számos terület – így az információs és bionikai kutatások – mellett különösen az etikai vonatkozását kívánja erősíteni a parknak. A biotechnológia, mesterséges intelligencia, robotika területén ugyanis olyan új megoldások születnek napjainkban, amelyek komoly, jogi következményekkel és társadalmi hatásokkal járó etikai kérdéseket is felvetnek. Ezek a kutatási területek felívelőben vannak nemzetközi szinten, így hatalmas lehetőséget jelent, hogy Magyarország a Tudáspark létrehozásával be tud kapcsolódni ezekbe a folyamatokba.

Az egyetemek és az ipar, azon belül az egészségipar és a biotechnológia határterületén működő Science Park létrehozásával az elkövetkező években olyan fejlesztések várhatók, melyek a mesterséges intelligencia alkalmazásával segítik az egyes képalakító diagnosztikai folyamatokat, javítják az orvosi ellátás hatékonyságát, új lendületet adnak a hazai bionikai, orvostechnológiai és gyógyszeripari fejlesztéseknek, melynek lényege az élő természet tudásanyagának átültetése a műszaki és a haditechnikai gyakorlatba. Mindennek pedig elengedhetetlen része az adatvédelem és a bioterrorizmus elleni védelem is. Mindezek mellett a Tudáspark segíti az egyetemi tudásbázison alapuló, kisebb, koncentrált, technológia-intenzív vállalatok létrejöttét. A sikeres innovációs ökoszisztéma új munkahelyeket teremtve támogatja a kis és középvállalkozások, a nagyvállalatok, valamint az egyetemek közötti hatékony tudás- és munkaerőáramlást.



Áadták a 2018. év Innovációs Nagydíj elismeréseket. A 2018. évi Innovációs Nagydíjat az Omixon Biocomputing Kft. kapta az új generációs transzplantációs genetikai teszt fejlesztéséért, globális piaci bevezetéséért.

Az Innovációs és Technológiai Minisztérium 2018. évi Ipari Innovációs Díját a FUX Zrt. kapta az extrém üzemi körülményekre tervezett nagyfeszültségű távvezeték fejlesztéséért és gyártásáért.

Az Innovációs és Technológiai Minisztérium 2018. évi Informatikai Innovációs Díját a Sanatmetal Kft.-nek adták a WIWE szívdiagnosztikai eszközéért.

Az Agrárminisztérium 2018. évi Agrár Innovációs Díjában az MTA Agrártudományi Kutatóközpont részesült az új típusú bőrtérző martonvásári búzafajtákkal megvalósított innovációért.

Az Agrárminisztérium 2018. évi Környezetvédelmi Innovációs Díjában a Norma Instruments Zrt. részesült az Icon hematológiai termékcsaládért.



A Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala 2018. évi Innovációs Díját kapta a Teqball Kft. a Teqball Smart kis helyigényű multifunkciós sporteszközzért.

Először adták át a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal „Alapkatatástól a Piacig” Innovációs Díját, amelyet a Mirrotron Kft. kapott a neutronspektroszkópia kifejlesztéséért, alkalmazásáért a tudományban és az iparban.

A Magyar Innovációs Szövetség 2018. évi Startup Innovációs Díját kapta a Webshippy kiszervezett logisztika szolgáltatásért, amelyet az online kereskedelemben használnak.

A díjakon kívüli a bírálóbizottság további négy innovációnak kiemelt elismerést adott. (*mti.hu*)

Ritz Ferenc összeállítása

2018 legjobb cikkei a Magyar Kémikusok Lapjában

A szavazás ez évben is a szokásos módon, interneten keresztül történt. Az ismert e-mail-címmel rendelkező tagjaink közül 371 fő, a tagok 26,4%-a szavazott. A tavalyi, alig 20%-os részvételhez képest ez enyhén emelkedő eredmény.

A legalább 20 szavazatot kapott cikkek listája

(a cikkek előtt álló számok a kapott szavazatokat jelölik)

- 84 Lente Gábor: Vegyszéleletek
- 52 Keglevich Kristóf: Kémiatörténet a kémia tanításában. Ötletek kémiatanároknak óráik színesítésére. Második rész
- 39 Braun Tibor – Simig Gyula: A whisky kémiája. A világ legnépszerűbb erjesztett szeszparlatának íz-, illat- és aromaváltozatossága
- 38 ifj. Szántay Csaba: Személyes élmények Oláh György professzorral
- 38 Tolvaj Petra: Coca-Cola: mítoszok és a valóság
- 30 Lente Gábor: Bizonytalan emlékek a 2017-es Ig Nobel-díjakról
- 26 Csupor Dezső: Szorongáskeltő gyógyszerek – a valzartán-ügyről szakmai szemmel
- 25 A Magyar Kémikusok Egyesületének állásfoglalása az új Nemzeti Alaptanterv 2018. augusztus 31-én kiadott tervezetéről
- 25 Antal-Szalmás Lajosné: Mit tettem mint kémiatanár? A „kréta-kémiától” a kutatásalapú tanítás-tanulásig
- 24 Inzelt György: Wilhelm Ostwald és a fizikai kémia születése
- 23 Pokol György – Faigl Ferenc – Huszthy Péter: Oláh György emléke és öröksége
- 22 Bihari Zsolt – Bagdi Attila – Baginé Timári Sarolta – Háda Viktor: Terápiás fehérjék karakterizálása: az elsődleges szerkezet vizsgálata tömegspektrometriával
- 22 Hargittai István: Oláh György és egy október hajnali telefonhívás
- 21 Kiss Tamás: Mások számára is érdekes dolgokat tudok írni. Beszélgetés Lente Gábor egyetemi tanárral, tudományos íróval
- 21 Lente Gábor: Karácsony hangjai
- 20 Kutasi Csaba: A kékfestő textilmintázás és kémiai vonatkozásai

Gratulálunk a szerzőknek! Megjegyezzük, hogy az első három helyezett megegyezik a tavalyi helyezettekkel, csak a sorrendjük változott.

A Szerkesztőség és a Szerkesztőbizottság javaslata alapján az MKE Intézőbizottsága az első három szerzőnek Nívódíjat adományoz, melyek átadására a májusi Küldöttközgyűlésen kerül sor.

MKE Szerkesztőség és Szerkesztőbizottság

MKE-HÍREK

Konferenciák, rendezvények

Rendezvénynaptár – 2019

május 15–17.	MKE Biztonságtechnikai Szeminárium, 2019	Siófok
május 24.	Tisztújító Küldöttközgyűlés	Budapest
június 24–26.	MKE Vegyészkonferencia, 2019	Eger
augusztus 26–29.	PERMEA 2019, Membrane Conference of Visegrad Countries	Budapest
október 9–11.	Őszi Radiokémiai Napok	
november 11–13.	62. Magyar Spektrokémiai Vándorgyűlés és XIV. Környezet-védelmi Analitikai és Technológiai Konferencia	
november 21.	Kozmetikai Szimpózium 2019	Budapest

MKE Vegyészkonferencia, 2019

Mottó: Közöttünk működő kémia

A Magyar Kémikusok Egyesülete az MKE Vegyészkonferenciát az egri Eszterházy Károly Egyetemen rendezi 2019. június 24–26. között.

A Magyar Kémikusok Egyesülete elkötelezett amellett, hogy nevéhez méltóan és a hazai kémikustársadalomban betöltött integratív szerepével összhangban, visszatérően olyan konferenciát szervezzon, amelynek legfőbb célja a magyar kémikusok által képviselt sokszínű szakmai tudás és alkalmazási gyakorlat megismertetése a kémikusok tag közösségével.

A konferencia sokszínűsége alatt értjük mind a kémiával kapcsolatos tevékenységi körök szakterületi diverzitását, mind ezek különböző szerepeit az alap- és célzott kutatások, az innováció, valamint az oktatás világában, mind pedig ezek intézményi eloszlását az egyetemi, kutatóintézeti és a versenyszféra tekintetében.

Szemben a kémia egyes szűkebb területeire fókuszáló konferenciákkal, illetve azokat kiegészítendő módon, az ilyen integratív multidiszciplináris konferencia elsődlegesen azt a széles körű igényt igyekszik kielégíteni, hogy a hazai kémiai közösség egyes szereplői jobban rálássanak egymás szakterületére, ezen keresztül jobban értsék saját tevékenységük, személyük és intézményük helyét e tágabb szakmai hálózat vonatkozásában, mindezzel erősítve saját identitásukat, az eddigieken túlmutatóan szélesítve szakmai látókörüket, gazdagítva személyes szakmai és szociális kapcsolati rendszerüket, továbbá katalizálva az ebből kiaknázható együttműködések, interdiszciplináris interakciókat és szinergizmusokat.

Ezeknek a céloknak megfelelően választottunk rendhagyó formát: a szekciókban a meghívott előadásokat egy hosszabb moderált diszkusszió követi, melyben mindenki aktív gondolataira számíthatunk! A poszterszekciókat pedig villámprezentációk vezetik be.

Fedezzük fel a „Közöttünk működő kémiát”!

További információkat a konferencia honlapján talál: https://www.mke.org.hu/Vegyeszkonferencia_2019/

POSZTERSEKCIÓ

A megújult vegyészkonferencia poszterszekciója is megújul: a szokásos poszterformát egy **kétpéces** „flash” prezentáció is kíséri.



séri. Ez rövid, pergős power point (ppt) prezentáció, amit a legfiatalabb szerző tart. Ennek a rövid bemutatónak az a célja, hogy a szerzők a lényeg kiemelésével felhívják a figyelmet poszterük tartalmára, azaz bemutassák, hogy milyen problémát oldottak meg és hogyan, valamint az érdeklődés felkeltésével igyekezzenek minél több érdeklődőt a poszterükhöz „csábítani”.

A „flash” prezentációkat külön szekcióban, a poszterszekciók előtt tartjuk.

További újdonság, hogy a poszterszekció naponta frissül, és a legjobb posztereket naponta díjazzuk. Az értékelést a Poszterbizottság végzi, de lesz Közönségdíj is.

A poszterek értékeléséhez jelentősen hozzájárul a „flash” prezentáció.

Szeretettel várjuk az aktív részvételt a poszterszekcióban, valamint a szavazatokat a legjobb poszterre!

A posztereloadás elfogadásáról a szervezőbizottság 2019. május 20-ig küld értesítést.

Szeretettel várunk minden érdeklődőt.

Simonné Sarkadi Livia és Szalay Péter

a konferencia elnökei

TOVÁBBI INFORMÁCIÓK:

Schenker Beatrix, vegyeszkonferencia2019@mke.org.hu

**Tájékoztatjuk tisztelt tagtársainkat, hogy
személyi jövedelemadójuk 1 százalékának
felajánlásából idén 673 982 forintot**

utal át az APEH Egyesületünknek.

Köszönjük felajánlásait, köszönjük, hogy egyetértenek a kémia oktatásáért és népszerűsítéséért kifejtett munkákkal. A felajánlott összeget ismételten a hazai kémiaoktatás feltételeinek javítására, a Középiskolai Kémiai Lapok, az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny, a XVII. Országos Diákvegyész Napok, valamint a 2018-ban tizedszer megrendezett KémiaTábor 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 2018. 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 2019-ben az így befolyt összeget ismételten a hazai kémiaoktatás feltételeinek javítására, a Középiskolai Kémiai Lapok, a LI. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny, a II. Kémikus Diákszimpozium, valamint a 2019-ben tizenegyedszer szervezendő KémiaTábor 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.

Permea2019

2019. augusztus 26–29.

ELTE, Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A

RENDEZVÉNY HONLAPJA ÉS ONLINE JELENTKEZÉS:

<https://www.mke.org.hu/PERMEA2019>

Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk.

TOVÁBBI INFORMÁCIÓK: Schenker Beatrix,

permea2019@mke.org.hu

Magyar Kémikusok Egyesülete

Tisztújító Küldöttközgyűlés

Időpont:

2019. május 24. 10:00

Helyszín:

Budapesti Fasori Evangélikus Gimnázium

Budapest, 1071 Városligeti fasor 17–21.

Megközelítés:

Az M1-es földalatti Bajza utcai megállójától a Bajza utcán besétálva a Benczúr utca irányában 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

LXXIV. No. 5. May

CONTENTS

<i>Variations on a theme: peptide drug delivery</i>	142
GÁBOR MEZŐ	
<i>From separating tunnel to microsyringe. Recent advances in the green chemistry of liquid-liquid extraction</i>	144
TIBOR BRAUN	
<i>Mendeleev would be happy: the first seven periods are completed</i>	148
GYÖRGY INZELT	
Bookreviews	
<i>Moscow scientific (by István Hargittai and Magdolna Hargittai)</i>	152
GYÖRGY KEGLEVICH	
<i>Engineering tools for environmental risk management: 4.</i>	
<i>Risk reduction technologies and case studies (eds: Katalin Gruiz, Tamás Meggyes, Éva Fenyvesi)</i>	154
KATALIN GRUIZ	
<i>A Hungarian scientist between two wars. The life and work of Baron Loránd Eötvös</i>	156
ERNŐ KESZEI	
<i>Forensic chemistry in the classroom</i>	162
DÓRA ZSÓFIA HAJA	
<i>Chembits</i>	166
GÁBOR LENTE	
<i>The Society's Life</i>	169
<i>News of the Month</i>	170



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 és GC/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

PS Analytical:

Atomfluoreszcenciás Hg, As, Se, stb. analizátorok

Trace Elemental Instruments:

TOC, TN, TS, TX, AOX meghatározók

HunterLab:

Színmérő készülékek

Peak Scientific:

Gázgenerátorok

iX Cameras:

Nagysebességű kamerák

