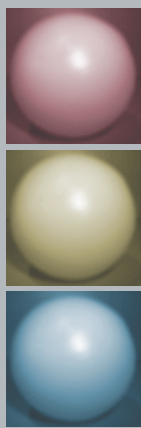


A TARTALOMBÓL:

- 2017. évi Nobel-díjak
- Felületkémiail kutatások a Szegedi Tudományegyetemen
- Coca-Cola: mítoszok és a valóság
- Kémia és úrkutatás
- Chemistry in Europe, 2018/1.



MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

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

Lét-
szám

200

150

100

50

0

23 26 29 32 35 38 41 44 47 50 53 56 59 62 65 68 71 74 77
Életkor

AKTÍV ÉS TÁVOL LEVŐ, KÉMIÁT TANÍTÓ PEDAGÓGUSOK KORFÁJA



Férfi



Nő

— Összesen

Forrás: KIR alkalmazotti nyilvántartás



A lap megjelenését
a Nemzeti Kulturális Alap
támogatja

Nemzeti Kulturális Alap

A kiadvány
a Magyar Tudományos Akadémia
támogatásával készült

vario TOC cube

110 év tapasztalat ereje a gyakorlatban!

automata mintaváltás folyadék és szilárd mintákhoz

0,003 – 60 000 mg/l TOC

0,020 – 50 000 mg/l TN

szelektív só és hamu leválasztó

zajmentes digitális detektálás

égetés 900 - 2 000 °C

lépcsőzetes kiépíthetőség

internetes távfelügyelet

automata kalibráció

10 év kemence-garancia



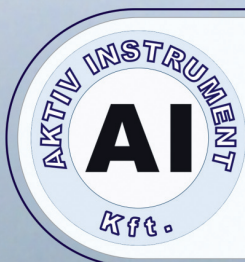
AKTIV INSTRUMENT Kft.

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



elementar

EXCELLENCE IN ELEMENTS





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

Szerkesztőség:

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

Szerkesztők:

ANDROSITS BEÁTA, BANAI ENDRE,
LENTE GÁBOR, NAGY GÁBOR,
PAP JÓZSEF SÁNDOR, RITZ FERENC,
ZÉKÁNY ANDRÁS
Szerkesztési titkár: SÜLI ERIKA

Szerkesztőbizottság:

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

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

Szerkesztőség: 1015 Budapest, Hattyú u. 16.
Tel.: 36-1-225-8777, 36-1-201-6883
Fax: 36-1-201-8056
Email: mkl@mke.org.hu

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

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

Hirdetések-Anzeigen-Advertisements:
SÜLI ERIKA

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

Aktuális 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.2018.03

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



Hetedikes koromban egy fiatal, ambiciózus kémiantanárno vezetett be a molekulák világába. Ő beszélt rá arra is, hogy kémiaszakkörre járjak, ahol egy lelkes kollégájával érdekes kísérleteket végezhetünk. Ma is emlékszem arra az izgalomra, amit egy tőlem karnyújtásnyira lévő mérőhenger alján gomolygó „gyilkos mennyiségű” klórgáz közelsége okozott. Nagyjából akkortájt döntöttem el, hogy én kémikus szeretnék lenni. Az egyetemi tanulmányaim előtt volt még négy kemény év a Debreceni Vegyipari Szakközépiskolában, ahol nagy tudású tanárok ösztönöztek bennünket a kémia összefüggéseinek mélyebb megértésére. Szerencsésnek érzem magam, mert azok közé tartozom, akik előtt feltártak egy izgalmas, sok kihívással teli világot. Sajnálom, hogy mindez ma már egyre kevesebb diáknak adatik meg. A középiskolák padjaiból nagy számban kerülnek ki a kémiát utáló, a vegyszerektől rettegő diákok, akik közül sokan kemofóbiában szenvedő, a vegyszereket frankensteinizáló felnőttekké válnak. Olyanokká, akik szeretnek kényelemben élni és örömmel fogadják el korunk vívmányait, de nem értik, hogy mindehhez többek között a kémia teremti meg a feltételeket. Mert nem tudják, hogy a nap mint nap használt és fogyasztott dolgok – legyen szó gyógyszerekről, ivóvízről, élelmiszerekről, ruházati cikkekről, járművekről, mobil eszközökről stb. – nem léteznének a modern vegyipar nélkül. Mindez elsősorban nem a tudatlanok hibája, hanem annak a közoktatási rendszernek a bűne, amiben egyre súlytalanabbá válik a természettudományok és ezen belül a kémia oktatása. A következmények kézenfekvők. Elindult egy öngerjesztő – stilszerűen autokatalitikus – folyamat. A kémia oktatása évek óta visszaszorulóban van, egyre kevesebb diákot érnek életre szóló élmények a kémiaórára, ezért finoman szólva is akadozik a kémiantanók utánpótlása, és így egyre kevesebb kémia iránt elkötelezett tanár kerül a közoktatásba. A kör ezzel bezárult. Ezek a gondolatok toltak fel bennem, amikor először megláttam a mostani címlapon szereplő grafikont.

Különböző fórumokon sokan és sokszor jeleztük már, hogy ennek a folyamatnak nem lesz jó vége. Az ingerküszöböt nem sikerült áttörni. Néhány éve az éppen aktuális államtitkárnak némi malíciával azaz „büszkélkedtem”, hogy a tanszékeken diplomamunkázik az abban az évben az egész országban naplali tagozaton végző kémiantanók egyhatoda. Mielőtt bármit mondott volna, hozzátettem, hogy ez mindösszesen egy fő. A válasz egyszerű volt és jellemzően semmitmondó: „Ne aggódjon, majd megoldódik ez a probléma is.” Nos, semmi sem oldódott meg, konkrétan a helyzet katasztrofális. Évek óta látjuk ezt a tendenciát, de a grafikon és a hozzá tartozó adatok még így is brutálisan sokkolóak. A következő tíz évben 1270 kémiantanár éri el a nyugdíjkorhatárt, utánpótlásként(?) 129 aktív kollégájuk van a 23–33 éves korosztályban. Önmagukért beszélő számok.

A felsőoktatási stratégiában deklarált cél a természettudományos tanárok létszámcsökkenésének megállítására. Végre el kellene indítani egy valós cselekvési programot a cél elérése érdekében!

Debrecen, 2018. március

Fábian István
tanszékvezető egyetemi tanár,
a Debreceni Egyetem korábbi rektora

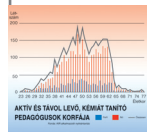
TARTALOM

NOBEL-DÍJ, 2017

- Pusztai Péter, Kukovecz Ákos, Kónya Zoltán:** Kémiai Nobel-díj a krio-elektronmikroszkóp feltalálásáért **70**
- Benedek György:** Orvosi Nobel-díj a cirkadián ritmust meghatározó molekuláris mechanizmusok felfedezéséért **74**
- Gergely Árpád László:** Fizikai Nobel-díj a gravitációs hullámok első közvetlen megfigyeléséért **76**

HAZAI KUTATÓMŰHELYEK BEMUTAKOZÁSA

- Kiss János:** Felületkémiai kutatások a Szegedi Tudományegyetemen. A nanométerestől az atomi szintű felületanalízisig **80**
- Chemistry in Europe, 2018, 1. **87**



Címlap:

Aktív és távol levő, kémiai tanító pedagógusok kora. Forrás: Köznevelési Információs Rendszer (KIR) alkalmazotti nyilvántartás (2018. 01. 29., Oktatási Hivatal)

OKTATÁS

- Tolvaj Petra:** Coca-Cola: mítoszok és a valóság **91**

KITEKINTÉS

- Braun Tibor:** Rubik-kockával a világúrkutatásban. Ionos folyadékokkal hajtott nanoműholdak **96**

VEGYÉSZLELETEK

- Lente Gábor** rovata **100**

EGYESÜLETI ÉLET

- A HÓNAP HÍREI** **102**

A HÓNAP HÍREI

104

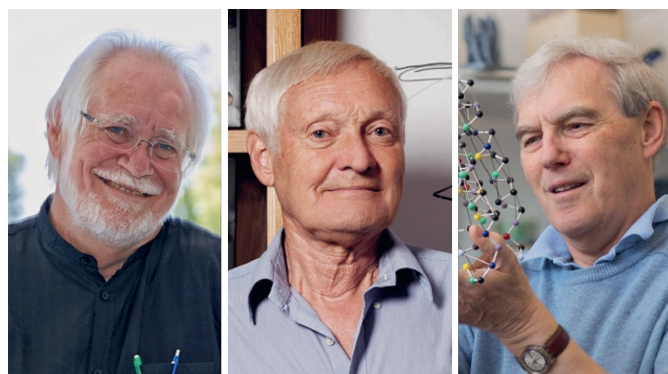


Pusztai Péter – Kukovecz Ákos – Kónya Zoltán

■ SZTE Alkalmazott és Környezeti Kémiai Tanszék

Kémiai Nobel-díj a krio-elektronmikroszkóp feltalálásaért

A krio-elektronmikroszkóp feltalálása előtt a biológiai minták nagy felbontású leképezése nagyon sokáig nehézségekbe ütközött. Idén Jacques Dubochet, Joachim Frank és Richard Henderson (**1. ábra**) kapta meg a Nobel-díjat kémiai kategóriá-



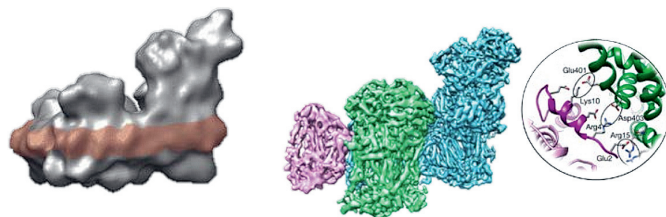
1. ábra. Jacques Dubochet, Joachim Frank és Richard Henderson

ban a krio-elektronmikroszkópia létrehozásáért. A módszer jelentősen előmozdította a biokémia fejlődését. Jacques Dubochet, Joachim Frank és Richard Henderson úttörő találmányának teljes körű kiaknázását egy sor, csak nem régiben megvalósított fejlesztés tette lehetővé. A fejlesztések révén ma már oldatfázisban tudunk nagy felbontású képet alkotni nem kristályos biomolekulákról krio-elektronmikroszkópia alkalmazásával.

Biológiai minták szerkezetvizsgálatának kihívásai

Röviddel azután, hogy Ernst Ruska demonstrálta az elektronmikroszkóp koncepciójának működőképességét, amiért később fizikai Nobel-díjjal jutalmazták (1986), Ladislaus Marton publikált egy cikket, [1] melyben észrevételeket fűzött Ruska találmányához. Ebben a rövid tanulmányban Marton megjegyzi, hogy az új műszer sajnos nem alkalmazható biológiai minták vizsgálatára anélkül, hogy a sejteket az intenzív elektronbombázás ne tenné tönkre. Ennek elkerülésére újfajta minta-előkészítési eljárásokra van szükség. A probléma megoldására Marton több javaslatot is tett, például a minta hűtését és egy negatív festéshez hasonló eljárást. Megoldandó probléma volt a minták víztartalmának vákuumban történő párolgása, valamint a kezeletlen biológiai minták gyenge kontrasztja. Ügyelni kellett továbbá az elektronrondózis alacsony szinten tartására, hogy elkerüljék a minták roncsolódását. A többszörös elektronszóródás kiküszöbölését is szem előtt kellett tartani, mely érdekében vékony, ideális esetben monoréteg vastagságú mintára volt szükség. Megjegyzendő továbbá, hogy az objektumok mozognak vizsgálat során, ami egyrészt az elektronnalábbal történő kölcsönhatásnak, másrészt a lokális hőmérséklet változásának köszönhető. A fenti nehézségek

miatt a felbontás biológiai minták esetében sokáig nem haladta meg a pár nanométert (**2. ábra**).



2. ábra. Az I, III₂IV₁ mitokondriális szuperkomplexben található elektrontranszport-lánc modelljei, 2011-ben meghatározva (balra, ~2 nm-es felbontással) [2] és 2016-ban meghatározva (középen, ~6 Å-ös felbontással) [3]. A bal oldali képen a színezett sáv a molekula vízdíthatóságát elősegítő amphipolt jelöli. A középső képen az I-es, III-as, és IV-es komplex látható kék, zöld és rózsaszín színnel jelölve. A körben kiemelt kép a CIII-CIV interfész feltételezett modellje

Negatívan festett biológiai minta

Az alacsony elektronintenzitás alkalmazásának szükségessége új, kontraszt-növelő minta-előkészítési eljárások kidolgozását ösztönözte. Az első sikeres technika az 1940-ben kidolgozott, majd az elmúlt 20 évben továbbfejlesztett negatív festési eljárás volt, mely során a biológiai mintát egy vékony, amorf, nehézfém-só filmbe ágyazták, mely sablonszerűen körbevette azt. [4,5,6] A nehézfém-só burok azon felül, hogy jobban szórja az elektronokat, mint a biológiai minta, sokkal stabilabb is annál, ezáltal képes megakadályozni annak vákuumban végbemenő, vízvesztés miatt bekövetkező összeomlását. Ez az eljárás lehetővé tette a baktériumok, vírusok és sejtorganellumok morfológiájának részletes tanulmányozását, azonban egyedi molekulák és molekulakomplexek esetén már a festék szemcsemérete komoly gátat szabott a felbontásnak.

Natív fehérjekristályok szobahőmérsékleten

Annak érdekében, hogy a biomolekulák hidratált állapota mérés közben is megőrződjön, újfajta technikákra, illetve roncsolásmentes besugárzási körülmények kidolgozására volt szükség. Az első lépés ezeknek a problémáknak a leküzdésére Donald Parsons környezeti kamrája volt, melyben megfelelő páratartalom mellett, szobahőmérsékleten lehetett elektronmikroszkópos vizsgálatokat végezni. [7,8]

Robert Glaeser kristályos katalázon és kis szerves molekulákon vizsgálta az elektronindukált roncsolás mértékét. [9] Az 1970-es évek elején a festetlen minták esetében megállapította, hogy a rugalmatlan elektronszóródás minimalizálása érdekében



az elektrondózsist alacsony értéken kell tartani. Az 1970-es évek közepén Henderson és Nigel Unwin kifejlesztett egy új minta-előkészítési eljárást, mely során a vizet glükózoldatra cserélték, így őrizve meg a minta szerkezetét vákuumban. Az eljárás segítségével szobahőmérsékleten lehetett festetlen fehérjekristályokat vizsgálni elektronmikroszkóppal.

Natív fehérjekristályok kriogén hőmérsékleten

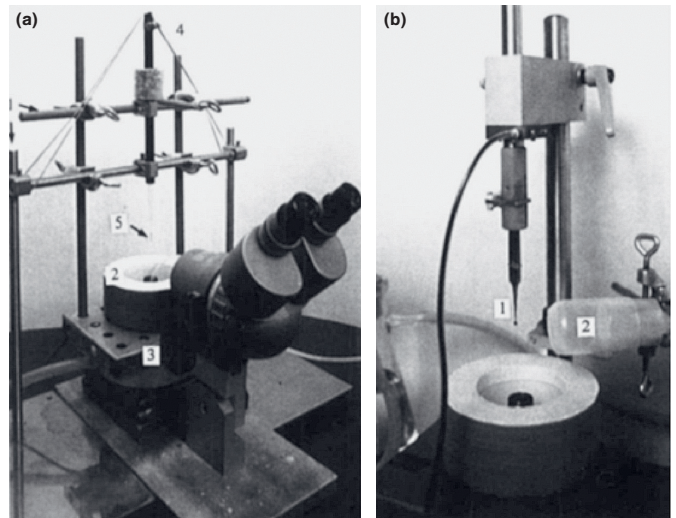
A minta fagyasztásával egyrészt csökkentjük a víz vákuumban történő párolgását, másrészt megvédjük az anyagot a sugárzás okozta károsodástól. 1950-től Humberto Fernández-Morán már kísérletezett vékony krio-metszetek készítésével krio-elektronmikroszkópos vizsgálatokhoz. [10] A minta fagyasztása során a víz kristályos jéggé alakul, ami erőteljesen diffraktálja az elektronnalapot, ezáltal pedig elnyomja a mintából származó jelet. A problémára megoldás lehet, ha a mintát elég gyorsan hűtjük le ahhoz, hogy a benne lévő víz ne kristályos jéggé, hanem egyfajta amorf folyadékká alakuljon, melyet vitrifikált víznek nevezünk. Fehérjekristályok röntgenkristallográfiás vizsgálatánál már szintén korán alkalmaztak hűtéssel történő minta-előkészítési módszereket, ebben az esetben azonban szacharózt vagy glicerint alkalmaztak krio-védőanyagként. [11,12]

Az elektronmikroszkópia területén Kenneth Taylor és Glaeser először mutattak be 3 Å felbontású elektrondiffrakciót fagyasztott katalázkristályról. [13,14] Tapasztalataik szerint a minta hidratáltsága kriogén körülmények között vákuumban is megmaradt, míg a kontraszt megnőtt a glükózzal előkészített mintákéhoz képest. Az akkor rendelkezésre álló technológiával csak -120 °C felett lehetett kísérleteket végezni, ami pont a kristályos és amorf jég közötti átmeneti hőmérséklet. Ennek ellenére a szerzők nem tapasztalták kristályos jég kialakulását fehérjemintákban, amit a vízmolekulák és a fehérje felülete közötti kölcsönhatással magyaráztak. Taylor és Glaeser továbbá kimutatták, hogy a minta fagyasztása növeli annak sugárzással szembeni ellenálló képességét is, így hosszabb idejű besugárzást vagy nagyobb intenzitású elektronnalapot lehetett alkalmazni a vizsgálatok során.

Minta-előkészítés krio-elektronmikroszkóphoz

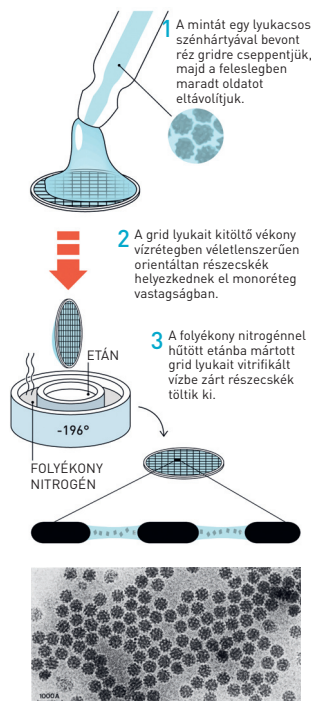
Mint azt már láthattuk, a minta hűtése sok olyan problémára jelentene megoldást, melyek eddig ellehetetlenítették a biomolekulák elektronmikroszkópos szerkezetvizsgálatát. A kristályos jég kialakulásának problémáját áthidalhatjuk, ha a folyékony vizet gyors hűtéssel vitrifikált állapotba hozzuk. 1980 előtt egy ilyen állapot kialakulásának lehetősége még komoly vita tárgyát képezte, mivel az ehhez elméletben szükséges, gyors hűtési sebesség a gyakorlatban megvalósíthatatlannak tűnt.

1980-ban azonban a vita végére pont került, ugyanis bebizonyították, hogy vitrifikált állapotú jeget létre lehet hozni mikrométeres nagyságú vízcseppek gyors hűtésével. [16] 1981-ben Dubochet és Alasdair McDowall elsőként hoztak létre griden filmréteg vastagságú, nem kristályos állapotú, szilárd vizet, mely már elektronmikroszkópos vizsgálatoknak is alávethető volt (3. ábra). A folyamat során szénfilmmel bevont gridre vizet porlasztottak, amit ezután -190 °C -os folyékony etán- vagy propánfürdőbe merítették. Az etán hűtését folyékony nitrogénnel oldották meg. [17] A vékony vitrifikált vízréteg a krio-elektronmikroszkópban közel egyenletes elektronabszorpciót mutatott. A kísérlet során az amorf szerkezetű jég kristályos szerkezetűvé alakult,



3. ábra. Egy egyszerűbb (a) és egy elegánsabb (b) megoldás a fagyasztásos mintakészítés kivitelezésére [15]

amint a grid -140 °C fölé melegeedett. A megfigyelésből Dubochet és kollégái levonták a következtetést, hogy a vitrifikált állapot akár hosszabb ideig is megtartható a mikroszkópban, ha a grid hőmérsékletét -160 °C alatt tartjuk. [15,18] A módszer az elkövetkező években folyamatosan fejlődött, teljes potenciálját pedig



4. ábra. A mintakészítés folyamata krio-elektronmikroszkóphoz. Illusztráció: Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences. Az elektronmikroszkópos kép a Semliki erdei vírusról készült [18]

1984-ben érte el, amikor sikerült szénhártyát nem tartalmazó griden létrehozni vírusokat tartalmazó, vékony, vitrifikált víz-réteget. A továbbfejlesztett módszerrel a vízréteg megfelelően vékony a gyors vitrifikáció lezajlásához, viszont elég vastag ahhoz, hogy a vizsgálni kívánt biomolekula natív állapotában, egy réteg vastagságba tudjon rendeződni a vízrétegen belül (4. ábra). Dubochet és kollégái bebizonyították, hogy minta-előkészítési eljárásuk általánosan alkalmazható más biológiai eredetű minták krio-elektronmikroszkópos vizsgálatához is. [15,19] Az új eljárást azonnal széles körben alkalmazni kezdték, és azóta is alkalmazzák a krio-elektronmikroszkópia területén.

A technológia közelmúltbeli fejlődése

A krio-elektronmikroszkópiás képalkotás következő nagy áttörését az új elektrondetektorok megjelenése jelentette (CMOS, CCD). Bár töltött részecskék detektálására már a 2000-es évek előtt is

használták ezeket a szenzorokat (elsősorban a csillagászat területén), elektronok detektálására csak a 2000-es évek közepén kezdték alkalmazni őket. [20–24]

Legrégebb óta a szilíciumalapú CCD (töltés-csatolt eszköz) szenzorokat használják, melyek technikai okokból nem közvetlen



módon detektálták az elektronokat, hanem közvetett módon, elektron-fény konverzió keresztül (az elektronok által keltett fotonokat érzékelve). Az eljárás hátránya, hogy az elektron-fény konverzió többletjait visz a detektált jelbe, aminek következtében az esetek többségében a nagy felbontású képalkotásnál inkább filmet használtak a CCD-technológia helyett.

Az új direkt elektrondetektorok 2012–2013-as elterjedésével új lehetőség nyílt a nagy energiájú elektronok közvetlen detektálására, ami alacsony intenzitás mellett is kevésbé zajos, mint a film. A detektorok másik előnye a képrögzítési sebességük, mely folyamatos, filmszerű képrögzítést tesz lehetővé, amit a minta elektronbesugárzás hatására bekövetkező folyamatos mozgásának kompenzációjára lehet alkalmazni. A detektor segítségével az elektronszámlálás is lehetővé vált. [25,26]

A technológia további fejlődését szolgálta a téremissziós katód, a hűthető mintaasztalok, [27] a Volta-fázislemez, [28] valamint az automatizált adatgyűjtési technikák [29] és az új képfeldolgozó és egyéb mérést kiszolgáló szoftverek megjelenése. [30,31]

Összefoglalás

Az első krio-elektronmikroszkóppal készített, nagy felbontású képet 1990-ben mutatták be, majd egy évtizednek kellett eltelnie, mire spirális és ikozaédres részecskékről, filmre vett adatok alapján, nagy felbontású szerkezeti képeket készítettek. A direkt elektrondetektorok 2012–13-as bevezetése és az első kisebb, egyrészecskés *de novo* atomi szerkezeti modellekről szóló beszámolók megjelenése után (mint amilyen a membránfehérjék között a TRPV₁ ioncsatornáé is volt) a krio-elektronmikroszkópia gyorsan a biológiai szerkezeti vizsgálatok alaptéchnikájává vált (5. ábra).

Az egyrészecskés krio-elektronmikroszkópia egyedülálló a tekintetben, hogy nem igényel kristályos mintát, a vizsgálatokhoz kis mennyiségű minta is elegendő és részecskék széles mérettartományára alkalmazható, a hemoglobinnal méretűektől (64 kDa) a több megadaltonos részecskeméretűekig. A krio-elektronmikroszkópia még ennél is nagyobb szerkezetek, sejtorganelumok, sejtek

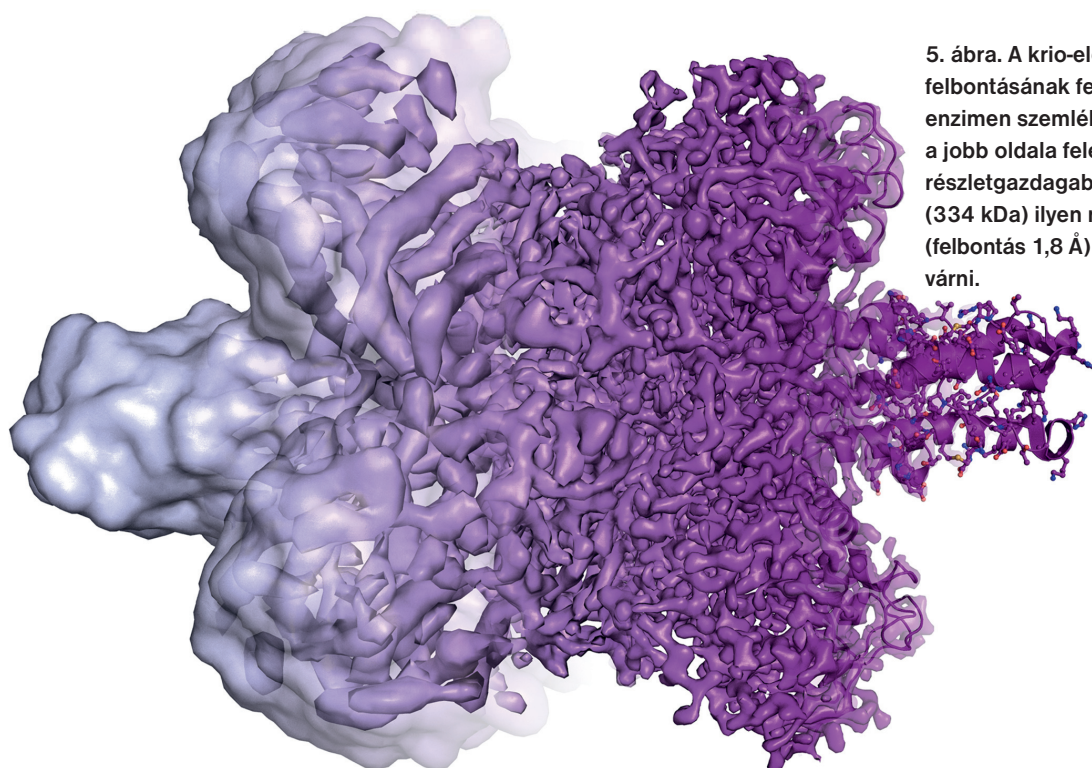
leképezésére is alkalmazható, miközben megmarad a lehetőségünk, hogy *in-situ* nagy felbontású információt nyerjünk ki a bennük található molekulákról vagy komplexekről. [32,33] Az elmúlt évek fejlesztéseinek köszönhetően a krio-elektronmikroszkópia a nagyobb sejtek és sejtorganelumok oldatfázisú szerkezetvizsgálatától egészen a molekulakomplexek, molekulák és a molekulákat felépítő atomok vizsgálatáig fejlődött.

A krio-elektronmikroszkópia azonban nem csak statikus szerkezetek vizsgálatára alkalmas. Mivel a minta-előkészítés része, hogy a mintát tartalmazó oldatot gyors hűtésnek vetjük alá, lehetőségünk van a vizsgálni kívánt biológiai rendszert működés közben egy adott fázisban befagyasztani. Például egy enzimet befagyaszthatunk, miközben egy kémiai reakciót katalizál. A folyamatról „pillanatfelvételeket” készíthetünk, ha azt különböző fázisokban fagyaszthatjuk be. Így akár egy enzim működés közbeni szerkezetváltozását is nyomon tudjuk követni. [34–39]

Az eddigi fejlesztéseket minden bizonnyal továbbiak fogják követni, mind a technológiát, mind pedig a potenciális alkalmazásokat tekintve. A jövőben talán képesek leszünk molekulákról ki nyerni nagy felbontású szerkezeti információt, vagy molekulák közötti kölcsönhatásokat és dinamikus folyamatokat tudunk majd megfigyelni, miközben azok a sejtekben vagy sejtorganelumokban végbemennek. Egészen a közelmúltig a területen dolgozó kutatók jelentős része úgy gondolta, hogy a krio-elektronmikroszkópos technika elérte határát, és nem lesz lehetőség a felbontás további növelésére. Ez a múltbéli általános vélekedés azonban még inkább erősíti az elért eredmények jelentőségét, amit Werner Kühlbrandt csak a felbontás forradalmának nevezett. [40]

IRODALOM

- [1] Marton, L., Electron microscopy of biological objects, Nature (1934) 133, 911–911.
- [2] Althoff, T., Mills, D. J., Popot, J. L., and Kühlbrandt, W., Arrangement of electron transport chain components in bovine mitochondrial supercomplex I1III2IV1, The EMBO Journal (2011) 30, 4652–4664.
- [3] Letts, J. A., Fiedorczuk, K., and Sazanov, L. A., The architecture of respiratory supercomplexes, Nature (2016) 537, 644–648.

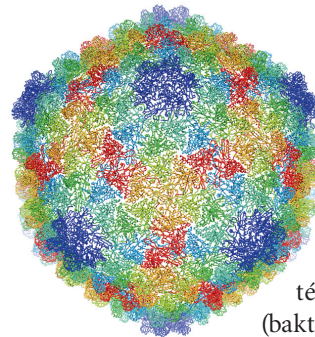


5. ábra. A krio-elektronmikroszkópia felbontásának fejlődése glutamát-dehidrogenáz enzimre szemlélítve. A kép bal oldala felől a jobb oldala felé haladva a modell egyre részletgazdagabb. Egy ekkora fehérje (334 kDa) ilyen részletgazdag leképezésére (felbontás 1,8 Å) egészen 2012–13-ig kellett várni.

Illusztráció: Martin Högborn, Stockholm University

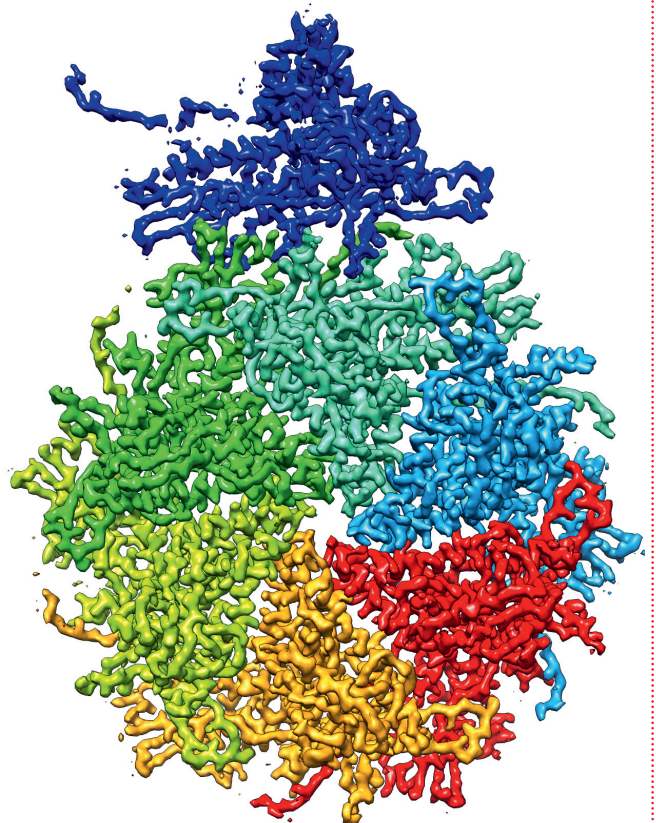


- [4] Hall, C. E., Jakus, M. A., and Schmitt, F. O., The structure of certain muscle fibrils as revealed by the use of electron stains, *J. Applied Physics* (1945) 16, 459–465.
- [5] Brenner, S., and Horne, R. W., A negative staining method for high resolution electron microscopy of viruses, *Biochim. Biophys. Acta* (1959) 34, 103–110.
- [6] Huxley, H. E., and Zubay, G., Preferential staining of nucleic acid-containing structures for electron microscopy, *J. Biophys. Biochem. Cytology* (1961) 11, 273–296.
- [7] Parsons, D. F., Structure of wet specimens in electron microscopy. Improved environmental chambers make it possible to examine wet specimens easily, *Science* (1974) 186, 407–414.
- [8] Matricardi, V. R., Moretz, R. C., and Parsons, D. F., Electron diffraction of wet proteins: catalase, *Science* (1972) 177, 268–270.
- [9] Glaeser, R. M., Limitations to significant information in biological electron microscopy as a result of radiation damage, *J. Ultrastruct. Res.* (1971) 36, 466–482.
- [10] Fernández-Morán, H., Low-temperature preparation techniques for electron microscopy of biological specimens based on rapid freezing with liquid Helium II. In *Annals of the New York Academy of Sciences* (1960) 85, 689–713.
- [11] Haas, D. J., X-ray studies on lysozyme crystals at -50°C , *Acta Cryst. B* (1968) 24, 604–604.
- [12] Haas, D. J., and Rossmann, M. G., Crystallographic studies on lactate dehydrogenase at -75 degrees C, *Acta Crystallogr B* (1970) 26, 998–1004.
- [13] Taylor, K. A., and Glaeser, R. M., Electron diffraction of frozen, hydrated protein crystals, *Science* (1974) 186, 1036–1037.
- [14] Taylor, K. A., and Glaeser, R. M., Electron microscopy of frozen hydrated biological specimens, *J. Ultrastruct. Res.* (1976) 55, 448–456.
- [15] Dubochet, J., Adrian, M., Chang, J.-J., Homo, J.-C., Lepault, J., McDowell, A. W., and Schultz, P., Cryo-electron microscopy of vitrified specimens, *Q. Rev. Biophys.* (1988) 21, 129–228.
- [16] Brüggeller, P., and Mayer, E., Complete vitrification in pure liquid water and dilute aqueous solutions, *Nature* (1980) 288, 569–571.
- [17] Dubochet, J., and McDowell, A. W., Vitrification of pure water for electron microscopy, *J. Microsc.* (1981) 124, 3–4.
- [18] Adrian, M., Dubochet, J., Lepault, J., and McDowell, A. W., Cryo-electron microscopy of viruses, *Nature* (1984) 308, 32–36.
- [19] Dubochet, J., Adrian, M., Lepault, J., and McDowell, A. W., Emerging techniques: Cryo-electron microscopy of vitrified biological specimens, *Trends Biochem. Sci.* (1985) 10, 143–146.
- [20] Faruqi, A. R., Cattermole, D. M., and Raeburn, C., Direct electron detection methods in electron microscopy, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, A* (2003) 513, 317–321.
- [21] Faruqi, A. R., Henderson, R., Pryddetch, M., Allport, P., and Evans, A., Direct single electron detection with a CMOS detector for electron microscopy, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, A* (2005) 546, 170–175.
- [22] Xuong, N. H., Milazzo, A. C., Leblanc, P., Duttweiler, F., Bouwer, J., Peltier, S., Ellisman, M., Denes, P., Bieser, F., Matis, H. S., Wieman, H., and Kleinfelder, S., First use of a high sensitivity active pixel sensor array as a detector for electron microscopy. In *Proceedings of SPIE – the International Society for Optical Engineering*, 2004.
- [23] Milazzo, A. C., Leblanc, P., Duttweiler, F., Jin, L., Bouwer, J. C., Peltier, S., Ellisman, M., Bieser, F., Matis, H. S., Wieman, H., Denes, P., Kleinfelder, S., and Xuong, N. H., Active pixel sensor array as a detector for electron microscopy, *Ultramicroscopy* (2005) 104, 152–159.
- [24] McMullan, G., Faruqi, A. R., and Henderson, R., Direct electron detectors. In *Methods in Enzymology* (Crowther, R. A. ed.), Academic Press. 2016, 1–17.
- [25] Li, X., Mooney, P., Zheng, S., Booth, C. R., Braunfeld, M. B., Gubbens, S., Agard, D. A., and Cheng, Y., Electron counting and beam-induced motion correction enable near-atomic-resolution single-particle cryo-EM, *Nature Methods* (2013) 10, 584–590.
- [26] McMullan, G., Clark, A. T., Turchetta, R., and Faruqi, A. R., Enhanced imaging in low dose electron microscopy using electron counting, *Ultramicroscopy* (2009) 109, 1411–1416.
- [27] Heide, H. G., Design and operation of cold stages, *Ultramicroscopy* (1982) 10, 125–154.
- [28] Danev, R., Buijsse, B., Khoshouei, M., Plitzko, J. M., and Baumeister, W., Volta potential phase plate for in-focus phase contrast transmission electron microscopy, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* (2014) 111, 15635–15640.
- [29] Suloway, C., Pulkas, J., Fellmann, D., Cheng, A., Guerra, F., Quispe, J., Stagg, S., Potter, C. S., and Carragher, B., Automated molecular microscopy: The new Legion system, *J. Struct. Biol.* (2005) 151, 41–60.
- [30] Sigworth, F. J., A maximum-likelihood approach to single-particle image refinement, *J. Struct. Biol.* (1998) 122, 328–339.
- [31] Scheres, S. H. W., Gao, H., Valle, M., Herman, G. T., Eggermont, P. P. B., Frank, J., and Carazo, J. M., Disentangling conformational states of macromolecules in 3D-EM through likelihood optimization, *Nature Methods* (2007) 4, 27–29.
- [32] Beck, M., and Baumeister, W., Cryo-electron tomography: can it reveal the molecular sociology of cells in atomic detail? *Trends Cell Biol.* (2016) 26, 825–837.
- [33] Oikonomou, C. M., and Jensen, G. J., Cellular electron cryotomography: toward structural biology in situ, *Annu. Rev. Biochem.* (2017) 86, 873–896.
- [34] Rubinstein, J. L., Cryo-EM captures the dynamics of ion channel opening, *Cell* (2017) 168, 341–343.
- [35] Fischer, N., Konevega, A. L., Wintermeyer, W., Rodnina, M. V., and Stark, H., Ribosome dynamics and tRNA movement by time-resolved electron cryomicroscopy, *Nature* (2010) 466, 329–333.
- [36] Hite, R. K., and MacKinnon, R., Structural titration of Slo2.2, a Na^+ -dependent K^+ channel, *Cell* (2017) 168, 390–399.
- [37] Zhao, J., Benlekbir, S., and Rubinstein, J. L., Electron cryomicroscopy observation of rotational states in a eukaryotic V-ATPase, *Nature* (2015) 521, 241–245.
- [38] Dashti, A., Ben Hail, D., Mashayekhi, G., Schwander, P., des Georges, A., Frank, J., and Ourmazd, A., Conformational dynamics and energy landscapes of ligand binding in RyR1, *bioRxiv*, 2017, DOI: 10.1101/167080.
- [39] Dashti, A., Schwander, P., Langlois, R., Fung, R., Li, W., Hosseinzadeh, A., Liao, H. Y., Pallesen, J., Sharma, G., Stupina, V. A., Simon, A. E., Dinman, J. D., Frank, J., and Ourmazd, A., Trajectories of the ribosome as a Brownian nanomachine, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* (2014) 111, 17492–17497.
- [40] Kühlbrandt, W., The resolution revolution, *Science* (2014) 343, 1443–1444.



A P22 bakteriofág fehérjeburkának modellje

A P22 vírus a szalmonella baktériumokat fertőzi meg. A vírus (bakteriofág) fehérjeburkának fehérjéit krio-elektronmikroszkópiával tapogatták le. Az egyes fehérjék alakját, szerkezetét, a többi fehérjéhez viszonyított helyzetét több ezer pásztázással állapították meg. A krio-elektronmikroszkópos felvételek eredménye alapján készült a felső képen látható számítógépes modell, ahol minden szín más fehérjének felel meg. Az alsó képen a kapszid egyik alegysége van kinagyítva.



A P22 bakteriofágot burkoló kapszid modelljének részlete

Forrás: C. Hryc és a Chiu Lab, Baylor College of Medicine



Benedek György

Orvosi Nobel-díj a cirkadián ritmust meghatározó molekuláris mechanizmusok felfedezéséért

A Karolinska Intézet Nobel-bizottsága a 2017. évi orvosi vagy élettani Nobel-díjat Jeffrey C. Hallnak, Michael Rosbashnak és Michael W. Youngnak ítélte „a cirkadián ritmust meghatározó molekuláris mechanizmusok felfedezéséért”.

Mind a három új Nobel-díjas az Egyesült Államokban dolgozik. Hall most 72 éves, már nyugdíjban van, de munkássága a Brandeis Egyetemhez (Waltham, Massachusetts) kötődik, ahol a 73 éves Rosbash még mindig az egyetem aktív munkatársa. Young, aki 68 éves, a Rockefeller Egyetemen dolgozik, New Yorkban.



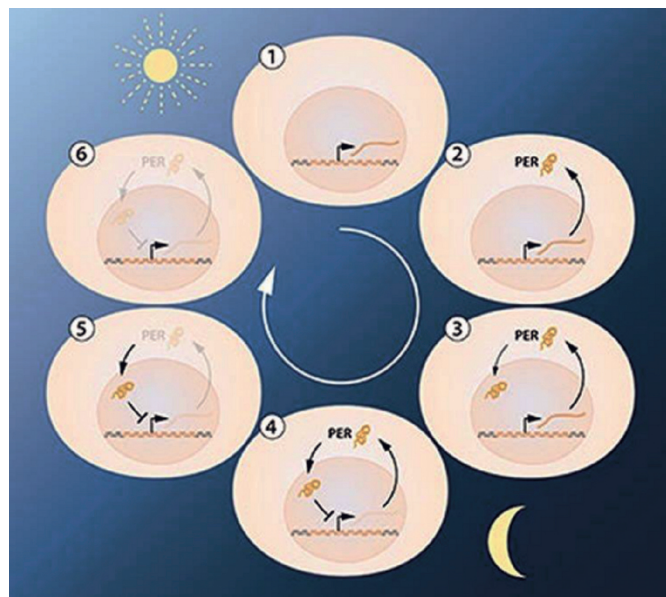
Michael Rosbash, Michael W. Young és Jeffrey C. Hall

A nemzetközi utazás és az azzal kapcsolatos „jet-lag”, a váltott műszakos munka problémái, az alvás keletkezésére és az alvástól való megóvásra irányuló intenzív kutatás időszakában időszerű volt a Nobel-díj odaítélése a test órája vagy más néven a cirkadián ritmusok kutatásáért. Ezen ritmusok molekuláris alapjainak kutatása az 1980-as évek elején kezdődött. A következő 30 évben a kutatók az ecetmuslicára, a *Drosophila melanogaster*re koncentráltak. Ennek az állatnak összesen 14 000 génje van, ami nagymértékben megkönnyítette a kutatást. A kérdés megoldásán dolgozó tudósok korábban azt találták, hogy a *Drosophila* fejében kb. 400–500 olyan gén van – a fejben levő összes gén körülbelül 6–7 százaléka –, amely a cirkadián ritmus szerint expresszálódik.

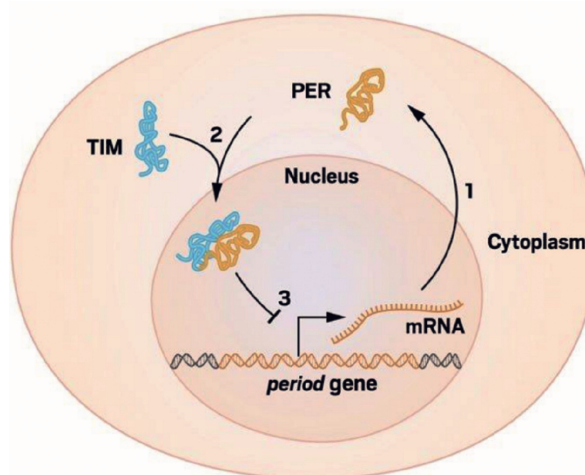
Míg Hall és Rosbash kollaborált, Young tőlük függetlenül dolgozott. Igazi verseny alakult ki a két csoport között, hogy melyikük talál először kulcsfontosságú gént/molekulát. Mindkét csoport 1984-ben közölte először, hogy sikerült a „periódus”-nak nevezett gént megtalálni. Ez a gén olyan fehérjét kódol, amely egy nap alatt felépül és lebomlik. A három kutató ezt a „periódus” gént tanulmányozta, és a fehérjét, amit PER-nek neveztek el. Ez azt jelenti, hogy a PER szintje a 24 órás napi ciklusnak az úgynevezett cirkadián ritmusnak megfelelően változik. A kérdés ezek után az volt, hogy mi okozza a PER óraműszerű termelődését, majd fogyását. Arra gondoltak, hogy a PER szintjének növekedése önmagában gátolja a fehérje további szintézisét.

Hall és Rosbash kimutatta, hogy a „periódus” gén által kódolt fehérje a nap folyamán negatív visszacsatolással gyarapszik és csökken. Young egy másik gént is felfedezett, amelyet „timeless”-nek, időtlennek nevezett el, és amelyet jelenléte alapvető fontosságú a folyamatban. A „periódus” gén által kódolt PER fehérje

csak akkor jut be a sejtmagba és állítja le a „periódus” gén további aktivitását, ha a citoplazmában előzetesen a „timeless” gén fehérjéjével (TIM) kombinálódik.



A PER visszacsatolós szabályozásának egyszerűsített ábrája (https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/2017/press.html)



A cirkadián óra molekuláris komponenseinek egyszerűsített ábrája (https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/2017/press.html)

Young laboratóriumában felfedezték a „doubletime” gént és az általa kódolt DBT fehérjét (kazein kináz 1) is, ami tovább szabályozza ezt a 24 órás molekuláris órát különösen azzal, hogy eltávolítja a PER fehérjét, ha a TIM nincs jelen.



Újabb a Young-laboratórium munkatársai olyan géneket azonosítottak, amelyek a *Drosophila* alvásának homeosztatisz szabályozásában játszanak szerepet. Ez a kutatás olyan specifikus neuronokat fedezett fel, amelyek előmozdítják az alvást. Ugyanakkor elkezdtek az emberi alvás és a cirkadián ritmusok genetikai és molekuláris szintű vizsgálatát. Kimutatták, hogy bizonyos örökletes emberi alvászavarokért a DBT és a PER közötti hibás interakció a felelős. Valóban, a legtöbb gén, amelyik a *Drosophila* óráját alkotja, a körforgásos intracelluláris mechanizmusokat vezérli, megőrződik az állatvilág fejlődése során. A kollaboratív vizsgálatok a magatartási és fiziológiai ritmusokkal kapcsolatban csatlakoznak a Young-laboratóriumban folyó kutatáshoz, amennyiben ritmikus gén- és fehérjeműködést figyeltek meg bizonyos alvási és depressziós rendellenességben szenvedő betegekben származó sejt kultúrákban. Young laboratóriumának eredményei előrevetítik, hogy az alvás és a hangulatzavarok hátterében a látás, a járás, az anyagcsere, a tanulás és a memóriát szabályozó gének időzítése áll.

Az ecetmuslicában kimutattott óramechanizmusok valamennyi soksejtes szervezetben – beleértve az embert is – működnek. Ez a belső óra ma a földi élet alapjellegzetessége: olyan mechanizmus, amely az evolúció milliói éve alatt beprogramozta a Föld forgását sejtjeink millióiba.

A testi óra szépsége abban áll, hogy előre jelzi a napkeltét és napnyugtát ahelyett, hogy egyszerűen követné azt. Nincs olyan óra a testünkben, amely óránként jelet adna. Helyette molekuláris sejtmechanizmusok mozognak idő szerint, így adnak ritmust az alvási mintáknak, a testhőmérsékletnek, a vérnyomásnak, az anyagcserének és a hormonok kiválasztásának.

Nehezen találunk olyan növényt vagy állatot, amelyik nem változtatja meg magatartását attól függően, hogy nappal vagy éjszaka van.

A francia csillagász, Jean-Jacques d'Ortois de Mairan folytatja le először a kísérletet, amely a belső óra működésére mutatott. 1729-ben kimutatta, hogy a mimóza napközben kinyitja leveleit és éjszaka bezárja, még akkor is, ha teljes sötétségben tartják. Ez a megfigyelés arra utalt, hogy a növények nemcsak reagálnak a fényre, hanem valahogyan napi-éjszakai ritmusra állnak rá.

Kétszáz évvel d'Ortois de Mairan halála után a tudósok megtették a belső óra megértéséhez vezető első lépéseket. 1971-ben Seymour Benzer és tanítványa, Ronald Konopka észrevette, hogy mutációt mutató ecetmuslicák belső órája hibásnak tűnik. Kimutatták, hogy a hibás óraműködést egy gén mutációja okozta. Ez volt az a gén, amelyet később „periódus”-nak neveztek el. Amikor a cirkadián órát adó gének mutálódnak, ez az időszakos génextpresszió eltűnik, még ha a környezeti ciklusok fenn is ma-

radnak, arra utalva, hogy az időbeli programot lényegében a molekuláris oszcilláció hozza létre.

A legkülönbözőbb élőlények – baktériumok, növények, gombák, állatok – mutatják a genetikai alapokon álló, közel 24 órás cirkadián ritmust. Bár úgy tűnik, hogy valamennyi ilyen óra hasonló típusú genetikai visszacsatolási körön nyugszik, a specifikus gének egymástól függetlenül alakultak ki úgy a növényi, mint az állatvilágban. Az emlős állatokban – és az emberben – a magatartás és az élettani működések nagyon sok aspektusa mutat cirkadián ritmitást, beleértve az alvást, a fizikai aktivitást, az éberséget, a hormonális szinteket, a testhőmérsékletet, az immunfolyamatokat és a tápcsatorna működését. A folyamatot a hipotalamuszban található suprachiasmatikus mag hangolja össze, és a ritmitás megszűnik, ha a mag sérül. A suprachiasmatikus mag összesen kb. 20 ezer neuront tartalmaz. Az alvás például a suprachiasmatikus mag roncsolása után megmarad, csak az alvási epizódok hossza és időzítése veszt el szabályos ritmikus jellegét. A suprachiasmatikus mag úgy tartja fenn a test feletti kontrollját, hogy a test szöveteiben lévő, alárendelt oszcillátorokat szinkronizálja. Ezeknek, például a májszövet sejtjeinek, a „központ”-tól független saját 24 órás ritmusuk van.

Az emberi szervezet kutatói azt is kimutatták, hogy a cirkadián ritmus megzavarása, a váltott műszakos munka fokozhatja a rák fellépésének valószínűségét. Nem teljesen világos, hogy a váltott műszakban végzett munka hogyan fejt ki az emberi szervezetre ilyen hatást. Egy hipotézis szerint például az éjszakai fényhatás elnyomhatja a melatonin szintézisét, amely a szabad oxigénradikálokat gátolhatja sejtkárosító hatásukban. Az emberi halálozásban is megfigyelhető a cirkadián ritmus. A halálozás hajnalban 5 óra körül éri el a statisztika szerint a csúcspontját, estefelé csökkenés tapasztalható. Érdekes történet, hogy Rosbach hajnali 5-kor kapta meg a Nobel-bizottság hívását. Azt mondta, nagyon örül, hogy a hívás az ecetmuslicákról szól, mert egyébként ilyen időpontban csak akkor telefonálnak, ha valaki meghalt.

Meg kell jegyezni, hogy a cirkadián ritmus elnevezése – ahogyan a kronobiológiának nevezett tudomány számos más megállapítása is – Franz Halberg (1919–2013) nevéhez fűződik, aki a Naszód megyei Besztercén látta meg a napvilágot, és magyar kötődését élete végéig fenntartotta. ●●●

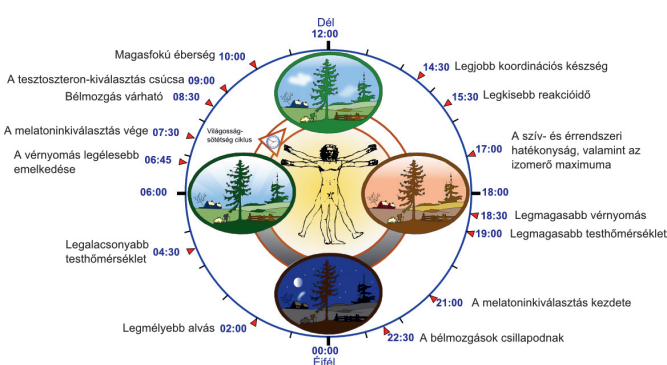
IRODALOM

- [1] Zehring, W.A., Wheeler, D.A., Reddy, P., Konopka, R.J., Kyriacou, C.P., Rosbash, M., Hall, J.C., P-element transformation with period locus DNA restores rhythmicity to mutant, arrhythmic *Drosophila melanogaster*, *Cell* (1984) 39, 369–376.
- [2] Bargiello, T.A., Jackson, F.R., Young, M.W., Restoration of circadian behavioural rhythms by gene transfer in *Drosophila*, *Nature* (1984) 312, 752–754.
- [3] Siwicki, K.K., Eastman, C., Petersen, G., Rosbash, M., Hall, J.C., Antibodies to the period gene product of *Drosophila* reveal diverse tissue distribution and rhythmic changes in the visual system, *Neuron* (1988) 1, 141–150.
- [4] Hardin, P.E., Hall, J.C., Rosbash, M., Feedback of the *Drosophila* period gene product on circadian cycling of its messenger RNA levels, *Nature* (1990) 343, 536–540.
- [5] Liu, X., Zwiebel, L.J., Hinton, D., Benzer, S., Hall, J.C., Rosbash, M., The period gene encodes a predominantly nuclear protein in adult *Drosophila*, *J Neurosci* (1992) 12, 2735–2744.
- [6] Vosshall, L.B., Price, J.L., Sehgal, A., Saez, L., Young, M.W., Block in nuclear localization of period protein by a second clock mutation, *timeless*, *Science* (1994) 263, 1606–1609.
- [7] Price, J.L., Blau, J., Rothenfluh, A., Abodeely, M., Kloss, B., Young, M.W., Double-time is a novel *Drosophila* clock gene that regulates PERIOD protein accumulation, *Cell* (1998) 94, 83–95.

MAGYAR NYELVŰ IRODALOM

- [1] Braunitzer, G., Benedek, G.: Életünk ritmusai. *Orvostovábbképző Szemle* (2010) 18, 13–19.

Az ember cirkadián ritmusai (Syp, Wikipédia)





Gergely Árpád László

Fizikai Nobel-díj a gravitációs hullámok első közvetlen megfigyeléséért

A 20. század hajnalán a klasszikus fizika tökéletesnek hitt felépítménye recsegni-ropogni kezdett. A Michelson–Morley-kísérlet kapcsán tarthatatlanná vált továbbra is feltenni, hogy van éter, melyen az elektromágneses hullámok terjednek. A fekete-test elektromágneses sugárzását pedig csak az energiakvantum bevezetése árán lehetett a megfigyelésekkel összhangba hozni. Mindkettőnek komoly következménye lett: előbbi a speciális relativitáselmélethez, utóbbi a kvantumelméletekhez vezetett.

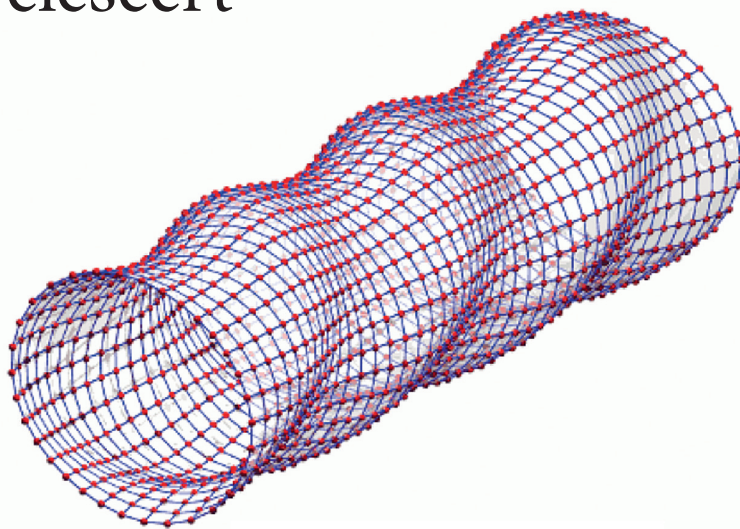
Az Einstein, Lorentz és Minkowski munkássága által fémjelzett speciális relativitáselméletet egy nagy egyesítésnek foghatjuk fel: kiderült, hogy a mechanikai és elektromágneses jelenségek nem csupán ugyanúgy írhatók le minden inerciarendszerben, hanem a rendszerek között is azonos a kapcsolat. Ennek azonban ára volt: a tér és az idő elvesztette abszolút jellegét, vonatkoztatási rendszer függővé vált. Ami abszolút maradt, az az események téridőben mért négyes-távolsága, illetve időrendi sorrendje. Az új elmélet fontos következménye volt, hogy fénynél gyorsabban nem terjedhet információ.

Ennek viszont ellentmondott a newtoni gravitáció, hiszen alapegyenletében, a Poisson-egyenletben csak Laplace-operátor szerepel, időderivált nem, a gravitáció terjedési sebességét tehát végtelennek jósolta. A hiba kijavításán Einstein egy kerek évtizedig dolgozott. Sokadik próbálkozása a végül helyesnek bizonyult általános relativitáselmélet, melyben a gravitáció fénysebességgel terjed, a d'Alembert-operátort tartalmazó hullámegyenlet szerint. Ez a gravitációs hullám.

Ehhez azonban az általános relativitáselméletnek szakítani kellett újabb dogmákkal – például a Pitagorasz-tétellel, amit a gravitáció megváltoztat. A tér és az idő görbültté válik, a téridő görbülete pedig maga a gravitáció. Vagy az inerciarendszerek kiválasztott szerepével. Helyette lokális inerciarendszerek léteznek, melyekben a tehetetlenségi és gravitációs hatások lokálisan kioltják egymást. Az általános relativitáselmélet tetszőleges vonatkoztatási rendszerben érvényes, azonban az események közötti négyes-távolság, illetve időrendi sorrendjük továbbra is független a vonatkoztatási rendszertől.

A gravitációs hullám tehát hepehupa a téridő görbületében. De hogyan választjuk szét a háttérgörbületet a rajta terjedő görbületi perturbációtól? Ezt úgy lehet pontosan megfogalmazni, ha a geometriai optikai közelítést alkalmazzuk: gravitációs hullámról akkor beszélünk, ha egy periodikus görbületi perturbáció hullámhossza sokkal kisebb a háttér görbületénél. Kis gravitációjú helyeken, mint a Föld is, ez automatikusan teljesül, hiszen a görbületi sugár igen nagy (Minkowski-téridőben végtelen). Azonban a fekete lyukak környezetében, vagy az Ősrobbanás után ezek a mennyiségek könnyen lehetnek összemérhetők is.

A gravitációs hullám hasonló az elektromágneses hullámhoz abban, hogy a terjedési irányára merőleges változásokat okoz, azaz transzverzális hullám. A gravitációs hullám azonban tenzori, nem pedig vektori deformáció, azaz elhaladása esetén egyik merőleges irány rövidül, miközben a másik tágul, majd ez megfordul és sokszor ismétlődik. Szintén közös tulajdonság, hogy mind-



A gravitációs hullám terjedésének modellje

(animáció: <https://www.universetoday.com/127255/gravitational-waves-101/>)

kettő fénysebességgel terjed. Ezzel a hasonlóságoknak vége is szakad.

A gravitációs hullám az elektromágneses hullámtól eltérően nem nyelődik el, miközben áthalad az Univerzumon. Jólalonyolultabb létrehozni (nem elég a forrás gyorsuló mozgása, az ún. tömeg-kvadrupólmomentum második és harmadik deriváltjainak kell nullától különbözőnek lenniük). A gravitációs hullám önmaga forrása, olyan, mintha az elektromágneses hullámnak elektromos töltése is lenne. Így két gravitációs hullám ütközése akár fekete lyukak is létrehozhat! Végül, mivel a gravitáció a leggyengébb ismert kölcsönhatás, hullámainak kimutatása igen nagy kihívás.

A gravitációs hullámok energiát, impulzust és impulzusnyomatékokat visznek el az őket létrehozó forrásokból. Ilyen rendszer az ún. Hulse–Taylor kettős pulzár is. A pulzárról észlelt elektromágneses jelek periodicitásában pontosan olyan változások történtek, amiket a gravitációs hullámok által elvitt energia okoz. Ez volt a létező fizikai elméletek egyik legpontosabb igazolása: 40 másodperces változást mutattak ki 30 év alatt. A gravitációs hullámok létezésének indirekt bizonyítását 1993-ban Nobel-díjjal jutalmazták.

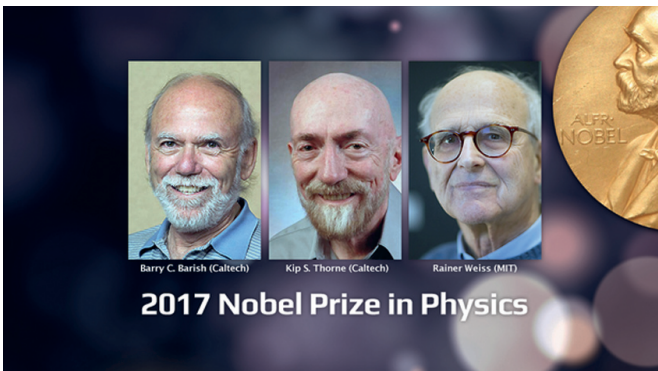
A közvetlen kimutatásra azonban 2015. szeptember 15-éig kellett várni [1]. Ezt követően eddig újabb öt alkalommal sikerült kimutatni őket. Az észleléseket a Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory (LIGO) két interferométere végezte. Ezek az Amerikai Egyesült Államokban működő, lézer-interferometrián alapuló detektorok egyenként két 4 km-es karhosszúságú vákuumozott csőből állnak, amelyekben az igen stabil infravörös lézersugár ún. Fabry–Perot-kavitásokban verődik oda-vissza, mielőtt az interferenciaképet kialakítaná. A berendezések a 10–2000 Hz-es tartományban 10^{-23} nagyságrendű relatív érzékenységet mutatnak fel, ami azt jelenti, hogy a protonméret ezredrésznyi elmozdulásának kimutatására képesek! A gravitációs hullám



A hanfordi (felül) és a livingstoni (alul) interferométerkarok

azonban csak forrásának nagy távolsága miatt ilyen gyenge. Az első észlelt gravitációs hullám keletkezése helyén a Paksi Atomerőmű éves energiatermelésének 10^{31} -szeresét hordozta!

A 2017. évi fizikai Nobel-díj felét a LIGO-detektorral kapcsolatos meghatározó munkásságért és a gravitációs hullámok közvetlen kimutatásáért Rainer Weiss, az MIT emeritus professzora kapta, a díj másik felén Kip Thorne és Barry Barish, a Caltech emeritus professzora osztozott.



Barry Barish, Kip Thorne és Rainer Weiss

Rainer Weiss 1932-ben Németországban született, majd 1962-ben az MIT-n szerzett PhD-fokozatot. Kétéves princetoni poszt-doktori korszaka után, 1964-ben az MIT professzora lett. Ő volt a lézer-interferometrián alapuló gravitációshullám-detektor megalkotója (1967), és a berendezés sikeres működését korlátozó zajforrások precíz feltárása is az ő nevéhez fűződik (1972). Túlzás nélkül állítható, hogy az ő víziója nélkülözhetetlen volt a sikeres gravitációshullám-észlelésekhez. 1984-ben a LIGO egyik alapító tagja volt, azóta is aktív résztvevője a gravitációshullám-keresésre irányuló kutatásoknak. Tudományos munkássága egyébre is kiterjedt: a NASA mikrohullámú háttérsugárzást feltérképező Cosmic Background Explorer (COBE) űrszondájának tudomá-

nyos tanácsadójaként 2006-ban a Gruber Cosmology Prize egyik kitüntetettje volt.

Kip Thorne 1940-ben Utah-ban született, a PhD-címet 1965-ben Princetonban szerezte általános relativitáselméleti témájú értekezéssel, témavezetője az a John Archibald Wheeler, akitől a fekete lyuk elnevezés is származik. 27 évesen lett a Caltech legfiatalabban kinevezett professzora, ahol 1968-ban gravitációs hullámokkal foglalkozó kutatócsoportot alakíthatott. Figyelemre méltó, hogy akkoriban történt ez, amikor még igen kevés egyetemen ismerték fel az általános relativitáselmélet jelentőségét a modern fizikában. Kip Thorne a tudományterület egyik legalapvetőbb tankönyvének társszerzője [2], ő dolgozta ki a gravitációs hullámok multipólus-sorfejtésének elméletét. Ismert még a féreglyukakkal kapcsolatos munkássága, és ismertek az ennek kapcsán írt tudománynépszerűsítő könyvei is. Ő volt az Interstellar (Csillagok között) nagy sikerű science-fiction film tudományos tanácsadója; ennek köszönhető, hogy a filmben csak tudományosan igazolt vagy a jelenlegi tudásunknak nem ellentmondó történeteket mutattak be. Pályája során mintegy 50 PhD-munka témavezetője volt. Rainer Weiss győzte őt meg arról, hogy a lézer-interferometrikus interferométer gravitációshullám-detektorként működhet, így 1984-ben ő volt a LIGO másik alapító tagja. Jelenleg emeritus Feynman-professzor.

Barry Barish 1936-ban született Nebraskában, a PhD-t 1962-ben szerezte Berkeley-ben, kísérleti nagyenergiás részecskefizika témában. 1963 óta a Caltech professzora, jelenleg emeritus. Az 1980-as években a MACRO (Monopoles, Astrophysics and Cosmic Ray Observatory) igazgatója – ez a nagykollaboráció mágneses monopólust szeretett volna találni, ami nem sikerült. Azonban találtak a később mások által igazolt neutrínóoszillációkra utaló jeleket. Tudományos nagykollaboráció vezetésében szerzett tapasztalatai miatt hívták meg a LIGO Laboratórium igazgatói tisztségébe, amit 1994 és 2005 között töltött be. Amikor a tisztséget átvette, a LIGO dolgai nem álltak fényesen. Az Amerikai Egyesült Államok tudományfinanszírozó szervezete, a National Science Foundation (NSF) sokadjára utasította vissza kérelmüket a detektorok megépítésének finanszírozására, mitöb, értésükre adta, hogy utolsó pályázati lehetőségük maradt. Barry Barish ekkor kezdeményezte a kétfázisú LIGO-elképzelést, ami végül támogatást nyert. Ennek értelmében 1999 és 2002 között megépült a két korai LIGO-berendezés, majd 2010-ig zajlottak az első gravitációshullám-keresések. Bár gravitációs hullámot ebben az első fázisban észlelni nem sikerült, a berendezések bizonyították, hogy képesek a tervezett érzékenységgel működni. Így megérkezett a támogatás második fele, és 2015-re megépülhetett az Advanced LIGO, mely a gravitációs hullámokat végül megtalálta. A LIGO projektben betöltött működését követően egy másik nagy projekt, a tervezett ILC (International Linear Collider) igazgatói tisztségét töltötte be, 2013-ig. Az ILC megépítése azonban veszélybe került, mivel eddig a CERN-ben működő LHC (Large Hadron Collider) a Higgs-részecskén kívül mást nem talált.

Barry Barish nevéhez fűződik a LIGO berendezést üzemeltető laboratórium és az adatokat elemző kutatói tevékenység szétválasztása is. 1997-ben megalakította a LIGO Tudományos Kollaborációt, mely nyitott, lehetőséget biztosítva más országok kutatóinak is a bekapcsolódásra. Jelenleg a LIGO-t az NSF támogatja, a Caltech és az MIT működteti, amelyek egyben a projekt ötletgazdái és megépítői. Az Advanced LIGO projekt vezető pénzügyi támogatója az NSF volt, Németország (Max Planck Társaság), az Egyesült Királyság (Tudomány és Technológiai Testület) és Ausztrália (Ausztrál Kutatási Tanács) szintén jelentős kötelezettségváll-



lalást és hozzájárulást adott a projekthez. A programban több mint 1200 tudós, több mint 100 intézményből vesz részt a világ minden tájáról a LIGO Scientific Collaboration együttműködésén keresztül, amely a GEO Kollaborációt is magában foglalja. A további partnerek listája itt található: ligo.org/partners.php. A kollaborációnak a Szegedi Tudományegyetem Fizika Intézetének kutatói (Gergely Árpád László professzor, Tápai Márton tudományos segédmunkatárs és tanítványaik), valamint az Eötvös Loránd Tudományegyetem Eötvös Gravity Research Group kutatói (Frei Zsolt professzor, Raffai Péter egyetemi adjunktus és tanítványaik) is tagjai. Szintén magyar tagjai a Columbia Egyetem kutatói (Márka Szabolcs és Márka Zsuzsa professzorok, korábban Bartos Imre is).

Amint Barry Barish elmondta a Nobel-díjról szóló értesítés után készült első interjújában [3], Einstein nem hitt abban, hogy a gravitációs hullámok kimutatására valaha is sor kerülhet. Einstein korában azonban még nem ismerték az Advanced LIGO berendezések három kulcsfontosságú elemét: a lézereket, a digitális vezérlést és az aktív szeizmikus szigetelést. Utóbbi olyan, mint az aktív zajszűrő fülhallgató: levonja az állandónak tekinthető zajszintet a közvetített hangból, így az időszakos hangokat, például amikor valaki hozzánk szól, tisztábban halljuk. A különbség annyi, hogy a gravitációs hullám esetében ezt minden irányban másképpen kell megtenni. Az Advanced LIGO éppen az aktív szeizmikus szigetelés beépítésével érte el a legnagyobb javulást az eredeti LIGO-hoz képest. Átlagosan egy hármas faktorial, de a legérdekesebb, alacsony frekvenciákon 100-szorosan. Mivel minden irányból érkezet gravitációs hullám, a számok köbével kell számolni, így alacsony frekvenciákon a javulás milliószoros [4]. Nem csoda, hogy bekapcsolás után gyakorlatilag rögtön sikerült az Advanced LIGO-nak gravitációs hullámot mérni.

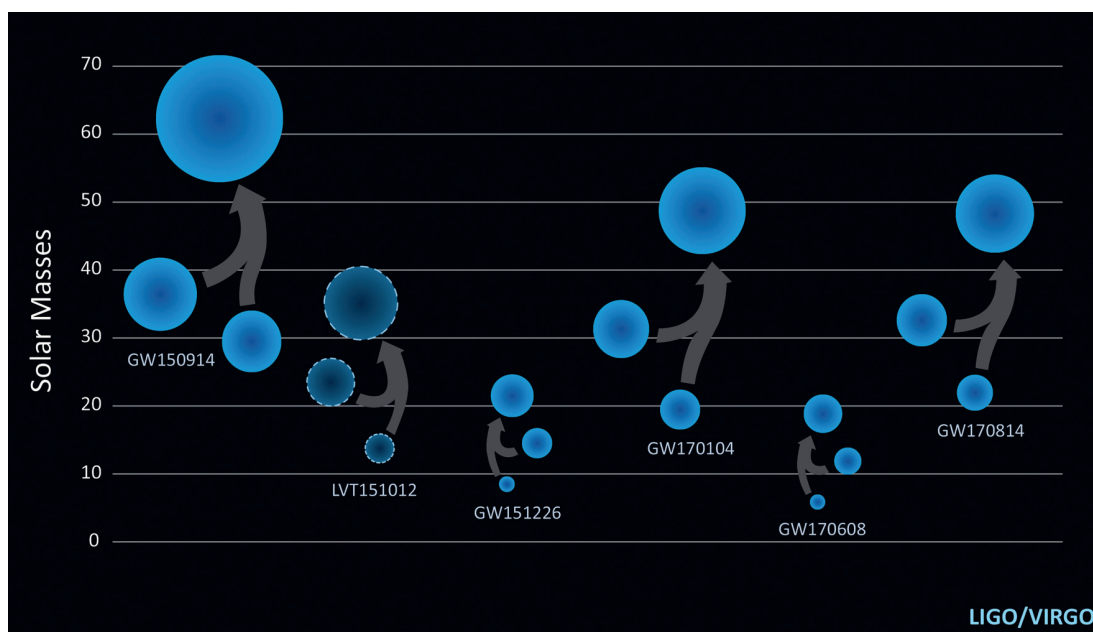
A teljes LIGO Tudományos Kollaboráció, kiemelt vezetőivel együtt számos egyéb kitüntetést is kapott az elmúlt két évben, így 2016-ban a Special Breakthrough Prize in Fundamental Physics [5] és a Gruber Cosmology Prize [6], 2017-ben pedig a Royal Astronomical Society RAS Group Achievement Award „A” [7], a Rossi Prize of the American Astronomical Society [8] és a Princess of Asturias Award for Technical and Scientific Research [9] díjakat.

Az első öt észlelt gravitációs hullám forrása összeolvadó fekete lyuk páros volt. Ezek közül az utolsót az európai, hasonló el-

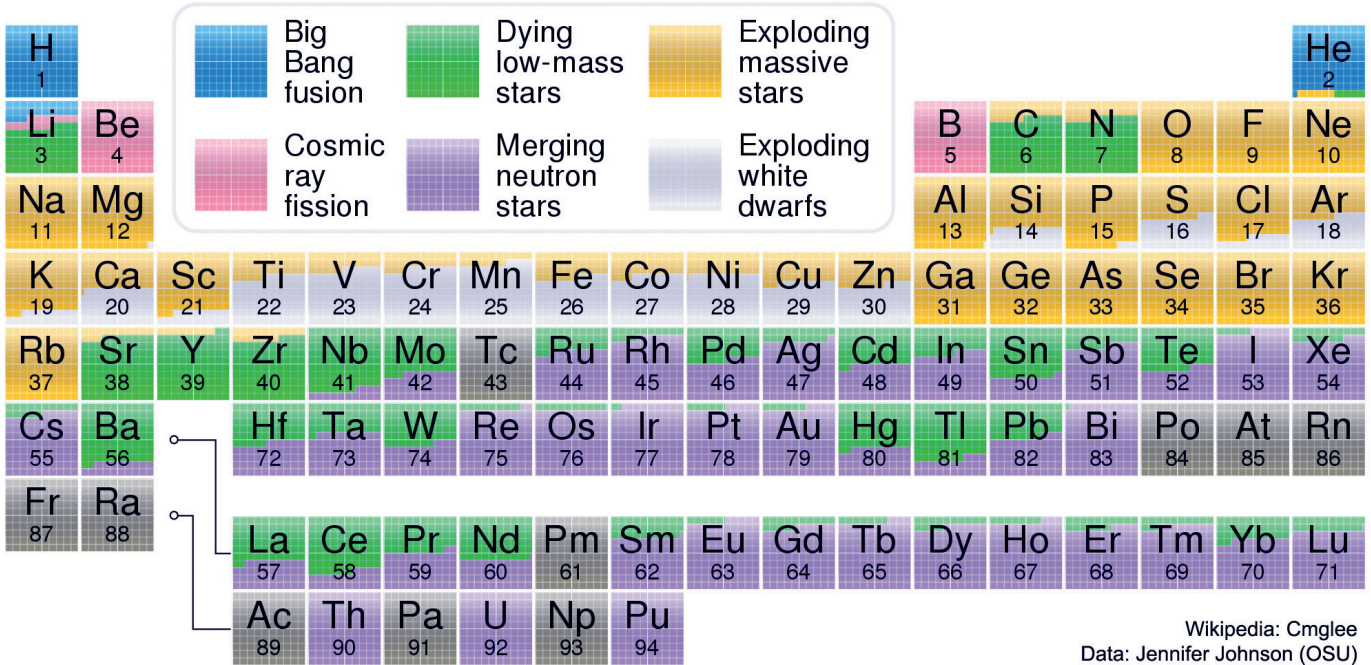
veken működő Virgo detektor is észlelte, lényegesen megjavítva a forrás helyzetének meghatározását. A Virgo Kollaborációnak is van magyar résztvevője, a Wigner Intézet kutatói (Vasúth Máttyás tudományos főmunkatárs és tanítványaik).

A hatodik észlelés azonban új típusú forrásból jött: neutroncsillagok összeolvadásából [10]. Az előző észlelésekhez viszonyítva ez a jel sokkal tovább tartott. Az a tény, hogy a hullámot a Virgo detektor nem észlelte, lehetővé tette a forrás irányának minden eddiginél pontosabb meghatározását. 1,7 másodperccel később a kijelölt égtartományból eredő gamma-kitörést mutatott ki mind a Fermi, mind az Integral űrtávcső; 10 óra 52 perccel később a Hydra csillagkép NGC 4993 galaxisában új, kilonóvának nevezett fényforrást fedeztek fel; újabb 11 óra 36 perccel később a forrást infravörös, majd újabb 15 órával később ultrabolya tartományban is azonosították számos földi obszervatóriumban. 9 nap elteltével a Chandra űrtávcső felfedezte röntgensugárzását, majd 16 nappal később a Jansky Very Large Array (J VLA) rádióantenna-hálózat a rádiósugárzását is. Ez volt az első „többszínű-észlelés”, melyet mind gravitációs hullámok formájában, mind az elektromágneses sugárzás valamennyi tartományában megfigyelhetett a nemzetközi kutatói közösség. Az összeolvadás „lágy gamma-kitörést” keltett, igazolva ezzel a keletkezésükre tett korábbi javaslat helyességét. A folyamat során az összeütközésben felszabaduló neutronok egy sor nehéz elemet hoztak létre, közöttük aranyat és platínát. Az újonnan formálódott nehéz elemek jelenlétét az amerikai Gemini Obszervatórium, az európai Very Large Telescope és a NASA Hubble Űrteleszkópjának mérései egyaránt igazolták. Kiderült, hogy a vasnál nehezebb elemek mintegy fele ilyen neutroncsillag-összeolvadások során keletkezik. A Földön található arany és platina túlnyomó része is így jött létre.

Az észlelés segítségével a kutatók új módszerrel adták meg az Univerzum tágulását jellemző Hubble-állandó értékét, a gravitációs hullámok vizsgálatából az ún. luminozitás-távolság, az elektromágneses észlelések alapján pedig a vöröseltolódás meghatározásával. Az előző detektálásokhoz hasonlóan a diszperziós relációk vizsgálata nyomán a gravitációs hullámok frekvenciáját nem találták sebességfüggőnek, amivel mind a Lorentz-invariancia-sértést, mind a gravitációs hullámok fénysebességtől különböző sebességgel való terjedését sikerült kizárni.



Ismert tömegű fekete lyukak



Wikipedia: Cmglee
Data: Jennifer Johnson (OSU)

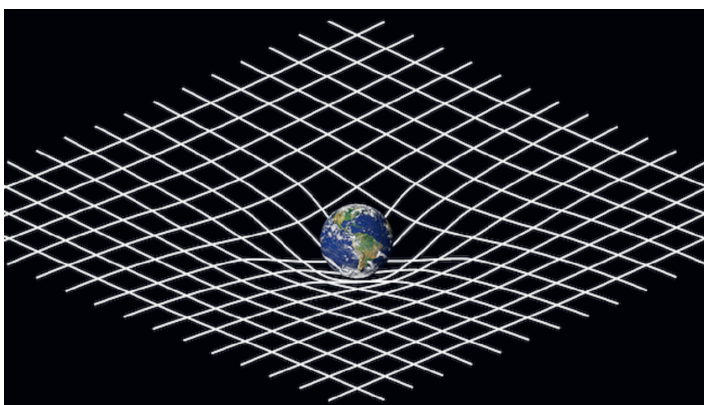
Az elemek eredete

Jelenleg újabb, hasonló elveken működő gravitációshullám-detektorok épülnek Japánban és Indiában. Fejlettebb változatukat Európában tervezik, Einstein-teleszkóp néven. Azonban a gravitációs hullámok egyéb frekvenciákon is előfordulhatnak. Mivel a kimutatható hullámhossz a detektor méretének függvénye, tervezik a LISA (Light Interferometer Space Antenna) felbocsátását a galaxisok központjában található, több millió naptömegű fekete lyukak ütközéséből keletkező gravitációs sugárzás kimutatására. A rádiópulzárak időkézésén alapuló mérések még ennél is kisebb frekvenciák észlelésére lesznek alkalmasak. Végül a legkisebb frekvenciájú gravitációs hullámok a mikrohullámú háttérsugárzás ún. B-polarizációjának méréséből határozhatók meg. Ezzel gyakorlatilag az Ősrobbanásig nézhetnénk vissza a múltba. Látnánk közvetlenül azt a korszakot, melyben mind a gravitáció, mind a kvantum jelenségek fontosak, amit egy jelenleg még nem létező kvantumgravitációs elmélet írna le. Mint azt Kip Thorne elmondta Nobel-díjas előadásának zárógondolataként [4], 2050 környékén egyrészt látni fogjuk a mikrohullámú kozmikus háttérsugárzásban a több százmillió éves periodicitású, Ősrobbanás-

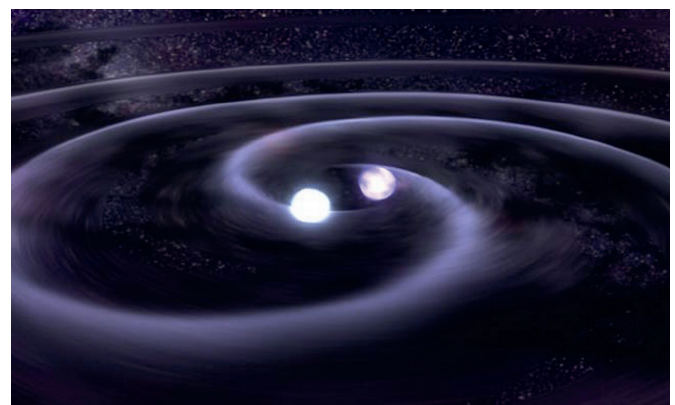
ból eredő gravitációs hullámokat; másrészt a tervezett Big Bang Explorer űrszonda-rendszer segítségével szintén az Ősrobbanásból származó néhány másodperces periódusú gravitációs hullámokat fogunk észlelni. Ő arra számít, hogy a kétféle gravitációs hullám nem lesz egymással összhangban, és az Ősrobbanásból nem a jelenleg gondolt vákuum-fluktuációk születtek meg [4]. Ez lesz a kvantumgravitáció Michelson–Morley-kísérlete. ●●●

IRODALOM

[1] LIGO Scientific Collaboration, Virgo Collaboration, Phys. Rev. Lett. (2016) 116, 061102.
 [2] C. Misner, K. Thorne, J. A. Wheeler, Gravitation. Freeman, 1973.
 [3] <https://www.symmetrymagazine.org/article/qa-with-nobel-laureate-barry-barish>
 [4] <https://www.youtube.com/watch?v=scVyxVnMYUc>
 [5] <https://breakthroughprize.org/News/32>
 [6] <http://gruber.yale.edu/cosmology/2016/ligo-discovery-team>
 [7] <https://www.ras.org.uk/images/stories/awards/winners/2017/LIGO%202017%20Group%20Achievement%20Award%20A.pdf>
 [8] <https://aas.org/posts/news/2017/01/head-rossi-prize-goes-gabriela-gonzalez-ligo-team>
 [9] <http://www.fpa.es/en/princess-of-asturias-awards/laureates/2017-rainer-weiss-kip-s-thorne-barry-c-barish-and-ligo-scientific-collaboration.html?especifica=0&idCategoria=0&anio=2017&especifica=0>
 [10] LIGO Scientific Collaboration, Virgo Collaboration, Phys. Rev. Lett. (2017) 119, 161101.



A kép azt modellezi, hogyan görbül a téridő egy nagy tömegű objektum – ebben az esetben a Föld – jelenlétében (NASA's Imagine the Universe)



Gravitációs hullámok keletkezése neutroncsillagok összeolvadásából – művészi ábrázolásban (NASA/Goddard Space Flight Center)



Kiss János

■ MTA-SZTE Reakciókinetika és Felületkémiai Kutatócsoport

Felületkémiai kutatások a Szegedi Tudományegyetemen

A nanométerestől az atomi szintű felületanalízisig

A Szegedi Tudományegyetemen a jelenleg is folyó felülettudományi és felületkémiai indíttatású kutatások gyökerei az 1960-as évekre nyúlnak vissza. Szabó Zoltán akadémikus a Szerzetlen és Analitikai Kémiai Tanszék kimagaslóan széles látókörű professzora (1907–1995) a Tanszék kutatási profilját tovább kívánta bővíteni a heterogén katalízis irányába. Ezzel a feladattal Solymosi Frigyeszt bízta meg, és az ez irányú kutatások először a Tanszéken működő MTA Kutatócsoportban kezdődtek. Figyelembe véve az akkoriban rendelkezésre álló hazai műszerpark alacsony szintjét, a témakiválasztás és a találékonyág nagy szerepet játszott a sikerben. Mindezek ellenére nemzetközileg is jelentős eredmények születtek a szilárd anyagok szerkezetvizsgálata területén [1]. A mérések főként a félvezető oxidok hibahelyszerkezetének felderítésére irányultak, tanulmányozták a félvezető oxidok, ezen belül főként a titán-dioxid hordozó félvezető sajátságainak hatását a fémek katalitikus szerepére. Előtérbe kerültek a szilárd fázisban lejátszódó spinellképződési reakciók és a katalizátormódosítók hatásának tanulmányozása a katalitikus reakciókban. Sikertült bizonyos szinten a heterogén katalitikus reakciók tárgyalását az akkor kibontakozó elektronelmélet alapján tárgyalni [2]. Erre a periódusra esik a szilárd rakéta-hajtóanyagok bomlásának katalitikus vizsgálata, beleértve a különböző klorit-, klorátvegyületeket és főként az ammónium-perklorátot [3]. A felsorolt kutatási programokban többek között Batta István, Jáky Károly, Gera Lajos, Bánsági Tamás, Börcsök Sándor, Soós István, Bozsó Ferenc és Raskó János vett részt. A katalitikus reakciókat elsősorban nyomásváltozás alapján követték, a reaktánsok és a katalizátor közötti kölcsönhatás jellemzésére termoanalitikai módszert használtak és vezetőképességi méréseket végeztek. Emellett Börcsök Sándor kiépített egy megbízható és pontos, fajlagos felület meghatározásra alkalmas BET-készüléket, valamint egy mikrogravimétert, amellyel az adszorpcióval járó súlyváltozás volt követhető. Sikertült olyan egyszerű reakciókat, mint például a hangyasav bomlása, akkori szinten sikeresen leírni és olyan katalizátort kifejleszteni, mely hatásos volt a szénhidrogének oxidációjában és az NO katalitikus redukációjában [4,5].

A Kutatócsoport abban az időben főként az NO + CO reakció mechanizmusának feltárásában ért el nemzetközileg is számon tartott eredményeket. Sikertült kimutatni, hogy a reakció során az aktív fémen kialakuló izocianátkomplex átvándorol a hordozóra [6]. Ez a köztitermék felelős a kipufogógázokban megjelenő ammóniáért, ugyanis vízzel reagálva ammóniát képez. Ebbe a munkában Solymosi professzor vezetésével többek között Raskó János, Kiss János, Sárkány János, Bánsági Tamás és Völgyesi László

vett részt. A kutatásokba 8–10 hallgató kapcsolódott be és készítette el egyetemi doktori disszertációját. A 70-es évek közepétől a metán és néhány szénhidrogén, valamint a szén-dioxid átalakítási reakciói is a fókuszba kerültek, melyben kezdetben Erdőhelyi András és Tombác Imre vállalt aktív részt. Az MTA támogatott kutatógárda 1970-től Reakciókinetika Kutatócsoport néven a Fizikai Kémia Tanszék keretében folytatta a kutatásokat. Abban az időben a Tanszék és a Kutatócsoport vezetője Márta Ferenc akadémikus volt. Ebben a periódusban a gáztermékek követésére a gázkromatográfia és egy tömegspektrométer is a rendelkezésre állt, valamint az infravörös spektroszkópok száma is gyarapodott. Ezen kutatások sikerére alapozva vált lehetővé, hogy az 1970-es évek elejére egy nemzetközileg elismert kutatócsoport formálódjék, ily módon mind a műszerezettség terén elért fejlesztések, mind a humán erőforrások bővítése által lehetővé vált, hogy a katalíziskutatások mellett a szilárdtest-felületek közel atomi léptékű jellemzésére, előre tervezett módosítására, az adszorpció folyamatok tanulmányozására is koncentrálni lehessen.

Az 1960-as évek végére, a 70-es évek elejére világosan kirajzolódott, hogy a számítástechnika, az elektronika, valamint a vákuumtechnika hallatlan fejlődése során olyan mérőműszerek születtek, melyek alkalmasak a felületek néhány atomi réteg vastagságú szeletének jellemzésére és a felületi reakciók elemi lépéseinek követésére. Gondolunk itt elsősorban a kis energiájú elektrondiffrakcióra (LEED), az Auger-elektron-spektroszkópiára (AES) és nem utolsósorban a röntgen fotoelektron-spektroszkópiára (XPS). A vákuumtechnika olyan szintet ért el, hogy ebben az időszakban már a 10^{-10} mbar nyomást (ultranagy vákuumot, UHV) rutinszerűen elő lehetett állítani. Ez azt jelentette, hogy a folyamatokat idegen anyagtól mentesen lehetett vizsgálni jól meghatározott geometriával és összetétellel rendelkező felületeken, illetve modellkatalizátorokon. Ebbe a nemzetközileg kirajzolódó trendbe kapcsolódott be kutatócsoportunk. A hosszú távú tervezés első lépése annak a megállapítása volt, hogy milyen irányt is vesz a modern felülettudomány, legalábbis az, amely elsősorban a katalízis mélyebb megismerésére fókuszál. Természetesen ennek a tervezőmunkának fontos stratégiai eleme volt egy olyan nemzetközi kapcsolatrendszer kialakítása is, amelyben világszínvonalú intézetek vezető kutatóival lehetett együttműködést kiépíteni. A siker harmadik kulcseleme volt a hazai környezet, hazai kooperációk feltérképezése elsősorban akadémiai és egyetemi szinten. Tekintettel a felülettudomány viszonylag költséges eszközigenyére, amit csak lehetett, hazai erőforrásokra kellett



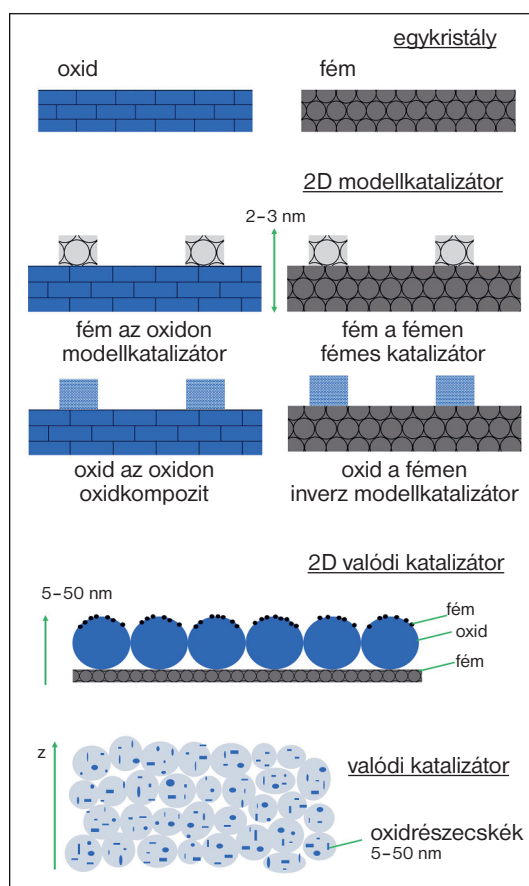
alapozni. Ugyanakkor kellett teremteni egy olyan fórumot is, ahol a hazánkban formálódó, hasonló törekvéseket tápláló magyar laboratóriumokat össze lehet fogni. Ennek egyik fontos színtere az MTA keretén belül megalakult Szilárdtest-kémiai Munkabizottság volt, amely a napjainkban is működő Felületkémia és Nanoszerkezeti Munkabizottság jogelődje.

Üttörő jelentőségű volt, hogy Solymosi professzor egy évet töltött Berlinben a Fritz Haber Intézetben (FHI) Prof. Joachim Block meghívására. Itt ismerkedett meg az elektronspektroszkópia lehetőségeivel és a berlini intézet modern felszereltsége nagy hatást gyakorolt rá. Elsősorban az ultravákuumot igénylő téremisztrációs mikroszkópia és a térionizációs tömegspektrometria terén szerzett tapasztalatot, melynek során a perklórsav bomlását vizsgálta fém- és fém-oxid-felületeken [7]. Ezt a módszert idehaza is bevezette, amelyben Asztalos Tibor és Deák László (jelenleg a csoport főmunkatársa) kollegák jelentős érdemeket szereztek. Ezzel párhuzamosan Sir Prof. John Meurig Thomas (Cambridge) javaslatára és MTA-támogatással sikerült az első komplex felületvizsgálatra képes VG típusú AES-LEED berendezést beszerezni. Röviddel ezután MTA-támogatással egy hengertükör energiaanalizátor (CMA) vásároltunk, mellyel Kiss János vezetésével ultraibolya fotoelektron-spektroszkópiái (UPS) és energiavesztései (ELS) mérések váltak lehetővé. Bozsó Ferenc a müncheni Ludwig Maximilian Egyetem Fizikai Kémia Intézetében Prof. G. Ertl (a későbbi Nobel-díjas) irányításával ért el jelentős eredményeket az ammóniaszintézis elemi lépéseinek felderítésében vas egykristály felületeken [8]. A tapasztalatszerző tanulmányutak tovább folytatódtak, Solymosi Frigyes Liverpoolban és Austinban (USA), Raskó János Berlinben (FHI), majd Berkeley-ben, Kiss János Hamburgban, később Austinban (USA), Erdőhelyi András Erlangenben, Berkó András Jülichben, Klivényi Gábor Berlinben (FHI) és Óvári László Berlinben (FU) töltött hosszabb időt. Közülük három kutató (KJ, EA és BA) Humboldt-ösztöndíjat kapott, és eredményes kutatómunkájuk elismeréseként értékes műszeradományokban részesültek. Ezek során az 1990-es évek elejére egy hemiszférikus energiaanalizátor (XPS-UPS), egy nagy felbontású elektronenergia-analizátor (HREELS), valamint egy pásztázó alagútmikroszkóp (STM) állt a kutatócsoport rendelkezésére. Figyelembe véve az egyéb eszközöket (tömegspektrométereket, reflexiós abszorpciós infravörös spektrométert (RAIRS) és kis energiájú ionszórásos spektrométert (LEIS)) bátran kijelenthetjük, hogy Közép-Európa egyik legkorszerűbb laboratóriuma épült ki. Nem szabad figyelmen kívül hagyni a belső erőfeszítéseket és a hazai laboratóriumok termékeinek hozzájárulását. Az MTA hathatós támogatása mellett az Atomki, a Tungstram (korábban Egyesült Izzó), a MŰFI és a BME Fizikai Laboratóriuma munkatársainak hozzájárulása nélkül a műszerpark fejlesztése nem valósulhatott volna meg.

A kutatási stratégia kialakításakor és utána is azt az elvet követtük, hogy a katalitikus kutatások és a korszerű felületanalitikai vizsgálatok egymásra épültek. A katalitikus laboratóriumokban a kutatásokat Solymosi Frigyes és Erdőhelyi András professzorok irányítják. Ebben a munkában Raskó János, Bánsági Tamás főmunkatársak és Oszkó Albert egyetemi adjunktus vettek és vesznek részt. A fő profil a metán és a szénhidrogének, valamint a szén-dioxid átalakítása értékesebb vegyületekké. Emellett környezatkémiai szempontból vizsgálják az NO és a CO átalakulását. Ezek a profilok kiegészültek a hidrogén mint új energiahordozó előállítását célzó metanol- és etanolátalakítási reakcióinak vizsgálatával. A kutatásokban mind termikus gerjesztéses, mind fotokémiai folyamatok is helyet kapnak. A felülettudományi csoport a fenti reakciók alapján elektron-, foton- és ionspektroszkópiái

módszerekkel vizsgálja a felület/katalizátor szerkezetét és azok módosításait, az adszorpciós folyamatokat, a reakciók során keletkező felületi köztitermékek szerkezetét, stabilitását és reakcióképességét. A felület morfológiáját és annak változásait az adszorpció és a reakció alatt STM-mel tanulmányozzák. A felületi történések vizsgálatában Solymos Frigyes, Kiss János és Berkó András professzorok mellett és később részt vesznek Deák László és Óvári László főmunkatársak és Farkas Arnold munkatárs. A folyamatos PhD-képzés többé-kevésbé biztosította és biztosítja a fiatal kutatók hasznos hozzájárulását. A programban részt vettek közül kiemelném Klivényi Gábor, Kovács Imre, Szőke Attila, Dömök Márta, Barthos Róbert, Széchenyi Alexander, Révész Károly, Kis Attila, Majzik Zsolt és Halasi Gyula munkásságát, akik más egyetemeken és ipari laboratóriumokban folytatják értékes tevékenységüket.

Kutatócsoportunk felületkémiai stratégiájának alapját a „bottom up approach” képezi, azaz egyszerűbb rendezett felületektől haladunk az egyre bonyolultabb rendszereken keresztül a reális struktúrák felderítéséig (1. ábra). Először oxid vagy fém egy-



1. ábra. A kutatócsoport kutatási stratégiájának sematizmusa

kristályfelületek szerkezetét írjuk le, illetve ezeken tanulmányozzuk az adszorpciós folyamatokat, és a reális katalízis alatt kimutatott vagy feltételezett köztitermékek sajátosságait próbáljuk megismerni. Az esetek többségében a köztitermék, a felületi komplexek élettartama meglehetősen kicsi, tanulmányozásukat kerülő úton kell megoldani és perkurzormolekulákból állítjuk elő a tanulmányozandó köztiterméket. Ezek után rátérünk a 2D modellkatalizátorok vizsgálatára, majd a 2D reális katalizátorok felületsajátosságait vizsgáljuk. Végül eljutunk a 3D reális katalizátorokig. Jól definiált oxidokra nanoméretű fémkomponenseket párolgatunk.



A felületanalízis a technika jellege miatt az esetek többségében ultravákuum körülményekre szorítkozik, így olykor távol kerülhetünk a reális katalizátorok működésétől. Ez a „pressure gap” áthidalható, főként a vibrációs technikák használatával, de manapság különböző kooperációk révén hozzáférhetővé válnak a nagyobb nyomáson működő STM vagy XPS készülékek is. A különböző pályázatok lehetővé teszik manapság a szinkrotron igénybevételét is Európa néhány kutatási centrumában.

Adszorpciós folyamatok és felületi köztitermékek kémiaja fém egykristály felületeken

Néhány alapvető, de egyszerűnek tekinthető katalitikus reakció elemi lépéseinek felderítéséhez kívántunk hozzájárulni azzal, hogy a reaktánsok adszorpcióját és a felületi köztitermék sajátosságait leírjuk geometriailag kontrollált egykristályfelületeken. A már említett, NO + CO reakcióban képződött izocianátkomplex stabilitását vélhetően a hordozó határozza meg. Ezért az izocianásv bomlásából származó izocanát termikus stabilitását a reakció szempontjából fontos fémfelületeken (Pt, Rh, Cu) különböző elektronspektroszkópiai módszerrel tanulmányoztuk. Valamennyi esetben azt tapasztaltuk, hogy tiszta fémen a komplex már szobahőmérsékleten elbomlik adszorbeált CO-ra és N-atomra [9,10]. A C₂N₂ és a HCN is jó prekuzormolekulának bizonyult az NCO-molekula létrehozásában és felületi sajátosságainak vizsgálatában.

Kutatócsoportunk az elsők között kapcsolódott be a CO és a CO₂ katalitikus reakcióinak vizsgálatába. Ezek egyszerűnek tűnő vegyületek, de termodinamikai sajátosságaik miatt annál nehezebb értékesebb vegyületekké történő átalakításuk. A CO számára a Fischer–Tropsch-reakciók nyújtanak kedvező lehetőséget. A CO meglehetősen erősen kötődik a fémfelülethez, disszociációja tiszta nemesfémeken nem megy végbe. A hordozóra felvitt nemesfémeken a disszociáció lejátszódhat [11]. A kérdés fontosságára való tekintettel a CO felületkémiaját tiszta fémekeken kiterjedten vizsgálták, a kérdés manapság is napirenden van. Hibahely vagy elektropozitív adalék, például a kálium is elősegíti a C–O kötés gyengülését. Nemcsak elektronátmenet játszódhat le a K és a CO lazító molekulapályája között, hanem új felületi vegyület is képződhet, illetve új struktúrák alakulnak ki [12]. Mind a K, mind a CO rendezett formát alakít ki a Pd(100) felületen. A 2. ábra a K-

struktúrákat mutatja a borítotttság függvényében kis energiájú elektrondiffrakció (LEED) alapján. Az ábra bemutatja a kialakult rendezett struktúrákat a koadsorpció (CO+K) után is.

A CO₂ átalakítása értékesebb vegyületekké nagyobb kihívást igényel, mivel a CO₂ szimmetrikus molekula, elektronszerkezetének megbontása jelentős termodinamikai gátba ütközik. Ennek ellenére Solymosi Frigyes és Erdőhelyi András vezetésével a CO₂ hidrogénezésével már az 1980-as évektől fontos eredményeket értek el hordozós fémkatalizátorokon, melyek jelentős nemzetközi visszhangot váltottak ki [13]. A CO₂ katalitikus és felületkémiai kutatása később még inkább fölerősödött, mivel a széndioxid napjainkra jelentős környezetvédelmi problémává vált.

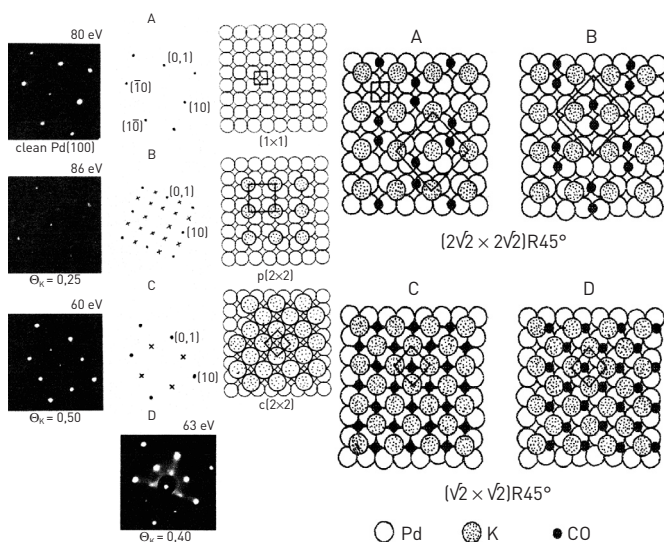
A felületen adszorbeált szén-dioxid-aktiválás káliummódosítással oldható meg a legkézenfekvőbbben. A K ugyanis ionos karaktert vesz fel a fémekeken adszorbeálódva, és kutatásaink szerint a pozitív K-ionról könnyen kerül elektron a CO₂ molekulapályájára, és negatíván töltött forma alakul ki (CO₂⁻), amelyet XPS, UPS és vibrációs (HREELS) mérésekkel alátámasztottunk. Ezenkívül borítotttságtól függően a K felületi komplexet is kialakíthat a reakciópartnerrel [14,15].

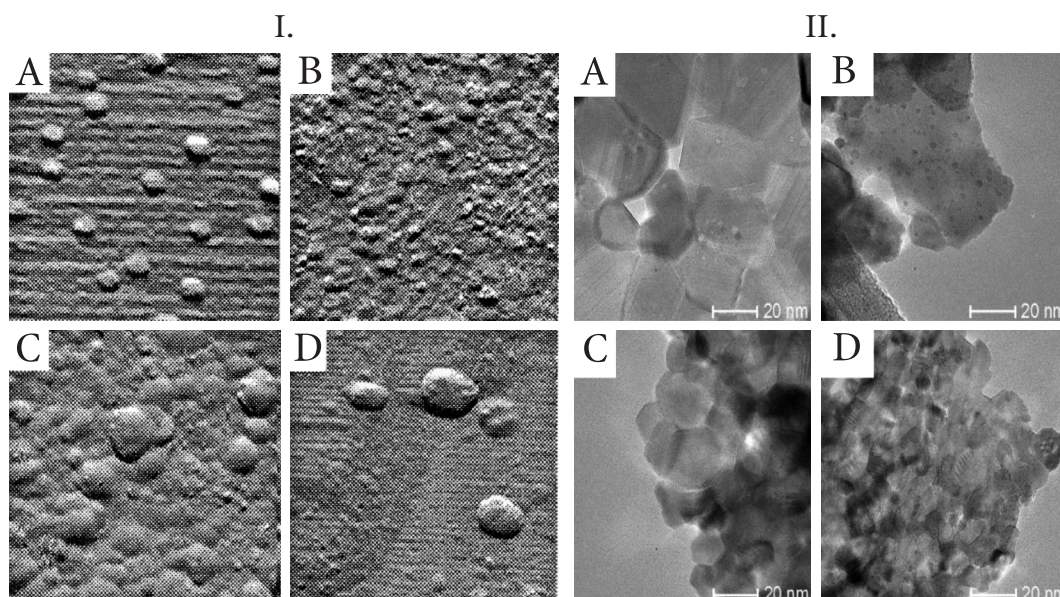
A CO és a CO₂ hidrogénezése során az infravörös spektroszkópiai vizsgálatok szerint a fémtől és hordozótól függően formiát- és/vagy metoxicsoportok képződnek. Felületkémiai kutatásaink során ezeknek az átmeneti termékeknek a tulajdonságait, stabilitását és reakcióképességét is megvizsgáltuk fém egykristályfelületeken [16,17]. Ezeknek az eredményeknek a katalíziskutatás számára az volt az üzenete, hogy ezek az intermedierek, noha fémen képződnek, a fémcentrumokon kis stabilitásúak. A preadszorbeált oxigén vagy kálium lényegesen megnöveli a formiát- és a metoxicsoport stabilitását.

A metán katalitikus átalakulásának vizsgálatába szintén korán bekapcsolódott kutatócsoportunk. A dehidrogéneződés vizsgálata mellett a legnagyobb hangsúlyt a CH₄ + CO₂ reakció vizsgálata kapta, és az elért eredmények jelentős nemzetközi visszhangra találtak. Nem kevésbé érdekes témaként tanulmányozták a csoportban a metán aromizációját is [18,19]. Kulcskérdés ezekben a reakciókban a metán aktiválása, amely kizárólag fémfelületeken történik. A termikus gerjesztés során a hordozott fémfelületeken különböző szénhidrogén-fragmentek (CH₃, CH₂, CH) képződnek és természetesen hidrogén. Egy jó katalizátor nagy hidrogénszelektivitással segítheti a megújuló energiaforrások kutatását. Elsősorban Pt, Pd, Rh, és Ru katalizátorokon a konszekutív dehidrogéneződés a jellemző [20]. Az Ag, Au és Cu fémekeket tartalmazó katalizátorokon a rekombinációs folyamatok az uralkodók, a metánaktiváció első lépésében képződött CH₃-csoportok rekombinálnak, és a végtermék az etán [21].

Felületkémiai szempontból az a megoldandó kérdés merült fel, hogy a képződött metil-, de általában az alkilfragmenteknek milyen a stabilitása és reakcióképessége hordozótól mentes fémfelületeken. Az előállításuk legegyszerűbben úgy történik, hogy alkil-jodidot termikusan bontunk az egykristályfelületen. Úttörő jelentőségű volt annak a felismerése, hogy UV-fénygerjesztés során a képződött gerjesztett állapot élettartama elegendő ahhoz, hogy kötés szakadása vagy a kötés létrejötte megtörténjen, és így az átmeneti komplex vizsgálata már alacsony hőmérsékleten is lehetséges. A rendelkezésre álló felületanalitikai mód-szerekkel tanulmányoztuk a fém egykristályfelületeken az alkilcsoportok stabilitását és reakcióképességét [22–24]. Kitértünk annak vizsgálatára, hogy az elektropozitív és elektronegatív adalékok hogyan befolyásolják az alkilcsoportok stabilitását a tiszta felülethez képest [25]. A K-adalék stabilitást

2. ábra. LEED-struktúrák a K-adszorpció után és a K+CO koadsorpciót követően





3. ábra. I) Rh/TiO₂(110)-(1×2) STM-képe a CO-kezelés előtt (A), CO-adszorpció 300 K-en (B), CO-adszorpció 600 K-en (C), ugyanez a felület 1100 K-re fűtve (D)

II) Fém/CeO₂ TEM-képei: CeO₂ (A), 1% Rh/CeO₂ (B), 2% Co/CeO₂ (C), 10% Co/CeO₂ (D)

erősítő hatást fejt ki, míg a jód koadsorbeátum kismértékben csökkentette a stabilitást.

A molibdén-karbid felületkémiája

Kiderült, hogy a hordozós molibdén-oxid jellegű katalizátorokon a metán bomlásakor benzol képződik [19]. Ennek eredetét arra lehet visszavezetni, hogy a kölcsönhatás során molibdén-karbid képződik és a savas centrumokon a CH₂ és CH₃ reakciói felelősek az aromatizációért. Solymosi professzor munkatársaival részletesen vizsgálták a metán és más szénhidrogének aromatizációját molibdén-karbid katalizátoron, számos közleményük mellett néhány kiemelendő visszhangot kiváltót érdemes kiemelni [26]. Miután kiderült, hogy a nagy katalitikus aktivitásért és az aromatizációban mutatott szelektivitásért a MoC₂ a felelős, AES, LEIS és XPS technikákkal részletesen vizsgáltuk a karbid kialakulását Mo(100) felületen. A kis energiájú ionszórásos spektroszkópia (LEIS) kifejezetten felületérzékeny technika, kiváló lehetőséget adott a legfelső réteg tanulmányozására és reakcióképességének leírására [27]. A MoC₂-on lejátszódó katalitikus reakciók felderítése céljából ezen a felületen is megvizsgáltuk a reaktánsok (CO, CO₂, valamint alkilfragmentek) és néhány köztitermék felületkémiái sajátosságait a rendelkezésre álló spektroszkópiai módszerekkel [28,29]. Ezek a vizsgálatok kiegészültek elméleti számításokkal a felületgeometria és az elektronszerkezet mélyebb megismerése céljából [30].

A felület és a fém nanoklaszterek morfológiai vizsgálata

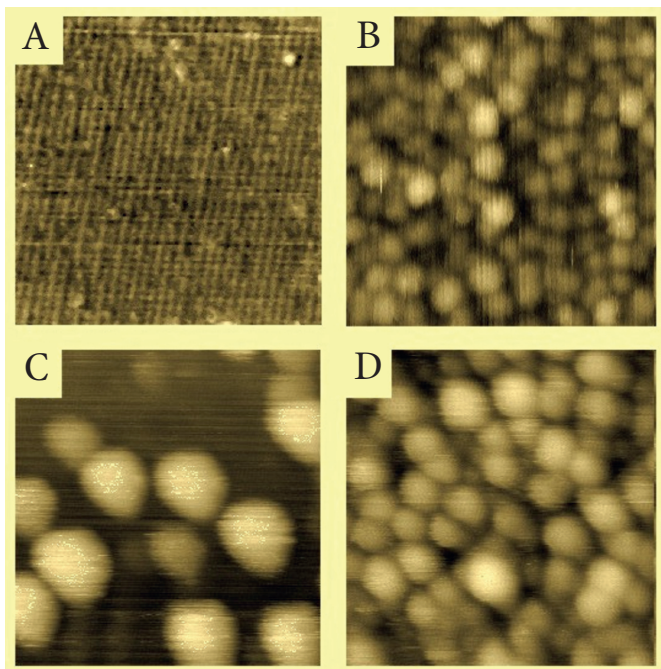
A katalíziskutatás a mai modern értelemben magában foglalja a nanoszerkezeti kutatásokat. A katalízisben többnyire az aktív fémcentrumokat vagy komponenseket nanoméretben hozzuk létre jól definiált összetételű hordozón, mely lehet oxid-, karbid- vagy más szerkezet. Meghatározott méretű fém nanorészecskéket több módszerrel is elő lehet állítani, például fém párologtatással (PVD), kémia gázpárologtatással (CVD) vagy különböző impregnálásos módszerekkel. Felületkémiái vizsgálatainkban főként a PVD módszert alkalmaztuk.

A nanoméretű fémklaszterek általában 1–10 nm átmérőjű részecskék. A reaktánsokkal való kölcsönhatás és a hőmérséklet

alapvető a szerkezetre és morfológiára. A modern spektroszkópiai vizsgálatok és elméleti számítások tovább erősítették azt az elképzelést, hogy a fém és a hordozó között szoros elektromos kölcsönhatás van. Az elektrontranszfer irányát a fém és a hordozó Fermi-szintje határozza meg. A morfológiai változásokat a hőkezelés és a reaktánsokkal való kölcsönhatás során elsősorban az STM technika megjelenésével lehetett atomi szinten vizsgálni. Kutatócsoportunkban elsősorban Berkó András vezetésével folytak atomi szintű morfológiai vizsgálatok. Kiderült, hogy az egyik legáltalánosabban használt reaktáns, a szén-monoxid, de egyéb reaktánsok is már szobahőmérsékleten képesek a fémrészecskék méretét megváltoztatni [31], amit korábban infravörös spektroszkópiai vizsgálatok alapján már feltételeztünk. Nagyobb méretű részecskéken a CO lineáris formában adszorbeálódik. Kisméretű klasztereken viszont ikerszerkezetű CO alakul ki [32].

Rh-részecskéket hoztunk létre egykristály titán-dioxid-felületen 2–3 nm méretben (3. ábra, I-es ábrarész, A szegmens). CO-adszorpció hatására 300 K-en a Rh-részecskék kisebb méretre estek szét (B). 600 K-en ez a folyamat tovább folytatódott, de nagyobb Rh-méretű részecskék is megjelentek (C). Ha ezt a felületet 1100 K-re fűtjük, nagyméretű hexagonális részecskék jelennek meg. Tehát az adszorpció és a hőkezelés a részecskék szétesését és agglomerizációját is előidézhetheti. Itt említjük meg, hogy a morfológiai változások jól kifejeződhetnek az adszorbeált molekulát jellemző abszorpciós sáv helyzetében és szerkezetében. Az oxidfelületen létrehozott fémrészecskék az oxidhordozó méretét is megváltoztathatják [33]. Jó példa erre az 3. ábra II-es része. A cérium-dioxid-krisztallitok méretét a 2–3 nm-es Rh nanorészecskék nem változtatják meg (B). Kis mennyiségű Co némi méretcsökkenést okozott (C). Nagyobb Co-koncentráció viszont jelentős csökkenést idézett elő a krisztallitméretben (D). Egy különleges, de mégis gyakori esettel állunk szemben, amikor a hordozó a hőmérséklet emelésével befödi a fémcentrumokat, amit enkapszulációnak nevezünk. Ez a fajta erős kölcsönhatás természetesen kihat a katalizátor aktivitására. Az agglomerizáció és az enkapszuláció előidézi a katalizátor dezaktiválódását.

A katalízisben és a felületkémiában gyakori jelenség, hogy egy második fém bevitelle jelentős változást idéz elő a katalitikus aktivitásban és szelektivitásban. A kérdés megválaszolása a felületkutatás feladata. A leggyakrabban észlelt jelenség az, hogy a második fém elősegíti a másik fém redukálhatóságát a jól ismert

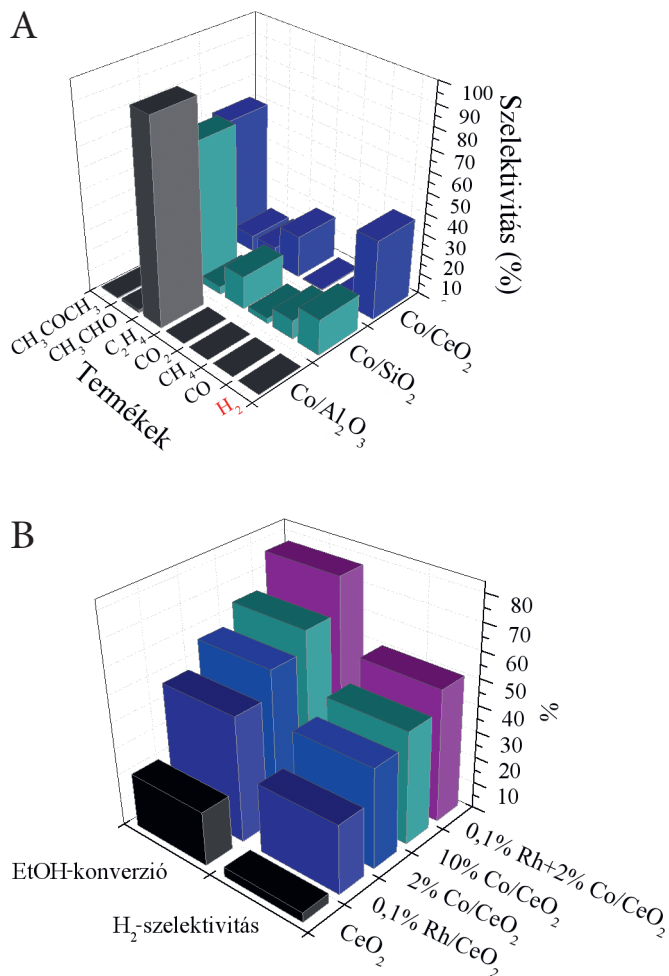


4. ábra. Mo-Au bimetallikus rendszer $\text{TiO}_2(110)$ felületen; STM-vizsgálatok. A tiszta $\text{TiO}_2(110)$ felület STM-képe $20 \times 20 \text{ nm}^2$ nagyításban (A). 2–3 nm-es Mo nanorészecskék ezen a felületen (B), 4–5 nm-es Au nanorészecskék a $\text{TiO}_2(110)$ felületen (C), Au+Mo együttes adszorpciója $\text{TiO}_2(110)$ felületen (D)

„hidrogén spill-over” effektus révén. Az egyik fémen a hidrogén disszociáció gyorsabb, a keletkezett hidrogénatom átvándorol a második fémmre és redukálja azt. A második szintén gyakori eset, hogy a kétfémes rendszerekben a szintereződés, az agglomerizáció sebessége megváltozik. A harmadik, talán leggyakoribb eset az ötvözetképződés, amikor is új részecske képződik, új tulajdonságokkal. Ezek a folyamatok arra vezethetők vissza, hogy a felületen a két fém, legtöbbször a hordozó részvételével, elektromos kölcsönhatásba lép egymással, elektrontranszfer játszódik le, amelynek irányát a Fermi-szintekben lévő különbségek határozzák meg. Mindezek mellett topológiai, morfológiai változások is végbemehetnek a bimetallikus rendszerekben. Ezekben a vizsgálatokban az STM és az LEIS együttes alkalmazása az egyik leghasznosabb.

A 4. ábrán mutatjuk be az Au, Mo és a két fém STM-képet $\text{TiO}_2(110)$ felületen. A STM-vizsgálatokkal egy időben kis energiájú ionszórásos vizsgálatokat (LEIS) is végeztünk, mely kifejezetten a legfelső rétegről ad információt [34]. Az ábrán látható, hogy a Mo-részecskék 2–3 nm méretben vannak jelen. Az Au nagyobb klasztereket (4–5 nm) képez 300 K-en. Ha mindkét fém együtt van, akkor átlagosan 3,5–4 nm-es részecskéket találunk. Mindez annak következménye, hogy a Mo jelenlétében az Au diszperzitása megnövekszik. Ugyanez a következtetés vonható le a LEIS-mérésekből: azonos felületi koncentráció mellett az Au LEIS-intenzitása megnövekedett, azaz több részecskéről játszódtott le a visszaszórás.

Azokban az esetekben, ahol a két fém szabadentalpiája jelentősen eltér egymástól, a kölcsönhatás azon formája kerül előtérbe, amikor az egyik fém befödi a másikat: „core-shell” struktúra alakul ki. Jó példa erre a laboratóriumunkban is vizsgált Au–Rh rendszer $\text{TiO}_2(110)$ felületen [35]. A nagyobb felületi szabadenergiájú Au bevonja a Rh-felületet, függetlenül attól, hogy milyen a fémdepozíció sorrendje. Számos vizsgálatból kitűnt, hogy a Rh és



5. ábra. A különböző oxidhordozókra felvitt Co-katalizátoron az etanol-víz reakcióban képződött termékösszetétel és szelektivitás adatai (A); a ceriára felvitt Co mennyiségének és a Rh hozzáadásának hatása a konverzióra és szelektivitásra az etanol-víz reakcióban (B)

az Au közötti változatos kölcsönhatás titanát nanoszerkezeteken (nanocsöveken és nanoszálakon) is létrejön [36]. A kétfémes rendszerek, beleértve a Rh–Au rendszert is, kifejezetten jó katalizátorai néhány reakciónak.

Két- és háromdimenziós modellkatalízis

Két- és háromdimenziós szerkezetek kiépítése jelentősen hozzájárulhat olyan fontos folyamatok megértéséhez, mint a hidrogénfejlődést eredményező szénhidrogénbontás vagy a metanol, illetve az etanol száraz vagy nedves gőzreformálása akár termikus gerjesztéssel, akár fotokémiai úton. Az utóbbi években a csoport katalitikus része intenzíven és eredményesen foglalkozott ezzel a területtel. Módosított TiO_2 -t vagy fémet tartalmazó nanostrukturált titanátok jellemzően jó fotokatalizátorok. A fotoaktiválást eredményesen használtuk többek között az alkoholok bomlásában és a metán fotokatalitikus átalakításában.

Egy jól működő katalizátor kialakításakor több szempontot kell figyelembe venni. Többek között meghatározó lehet a katalizátor savassága. Fontos szerepet játszhat a fém-hordozó kölcsönhatás milyensége, és végül figyelembe kell venni a fém vagy a fém-hordozó rendszer redukálhatóságát. Az etanol átalakulásának vizsgálatát választottuk kísérleteinkben. A drága nemesfémek helyettesítésére kobalttal próbálkoztunk különböző hordo-



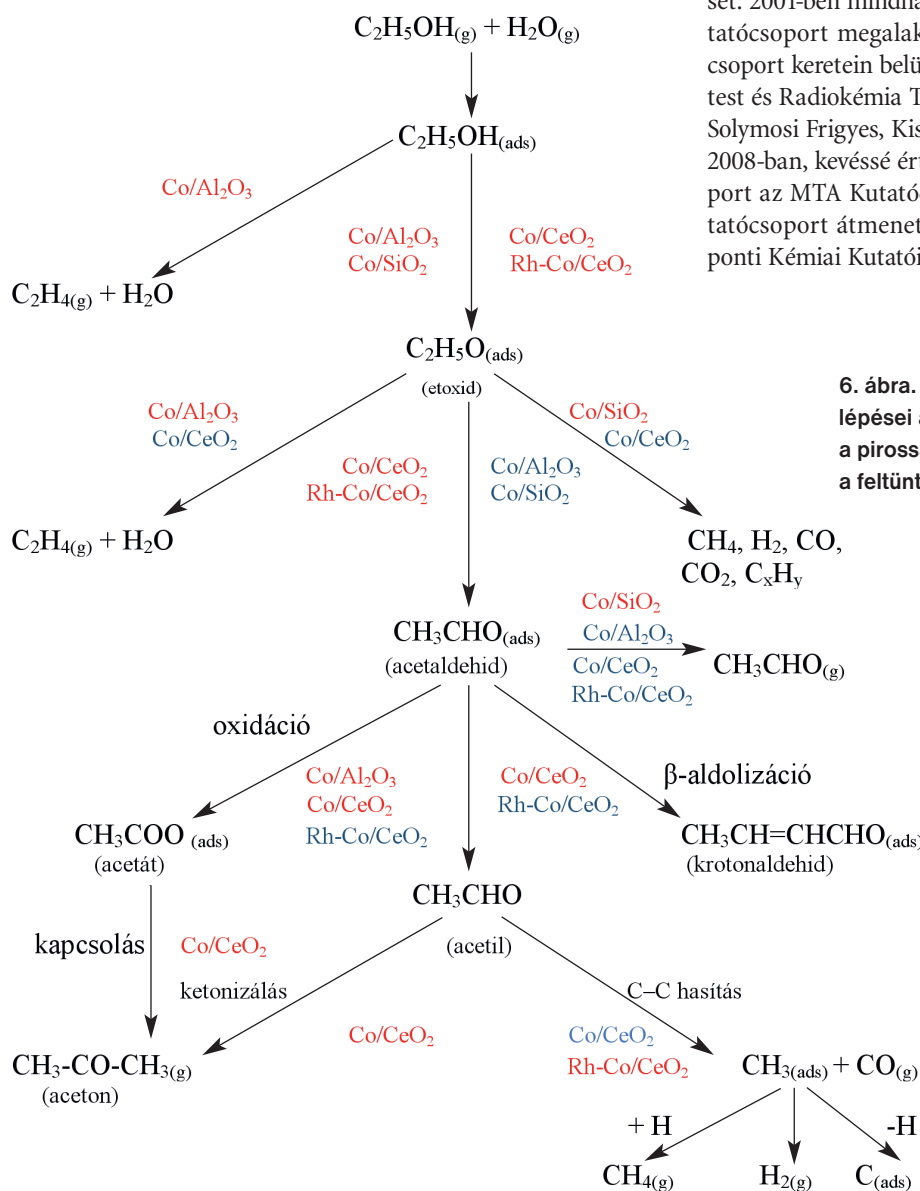
zók. Az **5.A ábrán** a termékek és a szelektivitások láthatók azonos kobalttartalomnál különböző hordozókon. Az alumínium-oxid-hordozó alkalmazásakor kizárólag etilén képződött az etanol-víz reakcióban. A SiO_2 -on, mely semlegesnek mondható, megjelent a hidrogén és az acetaldehid. A kifejezetten bázikus karakterű cérium-oxidon, a megnövekedett hidrogénképződés mellett, CO_2 -ot, aldehidet és ketont találtunk [37]. Miután kitértünk, hogy a Co/CeO_2 biztató katalizátornak bizonyult hidrogéntermelés szempontjából, a katalizátort tudatosan építettük föl, és a részlépéseket jellemeztük.

Tanulmányoztuk a cérium-dioxid 2D réteg kiépülését $\text{Cu}(111)$ felületen XPS és LEIS technikákkal. Ezután vizsgáltuk a Co nanorészecskék növekedését és jellemeztük a Co oxidációs állapotait a tudatosan kialakított $\text{CeO}_2(111)$ felületen. Kis borítottságnál az oxid-fém kölcsönhatás miatt pozitívan töltött Co -ionok képződnek, nagyobb felületi koncentrációnál fém Co állapotok alakulnak ki [38]. Az Friedrich Alexander Egyetemmel (Erlangen-Nürnberg) kialakított, a Humboldt Alapítvány által támogatott kooperáció keretein belül nagy nyomású XPS-sel „in situ” követjük az etanol bomlását a tiszta $\text{CeO}_2(111)$ felületen és a Co -tartalmú oxidon [39]. Mődunkban állt az etoxi és az acetát, valamint az aldehid köztermékeket azonosítani, és a reakció alatt

meghatároztuk a cérium-dioxid redukáltsági fokát, illetve a Co oxidációs állapotait.

Miután körvonalaztuk a modellkatalizátor működését, a katalizátor hatásfokát tovább finomítottuk kis mennyiségű Rh hozzáadásával. Az **5.B ábrán** látható, hogy a kis mennyiségű ródium jelenléte drasztikusan megnövelte a hidrogénképződést [37]. A jól működő katalizátor leírása céljából részletesen vizsgáltuk az oxidációs állapotokat, és az elektrontranszport mellett követtük a hidrogén „spill-over” jelenséget, melynek eredményeként a Co redukálhatósága jelentősen megnő. Megállapítottuk, hogy mind az oxidált kobaltnak, mind a fém állapotnak jelentős szerepe van az egyes részreakciókban. Az XPS és a diffúz reflexiós abszorpciós infravörös spektroszkópia (DRIFTS) együttes alkalmazásával sikerült az egyes köztermékeket és részlépéseket felderíteni és jellemezni. A reakciósémát a **6. ábrán** mutatjuk be a különböző hordozók esetében.

A Kutatócsoportban elért eredményeinket főleg nemzetközi folyóiratokban közzeltük. Az alábbi irodalomjegyzék csak szelektív, kizárólag áttekintés céljából tartalmazza publikációinkat. A bemutatott periódusban hozzávetőlegesen 800 cikket közzeltünk referált folyóiratokban. Ezekre 12 000 körüli hivatkozás történt. Ezekből készítette Berkó András, Erdőhelyi András (emeritus) és Kiss János (emeritus) professzor az akadémiai doktori értekezését. 2001-ben mindhárman Akadémiai Díjban részesültek. A Kutatócsoport megalakulásától kezdve az SZTE Kémiai Tanszecsoporthoz tartozó keretein belül működött a Fizikai Kémia, majd a Szilárdtest és Radiokémia Tanszéken. A Kutatócsoport vezetője 1975-től Solymosi Frigyes, Kiss János és Erdőhelyi András professzor volt. 2008-ban, kevésbé érthető módon, az eredmények ellenére a csoport az MTA Kutatócsoport Pályázatán nem volt sikeres. A Kutatócsoport átmenetileg, adminisztratív jelleggel az MTA Központi Kémiai Kutatóintézetéhez rendelődt. A 2012-ben kiírt pá-



6. ábra. Az etanol-víz reakció elemi lépései a különböző katalizátorokon; a pirossal jelzett katalizátoron a feltüntetett reakcióirány a domináns



lyázat már sikeres volt, ettől kezdve a Kutatócsoport vezetője Kónya Zoltán professzor. Profilja változatlanul a katalíziskutatás, a felületkémia és a nanoszerkezetek tanulmányozása. A munka hatékonyságát nagymértékben segítették a különböző pályázatok révén elnyert támogatások, illetve az ipari partnerekkel, elsősorban a Dégázzal és a MOL-lal kialakított kapcsolat. A Kutatócsoport eredményes munkásságának talán legnagyobb elismerését jelentheti, hogy elnyertük az Európai Felületkémiai Konferencia (European Conference of Surface Science, ECOSS) 2017-es rendezési jogát.



IRODALOM

- [1] F. Solymosi, Z. Szabó, Influence of the defect structure of support on the activity of catalyst, II. Congres International de Catalyse, Paris, Technip. Paris, 1960.
- [2] F. Solymosi, Importance of the electronic properties of supports in the carrier effect, Catal. Rev. Sci. Eng. (1968) 1, 223–226.
- [3] F. Solymosi, L. Révész, Thermal decomposition of ammonium perchlorate in presence of zinc oxide, Nature (1961) 192, 64–66.
- [4] F. Solymosi, F. Bozsó, Adsorption and oxidation of ethylene on pure and Cr₂O₃-doped SnO₂, Berichte der Bunsen-Gesellschaft-Phys. Chem. Chem. Phys. (1977) 81, 529–535.
- [5] F. Solymosi, J. Kiss, SnO₂/Cr₂O₃ as a catalyst for low temperature reduction of nitric oxide, J. Chem. Soc. Chem. Commun. (1974) 13, 509–510.
- [6] F. Solymosi, L. Völgyesi, J. Sárkány, The effect of support on the formation and stability of surface isocyanate on platinum, J. Catal. (1978) 54, 336–344.
- [7] F. Solymosi, J. H. Block, Catalytic decomposition of HClO₄ over CuO by field ion mass spectrometry, J. Catal. (1976) 42, 450–453.
- [8] F. Bozsó, G. Ertl, M. Grunze, M. Weiss, Interaction of nitrogen with iron surfaces: I Fe(100) and Fe(111), J. Catal. (1977) 49, 18–41.
- [9] F. Solymosi, J. Kiss, Adsorption and decomposition of HNCO on Cu(111) surface studied by Auger electron, electron energy loss and thermal desorption spectroscopy, Surf. Sci. (1981) 104, 181–198.
- [10] F. Solymosi, A. Berkó, Effect of preadsorbed oxygen on the formation and decomposition of NCO on Rh(111) surfaces, Appl. Surf. Sci. (1984) 18, 233–245.
- [11] A. Erdőhelyi, F. Solymosi, Effects of support on the adsorption and dissociation of CO and on reactivity of surface carbon on Rh catalysts, J. Catal. (1983) 84, 446–460.
- [12] A. Berkó, F. Solymosi, The properties of CO and K coadsorbed on Pd(100) surface, J. Chem. Phys. (1989) 90, 2492–2505.
- [13] F. Solymosi, A. Erdőhelyi, M. Kocsis, Methanation of CO₂ on supported Ru catalysts, J. Chem. Soc. Far. Trans. I (1981) 77, 1003–1012.
- [14] J. Kiss, F. Solymosi, K. Révész, Photoelectron spectroscopic studies of the CO₂ on potassium promoted Rh(111) surface, Surf. Sci. (1988) 207, 36–54.
- [15] F. Solymosi, G. Klivényi, Catal. Lett. (1993) 22, 337–342.
- [16] F. Solymosi, J. Kiss, I. Kovács, Adsorption of HCOOH on Rh(111) and its reaction with preadsorbed oxygen, Surf. Sci. (1987) 192, 47–65.
- [17] F. Solymosi, A. Berkó, T. I. Tarnóczy, Ultraviolet photoemission and thermal-desorption studies of the chemisorption and decomposition of methanol on potassium-dosed Rh(111), J. Chem. Phys. (1987) 87, 6745–6753.
- [18] A. Erdőhelyi, J. Cserényi, E. Papp, F. Solymosi, Catalytic reaction of methane with carbon-dioxide over supported palladium, Appl. Catal. A Gen. (1994) 108, 205–219.
- [19] F. Solymosi, A. Erdőhelyi, A. Szőke, Dehydrogenation of methane on supported molybdenum oxide; Formation of benzene from methane, Catal. Lett. (1995) 32, 43–53.
- [20] F. Solymosi, Thermal stability of CH₂, CH₃ and C₂H₅ species on the metal surfaces, Catal. Today (1996) 28, 193–203.
- [21] I. Kovács, F. Solymosi, Thermal and photoinduced dissociation of CH₂I₂ on Cu(100) surface, J. Phys. Chem. B (1997) 101, 5397–5404.
- [22] F. Solymosi, J. Kiss, K. Révész, Surface photochemistry: Adsorption and dissociation of CH₃Cl on a clean and K-promoted Pd(100) surfaces, J. Chem. Phys. (1991) 94, 8510–8519.
- [23] F. Solymosi, K. Révész, Thermal-stability of the CH₃ group adsorbed on the Pd(100) surface, J. Am. Chem. Soc. (1991) 113, 9145–9147.
- [24] Z.-M. Liu, X.-L. Zhou, D. A. Buchanan, J. Kiss, J. M. White, Surface chemistry of vinyl iodine, J. Am. Chem. Soc. (1992) 114, 2031–2039.
- [25] J. Kiss, A. Kis, F. Solymosi, The effects of surface additives on the chemistry of CH₃ on Rh(111) as studied by reflexion absorption infrared spectroscopy, Surf. Sci. (2000) 454–456, 273–279.
- [26] F. Solymosi, J. Cserényi, A. Szőke, T. Bánsági, A. Oszkó, Aromatization of methane over supported and unsupported Mo-based catalyst, J. Catal. (1997) 165, 150–161.
- [27] L. Óvári, J. Kiss, A. P. Farkas, F. Solymosi, Surface and subsurface oxidation of Mo₂C/Mo(100): Low energy ion scattering, Auger electron, angle resolved x-ray photoelectron, and mass spectrometry studies, J. Phys. Chem. B (2005) 109, 4638–4645.
- [28] L. Bugyi, A. Oszkó, F. Solymosi, Spectroscopic study on the formation of CO₂ on K-promoted MoC₂/Mo(100) surface, Surf. Sci. (2000) 461, 177–190.
- [29] A. P. Farkas, Á. Koós, L. Bugyi, F. Solymosi, Effects of potassium on the reaction pathway of C₃H₂ species over MoC₂/Mo(100), Surf. Sci. (2006) 600, 2355–2363.
- [30] C. Pistonese, M. E. Proncato, L. Bugyi, A. Juan, Theoretical model for CO adsorption and decomposition on clean and K-doped β-Mo₂C, J. Phys. Chem. C (2012) 116, 24573–24581.
- [31] A. Berkó, F. Solymosi, Adsorption-induced structural changes of Rh supported by TiO₂(110)-(1x2): An STM study, J. Catal. (1999) 183, 91–101.
- [32] F. Solymosi, M. Pásztor, An infrared study of the influence of CO chemisorption on the topology of supported Rh, J. Phys. Chem. (1985) 89, 4789–4793.
- [33] E. Varga, P. Pusztai, L. Óvári, A. Oszkó, A. Erdőhelyi, C. Papp, H.-P. Steinrück, Z. Kónya, J. Kiss, Probing the interaction of Rh, Co and bimetallic Rh-Co nanoparticles with the CeO₂ support: catalytic materials for alternative energy generation, Phys. Chem. Chem. Phys. (2015) 17, 27154–27166.
- [34] L. Bugyi, A. Berkó, L. Óvári, A. M. Kiss, J. Kiss, Enhanced dispersion and stability of gold nanoparticles on stoichiometric and reduced TiO₂(110) surface in the presence of molybdenum, Surf. Sci. (2008) 602, 1650–1658.
- [35] L. Óvári, A. Berkó, N. Balázs, Z. Majzik, J. Kiss, Formation of Rh-Au core-shell nanoparticles on TiO₂(110) surface studied by STM and LEIS, Langmuir (2010) 26, 2167–2173.
- [36] Á. Kukovecz, K. Kordás, J. Kiss, Z. Kónya, Atomic scale characterization and surface chemistry of metal modified titanate nanotubes and nanowires, Surf. Sci. Rep. (2016) 71, 473–546.
- [37] Zs. Ferencz, A. Erdőhelyi, K. Baán, A. Oszkó, L. Óvári, Z. Kónya, C. Papp, H.-P. Steinrück, J. Kiss, Effects of support and Rh additive on Co-based catalysts in the ethanol steam reforming reaction, ACS Catal. (2014) 4, 1205–1218.
- [38] G. Vári, L. Óvári, C. Papp, H.-P. Steinrück, J. Kiss, Z. Kónya, The interreaction of cobalt with CeO₂(111) prepared on Cu(111), J. Phys. Chem. C (2015) 119, 9324–9333.
- [39] L. Óvári, S. Krick Calderon, Y. Lykach, J. Libuda, E. Erdőhelyi, C. Papp, J. Kiss, H.-P. Steinrück, Near ambient pressure XPS investigation of the interaction of ethanol with Co/CeO₂, J. Catal. (2013) 307, 123–139.

Gábor Dénes-díj, 2017

A díjakat december 14-én, a Parlament Felsőházi termében tartott ünnepségen vehették át a kiválasztott szakemberek. A Kuratórium döntése alapján Gábor Dénes-díjban részesült vegyész alkotó:

Szente Lajos, az MTA doktora, a CycloLab Kft. ügyvezető igazgatója, a ciklodextrin-technológia nemzetközileg elismert úttörője, a zárványkomplex-képzésen alapuló életmentő detoxikációs módszer kifejlesztése, a korszerű anasztéziológiai protokoll mindennapos részévé vált ciklodextrin-termék és gyógyszerészeti segédanyagok kifejlesztése, a ciklodextrinek oldatbani önszerveződése, aggregációja mechanizmusának felderítése, új, ipari jelentőségű molekuláris nanotartályok fejlesztése, csekély szennyvíz-kibocsátású, hatékony kromatográfiás, környezetkímélő tisztítási eljárás kidolgozása terén elért eredm-



Szente Lajos (középen). A díjat Łuszcz Viktor, a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatalának elnöke (balra) és Gyulai József, a Kuratórium elnöke adta át

nyeieért, a társszerzőként jegyzett szabadalmi bejelentések kidolgozásában való alkotó közreműködéséért, a sikerrel vezetett nemzetközi hírű kutató-fejlesztő magánvállalkozás megalapításáért és működtetéséért.

"What is past is prologue"



As new President of EuCheMS, I am very pleased to provide the editorial of our publication *Chemistry in Europe*. We begin 2018 full of enthusiasm and initiatives that we hope will be to the great advantage of chemistry and society. I start my adventure accompanied by an excellent team in the Executive Board, the invaluable support of the General Secretariat, and the continuous

dedication of the Professional Networks. Their members are the core of our association, and it is thanks to them that we can advance in improving chemistry in Europe.

EuCheMS will therefore continue to act as a supranational organisation focussed on:

- increasing the visibility of chemistry at the European level by speaking with one single voice;
- presenting chemistry as an essential and indispensable provider of solutions for global challenges;
- complementing national activities on a transnational level through networking, holding our European Chemistry Congresses and participating in science policy development.

In short, if I were to describe EuCheMS in simple words I would use the terms subsidiarity and solidarity.

Subsidiarity is understood here in the sense that EuCheMS will take action when it is more effective than action taken at national, regional or local level. For example offering advice to the European Commission (on climate change or funding for example); running parliamentary workshops (as we have already done on employability, antibiotic Resistance, glyphosate), and by writing articles and declarations, which have the added value of being endorsed by the national societies (recently against the use of chemical weapons, chlorine in warfare and the European chemist's desires for post-Brexit.)

But EuCheMS is also about solidarity. We can pair big and small, more and less endowed societies, not so much in monetary terms, but by integrating them into a bigger community to address the challenges chemistry will have in the future. EuCheMS is therefore a good example of the holistic concept: the whole (EuCheMS) is more than merely the sum of its parts (the national chemical societies).

A good example of this added value is our position paper on "Research and Education Without Borders After Brexit". In this document, EuCheMS highlights that research and industrial competitiveness across the EU greatly benefit from the input of UK researchers and vice versa, and so we urge the negotiators to maintain a relationship that is as strong as possible between EU and UK scientists. We have already involved other associations in endorsing this document, and so our supporting member, the European Federation of Medicinal Chemistry (EFMC), has already joined.

All these initiatives illustrate that EuCheMS provides a unique voice of chemistry and tries to place it at the heart of European policy. EuCheMS must continue in the future to develop and extend what it has done in the past. Quoting from a speech by the President of ACS, delivered in 1907 but which still prevails today, "we should all work in harmony to the end of the formation of a grand organization of chemists that shall be a power for the greatest good to the profession and to mankind".

Pilar Goya Laza
EuCheMS President

Join us in Liverpool

Registration is now open for the 7th EuCheMS Chemistry Congress, an exciting five days full of opportunities to share ideas and strengthen connections, taking place 26–30 August 2018.

This year, the Royal Society of Chemistry will host the congress at the ACC in Liverpool, a major, heritage-rich city in the UK.

Under the theme of molecular frontiers and global challenges, we will be exploring a wide selection of topics designed to spark in-depth discussion – from biological catalysis and new approaches to clean fuels to smart polymers and molecular machines.

We have already confirmed plenary speakers including Frances Arnold, Ben Feringa and Jin-Quan Yu, who will feature in the main programme. Enriching the congress further, delegates can also look forward to an ancillary programme of workshops, lectures, symposia and discussions organised by EuCheMS member societies and members of the Royal Society of Chemistry. We also have a congress strand dedicated to the European Young Chemists' Network.

If you're interested in showcasing your work as part of an inspiring and varied congress, we will be accepting poster abstracts until 16 April.

Submit your abstract and register at www.euchems2018.org

Follow @EuCheMS_2018 for updates

We hope to see you in Liverpool.

Bengt Nordén
ECC7 Scientific Committee Chair

Tom Brown
ECC7 Scientific Committee Co-chair

POLICY

The regulatory role of ECHA

Did you know that ECHA's RAC met to draft an opinion on dodecyl methacrylate under the CLP Regulation?

Aside from the chemistry part, assuming that you are a chemist, there is a good chance that the question above is unintelligible to you. Nonetheless, it is deeply related to the work of chemists, innovators, and to everyone's lives. Just as an example, the chemicals present on the screen of the device that you are using to read this article were certainly approved through ECHA. ECHA's workflow is an extremely complex subject, especially when you look into how concrete dossiers are processed but, hopefully, by the end of this article you will understand my initial question while having an overview of how the safety of chemicals is assessed within the European Union.

ECHA's creation and mandate

The European Chemicals Agency (ECHA) is one of many agencies in the European Union, which are separate legal entities created to perform specific tasks under EU law. ECHA, which is based in Helsinki, Finland, was set up in 2007 by the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH) Regulation as the entity that should "provide the Member States and the institutions of the Community with the best possible scientific and technical advice on questions relating to chemicals"

falling under the scope of the REACH Regulation. Over the years its mandate has grown and



ECHA is also responsible for the management of the Regulation on "Classification, Labelling and Packaging of substances and mixtures" (CLP Regulation) since 2009; the Biocidal Products Regulation (BPR) since 2012; and also for some of the tasks of the Prior Informed Consent (PIC) Regulation since 2014 (even though this regulation is from 2012). The common ground for these regulations is the fact that they legislate chemicals with the purpose of assuring healthy environments while boosting competitiveness. As formulated by ECHA itself in its mission statement, this agency aims to be the "driving force among regulatory authorities in implementing the EU's groundbreaking chemicals legislation (that is REACH, CLP, BPR, and PIC regulations) for the benefit of human health and the environment as well as for innovation and competitiveness. ECHA helps companies to comply with the legislation, advances the safe use of chemicals (...)

You can read the entire article at <http://bit.ly/2DQbJxa>

Bruno Vilela

EuCheMS Public Affairs Officer

RESEARCH

Academia: an ivory tower or a lighthouse?

Much has happened in the State of Israel since the dramatic press conference of January 31, 2017, in which Haifa Mayor Yona Yahav breached the Supreme Court directive and exposed the classified "Professors' Report" (also known as the "Keinan Report") that recommended emptying the 12,000-ton liquid ammonia tank located in a densely populated area in Haifa Bay. The past year has seen more than 1000 newspaper articles on the ammonia affair, hundreds of TV and radio discussions, public debates, rallies and mass demonstrations of angry citizens, and the story is far from over. All three levels of the Israeli court system – the Haifa Magistrate Court, the District Court and the Supreme Court – have decided decommissioning of the old ammonia tank and banning marine imports of bulk liquid ammonia to Israel.

Many organisations became involved, including associations of workers, manufacturers, engineers, students, municipalities, non-profit organisations, political parties and eight government ministries, including the Prime Minister's Office. It has been a remarkable demonstration that a group of ten university professors who refused to take any compensation (...)

You can read the entire article at <http://bit.ly/2neVklh>

Ehud Keinan

The Schulich Faculty of Chemistry, Technion – Israel Institute of Technology

EuCheMS at the EC circular economy mission to Columbia

EuCheMS was part of the Circular Economy Mission, which took place in Colombia on 16 – 19 October 2017. The delegation was led by the Director General for the Environment of the European Commission, Mr Daniel Calleja, and included almost 70 representatives from European companies, agencies, research centers and associations. Circular Economy Missions are high-level political and business meetings outside the EU aimed at communicating and promoting sustainable and resource-efficient policies worldwide. Europe is particularly interested in consolidating links with Colombia, in an effort to support the ongoing reconciliation process after decades of conflicts. The process is opening great opportunities for green development, in a country with plentiful natural resources. The main part of the mission took place in Medellín, a modern and quickly growing metropolis, far away from the old cliché of sanctuary for drug traffickers. The EU delegation met the municipal and regional authorities, which are promoting policies for sustainable development and can take advantage of experience and best practice in Europe. B2B meetings with companies and (...)

You can read the entire article at <http://bit.ly/2Eb4f5n>

Nicola Armaroli

EuCheMS delegate to EC circular economy mission to Columbia

MEMBERS' PERSPECTIVES

The future of science in the 21st century



The European Academy of Sciences (EURASC) organises each year a Ceremony of Awards, honouring scientists for their high-level research work in different fields of

science.

The ceremony of this year, hosted in the Lisbon Academy of Sciences and organised by Rodrigo Martins, (chairman and EURASC Vice-President) and Alain Tressaud (co-chairman and EURASC President), has been accompanied by the remarkable symposium *The Future of Science in the 21st Century: Science and Technology for the Better Future of Humankind*, which took place in Lisbon, 26 – 27 October 2017. Invited speakers gave talks to a multidisciplinary scientific audience to discuss high-level research subjects. Industrial companies also attended to show how innovative research is transformed into value-added products.

The aim of the symposium was to discuss the future of science and technology where citizens will increasingly play a key role, envisaging new roads and scientists who may be keen to follow.

The opening by Alexandre Quintanilha, a Member of the Portuguese Parliament, discussed the role of curiosity-led enquiry and the importance of being open to challenge when providing answers. European Research Council (ERC) awarded researchers presented their ground-breaking work with a debate also on (...)

You can read the entire article at <http://bit.ly/2nd21eS>

Luísa Margarida Martins
 Portuguese Electrochemical Society

Augusta Maria Paci
 National Research Council of Italy

Is it my duty to know how chemistry is taught in Lisbon, in Riga or in Shymkent?

Members of staff in higher education are usually involved in the development of the local teaching program. They get information about how chemistry is taught in other places through meetings, staff exchanges and activities in national accreditations bodies. Becoming a member of the Panel of Experts, is another way to gather information on chemistry programs internationally.

The holder of the Chemistry Quality Eurolabels – Chemistry Eurobachelor®, Chemistry Euromaster® and Chemistry Doctorate Eurolabel® – is the European Chemistry Thematic Network Association (ECTN). The two-decade-old organisation has around 150 members, mostly European universities. The labels, endorsed by EuCheMS, can be received through an accreditation process organised by the Label Committee of ECTN. An application is assessed by a three-member team, where the members are chosen from the around 35 names of Panel of Experts. The



decision is complex according to differences between national rules and international guidelines. It is often amended with an advisory role, especially if site visit takes place for new applicants. Mostly persons active in former applications became the members of Panel of Experts after taking part on a coaching event.

Gergely Tóth
 Eötvös Loránd University Budapest, Secretary for External Matters -
 Label Committee of ECTN

WHO IS WHO



Nicola Armaroli, Elected Member of EuCheMS Executive Board as of 1 January 2018. Nicola Armaroli is a Research Director at CNR, the Italian National Research Council (CNR).



Yves P. Auberson, President of the European Federation of Medicinal Chemistry (EFMC). Yves P. Auberson is Executive Director in Global Discovery Chemistry at the Novartis Institute for BioMedical Research in Basel, Switzerland.



Nicola Armaroli, Elected Member of EuCheMS Executive Board as of 1 January 2018. Nicola Armaroli is a Research Director at CNR, the Italian National Research Council (CNR).



Aline Auroux, Chair of the Working Party on Chemistry and Energy. Aline Auroux is Emeritus CNRS research Director at the Institut de Recherches sur la Catalyse et l'Environnement de Lyon.

NOTES

Promoting Chemistry to the Public - Photochimica 2017

Photochimica 2017 was last year's edition of the photography contest organised by the European Young Chemists' Network (EYCN). The EYCN is the young chemists division of EuCheMS and promotes chemistry around Europe by organising events like Photochimica and the video contest "Chemistry Rediscovered". 35 photos from eleven countries from around the world were submitted in the competition for the best contribution (Austria, France, Georgia, Greece, Italy, Ireland, Netherlands, Poland, Serbia, UK, and USA). The photos were judged by young chemists from the Science Team and Board of the EYCN. Further, a professional photographer from Poland, Wojciech Bibel, was part of the jury. The jury awarded four prizes and a Mention Award.

The theme of last year's edition of Photochimica, "Radioactivity", was chosen to celebrate the 150th anniversary of Maria Skłodowska-Curie, arguably the most famous female scientist in the world. Maria Skłodowska-Curie changed the way of thinking about women in society. Although Becquerel discovered radioactivity, it was only the discovery of radium by Maria Skłodowska-Curie that made it possible to create a science about radioactivity, which was the basis of modern views on the structure of matter. This fundamental discovery has led to many more developments in science and society. Medicine, chemistry, and physics were the areas that first used the discovery of radioactivity, soon joined by geophysics, astrophysics and other fields of science and industry (...)

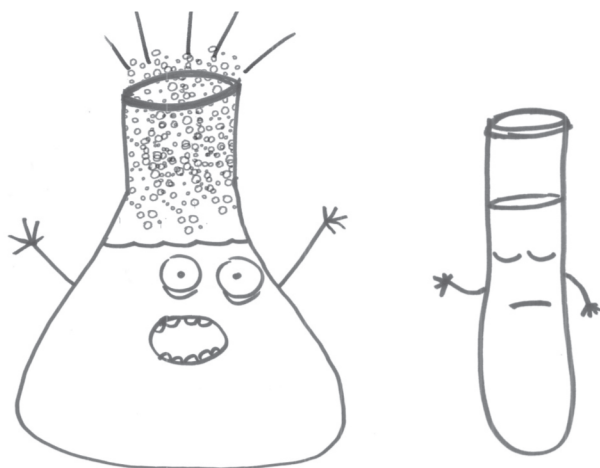
you can read the entire article at <http://bit.ly/2GiPAWt>

*Hanna Makowska
EYCN Science Team Leader
Yacintha Vermeer
EYCN Science Team Member*

 <http://on.fb.me/1B8Qa0n>

 <https://twitter.com/EuCheMS>

FUNNY



*- I don't feel stable!!!
- You are overreacting*

CALENDAR

16EPI - 16th Iberian Peptide Meeting / 4GEQB - 4th Chemical Biology Group Meeting

5 – 7 February 2018

Barcelona, Spain

Website: <https://eventum.upf.edu/>

ChemCYS 2018 – 14th Chemistry Conference for Young Scientists

21 – 23 February 2018

Blankenberge, Belgium

Website: <https://chemcys.be/>

EuCheMS Executive Board Meeting

27 – 28 February 2018

Berlin, Germany

Website: <http://www.euchems.eu/>

Belgian Peptide Group Meeting (BPGM)

28 February – 1 March 2018

Brussels, Belgium

Website: <http://www.bpgm.be/>

International School of Process Chemistry (ISPROCHEM)

8 – 11 April 2018

Gargnano, Italy

Website: <http://www.isprochem.unimi.it/>

For the complete list of events please visit our events calendar at www.euchems.eu



COLOPHON

Editorial Board

David Cole-Hamilton, Pavel Drašar, Pilar Goya, Nineta Hrastelj (responsible), Marta Kucza, Santiago Luis, Torsten John, Karin Schmitz, Cristina Todasca, Bruno Vilela (coordinator).

Communication Advisers

Adam Brownsell

Jon Edwards

English Proof-reading

David Cole-Hamilton

Copyright Notice

Chemistry in Europe is published by EuCheMS under a Creative Commons license. EuCheMS permits others to copy, distribute or display this content as long as EuCheMS is referred as its source. Complete copyright acknowledgements for this issue can be found at <http://www.euchems.eu/newsletters/chemistry-in-europe-2018-1/>.



Tolvaj Petra

■ Tóth Árpád Gimnázium, Debrecen

Coca-Cola: mítoszok és a valóság*

Pályamunkámban a Coca-Colával és az azt övező, fel-felbukkanó mítoszokkal foglalkoztam. Tekintve, hogy ma már nagyon egyszerű fényképeket manipulálni és téves információkat nagy tömegekhez eljuttatni, az állításokat saját kísérletekkel ellenőriztem. Vajon mennyire lehetnek valóságok azok a cikkek, amelyeket több tízezer osztanak meg a közösségi oldalakon?

A Coca-Cola története 1886-ig nyúlik vissza, amikor még gyógyszerárban árulták fejfájás és kimerültség elleni gyógyszer gyanánt. Ekkor naponta átlagosan kilenc üveg kelt el belőle. A nevét és a maival szinte teljesen megegyező, ikonikus logóját is ekkor kapta. A név az üdítőben található kokacserjére (kokainra) utal, melynek mennyiségét a receptben fokozatosan csökkentették, majd 1903-tól kezdve teljesen kivonták belőle. A recept a mai napig hétpecsétetes titok, az azt birtokló The Coca-Cola Company is előszeretettel terjeszt róla különböző legendákat. A legismertebb az, hogy a titkos receptet csak két ember ismeri, ők is csak a felét. A gyártó a weboldalán ugyanakkor azt is elárulja, hogy a receptet egy atlantai bankban őrzik.

A kóla alapjául szolgáló koncentrátumot a The Coca-Cola Company szállítja, amit helyben hígítanak vízzel és dúsítanak szén-dioxiddal. Az édesítést is a palackozóüzemben végzik (Magyarországon Dunaharaszttiban) – így a Coca-Cola minden országban a helyi ízléshez igazodik. Hazánkat 1967-ben érte el az üdítőital térhódítása, és 1968-tól kezdve forgalmazzák. Mára szinte fokozni sem lehetne a cég sikerességét: a The Coca-Cola Company több mint 500 márka tulajdonosa, és körülbelül 3500 különböző terméket forgalmaz (ismert nevek lehetnek: Natur Aqua, Powerrade, Fanta, Sprite). Coca-Colát több mint 200 országban lehet kapni – gyakorlatilag Kuba és Észak-Korea kivételével a világ bármely pontján. Éppen ezért az egyik legismertebb márkanévként tartják számon. A gyártó elmondása alapján a Coca-Cola a harmadik legjobban megértett nemzetközi szó a „hello”



és az „ok” után. Talán éppen ezért kering annyi legenda, összeesküvés-elmélet és áltudományos cikk az üdítővel kapcsolatban – az ismertsége jó figyelemfelkeltésként, hiszen már a név garantálja, hogy sok emberhez eljut a cikk vagy a videó.

A Coca-Cola és a tejfog esete

Állítás: Ha egy pohár/tálka Coca-Colába tejfog (máshol bármilyen fogra vonatkozik az állítás) kerül, az reggelre – máshol: két nap alatt – lebomlik, feloldódik benne. Egyesek ezt a cukortartalomnak, mások a foszforsavnak tulajdonítják. Ez az a történet, amit legalább egyszer már mindenki hallott, és sokan a mai napig szentül hisznek benne. Magam sem nagyon kételkedtem túlzottan benne, hiszen még egy természetismeret tankönyv otthon elvégezhető kísérletei között találok vele.

Kísérlet: A kísérlethez a testvérem két kihullott tejfogát használtam. Amint az **1. ábrán** is látható, nincsenek tökéletes állapotban, a felületükön erős szuvasodás fedezhető fel. Az egyik fog



1. ábra. A kísérlethez használt két tejfog: a bal oldali a kísérleti, a jobb oldali a kontroll

viszonyítási alapként szolgált, míg a másikat egy tálka Coca-Colába tettem. Az első pár másodpercben a fog felülete körül valamivel erősebb pezsgést tapasztaltam, majd amikor ez abbamaradt, lefedtem a tálkát. Egy nap elteltével a fog felületén barna színű lerakódás keletkezett, a gyökéren sokkal vastagabban (**2. ábra**). Dörzsölés hatására ennek egy része eltávolítható. Az tehát, hogy a fog egyetlen éjszaka leforgása alatt megsemmisül, megdőlt. A kísérletet más leírások miatt folytattam. Két, majd három



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



2. ábra. A Coca-Colával kezelt fog egy nap után

nap elteltével sem tapasztaltam szabad szemmel látható eltérést, talán a lerakódás vastagodott egy kicsit. A kísérletet kíváncsiságból folytattam, a kólát a tálkában frissre cseréltem. A negyedik reggelre a fog elvesztette a fényét, megszárítva a zománc teljesen matt és vékony volt. Éles eltérés látszott a korona és a gyökér színe és állaga között. A lyukak is kitágultak és elmélyültek. A fog keménysége változatlan. Az ötödik nap reggelére nem tapasztaltam észlelhető változást. A hatodik napon a kólát frissre cseréltem, de eltérést nem észleltem.

Egy hét elteltével (3. ábra) a fogat fogkefével és fogkrémmel tisztítottam meg – a barna bevonat jelentős része lejött a koro-



3. ábra. A fogkefével és fogkrémmel tisztított fog egyhetes kezelés után

náról, a gyökér színe azonban változatlan maradt. A felület mindenhol matt, kemény és sima.

Következtetések, magyarázat: A kóla valóban tartalmaz különböző savakat – szénsavat és foszforsavat. Az előbbi azonban gyenge egy fog lebontásához, az utóbbi pedig csak kis mennyiségben található az üdítőben. A fogak károsodásáért sokkal inkább a cukor a felelős.

Fontos, hogy a kísérletben szereplő fogat nem védte a nyál (illetve a gyökeret az íny), és halott szövetnek minősül – nincs szerzet, ami regenerálni, védeni tudná. A hét nap alatt nem is mosztam meg. Számít az is, hogy míg kólaivás közben a fogaink csak néhány másodpercre találkoznak az itallal, itt hét napon keresztül folyamatosan ázott benne.

A gyökér tartósabb, erősebb elváltozása azzal magyarázható, hogy míg a fogkoronát a zománc fedi, addig a gyökeret a kevésbé ellenálló dentin, mivel a gyökeret az íny védi a hatásoktól. Elmondható, hogy a legendának valamikor lehetett valamilyen alapja, azonban az idő során kiszíneződött és túlzóvá vált. Ami biztos, hogy az állítás a ma ismert formájában nagyon messze jár az igazságtól.

A Coca-Cola Light és a Mentos reakciója

Állítás: Az internetet bejáró cikkek és videók arról tanúskodnak, hogy a Coca-Cola Lightba (más néven Diet Coke-ba) dobott Mentos cukorkáktól az ital azonnal kifut. Ezzel kapcsolatban még az is elterjedt, hogy egy brazil kislelő felrobbantak a két termék együttes elfogyasztása után.

Kísérlet: A felhasznált anyagok: Mentos és egy fél literes kiszerezésű Coca-Cola Light. A bontatlan palackot a harmadáig elástam, mert egyes videóban az üveg is elrepült a reakció során. Az üvegbe két Mentos cukorka került, és bár korántsem olyan látványosan, mint a videóban, a kóla valóban kifutott (4. ábra). Az üvegben maradó üdítőbe még egy Mentost tettem, ez azonban már nem indított be heves reakciót.



4. ábra. Mentos cukorka hatása a Coca-Cola Lightra

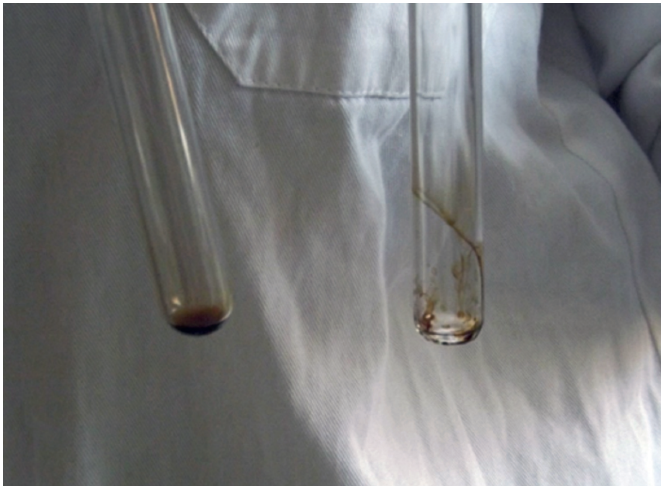
Következtetés, magyarázat: Bár a jelenség kémiai reakciónak tűnik, valójában inkább fizikai eredetű. A cukorka felületén lévő gödröcskékből gyűlik össze több millió CO_2 -buborék (gócképződés), és ezek távoznak gejzírzerű reakciót produkálva. A belében, illetve a gyomorban azonban semmiképpen sem okozhat robbanást a két termék kombinációja. A Mentos ugyanis oldódik a szájban; a bevonata, ami létrehozhatja a reakciót, akkor is oldódik, ha egyben lenyeljük a cukorkát.

Valóban cukormentes a Coca-Cola Zero?

Állítás: Coke-íz, zéró hozzáadott cukor – a termék szlogenjével az üdítős palackokon és dobozokon kívül is sok helyen találkozhatunk. Vannak azonban, akik az ízet kifogásolják (a 2017-es változtatások ellenére még mindig érezhető a különbség a cukros változathoz képest), mások a cukormentességgel kapcsolatban szólnak szkeptikusan.

Kísérlet: A felhasznált anyagok és eszközök: azonos mennyiségű Coca-Cola és Coca-Cola Zero, kémcső, borszeszégő, kémcsőfogó. A kísérlet során a két különböző kólát addig forraltam, amíg a víztartalmuk teljesen el nem párolgott, a cukros változat hevítésekor az ital felforrt, majd ahogy a víz elpárolgott, karamellszerű cukor maradt vissza a kémcső alján. A cukormentes kóla hevítés közben többször is pukkanó hangot adott, és kifröcskölt a kémcsőből. Végeredményként csak nagyon kevés, valószínűleg színezékként használt karamell maradt a kémcső alján (5. ábra).

Következtetés, magyarázat: A Coca-Cola Zerót nátrium-ciklamáttal, aceszulfám-káliummal és aszpartámmal édesítik, így hozzáadott cukrot valóban nem tartalmaz. A kémcső falára rakódott anyag a színezékként alkalmazott szulfitos-ammóniás karamell lehet. A gyártó a weboldalán úgy fogalmaz, hogy a hozzáadott cukortól a mentesség nem teljes, csak közelítőleges cukor-



5. ábra. A Coca-Cola (balra) és a Coca-Cola Zero hevítési maradéka

mentességet jelent. A cukros, „eredeti” változatból visszamaradó cukor mennyisége jól kifejezi az arányokat az üdítőben (csak egy ujjnyi mennyiség volt a kémcsőben forralás előtt). Az továbbra is elmondható, hogy a Coca-Cola cukortartalma magas (bár nem annyira, mint amilyenek beállítják).

A Coca-Cola mint tisztítószer

Állítás: Ha elszíneződött, matt pénzérmét áztatunk kólában, újra fényes lesz. A Coca-Colát minden egyéb fém tisztítására és rozsdaeltávolításra is alkalmasnak találják. Sok helyen azt írják, hogy a mosógépbe öntve mosópor helyett, illetve mosogatószerként is hatásos a háztartásban.



6. ábra. A kísérlethez használt érmék

7. ábra. A régebbi érme (balra) 16 órás kezelés után



Kísérlet: A kísérlethez egy fényes és egy régebbi 20 Ft-os érmét használtam (6. ábra). Az utóbbit egy tálka Coca-Colába tettem. Néhány óra elteltével a matt érme valóban világosabbnak, tisztábbnak tűnt, bár a fénye továbbra is ugyanolyan tompa maradt, mint azelőtt. 16 óra alatt az érme fényesebbé vált és a színe is sokat javult, de a tompa fényéhez a karcolások is nagyban hozzájárulnak (7. ábra).

Következtetés, magyarázat: A kóla savas kémhatása, a benne található szénsav és foszforsav felelősek az érme megtisztulásáért, azonban ezek töménysége és erőssége sem elegendő a rozsdá lemarásához. Cukortartalma miatt pedig univerzális háztartási tisztítószerként való használata egyáltalán nem javasolt.

A tej és Coca-Cola keveréke

Állítás: Ha Coca-Colába egy kis tejet öntünk, az vízzé és egy nem túl bizalomgerjesztő masszává választja szét az üdítőt 35 perc (máshol: néhány óra, hat óra, egy éjszaka) alatt. Érdekes megjegyezni, hogy egyetlen magyar nyelvű cikk sem ír a jelenség mellé magyarázatot.

Kísérlet: Egy háromnegyedéig teli palack Coca-Colához annyi magas fehérjetartalmú tejet öntöttem, hogy a palack megteljen. Először a keverék színe a tejeskávéra emlékeztetett, aztán visszaszórtedett és zavaros lett. Az első változások közel tíz óra után következtek be. A két folyadék teljesen elkeveredett egymással, és a keverék teteje elkezdett elszíntelenedni. A folyamat nagyon lassúnak bizonyult, az állításban említett 35 perc, de még a néhány óra sem volt elegendő. Több mint egy nap elteltével az elszíntelenedés fokozódott, a keverék áttetszővé vált, ami a palack közepe tájékán látszott a leginkább. A folyadék tetején úszva és az aljára ülepedve sötét színű massa jelent meg a palackban. A változás vagy megállt, vagy jelentősen lelassult. Három nap elteltével a keverék nem tisztult ki jobban, de az üledék átderengett.

Következtetés, magyarázat: A Coca-Cola foszforsavat és szén-savat tartalmaz, amelyek kicsapják a tej fehérjét. A reakció lassan és kismértékben megy végbe. Erről egyrészt a tej minősége is tehet, másrészt azonban a foszforsav nagyon híg formában szerepel, a szénsav pedig gyenge sav egy ennél látványosabb reakcióhoz. Magában a folyamatban semmi természetellenes nincsen. A palack alján lévő üledék azonban nem „az, amit itatnak velünk”, nem a kóla maga, hanem a kicsapott fehérje. (A sajtgyártás hasonló alapokon nyugszik, például az ementáli sajt készítésekor a tejhez propionsav-kultúrát adnak.)

A kóla savasságról

Állítás: A kóla savassága az akkumulátorsav szintjén van; a két anyag pH-értéke csak alig tér el egymástól.

8. ábra. A Coca-Cola kémhatása enyhén savas

9. ábra. Az akkumulátorsav erősen savas kémhatású





A kísérlet: A kísérlet során Coca-Colát, univerzális indikátort, és az akkumulátorsavat jelentő híg kénsav-oldatot használtam. A kóla esetében a csík árnyalata a 2 és 3 közé eső pH értéket jelez (**8. ábra**). A híg kénsav hatására ezzel szemben az indikátor már-már mélybordó színnel jelzett. Az ehhez tartozó pH-érték a skálával összemérve tehát kisebb, mint 1 (**9. ábra**).

Következtetés, magyarázat: Az akkumulátorsav jelentősen savasabb, mint a kóla. A kénsav ugyanis erős sav, ami nem mondható el a szénsavról vagy a foszforsavról. Az állítás ismét erős túlzásnak bizonyult.

Coca-Cola reakciója gyomorsavval?

Állítás: A Molten Science nevű YouTube-csatorna által feltöltött videó meghódította a közösségi oldalakat, elérte a 11 millió megtekintést és több százezren osztották meg. A videóban a kísérlet a leírás szerint a gyomorsav és Coca-Cola reakciója. A tapasztalatok között szerepel a hőfejlődés, a kóla elsötétedése és habszerű, bizonytalan halmazállapotú massa létrejötte is. Az elmondott tapasztalatok és a látottak azonban gyanúsán emlékeztetnek az iskolákban is tanult példára, a tömény kénsav és a porcukor reakciójára.

Kísérlet: A porcukor és a tömény kénsav reakcióját, illetve a Coca-Cola és a tömény kénsav reakcióját vizsgáltam meg. Az egyik főzőpohárba porcukrot tettem, egy kevés vizet cseppenttem rá, majd elkevertem a kénsavval. A cukor először elfeketedett, majd szilárd halmazállapotú, az eredeténél sokkal nagyobb térfogatú anyag keletkezett (**10. ábra**). Ezzel párhuzamosan a kóla is elsötétedett a kénsavtól, és fekete massa ke-



10. ábra. Tömény kénsav hatása porcukorra



11. ábra. Tömény kénsav hatása Coca-Colára

letkezett az alján, ez azonban nem futott fel (**11. ábra**). Mindkét esetben tapasztaltam hőfejlődést, tehát exoterm reakciók játszódottak le.

Következtetés, magyarázat: A kénsav a kóla esetében is a cukorral reagált. A kénsav jó vízelvonó szer, a vizet különálló atomok formájában is elvonja. A kólában azonban a cukor mellett víz is nagyobb mennyiségben van, így a reakció nem játszódott le olyan látványosan, mint a porcukorral elvégezve. A fekete anyag a szén, az állagot pedig a keletkező és a kiindulásban szereplő víz mennyisége határozta meg. Megjegyzendő még, hogy az eredeti videóban nagyon sok savat használtak, mintegy kicsikarva ezzel a szilárd szén felfutását (a másodikként pohárba kerülő kólát túl is öntik a peremén). A gyomorsav ezzel szemben nem

kénsavat, hanem sósavat tartalmaz, ami nem vízelvonó szer, így a gyomrunkban semmiképpen sem ez a reakció játszódik le. Gondoljunk csak a más ételekkel, italokkal bevitt szénhidrátokra.

Egyéb mítoszok

Vannak olyan Coca-Colával kapcsolatos legendák, tévhitiek is, amelyeket nem olyan egyszerű tesztelni, ezért a továbbiakban csak röviden érintem ezeket.

A Coca-Cola tényleg eltávolítja a vért? Az autóbalesetek után a rendőrök Coca-Colával maratják fel a vért az úttestről. Ez a legismertebb és a legkevésbé bizonyított állítás.

Hogy valóban alkalmas-e a kóla a feladatra, kipróbálható.

A kísérletet az *Állítólag* (Mythbusters) műsor készítői végezték el. A két kísérletező egy megrendezett, hamis autóbaleset után az aszfaltra száradt állati vért próbálta eltávolítani – az egyikük szappanos vizet, a másik Coca-Colát használt. Ahol kólát használtak, valamivel könnyebben és rövidebb idő alatt sikerült megtisztítani az aszfaltot, azt azonban hozzátették, hogy nem jelentős az üdítő segítségével.

Coca-Cola és aszpirin. Ennek a mítosznak sok változata él, bár már eltűnőben van. Nálunk nem nagyon ismert, de az USA-ban hasonló örületet keltett, mint itthon a „vodkatampon” botrány. Az egyik verzió szerint az aszpirin bevétele Coca-Colával azonnali halált okoz, a másikban ez erős rosszulletre enyhül. Egy harmadik történet alapján drogfogyasztáshoz hasonló hatás keletkezik. Másol ez úgy ismert, hogy együtt bevéve a két szer nagyon jó másnaposság ellen.

Hivatalos tanulmány vagy kísérlet nem született a témában, azonban többek között Mark Pendergrast is boncolgatja a legendát *For God, Country and Coca-Cola* (Istenért, az országért és a Coca-Coláért) című könyvében. Az, hogy a kombináció halált okoz, semmiképpen sem igaz. Körülbelül négy évvel ezelőtt a gyártó is közzétett egy, ma már nem elérhető cikket erről: nincs feljegyzett eset, hogy bárkinek baja eshet a kóla és az aszpirin együttes fogyasztásától, illetve a két anyag nem lép ilyen jellegű reakcióba egymással. Ez a mítosz sokkal inkább abban gyökerezik, hogy a kitalálója két, mindenki által ismert és elérhető anyagot használt fel pánikkeltés céljából. A mámorító hatásról szóló legendát a *Grease* című film hozta a köztudatba még 1978-ban. Ezt sem bizonyították, jó eséllyel valóságalapja sincs. Az utolsó és legkevésbé elterjedt változatban azonban lehet némi igazság. A koffein élénkítőszerként hat, az aszpirin pedig el tudja űzni a másnapossággal járó fejfájást is. Érdekes megfigyelni, hogy éppen a valósághoz legközelebb járó történetet ismerik a legkevésbé.

A kóla „kalciumrablása”. Ezt sok helyen tényként kezelik, és van is valóságalapja. Az interneten azonban rengeteg különböző magyarázatot lehet találni a jelenségre – néha egészen abszurd megoldások születnek: „A szénsav irritálja a gyomrot. A gyomor úgy »gyógyítja« ezt az irritációt, ahogy tudja. Ennek az az egyetlen módja, hogy savlekötőt bocsát ki a gyomorfalból a gyomorba. Sajnos, ez a savlekötő a szervezetben csak a kalcium lehet, amit a szervezet a vérből von ki. A vér, amelynek kalciumtartalma most már kevesebb lett az optimálisnál, a kalciumot a csontokból pótolja. Ha ez nem történne meg, az izmok és az agy működése súlyosan károsodna.”

Ha az idézetből indulunk ki, máris falakba ütközünk. A kalciumrablás jelensége a foszforsavhoz kötődik – az étkezési foszforsav nagy mennyiségben történő fogyasztása után a vér kalciumszintjének csökkenését figyelték meg, amit a szervezet a



csontokból pótol. Ezért a napi fogyasztási korlátot 70 mg/testtömeg kg-ban szabták meg a kóla esetében.

Az állításhoz visszatérve, a szénsav valóban okozhat gyomorirritációt – ennek mértéke a fogyasztótól függ –, azonban a szénsav jóval gyengébb sav, mint a gyomorban található sav. A kalcium a csontokban és a vérben játszik élettani szempontból nélkülözhetetlen szerepet, így a csökkenéséhez semmiképpen sem a szénsav vezet (az állításban vázolt esetben a szénsavas ásványvíz is ugyanezzel a hatással bírna). Az valóban igaz, hogy a vérből hiányzó kalcium a csontokból pótlódik – a szervezetben található Ca 99%-a a csontokban van, amelyek így egyfajta „raktárként” is szolgálnak. A vérben lévő Ca koncentrációja csak szűk határokon belül mozdulhat el, hogy az élettani folyamatok ne sérüljenek.

Az idézett cikk valóságálapra épít, azonban a tudományos megfogalmazás mögött előítéletek és hozzá nem értés rejtőzik. Az írást közlétező oldal (NaturaHirek.com) 62 ezer követővel rendelkezik.

Miért születnek újabb tévhitek?

Az a tapasztalatom, hogy hiába születnek cáfolatok, bizonyítások, videók az igazságról, azok nem terjednek el annyira, mint maguk a tévhitek. Valamiért az emberek keresik az összeesküvés-elméleteket. Úgy tűnik, hogy a legtöbben meg sem kérdőjelezik, amit az interneten látnak. Ezzel kapcsolatban végeztem egy kisebb kísérletet: megkértem a 12 éves testvéremet és néhány barátját, hogy olvassák el a NaturaHirek.com-on található cikket. Azért őket választottam, mert hatodik osztályosként még csak természetismeret tantárgyat tanulnak, ami nem sok kémiát fog-

lal magában. Számukra a cikk teljesen hihető volt, főleg a tudományosnak tűnő, hivatalos nyelvezetet említették indokként.

Egyes mítoszok esetében a valóság erős eltúlzása áll a háttérben, vagy a tények teljes kiforgatása – ezek az írárok, videók főleg a pánikkeltést szolgálják, előítéleteket ültetnek az emberekbe. Azok pedig, akik nem néznek utána, de elhiszik, újabb és újabb elméleteket fognak keresni. Mások két egyszerű, mindenki által ismert és elérhető dolog kombinálásából születnek legendák – ilyen volt a diétás kóla és a Mentos vagy a kóla és aszpirin esete. Az ijesztő történet nem hatna eléggé az olvasók körében, ha számukra ismeretlen vegyületekről lenne szó. Sok mítosz pedig olyan régóta tartja magát a köztudatban úgy, hogy már senki sem tudja, hogy honnan ered. Kipróbálva a legtöbbről bezonyosodik, hogy egyáltalán nem működik.

Bár nem sok esélyét látom, remélem, egy napon győznek a józan, kémiaihoz és fizikához értő hangok – ha a cikkeket nem is ők írják, talán a kommentekben. Továbbra is azt gondolom, hogy az internet nagyon hasznos tanulás szempontjából, azonban nem szabad mindent elhinni – még akkor sem, ha 11 millióan osztották meg.

FORRÁSOK

Állítólag (Mythbusters): 1. évad, 5. rész – Élve eltemetve
http://alligator.blog.hu/2009/11/11/igazak_e_a_cola_koruli_hirek_karos_e_kipraltuk
<http://a-magok-ereje.hu/erre-vigyazz/coca-cola-xxi-szazad-legalis-drogja>
<http://naturahirek.com/20-gyakorlati-bizonyitek-arra-hogy-coca-cola-egyaltalan-nem-valo-emberi-fogyasztasra/>
https://secure.coca-cola.hu/content/hu/corporate/az_osszetevokrol.aspx
https://secure.coca-cola.hu/content/hu/corporate/a_coca_cola_magyarorszagon.aspx
<https://www.youtube.com/watch?v=mNioaVwToOc>
 Mark Pendergrast: For God, Country and Coca-Cola, ISBN 0-684-19347-7 (1993)



Messe München
Connecting Global Competence

F₃ U₂ TU RE₄

NE₃ TW O₄ RK

GL O₃ B₂ AL₂

The World's No. 1

A világ legnagyobb labortechnikai kiállításán megtalálja az ipari és kutatólaboratóriumok termékeit és megoldásait. Tudományos kísérő rendezvénye az analytica konferencia, ahol a fő témák a világújdonságok, termékismertető, egyedülálló élő bemutatók, különbemutatók, fórumok és fókusznapok.

Információ: Münchener Väsärképvislet, Promo Kft. Tel. 1/224-7764, messemunchen@promo.hu

April 10–13, 2018 | analytica exhibition
April 10–12, 2018 | analytica conference
 26th International Trade Fair for Laboratory Technology,
 Analysis, Biotechnology and analytica conference
www.analytica.de

Highlights 2018:
 Élő laboratóriumi bemutatók és digitális transzformáció



analytica

Braun Tibor

■ ELTE Kémiai Intézet, MTA Könyvtár és Információs központ | braun@mail.iif.hu

Rubik-kockával a világűr kutatásban

Ionos folyadékokkal hajtott nanoműholdak



Előszó

Valószínűleg kevesen hinnék el nekünk, hogy a Rubik-kockának szerepe lehet az űrkutatásban. Ezért már most bevalljuk, hogy csak egy metafora erejéig választottuk e dolgozat főcímét, és a részletekre majd később visszatérünk. Azonban el kell ismernünk, hogy a Rubik-kockát sikerei, elismertsége és anyagi eredményei már feltalálása óta jelképesen a csillagok közé repítették. Humorosan még azt is hozzátehetnénk, hogy átvitt értelemben a Rubik-kocka esetleg úgy is felkerülhetett az űrbe, hogy valamelyik nemzetbeli űrhajós magával vitt egy példányt az űrkabinba annak érdekében, hogy szabadidejében azzal szórakozzon.

Bevezetés

A Szovjetunió 1957. október 4-én repítette az űrbe a Szputnyikot [1], és ezzel elindította a világot az űrkutatás és -megismerés útján. Ez a relatíve kisméretű, körülbelül 80 kg súlyú műhold képtelen volt saját magát vezérelni, helyzetét meghatározni, és pontosan csak annyi energiával rendelkezett röppályáján, hogy alkalomadtán rádiójeleket küldjön a Földre. Ennek ellenére kitaposta az utat, ami számos eljövendő alkalmazást hozott, hogy csak néhányat említsünk, az időjárás előrejelzését, a globális kommunikációt és a GPS-navigációt.

Történelmi sikereik ellenére az űrtechnológiák távol maradnak számos ország anyagi lehetőségeitől. Miközben a műholdak képességei egyre nőttek, tervezésük és építésük az idők folyamán is költséges maradt. Nemrég azonban a helyzet változásnak indult, amikor akadémiai és ipari kutatók bevezették a szabványosított kis műholdak építését. A Stanfordin, a Moreheadi Állami Egyetemen

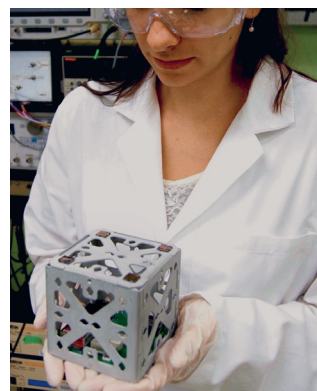
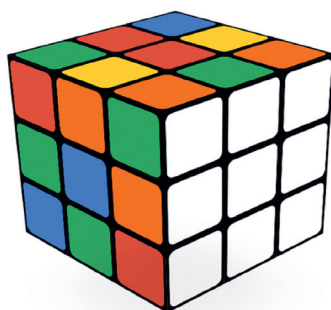
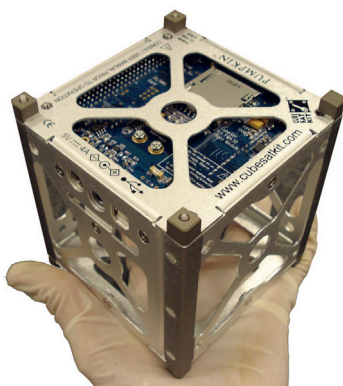
(Kentucky) és a Kaliforniai Műszaki Egyetemen meghatározták ezen műholdak méretét és formáját azzal a céllal, hogy méretük és súlyuk folytán olcsón vagy ingyen eljuttathatók legyenek az űrbe, a nagyobb műholdak fedélzetén. Ez az általuk meghatározott méret világszerte szabvánnyá vált, amit azóta Cubic Satellite-nek, azaz CubeSatnak rövidítettek és használnak [2] (1. ábra).

A fentiek után visszakanyarodhatunk az említett metaforához, ugyanis az angolul CubeSatként említett kocka-nanohold külső mérete nagyjából megegyezik a Rubik-kocka méretével.

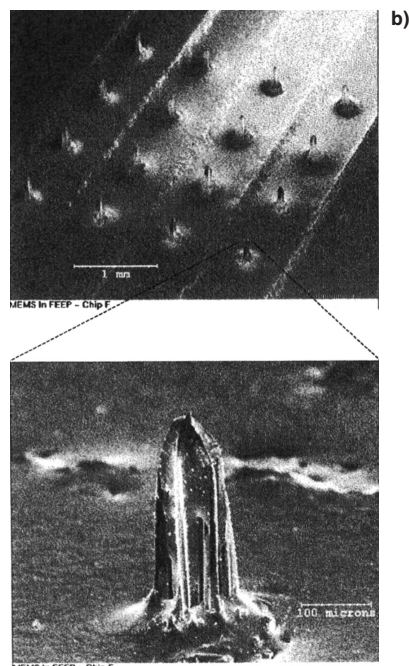
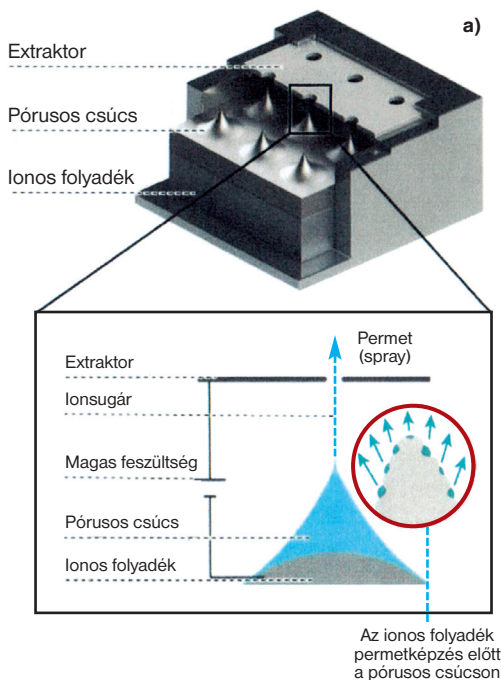
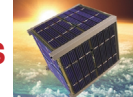
A CubeSat nanoműholdak

A CubeSatokat „U” (Unit)-egységekként tartják számon. Alapméretük 10×10×10 cm, súlyuk 1,5 kg. Szükség esetén az alapegységek száma növelhető. Az egységnyi CubeSat hosszát például legőszierűen megduplázva 2U, hármat téve egymás mellé 3U egységhez jutunk, és így tovább. A fenti többszörös egységek természetesen többszörös hasznos súlyt, illetve berendezést hordozhatnak. A CubeSat egységek jelenleg alacsony költségeik következtében például egyetemeken megépíthetők, működtethetők.

Mint már említettük, a CubeSatok egyik alapvető vonzereje, hogy olcsón az űrbe kerülhetnek. Ezeket nagyobb műholdakkal, vagy rakétákkal bocsátják fel, amikből a CubeSatokat kibocsátják, miután a hordozók eljutottak az űrbe. Annak ellenére, hogy a más típusú és osztályú műholdak száma alapvetően évek óta változatlan, vagy aránylag lassan növekedett, a röppályára állított és az űrben keringő CubeSatok száma drámaian emelkedett és e nanoműholdak száma mostanra 1000 fölé nőtt. Ma már egy nanoműhold képes feladatait nagyjából olyan funkcionálissá tenni, mint egy 1000 kg-os műhold.



1. ábra. Nanoműhold (CubeSat) méretének összehasonlítása a Rubik-kockával [2]



2. ábra. Az MIT által kidolgozott CubeSat-meghajtó berendezés.

a) Az átlátás érdekében jelentősen megnagyobbítva,

b) a pórusos kapillárisok csúcsméretei, mint látható, mikron és milliméter méretűek a valóságban [4], [6]

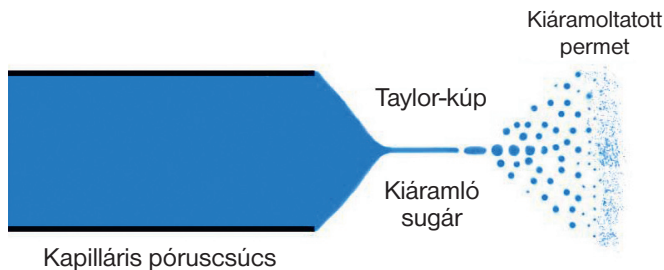
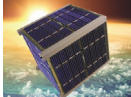
A fizika törvényei határokat szabnak a műholdakon működő, vagy működtethető szerkezeteknek, azok méretének, illetve miniatürizálásának. Szerencsére az ipari számítógép- és érzékelési technológiákból jelentős fejlettséget vittek át a CubeSat-technológiába. A CubeSatek kis méretük ellenére ma már nemcsak a Szputnyiknál hordoznak több tudást és lehetőséget, hanem néha a jóval nagyobb műholdakénál is. A mai CubeSatekbe például hőmérséklet-szabályzókat, rádióadókat és -vevőket, GPS-navigációt, helyzetmeghatározást és -ellenőrzést, valamint a régieknél sokkal jobb számítógépeket építenek be. Ugyanakkor hordozhatnak nagy teljesítményű hasznos terheket, például miniatürizált érzékeny digitális kamerákat és szenzorokat, amelyekkel röntgensugarakat, nagy energiájú részecskéket, űridőjárást, távoli csillagokat és bolygókat figyelhetnek meg, valamint a Föld mágneses terének szerkezetét is mérhetik.

A CubeSatek kémiai meghajtása és irányítása

A CubeSat típusú műholdak még sikeresebb alkalmazhatóságát hátráltatja jelenlegi aránylag nehézkes meghajtásuk és vezérlésük. Például nem könnyű a Földről beállítani, hogy megfigyelés céljából a nanoműhold melyik oldala forduljon a Föld irányába. Ezen felül időnként korrekcióra szorulhat a nanoműhold röppályája is. Mivel csak nagyon kevés energia termelődik a rajtuk lévő apelemekből, elengedhetetlen, hogy szükség esetén a meghajtásuk és tolóerejük is minél kevesebb energiát fogyasszon. Erre lehet megoldás a Massachusettsi Műszaki Egyetem (MIT) és a NASA erre a célra fejlesztett, miniatürizált berendezése (2. ábra) [4,5], amelyhez az ötletet a természetből merítették. A növények vízfelvétele ugyanis pórusos és kapilláris hatáson alapul. Ez azt jelenti, hogy a növény kapilláris pórusokon keresztül szívja fel a vizet a gyökerek szintjén, mely egyre kisebb és kisebb kapillárisokon jut el a törzsön keresztül az ágakig, majd a levelekig, ahol elpárolog. Az MIT és a NASA hasonló elven működő találmánya apró csúcsokból álló pórusos rétegből épül fel, amelyeken *ionos folyadékot* szívatnak át egészen a csúcsok külső felületéig, ahol a folyadék két elektród közötti elektromos feszültség hatására permet formában kiáramoltható a pórusos csúcsokból. A vizsgálá-

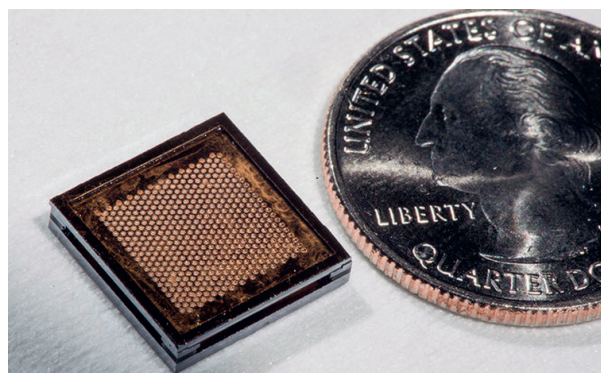
tok során pórusos fém-, műanyag vagy üveglapkákat használtak; ezekre, mint a 2. ábrán látható, feszültséget kapcsolva, az ionos folyadékpermet hajtóműként áramlik ki a pórusokból az áramlással ellentétes irányba mozgatva a nanoműholdat. A mérések szerint például 500 db pórusos csúccsal 50 mikronewton tolóerő fejthető ki, ami földi körülmények között mindössze egy papírlap mozgatására elegendő, de az űrbeli súlytalanságban már például 1,5 kg tömegű eszköz is mozgatható a segítségével. Az említett csúcsos lapkákra kapcsolt feszültség értékével változtatható a kiáramló ionpermet hajtóereje is, amivel pontos vezérlés valósítható meg.

Az MIT-NASA-találmány alapja az ionos elektropermet meghajtó rendszer (IEMR) (Ion Electro Spray Propulsion System) elnevezést kapta [5,6]. Az IEMR a már említett ionos folyadékokkal működik. Ezek pozitív és negatív ionjaik révén aránylag jó elektromos vezetők, és erős molekuláris kötésük azt jelenti, hogy minden további nélkül kitehetők a világűr vákuumának, gyakorlatilag párologás nélkül. Továbbá az ionos folyadékok hőstabilitása nagyon széles tartományban fennáll, körülbelül -100 és $+400$ °C között. Nagyon nagy elektromos erőnek lévén kitéve, az ionok a folyadék felületéről közvetlenül kiáramolhatnak. Kiszabadulva könnyen gyorsulnak, elérve a 30 km/s-nál magasabb sebességeket, ezáltal létrehozva a CubeSat-en a jelentős tolóerőt. Az ionos folyadékkal működő IEMR-berendezések jelentősen miniatürizálhatók. Ez tökéletes megoldás a CubeSat típusú nanoműholdakban való elhelyezésre. Mint említettük, az ionos folyadék az IEMR-berendezés pórusos csúcsaiban helyezkedik el (2. ábra), és a feszültség, mint az ábrán látható, a csúcs és az alsó elektród között képződik. Amikor egy kis térfogatú, elektromosan vezető folyadékot elektromos mezőnek tesznek ki, például egy pórusban (kapillárisban), a folyadék alakja torzulni kezd ahhoz az alakzathoz képest, amit a felületi feszültség egyedül hozna létre. Ha a feszültség növekszik, az elektromos tér hatása egyre kifejezettebbé válik. Amint megközelíti annak az erőnek az értékét a pórusban, amit a felületi feszültség hoz létre, kúpos alak kezd képződni domború oldalakkal és kerekített csúccsal. Egy bizonyos feszültségküszöb után az enyhén kerekített csúcs kúp formájává válik, és a folyadék sugárként kilövell. A kúpsugár kép-



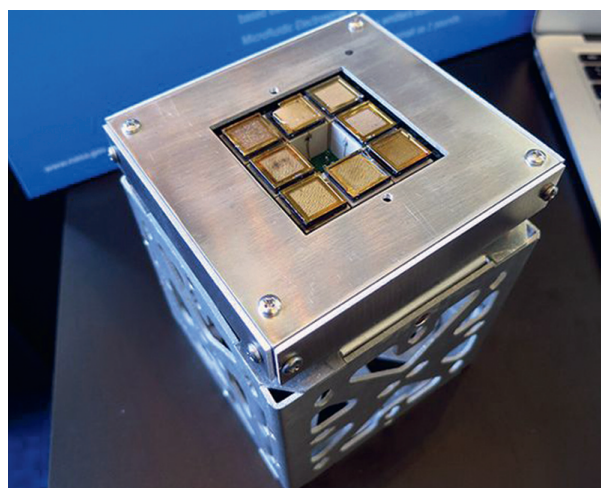
3. ábra. A Taylor-kúp következtében kialakuló ionos folyadék-permet kiáramoltatása

ződése az ionokat kijuttató elektropermetezési folyamat kezdete. A kúpformát először Geoffrey Ingram Taylor angol kutató írta le, 1964-ben, még mielőtt az „elektropermetezést” felfedezték. Ennek a róla elnevezett Taylor-kúpnak [9] (3. ábra) jelentős szerepe van az ionos folyadékpermet kialakulásában. Egyetlen ionkibocsátó csúcs csak néhány száz nanonewton értékű tolóerőt hozhat létre. Ez nagyon kevés még a Rubik-kocka méretű CubeSatek meghajtásához is, de egy IEMR-berendezés körülbelül 1000 kibocsátó csúcsot is magában foglalhat, és ezek egy levélbéllyeg nagyságú, 12×12×2,5 milliméter méretű modulba illeszthetők (4. ábra). A modulban levő néhány mikroliternyi ionos folyadékkal a pórusos csúcsokból a kiáramló permet körülbelül 5–20 mikronewtonnyi tolóerőt hozhat létre. Ez például a 1,5 kg-os CubeSat vezérlésére megfelelő lehet (5. ábra).

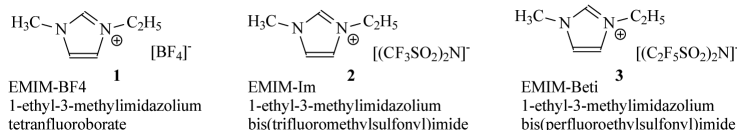


4. ábra. A 2. ábrán bemutatott berendezés modulként összeszerelve (meghajtóegyüttes) – egy 10 centes mellett. Méret: 11×11×2,5 mm

5. ábra. A CubeSatre szerelt 8 db-os ionos folyadékos meghajtó együttese [8]



Ezek után említést kell tennünk a CubeSat nanoműholdak meghajtására az IEMR-berendezésben leggyakrabban alkalmazott ionos folyadék fajtáiról. Ezeket a 6. ábrán mutatjuk be. A nagyon nagy számú ionos folyadék közül az MIT–NASA-feltalálók ezeket az űrben is működő folyadékokat kedvező fizikai tulajdonságaik miatt választották. A vegyületek elnevezése meglehetősen hosszú, ezért a szakirodalomban általában rövidítve szerepelnek. Nemcsak az IEMR-berendezésekben használt ionos fo-



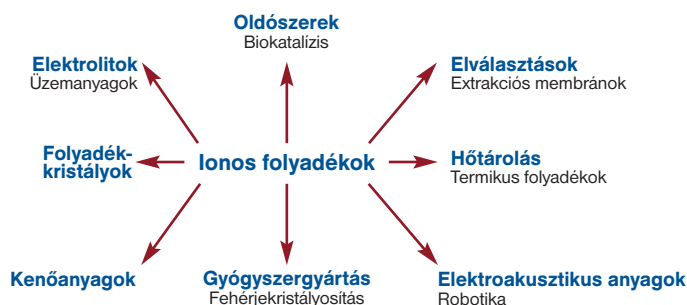
6. ábra. Az IEMR berendezés meghajtására alkalmazott ionos folyadékok [10]

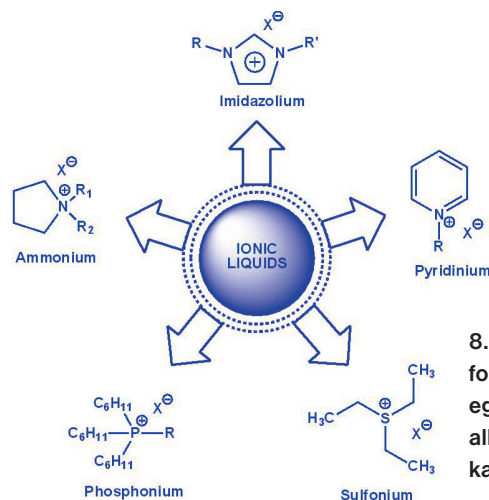
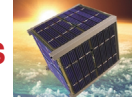
lyadékoknál, hanem sok más esetben is rövidítve használják a sók kémiai nevét. Például az 1-butil-3-metilimidazólium esetében a legismertebb rövidítés az EMIM, ami lényegében a különböző komponensek kezdőbetűit jelenti.

Ionos folyadékok (dióhéjban)

Az ionos folyadékok lényegében kationokból és anionokból álló alacsony olvadáspontú sók. Azokat a sókat, amik 100 °C-on és gyakran szobahőmérséklet alatt olvadnak, általában szobahőmérsékletű ionos folyadékoknak nevezik. Az első alacsony olvadáspontú só, az etil-ammonium-nitrátot (C₂NH₈N₃) a német Paul Walden 1914-ben szintetizálta, és 12 °C-os olvadáspontját is leírta. Ő az ionos folyadékot az etil-amin koncentrált salétromsavval való semlegesítésével állította elő [14]. Bizonyos ismert ionos folyadékok nitrogént és foszfort tartalmazó heterociklusos (imidazólium vagy piridin) alkil-helyettesített kationokból és szeretlen anionokból, mint például BF₄⁻, Cl⁻, PF₆⁻ vagy NO₃⁻ ionokból állnak. Mivel az ionos folyadékok komponensei változtathatók, ezek a vegyületek különböző speciális alkalmazásokhoz előre is tervezhetők. Más szavakkal az ionos folyadékok alkalmasak adnak specifikus tulajdonságaik beállítására megfelelő alkalmazásokhoz való használatnál (7. ábra). Ezért „tervezett (designer) folyadékok” elnevezéssel is illetik. A tulajdonságaik finombeállítása (hangolása) a kationba beépített alkilcsoportok lánc hosszának és/vagy elágazásainak, vagy az anionnak a megváltoztatásával történik. Ennek megfelelően az olyan tulajdonságok, mint az ionos folyadékok olvadáspontja, viszkozitása, sűrűsége és hidrofobicitása könnyen módosíthatók az összetevő ionok változtatásával [14]. Annak tulajdoníthatóan, hogy a legtöbb ionos folyadék olyan egyedi, hasznos tulajdonságokkal rendelkezik, mint például az

7. ábra. Ionos folyadékok alkalmazásai a kutatás és a fejlesztés különböző területein [11]



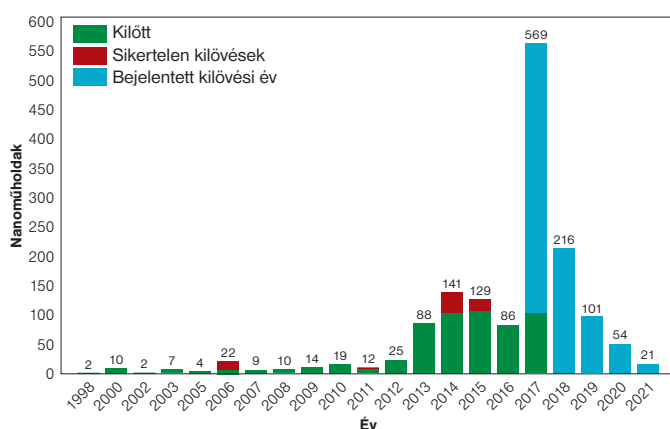


8. ábra. Az ionos folyadékok anionjaival együtt leggyakrabban alkalmazott szerves kationok

alacsony illékonyság [16], nagyobb hőstabilitás [17], alacsonyabb gyúlékonyság [18] és jó vezetőképesség [19], alkalmazásai nagy figyelmet kaptak az olyan kutatási területeken, mint az orvostudomány, kémia, fizika és mérnöki tudományok. Az ionos folyadékok esetében a kationokat 5 fő osztályba sorolják, ezek az ammónium, piridinium, imidazolium, foszfónium és szulfónium (8. ábra) [12]. A kationok általában nagy számú anionnal társulhatnak. Ezek például halogének (klorid, bromid, jodid), bisz(trifluorometán-szulfonimid) (NTF₂), tetrafluoroborát (BF₄), hexafluorofoszfát (BPF₆), oktilszulfát (OctOSO₃), acetát (Ac) és dicianid N(CN)₂ lehetnek, hogy csak néhányat nevezünk meg. Az anionos összetevő változtatása jelentősen befolyásolhatja az ionos folyadék tulajdonságait, például a hidrofobicitást, a viszkozitást és az olvadáspontot.

Meg kell jegyezni, hogy általánosságban a kation vagy anion méretnövekedése az olvadáspont csökkenéséhez vezet. Ennek megfelelően egy ionos folyadék olvadáspontja változtatható az anion-kation pár új változatával. Ennek megvalósítására járható út a só pozitívan töltött részének méretnövelése. Értelemszerű, hogy a szerves anionokkal más a helyzet, mert azokkal csak addig lehet méretet változtatni, amíg a periodikus rendszer elemei engednek. Így is csaknem végtelen számú ionos folyadék megtervezése válik lehetővé. A szakirodalomban megoszlanak a vélemények a megvalósítható ionos folyadékok lehetséges számáról. Az egyik vélemény ezek számát 10⁶-ra teszi a kationok és anionok megfelelő kombinálásával [12]. Egy másik becslés ezt a számot a lélegzetelállító 10¹⁸-nak írja le [11].

9. ábra. A világűrbe kilőtt CubeSatok száma és tervezett száma 2000 és 2021 között [22]



A CubeSatok elterjedtsége

Úgy véljük, hogy a CubeSatok alkalmazásáról is érdemes néhány részletet ismertetni. Amint a 9. ábrán látható, ezeknek az apró műholdaknak az alkalmazása 2000-ben kezdődött és körülbelül 2013-tól kezdett igazán növekedni. Az is látható az ábrán, hogy 2021-ig már most jelentős tervek vannak a jövőben kilövendő nanoműholdakra.

Utószó

Az ionos folyadékok szakirodalmában az utóbbi években hatalmasra nőtt, ezért említettük az előző fejezet címében, hogy itt a területet csak dióhéjban ismertetjük. Részletek iránt érdeklődőknek ajánlunk például egy nagyon részletes összefoglaló dolgozatot [21]. Mint ezen írás teljes szövegéből kiderülhetett, a CubeSat nanoműholdak megalkotásával és igénybevételével jelentős előrelépés történt az űrkutatásban. Ebben a kémiának rendkívül meghatározó szerepe volt és van. Azonban külön ki szeretnénk említeni, hogy a CubeSat nanoműholdak másik, szintén nagyon nagy jelentősége abban áll, hogy megépítésük és működtetésük aránylag szerény költségen megvalósítható és ez hozzáférhetővé teszi őket az űr kutatásában érdekelt egyetemek, intézetek és egyetemi hallgatók számára is.

IRODALOM

- <https://hu.wikipedia.org/wiki/Szputnyik%E2%80%93931>
- <https://en.wikipedia.org/wiki/CubeSat>
- <https://hu.wikipedia.org/wiki/M%C5%Bihold>
- R. S. Legge, P. Lozano, M. Martinez-Sanchez, Fabrication and Characterization of Porous Metal Emitters for Electro Spray Thrusters. In: The 30th International Electric Propulsion Conference, Florence, Italy, 2007.
- R. S. Legge, P. C. Lozano, Electro Spray Propulsion Based on Emitters Microfabricated in Porous Metals. J. Propuls. and Power (2011) 27, 2.
- S. Dandavino, C. Ataman, C. N. Ryan, S. Chakraborty, D. Courtney, J. P. W. Stark, H. Shea, Microfabricated electro spray emitter arrays with integrated extractor and accelerator electrodes for the propulsion of small spacecraft. J. Micromech., Microeng. (2014) 24, 075011.
- <http://earthmistrynews.com.2017/03/24/dime-size-thrusters-could-propel-satellites-spacecraft/>
- <http://spectrum.ieee.org/tech-talk/aerospace/satellites/ion-electro-spray-engines-give-a-boost-to-tiny-satellites>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Taylor_cone
- P. Lozan, Efficiency estimation of EMI-PF4 ionic liquid electro spray thrusters, 4st AIAA/ASME/ASEE Joint propulsion Conference & Exhibit, Tucson, Arizona, 10–13 July, 2005.
- <https://www.interchopen.com/books/ionic-liquids-new-aspects-for-the-future/a-comparative-study-of-diperidinium-and-imidazolium-based-ionic-liquids-the-...>
- <https://www.intechopen.com/books/ionic-liquids-new-aspects-for-the-future/safer-and-greener-catalysts-design-of-high-performance-biodegradable-and-low-toxicity-ionic-liquids>
- P. Walden, Molecular weights and electrical conductivity of several fused salts. Bul. Acad. Imper. Sci. (1914) 405.
- I. Newmington, J. M. Perez-Arlandis, T. Welton, Ionic Liquids as Designer Solvents for Nucleophilic Aromatic Substitutions., Org. Lett. (2007) 9, 5247.
- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c9/Taylor_cone.jpg
- M. J. Earle, J. N. Esperanca, M. A. Gilea, J. N. Canongia-Lopes, L. P. Rebello, J. W. Magee, K. R. Seddon, J. A. Widegren, The distillation and volatility of ionic liquids. Nature (2006) 439, 831.
- M. Kosmulski, J. Gustafsson, J. P. Rosenholm, Thermal stability of low temperature ionic liquids revisited., Thermochim. Acta (2004) 412, 47.
- D. M. Fox, J. W. Gilman, A. B. Morgan, J. R. Shields, P. H. Maupin, R. E. Lyon, H. C. De Long, P. C. Trulove, Flammability and Thermal Analysis Characterization of Imidazolium-Based Ionic Liquids., Ind. Eng. Chem. Res. (2008) 47, 6327.
- M. Galinski, A. Lewandowski, I. Stepiak, Ionic liquids as electrolytes., Electrochim. Acta, (2006) 51, 5567.
- R. D. Rogers, K. R. Seddon, Chemistry. Ionic liquids – solvents of the future? Science (2003) 302, 792.
- T. W. Welton, Room-temperature ionic liquids. Solvents for synthesis and catalysis. Chem. Rev. (1999) 99, 2071.
- <http://www.nanosats.eu/index.html#figures>



TÚL A KÉMIAŊ

Hogyan tanulnak a bálnák új éneket?



A hosszúszárnyú bálnák jellegzetes éneke több különböző hangsorozatból áll, amelyek egyedi sorrendben ismétlődnek. A dalok néha igencsak gyorsan változnak, főként a hímek tudják egy-egy társukat szinte azonnal

utánozni. A tanulási folyamat megértéséhez nagy előrelépés lehet az a kutatási program, amely során a déli Csendes-óceánban sikerült megfigyelni bálnákat, amint egy régi énekből újra váltanak. A csoport tagjai a régi és az új dalban előforduló hangsorozatok keverésével előbb hibrid éneket állítottak elő jól meghatározott szerkezeti szabályok szerint. Ez a folyamat nagyon hasonlóan bizonyult néhány énekesmadárfaj tanulási stratégiájához.

Proc. Natl. Acad. Sci. USA 114, 7822. (2017)

CENTENÁRIUM



Roger Adams: The manufacture of organic chemicals at the University of Illinois
Science, Vol. 47, pp. 225–228. (1918. március 8.)

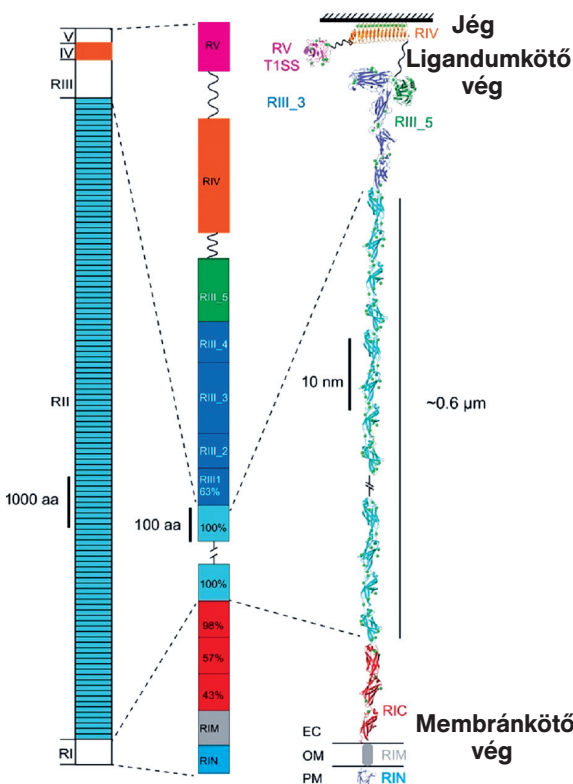
Roger Adams (1889–1971) amerikai szerves kémikus volt. Tudományos munkáját leginkább a természetes eredetű anyagok összetétel-meghatározása területén végezte. 1926 és

1954 között a University of Illinois Kémiai Intézetének vezetője volt, mintegy 250 doktori hallgatót tanított. Az első és a második világháborúban is az amerikai kormány tudományos tanácsadója volt.

Hosszú fehérje a jégen

A közelmúltban sikerült meghatározni a *Marinomonas primoryensis* nevű, az Antarktiszon élő baktériumfajban előforduló, speciális, jéghez kötődő fehérje (MplBP) szerkezetét. Ennek különlegessége az, hogy közel egydimenziós: a hossza eléri a 600 nm-t, más irányokban viszont nagyságrendekkel kisebb. A mikroorganizmus felületén előforduló protein fő szerepe, hogy jégfelületekhez rögzítse a gazdaszervezetet, s így elősegítse az ugyanott élő, fotoszintetizáló diatómákkal való szimbiózist. A jégkötődés mechanizmusa hasonlít ahhoz, ahogy kórokozók emberi sejtekhez rögzítik magukat, így a fehérjeszerkezet megismerésének még a gyógyászatban is lehet lényeges szerepe.

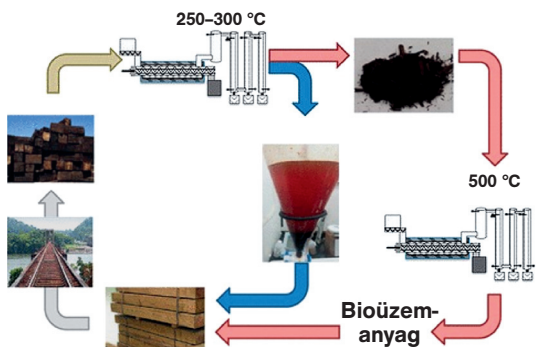
Sci. Adv. 3, e1701440. (2017)



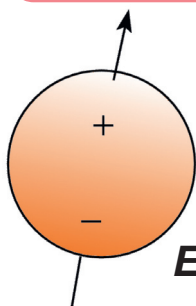
Üzemanyag vasúti talpfákból

Az Egyesült Államokban évente kb. 20 millió régi (átlagosan 30 éves) vasúti talpfát szednek fel, így ezek újrahaznosítása igencsak kifizetődő vállalkozás lehet. Ennek egy vadonatúj módszerét dolgozzák ki Tennessee államban egyetemi kutatók és ipari szakemberek. A talpfákat először apróra darabolják, majd melegítéssel kinyerik belőle a tartósítóként használt vegyületeket, amelyeket újra fel lehet használni. A keletkező maradékból pirolízissel olyan bioolajat lehet előállítani, amelyből dízelolajat vagy akár benzint is készíthetnek. A kidolgozott technológia ökológiai szempontból sokkal kedvezőbb, mint az egyszerű égetés.

ACS Sustainable Chem. Eng. 5, 9485. (2017)



APRÓSÁG



EDM

Az elektronhoz hasonlóan a proton elektromos dipólusmomentuma (EDM) is annyira kicsi, hogy még nem sikerült megmérni: a jelenlegi legjobb kísérleti eredmények szerint 10^{-45} C·m-nél nem lehet nagyobb.

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

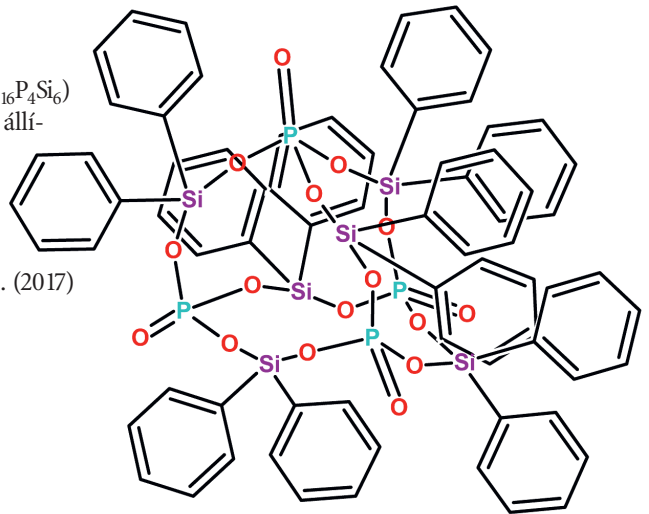
A rovatszerkesztő korábbi írásait is tartalmazó blog elérhető a következő internet-oldalon: http://www.inorg.unideb.hu/LenteBlog/index_magyar.html



A HÓNAP MOLEKULÁJA

Az ábrán látható, adamantánra emlékeztető kalitkavegyületet ($C_{72}H_{60}O_{16}P_4Si_6$) szilikofoszfátok szintézisére alkalmas módszerek fejlesztése közben állították elő egy cseh kutatócsoportban. Benne a négy foszforatom egy szabályos tetraédert alkot, amelynek élein minden egyes foszforatom-párt $-O-SiPh_2-O-$ egységek kapcsolnak össze. A vegyület viszonylag egyszerűen, $Ph_2Si(OC(O)CH_3)_2$ és $OP(OSiMe_3)_3$ reakciójával előállítható.

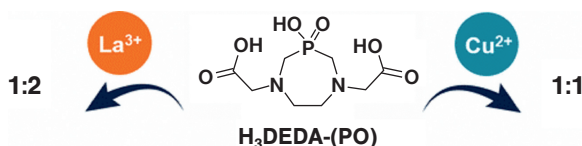
Inorg. Chem. 56, 10699. (2017)



Ligandumhiba

A kémiai szakirodalomban közölt hibás adatok cáfolata ritkán kap nyilvánosságot. Még ritkább, hogy az eredeti közlemény szerzői tárjanak fel és publikáljanak javítást saját korábbi munkájukról. Egy kanadai kutatócsoport ezt tette meg a közelmúltban. 2002-ben szintetizáltak egy akkor tetraazamacrociklusnak vélt ligandumot, amelyet fémkomplexeivel együtt széleskörűen jellemeztek. Tizenöt évvel később sikerült kristályokat is előállítani az anyagból, és röntgendiffrakciós vizsgálatokból az derült ki, hogy benne a gyűrűméret valójában csak az eredetileg feltételezett tizennégynek pont a fele. A legtöbb szerkezetvizsgáló módszer használatakor az ilyen különbséget molekuláris szimmetriatulajdonságok miatt lehetetlen észrevenni. A 2002-es cikket a kutatók vissza is vonták, s a folyóirat főszerkesztőjének jóváhagyásával a most már remélhetőleg valóban helyes értelmezést közölték az új szerkezeti adatokkal együtt.

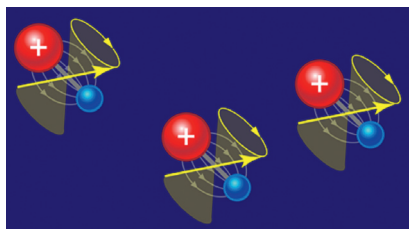
Inorg. Chem. 56, 10155. (2017) *Inorg. Chem.* 56, 10833. (2017)



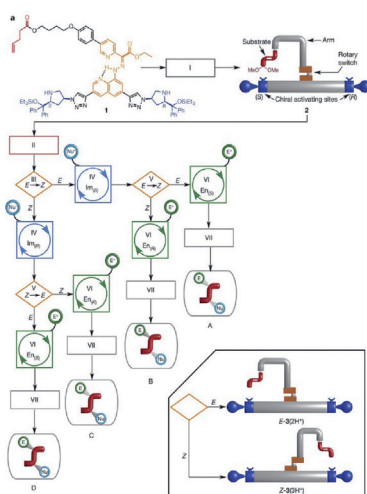
Az elektron alakja

A legtöbb gyakorlati célra megfelel, ha az elektront pontként képzeljük el. Annak, hogy tényleges alakja gömbszimmetrikus-e, nagy jelentősége van az elméleti fizikában. Az elemi részecskék standard modellje szerint várható egy csekély aszimmetria, amelyet kísérletileg az elektron elektromos dipólusmomentumának meghatározásával lehetne kimutatni, ez várhatóan 10^{-59} C·m körül van, míg néhány újabb elmélet ennél akár hat-nyolc nagyságrenddel is nagyobb értéket jósol. Az eddigi kísérletek annyit állapítottak meg, hogy a valós érték nem lehet 10^{-49} C·m-nél nagyobb. Egy közelmúltbeli kísérletsorozatban hafnium-fluoridból generált ionok vizsgálatával olyan módszert dolgoztak ki, amelynek a továbbfejlesztésével a kimutatási határ minden bizonnyal jelentősen csökkenthető majd.

Phys. Rev. Lett. 119,153001. (2017)



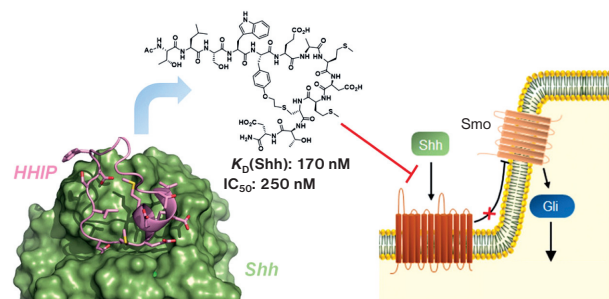
Molekuláris szintézisgép



A molekuláris gépek egyik kémiai szerepe az lehet, hogy segítségével atomokat vagy reaktív atomcsoportokat lehet át-helyezni egyik molekuláról a másikra. A nemrégiben minden korábbinál összetettebb, kémiai szintézist végző nanorobotot szerkesztettek: ez lényegében „one-pot” típusú, sztereoselektív reakciót képes több lépésben, előre programozható módon végrehajtani. A

példában a termék egy két kiralitáscentrumot is tartalmazó α,β -telítetlen aldehid volt, amelynek mind a négy diasztereomerjét elő lehet állítani. A molekuláris gép vezérlésének lényege egy acilhidrazon típusú részlet, amely pH-változás hatására képes konformációt váltani.

Nature 549, 374. (2017)



Rákellenes ciklikus peptid

A „hedgheg” (sündisznó) jelátviteli mechanizmus fontos szerepet játszik a magzati fejlődésben és bizonyos ráktípusok kialakulásában is, ezért már régóta a gyógyszerfejlesztés egyik célterülete. Kanadai tudósoknak sikerült olyan makrociklusos peptidet előállítani, amely nagyon hatékonyan gátolja a „hedgheg” reakciósor első lépését. A kiindulási alap egy, a szervezetben is előforduló peptid volt, amelyben néhány helyen szisztematikus módosításokat létrehozva teljes vegyületkönyvtárt állítottak elő, és ebből sikerült a leghatásosabbat azonosítani. A változtatásokban a kulcs egy a természetben elő nem forduló aminosav használata volt, amely egy cisztein oldalláncával reagálva alakította ki a gyűrűs szerkezetet.

J. Am. Chem. Soc. 139, 12559. (2017)



Elhunyt Kálmán Alajos kémikus, az MTA rendes tagja, Egyesületünk volt elnöke



Kálmán Alajos
(1935. június 26. –
2017. december 26.)

Karácsony másnapján váratlan hirtelenséggel elhunyt a magyar kémikustársadalom és szűkebb tudományterülete, a krisztallográfiai szerkezetkutatás nemzetközi elismertségű, kimagasló hazai szaktekintélye, Kálmán Alajos, aki a Magyar Kémikusok Egyesületének 10 éven át volt elnöke. A professzor a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagja, a Brüsszeli Európai Tudományos Akadémia tagja, valamint az ELTE címzetes egyetemi tanára volt.

Távozásával pótolhatatlan veszteség érte a magyarországi tudományos közéletet, amelynek köztisztviselőként álló és szeretetreméltó személyisége volt. Egész szakmai életpályáját az MTA Központi Kémiai Kutatóintézetben töltötte, 1958-tól munkatársaként, majd 1978-tól 2005-ös nyugdíjba vonulásáig az intézet röntgendiffrakciós osztályának vezetőjeként. Kutatási tevékenysége során több száz vegyület szerkezetét derítette fel, illetve bizonyította. 373 tudományos közleménye, több tucat egyéb szakmai tanulmánya, könyve, könyvfejezete, egyetemi jegyzete jelent meg. Publikációira közel 4500 hivatkozás gyűlt össze.

A hazai és nemzetközi tudományos társadalom aktív résztvevőjeként 1997 és 2007 között elnöke volt a Magyar Kémikusok Egyesületének. A Nemzetközi Krisztallográfiai Unió (IUCR) végrehajtó bizottságának tagja, a szervezet alelnöke, valamint az IUCR képviselője volt az Európai Fizikai Társaságban.

Munkásságát számos kitüntetéssel, Akadémiai Díjjal (1975), Széchenyi-díjjal (1994), a Magyar Köztársasági Érdemrend Középkeresztjével, Hanus-medállal, Podmaniczky-díjjal, Fabinyi Rudolf-émlékéremmel, Than Károly-émlékéremmel és Náray-Szabó István-díjjal ismerték el.

A közéletnek is aktív résztvevője volt, egyebek között sok éven át vezette a Vigyázó Ferenc Művelődési Társaságot. Ennek elismeréseként 1997-ben Rákosmente díszpolgárának választották. Kedves hobbija volt a leghíresebb katedrálisok kristályokra emlékeztető szerkezetének felfedezése, és erdész édesapjától örökölt szeretete a növények, a botanika iránt. Tevékeny, szakmászeregetettől, a kutatás iránti lelkesedéstől áthatott életét a sors a családja körében töltött karácsony szép élményével, szenvedésmentes halállal hálálta meg.

Sohár Pál
az MTA rendes tagja

Gyászbeszéd Kálmán Alajos felett

A Magyar Kémikusok Egyesülete gyászolja volt elnökét. Kálmán Alajos 1953-ban kezdte meg egyetemi tanulmányait az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karán, ahol 1958-ban szerzett vegyész diplomát. Ezután az MTA Központi Kémiai Kutatóintézetében kapott állást, ahol egyre magasabb beosztásban dolgozott, mígnem 1976-ban, édesapám, Náray-Szabó István utódaként a röntgendiffrakciós osztály vezetőjévé nevezték ki.

1977-ben lett az ELTE címzetes egyetemi tanára, itt kémiai krisztallográfiát oktatott. Számos alkalommal járt külföldön, hosszabb ideig Olaszországban, Nagy-Britanniában, az Egyesült Államokban és Japánban. 1975-ben szerezte meg a kémiai tudomány doktora fokozatot, 1995-ben lett a Magyar Tudományos Akadémia levelező, 2001-ben pedig rendes tagja, 2003-ban a brüsszeli Európai Tudományos Akadémia is felvette tagjai sorába.

Kálmán Alajos fő kutatási területe a kémiai krisztallográfia és a molekulaszervezet-kutatás volt, ő biztosította a magyar szerves kémikusok széles köre számára kutatási célpontjaiknak, az általuk újonnan előállított vegyületeknek a röntgendiffrakciós szerkezetvizsgálatát. Munkatársaival együtt több száz szerves molekula térszerkezetét határozta meg, ezzel nélkülözhetetlen segítséget nyújtott a hazai kutatásokhoz. Jelentős eredményei közé számít a piciny kémiai építőkövek, a tetraéderes *oxoanionok* szerkezetével kapcsolatos törvényszerűségek felismerése. Úttörő volt a munkája a szerves anyagok alkotta kristályok közös szerkezetű vonásainak, izostrukturalitásának átfogó jellegű jellemzése és leírása terén. Tudományos eredményei meghozták a megérdemelt hazai és külföldi elismerést. Itthon megkapta az Akadémiai Díjat, kedves barátaival és munkatársaival, Bernáth Gáborral és Sohár Pállal együtt a Széchenyi-díjat, majd nemrégiben a Magyar Érdemrend Középkeresztjét, a nemzetközi szakfolyóiratokban pedig munkáira több mint négyezer-ötszáz hivatkozást kapott.

Élően részt vett a nemzetközi tudományos életben, a Nemzetközi Krisztallográfiai Unió tevékenységében. 1984-ben a végrehajtó bizottság tagja lett, majd 1990 és 1993 között alelnök volt. Bekapcsolódott a Magyar Kémikusok Egyesülete munkájába is, a nyolcvanas években lett az elnökség tagja, majd 1990-ben az Egyesület alelnökévé választották. 1996-ban, miután az MTA főtitkárhelyettese lettem, felkértem, hogy lássa el az ügyvezető elnök feladatait. Egy évre rá elnökké választottuk, ezt a tisztségét 2007-ig viselte. Nehéz időszakban vette át a magyar vegyészek legnépesebb közösségének vezetését, a már korábban is megmutatókozó belső ellentétek szakadáshoz vezettek. Alajos a szívét tette ki, hogy helyreálljon a béke, ami végül, jelentős mértékben neki köszönhetően, be is köszöntött. Jó elnök volt. Mindenütt megjelent, ahol a vegyészeket képviselni kellett, bel- és külföldön egyaránt. Sokat tett azért, hogy jobban belefolyjunk a magas színvonalat képviselő európai kémiai folyóiratok kiadásába és szerkesztésébe, részt kapjunk a nem csekély anyagi hozadékból is. Személyesen is lekötöleztette vagyok azért, hogy javaslatára az

Kálmán Alajos 2014-ben szintén elnyerte a Náray-Szabó István-díjat, amelyet Simonné Sarkadi Livia adott át





Egyesület megalapította a Náray-Szabó István-díjat, melyet azóta számos kiváló kutató vehetett át tudományos eredményei elismeréseként.

Rajongója volt az európai katedrálisoknak, külföldi útjai során sohasem mulasztotta el, hogy egyet vagy többet megcsodáljon, alaposan körbejárjon és értő szemmel lefényképezzen a kereszténység e páratlan szentélyei közül. Nagy sikerű előadásában rámutatott az emberkéz alkotta építmények ég felé mutató rendje és a kristályokban uralkodó, szabad szemmel nem észlelhető rend közötti párhuzamra, mely a szimmetrián keresztül világosodhat meg előttünk. Kedves Alajos, szeretett barátom! Az égi rendbe vetett hit jegyében remélem teljes szívből, hogy halálosdal nem távoztál el örökre, emléked tovább él gyermekeidben, unokáidban, hátrahagyott művedben. Nyugodj békében!

Náray-Szabó Gábor
az MTA rendes tagja

TUDOMÁNYOS ÉLET

EuroFoodChem XIX

(Budapest, 2017. október 4–6.)

A EuroFoodChem XIX konferenciára (<http://www.eurofoodchem2017.mke.org.hu/>) 2017. október 4–6. között Budapesten került sor a European Association for Chemical and Molecular Sciences (EuCheMS) Élelmiszerkémiai Divíziója, a Magyar Kémikusok Egyesülete és a Szent István Egyetem (SZIE) Élelmiszertudományi Karának közös szervezésében a SZIE Budai Campusán (1118 Budapest, Villányi út 29–43.) és a közeli Flamenco Hotel (1113 Budapest, Tas vezér u. 3–7.) konferenciatermében.

A EuCheMS szakterületünk legnagyobb európai szervezete, 36 ország 150 ezer tagját képviseli, 18 Tudományos Divízió munkáját koordinálja. A kétévenként megrendezett EuroFoodChem konferenciasorozat az 1976-ban alapított EuCheMS Food Chemistry Division 1981-ben indította útjára. Magyarország számára nagy

elismerés, hogy az 1999-ben megrendezett X. jubileumi konferenciát követően 2017-ben má-

sodik alkalommal adhatott otthont e rangos nemzetközi konferenciának.

A konferencia alcíméhez – Central Role of Food Chemistry within Food Science – igazodva az élelmiszer-tudományt érintő valamennyi területről vártunk előadásokat, tudományos alapú kutatási, alkalmazott kutatási eredmények mellett ipari megvalósításokat bemutató előadásokat is. A konferencia kiváló lehetőséget teremtett a hazai élelmiszeripar és élelmiszer-tudomány képviselői számára a bemutatkozásra és a nemzetközi eredmények megismerésére. Nagy gondot fordítottunk a fiatalok bemutatkozásának biztosítására, a poszterbemutatók mellett számos fiatal kapott szóbeli előadásra is lehetőséget.

A nemzetközi konferencia résztvevőinek létszáma 220 fő volt, ebből 173 fő külföldi, 47 fő magyar. A PhD-hallgatók létszáma 73 fő volt.

A EuroFoodChem XIX konferencia fővédnöke Dr. Fazekas Sándor földművelésügyi miniszter volt.

A nemzetközi konferencia programjában a EuCheMS Élelmiszerkémiai Divíziója alapító elnöke emlékére őrző előadás „Peter Czedik-Eysenberg honorary lecture” mellett 4 plenáris, 9 keynote,

36 szóbeli, 20 rövid szóbeli előadás és két szponzori előadás hangzott el hét szekcióban. A GHI szervezet (Global Harmonisation of Food Safety Regulation) félnapos parallel szekcióban tartotta meg előadásait. A szóbeli előadásokkal egyenrangúnak tekintett 112 poszterbemutató egészítette ki a tudományos programot.

A galavacsorát hajókirándulással egybekötött program keretében Visegrádon tartottuk. A kötetlen hangulat kiváló lehetőséget nyújtott a fiatalok számára a nemzetközileg elismert professzorokkal való közvetlen kapcsolat létesítésére. A visszajelzések azt mutatják, hogy nagyon sikeres konferenciát rendeztünk Budapesten.

A konferencia nemzetközi támogatója a Shimadzu és a Waters cég, valamint a Global Harmonization Initiative szervezet, hazai támogatója a Nemzeti Élelmiszerlánc Biztonsági Hivatal (NÉBIH) és Új Buda Önkormányzati Hivatala volt.

A kiállításokat a kávészünetekben és a poszterszekció alatt látogathatták a résztvevők. Nagy sikert aratott a hungarikumok élelmiszer-csoportjának bemutatása, a Spar cég salátakínálása és az Alakor-sörköstolás.

Ezúton is köszönetet mondunk minden támogatónak, aki hozzájárult a EuroFoodChem XIX konferencia sikeréhez.

Simonné Sarkadi Livia
a Konferencia elnöke

Az ACS-Hungary Chapter 2017. évi évváró ülése

2017. december 21-én tartotta éves értékelő ülését az ACS-HU vezetése a ThalesNano Zrt. Graphisoft parki székhelyén, ahol áttekintette éves tevékenységét és felvázolta 2018. évi terveit.

Janáky Csaba elnök tájékoztatásából kiderült, hogy az Amerikai Kémiai Társaság támogatási rendszere a nemzetközi tudományos tagozatai irányába sokkal kedvezőbbé vált. Bár közvetlen támogatásban ezek továbbra sem részesülhetnek, céltámogatási pályázatait megnyitotta számukra is, amivel az ACS-HU 2017-ben sikerrel élt – így megszilárdította anyagi bázisát.

Az elmúlt évben több sikeres programot valósítottunk meg: augusztusban Szeged adott otthont az ACS Fesztiválképző Intézmény programjának (<https://www.acs.org/content/acs/en/global/international/regional/eventsglobal/festivaldequimica/acs-festival-training-institute.html>). Sikeres programokat valósítottunk meg Budapesten és Szegeden a Kutatók éjszakáján, melyeket az ACS külön is támogatott. Már hagyományossá válik, hogy az MKE szervezte Kémiai Előadói Napokon angol nyelvű szimpóziummal jelentkezik, mely egyre nagyobb közönségsikernek örvend. Darvas Ferenc koordinátor tájékoztatása szerint jól halad a magyar kezdeményezésű Úrkémia nemzetközi kutatási program szervezése, mely iránt az IUPAC is érdeklődést mutat.

A 2018. évi program-elképzeléseket már baráti beszélgetésen tekintettük át, kellemesen elköltött vacsora közben, a Café Bouchon vendéglőben.

KT

26	55.85	16	32.07	22	47.87	23	50.94	13	26.98
Fe		S		Ti		V		Al	
Iron		Sulfur		Titanium		Vanadium		Aluminum	

of Chemistry



OKTATÁS

Átadták a Magyar Kémiaoktatásért díjakat

2017. november 13-án négy kémiatanár vehette át kiemelkedő szakmai munkásságáért a Magyar Kémiaoktatásért díjat az MTA Vörösmarty-termében. Az elismerést a Richter Gedeon Alapítvány 1999 óta évente ítéli oda olyan kémiatanároknak, akik évtizedeken át tartó áldozatos munkájukkal jelentősen járulnak hozzá a kémia megszerettetéséhez, a tehetséges diákok felkarolásához, a magas színvonalú szakképzéshez.

Dr. Szántay Csaba, a Magyar Kémiaoktatásért díj kuratóriumának elnöke köszöntő beszédében egyebek mellett érdekes párhuzamot vont a gyógyszerkutatás és a tanári pálya között – mindkettőre jellemző, hogy csak 10–15 év múlva derül ki, hogy a munka eredményre vezet-e. Ilyen szemmel tekintünk az ez évi díjazottak évtizedes áldozatos alkotómunkájára is. *Dr. Pellionoiszné dr. Paróczai Margit* a Richter Gedeon Nyrt. emberierőforrás-igazgatója utalt arra, hogy a pedagógus tevékenysége alapvető társadalmi szerep. Minden szülő számára meghatározó kérdés, hogy vajon jó kezekre bízva-e a gyereket a legfogékonyabb életkorban. Az, ahogyan a kitüntetettek megvalósítják a pedagógusszerepet, értékrendjükről, szakmai és emberi kvalitásukról tanúskodik.

A kitüntetettek: *Karasz Gyöngyi*, a Gödöllői Török Ignác Gimnázium tanára 1985-ben szerzett diplomát matematika-kémia szakon. Vallja, hogy az eredményes munkához a tanártársak és a diákok együttműködése szükséges. Az eredmény meg is mutatkozik: diákjait hosszú évek óta megtaláljuk az országos versenyek (Curie-verseny, OKTV) első helyezettei között, sőt tanulói eredményesek a Nemzetközi Kémiai Diákolimpián is. Volt tanítványa köszöntőjében megemlítette, hogy útmutatása alapján ismerte fel az informatika és a kémia, sőt a kísérletek és a zene kapcsolatát. *Kertész Éva*, a Debreceni Vegyipari Szakgimnázium egykori tanára 1973-ban szerzett vegyész diplomát. Diákjai az OKTV első helyezettei voltak, sőt rendszeresen vettek részt a Grand Prix Chimique vegyésztechnikusi diákolimpián, ahol érmet is szereztek. Ezt úgy kell értékelnünk, hogy ez az egyetlen nemzetközi vegyésztechnikusi verseny, a terület a World Skillsen sem szerepel, és sajnálatos, hogy a magyar szakoktatás vezetése nem veszi a súlyának megfelelő tudomást róla. *Váminé Hegyi Angéla*, a Székesfehérvári Kossuth Lajos Általános Iskola tanára színes személyiség. Magyar-orosz szakos diplomája után 2001-ben a kémiatanárit is megszerezte. Most is egyaránt tanít magyar nyelvet és kémiát. Az általános iskolai tanárok feladata nehéz, ők alapozzák meg a későbbi életkorok tanulmányi sikereit. Ezért külön értékelendő, hogy a tanár nő a hátrányos helyzetű gyerekeket is eljuttatja az országos tanulmányi versenyekre, sőt sikeresek a Kutató Diákok Országos Konferenciáján is. *Nagy István*, a Bonyhádi Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium tanára diplomáját Kolozsváron szerezte kémia-fizika szakon 1987-ben, 2000 óta tanít Magyarországon. Sajátos előadásmódjával magával ragadja a diákjait, önbizalmat ad számukra. A legtehetségesebbek jelen vannak az országos és a nemzetközi tanulmányi versenyeken. Diákjaival látogatásokat szervez a legrangosabb kutatóhelyekre (pl. CERN), több éve szervezi a Müller Ferenc Kémia Emlékversenyt.

A díjátadónak minden évben különleges háttérrel ad a zenei és a prózai műsor, amelyet kivételes tehetségek adnak elő. *Kubik Annát* – aki a díjátadók során, az évek alatt lassan tiszteletbeli kémikus lett – nem kell bemutatnunk. Az idén Weöres Sándor „A



A Magyar Kémiaoktatásért díj 2017. évi díjazottjai. Az első sorban: Nagy István, Kertész Éva, Váminé Hegyi Angéla és Karasz Gyöngyi. A második sorban: Fogarasi József, Dr. Riedel Miklós (kuratóriumi tagok), Dr. Szántay Csaba, Dr. Pellionoiszné dr. Paróczai Margit

teljesség felé” című művéből adott elő részleteket. Örültünk a gondolatoknak: „A bölcsesség legyél Te magad. A hit legyél Te magad.” Megemlítette, hogy a hála mintha kiveszőben lenne: vajon hányan látogatjuk meg magára maradt öreg tanárainkat akár egyszer is egy évben? Izgalmas színfolt volt *Dr. Szakács Zoltán* zongorajátéka Chopin, Mendelssohn, Bach műveiből. A kémikusok talán ismerik őt, mint a Richter egyik tehetséges NMR-szakemberét, azt azonban kevesebben tudtuk, hogy virtuóz a zene területén is, koncertező előadóművész. Lám, a zene és a kémia „művészete” mily közel állnak egymáshoz.

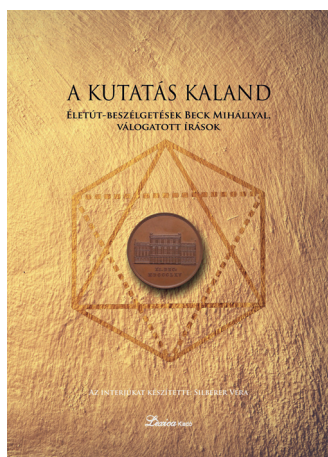
Gratulálunk a díjazottaknak!

Riedel Miklós

KÖNYVISMERTETÉS

Gondolatok Beck Mihály utolsó könyvéről

(A kutatás kaland. Életút-beszélgések Beck Mihállal, válogatott írások. Az interjúkat készítette: Silberer Vera. Lexica Kiadó, Budapest, 2017)



A könyv címe sokat elárul Beck Mihály világszemléletéről, az életét betöltő, világszínvonalú kutatáshoz való viszonyáról. Ennek eredményei, rendkívül gyorsan sikeressé váló pályája minden olvasó számára ismertek. 28 éves korában lett a kémiai tudomány kandidátusa, 34 éves korában doktora, 43 évesen lett akadémikus, 47 éves korában már az MTA Kémiai Tudományok osztályának elnöke, 39 évesen tanszékvezető egyetemi tanár.

Megszámlálhatatlan hazai és nemzetközi elismerés, kitüntetés után halála előtt egy évvel nyerte el a Magyar Tudományos Aka-



démia Aranyérmét, amit évente az egész magyar tudomány egyetlen kiválóságának nyújtanak át.

Térjünk most vissza a könyv címéhez. A hallatlanul széles körű, nagy eredményeket hozó koordinációs kémiai, reakciókinetika kutatás Beck Mihály számára sohasem volt még a szó jó értelmében sem izzadságos munka, hanem sziporkázóan szellemes ötletein alapuló, bravúrosan megtervezett és nagy sebességgel elvégzett kísérletek sorozata, majd a legjobb folyóiratokban, sikeres könyveiben való publikálás: egy szóval *kaland*, ami az eredmények mellett az intellektuális örömök sorozatát jelentette.

E sorok írójának közvetlenül volt alkalma megismerni ezt a munkástílust, hiszen büszkén írhatom le, hogy az életkoraink közötti alig négyéves különbség alapján Beck Mihály első diplomamunkása, majd doktorandusza lehettem, és az irányítása alatt végzett munka (1956–1959) egy életre szóló barátság kezdetét is jelentette. Beck Mihálytól tanultam meg felismerni a kutatásra érdemes témákat; megtervezni, ha kell, villámgyorsan átalakítani a kutatási koncepciót; azt, hogyan lehet a megoldásig egy kutatási téma bűvöletében élni, élvezettel kutatni, végül publikálni az eredményeket egy jól megválasztott, nívós folyóiratban. Bár kutatási területem gyökeresen különböző lett ettől az indítástól, enélkül sohasem érhettem volna el eredményeimet.

Visszatérve a könyvhöz, annak életútinterjú része és a válogatott írások bepillantást engednek Beck Mihály kémikus-tudós területén túlmenően rendkívül sokoldalú világába, ami felölelte a tudománytörténetet, tudományetikát, az áltudományok-paratudományok elleni harcot is. Ezekről – saját tudományos területről írt, külföldön is nagy sikert aratott monográfiáján túlmenően – számos könyvet írt magas színvonalon, a rá jellemző fanyar, ironikus humorral. Ez utóbbiról külön könyvet is írt. Az életútinterjú részben történeti-szociológusi szempontból is nagyon érdekesek a szülőföldről, Szőreg-Szegedről és a második világháború helyi vonatkozásairól általa és felesége, Ébrey Piroska által írt oldalak.

Ennek a könyvnek a bemutatóját a kiadó Beck Mihály részvételével tervezte. Június 20-án, amikor a könyv épp hogy elhagyta a nyomdát, Beck Mihály még részt vett a Kémiai Osztály ülésén. Hirtelen összeomlása után, július 31-én bekövetkezett haláláig csaknem állandóan öntudatlan állapotban feküdt. Rendkívüli megtiszteltetés és öröm, hogy halála előtt néhány nappal egy példányt még dedikált számomra. Ezt, egy nagy tudósi, emberi életút összefoglalását, számomra pedig több mint hat évtizedes barátságunk emléként, ereklyeként őröm.

Görög Sándor

A HÓNAP HÍREI

Vegyipari mozaik

Sikerrel szerepelt a BME a Közép-Európai Leuveni Stratégiai Együttműködés idej felhívásán; két kutatási projekt is a nyertesek közé került. „Azt várjuk a CELSA-pályázatok műegyetemi sikereitől, hogy megjön a szakembereink kedve a további kutatási lehetőségek kiaknázásához, és egyre több felhívásra jelentkeznek majd” – hangsúlyozta László Krisztina professzor, miután a nemzetközi felsőoktatási szervezet 2017. évi felhívásának nyertesek között két BME-s kutatócsoport is szerepelt. Hozzátette: „Büszkék vagyunk arra, hogy a kutatási együttműködésünk során közös munkát végezhünk a globális felsőoktatási

rangsorok előkelő, 5. helyére felkerült Leuveni Katolikus Egyetemmel”.

A CELSA-támogatás egyik győztese Antal Péter, a Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék (VIK) docensének kutatócsoportja. A pályázat címe: *Hiduction: Privacy Preserving data sharing, analysis and decision support in personalized medicine.*

A másik nyertes Poppe László, a Szerves Kémia és Technológia Tanszék (VBK) egyetemi tanárának a kutatócsoportja. A pályázat címe: *Cercito for solids and biocatalysts – Cascade biocatalysis and heterogeneous catalysis for fine chemicals production (ConSolid).*

A nyertes pályázatok rövid összefoglalása a CELSA honlapján érhető el.

László Krisztina elmondta még, hogy a CELSA tevékenysége nem merül ki a pályázatok kiírásában, elbírálásában és támogatásában. A szervezet tagjai ugyanis elhatározták: rendszeresen félnapos workshopokat tartanak negyedéves gyakorisággal segítve a pályázati írást, és a leendő jelentkezők szakmai felkészítését. „Büszkék vagyunk arra, hogy az első ilyen rendezvény a BME-n zajlott, a mi szervezésünkben november közepén.” (*bme.hu*)



Nagy kiadást okoz az új szabály a gyártóknak. Csaknem 20 milliárd forint ráfordítást igényel egy 2019 februárjától életbe lépő uniós szabályozás a hazai gyógyszersektorban – tájékoztató az új előírásokról Greskovits Dávid, a Magyarországi Gyógyszergyártók Országos Szövetségének (Magyosz) elnöke.

A gyógyszerek biztonsága miatt bevezetésre kerülő új jogszabály alapján 2019-től minden vényköteles gyógyszert egyedi azonosítóval kell majd ellátni. Ezzel lehetővé válik a gyógyszer eredetiségének ellenőrzése abban a pillanatban, amikor a készítményt átadják a betegnek. Az egyedi azonosító rendszer bevezetésének és működtetésének kötelezettsége a Magyosz gyártó tagvállalatainak több tízmilliárdos ráfordítás, a hazai kis- és közepes vállalatokra pedig mintegy 3–3,5 milliárd forint teher hárul. A jogszabály értelmében minden, az egyedi azonosításhoz kapcsolódó költség – például a gyártósorok és a hozzájuk kapcsolódó informatikai, a biztonsági elemekhez tartozó információk tárolására szolgáló adattároló rendszer kialakítása és fenntartása – a gyártókat, valamint a forgalmazókat terheli. (*Világgazdaság*)



Tovább terjeszkedik a Sanofi. Újabb nagyszabású vállalatfelvásárlást hajt végre a Sanofi, tovább erősítve pozícióját a ritka betegségek területén folyó kutatásban és fejlesztésben.

A francia gyógyszeripari konszern hétfőn bejelentette, hogy megveszi a belga Ablynx biotechnikai céget. A Sanofi 3,9 milliárd eurót, részvényenként 45 eurót fizet az Ablynx papírjaiért, ez 45 százalékkal haladja meg a részvény pénteki záróárfolyamát. Az Ablynxre a dán Novo Nordisk is pályázott, de 2,6 milliárd euró ajánlatával alulmaradt.

A Sanofi már korábban együttműködött a belga vállalattal a



FOTÓ: NAPI GAZDASÁG/AJPEK ORSI

gyulladásos betegségek gyógyítására szolgáló készítmények fejlesztésében.

A cég a múlt héten jelentette be, hogy 11,6 milliárd dollárért vásárolja az amerikai Bioverativ gyógyszergyárat. A Bioverativ a hemofília gyógyítására szolgáló készítmények fejlesztésére és gyártására specializálódott.

Magyarországon a Sanofi a Chinoin révén van jelen, amelyet 1991-ben vásárolt meg. (napi.hu)



Richter-csoport – Németország. A Richter Gedeon és a német HELM AG 2007-ben vásárolta fel a Strathmann-csoport Biotec leányvállalatát. A Richter–Helm közös vállalat Hamburgban egy fejlesztőüzemet, Hannoverben és Bovenauban pedig két, cGMP-minősítéssel rendelkező, mikrobiológiai gyártásra specializálódott gyártóüzemet működtet.



A folyamatosan fejlődő biotechnológiai cég specializált bér-gyártási és fejlesztési kapacitást kínál gyógyszer- és biotechnológiai cégek számára, továbbá izgalmas biotechnológiai fejlesztési projekteket keres.

A Richter Gedeon németországi egysége mára több mint két évtizedes szerződéses gyártási tapasztalattal rendelkezik. A kiváló szakembereket tömörítő, interdiszciplináris csapatok segítségével a közös vállalat új egysége, a Richter–Helm BioTec új licen-szgyüttműködésekét kínál partnerei számára.



Tizenhatszorosára nőtt a Pfizer profitja. A Trump-féle adó-csomagnak hála közel tizenhatszorosára szökkent fel a Pfizer profitja a múlt év utolsó negyedében.

A legnagyobb amerikai gyógyszergyár kedden közölte, hogy 2017 utolsó három hónapjában nettó nyeresége elérte a 12,27 milliárd dollárt az egy évvel korábbi 775 millió dollárral szemben.

A profitból azonban 11,34 milliárd dollár a Trump elnök által tavaly decemberben aláírt adótörvény hatásának köszönhető. Az egy részvényre jutó nyereség 13 centről 2,02 dollárra emelkedett.



A vállalat árbevétele csak szerényen nőtt, 13,63 milliárd dollárról 13,70 milliárd dollárra ment föl. (napi.hu)



Az Európai Bizottság kötelezővé tenné az újrahasznosítható műanyag csomagolást 2030-ra. Csökkenteni kell az egyszer használatos műanyagok felhasználását is az Európai Bizottság (EB) napokban bemutatott stratégiája értelmében. Az új stratégia keretében „a vállalkozások javára fogják fordítani az újrafeldolgozást, csökkentik a műanyag hulladék mennyiségét, megszüntetik a tengeri hulladéklerakást, ösztönzik a beruházásokat és az innovációt, továbbá világszintű változásokat idéznek elő”.

A tervezett szabályok javítják majd az újrahasználatosságot és növelik a keresletet az újrahasznosított műanyagok iránt. Ehhez nagyobb feldolgozó létesítményekre és a hulladék hatékonyabb



gyűjtésére, szétválogatására lesz szükség, ami begyűjtött tonnánként várhatóan 100 euróval mérsékli a költségeket.

Az uniós előírások nyomán több tagországban visszaszorult a műanyag zacskók használata, az új szabályozás megalkotásakor ennek mintájára más, egyszer használatos műanyagokra és horgászkelekre fognak koncentrálni. A brüsszeli testület emellett közölte, korlátozásokat terveznek a mikroműanyagok használatára, „ugyan a levegőbe, a vízbe és az élelmiszerekbe bekerülő mikroműanyagok élettani hatása még ismeretlen”. (innportal.hu)



Tizenketten vehették át idén a Pedagógus Kutatói Pályadíjat az MTA Székházában, közöttük Dobóné Tarai Éva, a Berzsenyi Dániel Gimnázium kutatótanára, akinek „Tanulói kísérletek hidrogélekben, egy új, környezetbarát kísérleti eszköz kémiaórákon” című pályamunkáját ismerték el.

Ritz Ferenc összeállítása

MKE-HÍREK

Konferenciák, rendezvények

Rendezvénynaptár – 2018

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

L. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny

2018. április 13–15.

Szeged

Versenykiírás: www.irinyiverseny.mke.org.hu

11th Conference on Colloid Chemistry

2018. május 28–30.

Eszterházy Károly Egyetem

3300 Eger, Eszterházy tér 1.

Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk.

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

TOVÁBBI INFORMÁCIÓ: Schenker Beatrix, 11ccc@mke.org.hu

22nd International Conference on Phosphorus Chemistry

2018. július 8–13.

Danubius Hotel Flamenco

1113 Budapest, Tas vezér u. 3–7.

Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk.

Honlap és online regisztráció:

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

TOVÁBBI INFORMÁCIÓ: Schenker Beatrix, icpc22@mke.org.hu

35th International Conference on Solution Chemistry

2018. augusztus 26–30.

Hunguest Hotel Forrás

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

Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk.

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

TOVÁBBI INFORMÁCIÓ: Schenker Beatrix,

beatrix.schenker@mke.org.hu

Jelölések egyesületi díjakra

Hagyományosan az MKE éves rendes Küldöttközgyűlésén, 2018. májusában kerül sor az egyesületi elismerések kiosztására. Az MKE Alapszabálya IV. 7.§ (2) bekezdése szerint: „Egyesületi elismerésre vonatkozó javaslatot tehet a szakosztály (ezen belül szakcsoport), a területi szervezet, vagy a munkahelyi csoport vezetője a szervezet vezetőségének javaslata alapján, valamint az Egyesületnek (az Alapszabály) 20.§ (1) bekezdésében felsorolt bármely vezető tisztségviselője.” Utóbbiak az elnök, az alelnökök, a főtítkárr, a főtítkárhelyettesek, az Intézőbizottság tagjai, a Felügyelőbizottság elnöke és tagjai, az Etikai Bizottság elnöke és tagjai, valamint az ügyvezető igazgató.

Jelölés az MKE Díjszabályzat 2. melléklete szerinti JAVASLATI LAP kitöltésével tehető, amely letölthető az MKE honlap (www.mke.org.hu) „**Díjak, díjazottak**→**Díjszabályzat**→**MKE Díjszabályzat 2. melléklet**” menüből. Javaslatok a következő elismerésekre tehetőek:

Than Károly Emlékéremre olyan MKE-tagra vonatkozóan, aki az egyesületi élet fejlesztésében több éven át kiemelkedő tevékenységet fejtett ki;

Pfeifer Ignác Emlékéremre olyan MKE-tagra vonatkozóan, aki a vegyiparban (beleértve a gyógyszeripart) hosszú ideig (minimum 20 év) példamutató és eredményekben gazdag munkájával valamely iparág, vállalat vagy vezetése alatt álló részleg fejlődését számottevően elősegítette;

Preisich Miklós-díjra olyan MKE-tagra vonatkozóan, aki az egyesületi életben és a vegyiparban (beleértve a gyógyszeripart) hosszú évekig kiemelkedő tevékenységet folytatott;

Kiváló Egyesületi Munkáért oklevélre olyan MKE-tagra vonatkozóan, aki kiemelkedő társadalmi munkát végez az Egyesületben és minimum 5 éve (megszakításmentesen) tag;

Wartha Vince Emlékéremre olyan MKE-tagra vonatkozóan, aki **írásos pályázattal** bizonyítja, hogy a vegyészmérnöki alkotás terén kiemelkedő tevékenységet fejtett ki. A pályázatot több MKE-tagból álló csoport is benyújthatja. A pályázati feltételek a www.mke.org.hu honlapon olvashatók.

Náray Szabó István Tudományos Díj a kémia tudományában kifejtett kiemelkedő munkásságért adományozható. Aki elő-



zetenen már tett javaslatot, kérjük, erősítse meg azt, vagy a javaslati lapon ismételtelen nyújtsa be.

A jelölések beküldési határideje: 2018. március 31.

A kitöltött JAVASLATI LAP, illetve a Wartha Vince Emlék-éremre történő jelölés pályázata beküldhető:

Elektronikusan, e-mail: androsits@mke.org.hu

Faxon: 06 1 201 8056

Levélben: Magyar Kémikusok Egyesülete (1015 Budapest, Hattyú u. 16.), ahol személyesen is leadható(k) a jelölés/jelölések.

Az MKE-tagsággal kapcsolatban felvilágosítással tud szolgálni Süli Erika (MKE Titkárság).

Köszönetet mondunk mindazoknak, akik 2017-ben kettős előfizetéssel hozzájárultak a határon túli magyar kémikusoknak küldött Folyóirat terjesztési költségeihez. Kérjük, aki teheti, 2018-ban is csatlakozzon a kettős előfizetés akcióhoz.

MKE egyéni tagdíj (2018)

Kérjük tisztelt tagtársainkat, hogy a 2018. évi tagdíj befizetéséről szíveskedjenek gondoskodni annak érdekében, hogy a Magyar Kémikusok Lapját 2018 áprilisától is zavartalanul postázhassuk Önöknek. A tagdíj összege az egyes tagdíj-kategóriák szerint az alábbi:

• alaptagdíj:	9000 Ft/fő/év
• nyugdíjas (50%):	4500 Ft/fő/év
• közoktatásban dolgozó kémiatanár (50%)	4500 Ft/fő/év
• ifjúsági tag (25%):	2250 Ft/fő/év
• gyesen lévő (25%)	2250 Ft/fő/év

Tagdíjbefizetési lehetőségek:

• banki átutalással (az MKE CIB banki számlájára: 10700024-24764207-51100005);

• az MKE Titkárságán igényelt csekken;

• személyesen (MKE-pénztár, 1015 Budapest, Hattyú u. 16.)

Banki átutalásos és csekkes tagdíjbefizetés esetén a **név, lakcím, összeg rendeltetése** adatokat kérjük jól olvashatóan feltüntetni.

Ahol a munkahely levonja a munkabérből a tagdíjat és listás átutalás formájában továbbítja az MKE-nek, ez a lista szolgálja a tagdíjbefizetés nyilvántartását.

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

utal át a NAV Egyesületünknek.

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

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

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

Az MKE adószáma: 19815819-2-41

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

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

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

Előfizetés a Magyar Kémiai Folyóirat 2018. évi számaira

A Magyar Kémiai Folyóirat 2018. évi díja fizető egyesületi tagjaink számára 1400 Ft. Kérjük, hogy az előfizetési díjat a tagdíjjal együtt szíveskedjenek befizetni. Lehetőség van átutalással rendezni az előfizetést a Titkárság által küldött számla ellenében. Kérjük, jelezzék az erre vonatkozó igényüket!

HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXXIII. No. 3. March

CONTENTS

Nobel prizes 2017

Chemistry 70

PÉTER PUSZTAI, ÁKOS KUKOVECZ, and ZOLTÁN KÓNYA

Physiology or Medicine 74

GYÖRGY BENEDEK

Physics 76

LÁSZLÓ ÁRPÁD GERGELY

Surface chemistry research at Szeged University.

From nano- to atomic scale surface analysis 80

JÁNOS KISS

Chemistry in Europe, 2018-1 87

Coca-Cola: myth and reality 91

PETRA TOLVAJ

Rubik's cube in space exploration. Ionic liquid propelled

nano-spacecrafts 96

TIBOR BRAUN

Chembits 100

GÁBOR LENTE

The Society's Life 102

News of the Month 104



Tartsuk fenn a nemzetközi együttműködést: a kémiának nincs nemzetisége

Sir John Holman, a Royal Society of Chemistry elnöke a nemzetközi együttműködések Brexit utáni fenntartásának fontosságán elmélkedik.

Nemrég a Német Kémiai Társaságnál (GDCh) tettem látogatást: a 150 éves évfordulójukat ünnepelték. A Royal Society of Chemistry (RSC) kiterjedt kapcsolatokat ápol a Német Kémiai Társasággal, és így kitüntetett szerepet kaptunk az ünnepi programban. Fantasztikus ünnepséggé zajlott a Berlini Filharmónián, briliáns szervezés mellett.

Rövid beszédet tartottam a közös eredetünkről, és hangsúlyoztam, hogy a kémiának nincs nemzetisége. Nemzetközi tudományterület, nemzetközi nyelven és határokon átvélő együttműködéssel.

Amikor a GDCh a 25. éves évfordulóját ünnepelte, az RSC elnöke – illetve a Chemical Society elnöke, ahogyan akkor hívták – a GDCh elnökének küldött üdvözlésében ugyanerre mutatott rá: a kémiának nincs nemzetisége. Ez ugyanúgy igaz ma is. A Brexittel a nyakunkban, ma még inkább szükséges ezt hangsúlyoznunk, mivel a kémia, mint bármely más tudomány, a határokon átkelő tudósokon múlik, és ha nem járnak át a határokon, akkor nem tudnak együtt munkálkodni. Elcsodálkozhatunk, miért számít ez ma annyira, az internet világában, de igenis sokat számít, mert emberek vagyunk, és az emberek akkor dolgoznak a legjobban, ha személyesen találkoznak.

Igy az egyetlen felülmúlhatatlan téma, amit mindig igaznak találok, ha külföldre megyek, az, hogy a kémiának nincs nemzetisége, és a tudósoknak szabadon kell a határokon átjárniuk, hogy együttműködjenek és kicseréljék nézeteiket.

A Royal Society of Chemistry nagy nemzetközi tiszteletnek örvend. Nemcsak azért, mert nagyon régóta fennálló szervezet – az egyik legrégebben alapított kémiai társaság a világon – hanem azért is, amit ma teszünk. Igen sikeres nemzetközi kiadói tevékenységet folytatunk, konferenciákat szervezünk, folyóiratokat jelentetünk meg – sokféle módon kapcsolatba kerülünk az emberekkel az egész világon. Tagjaink vannak szerte a glóbuszon, a legfrissebb adatok szerint 124 országban.

Amikor utazol, folyamatosan tanulsz. De rájössz arra is, hogy meglepően sok hasonlóság van abban, ahogyan a tudósok a tudományt művelik, és ahogy motivációt szereznek.

Más országokat meglátogatva arra is rá kell jönnöm, milyen szerencsések vagyunk sok szempontból, hogy erős egyetemi rendszerünk van az UK-ban, ami kétségkívül világszínvonalú. Láthatjuk, milyen hosszú utat kell megtenni számos országnak, hogy a fejlődés adott szintjére érjen, de azt is látjuk, milyen gyors léptekkel haladnak. Különösen olyan országok, mint Brazília vagy India.

Kétségek a Brexit körül

A Brexit most egy sor bizonytalanságot okoz. Úgy érzem, a kémikusok szerte a világon csalódtak, és attól tartanak, hogy nem szándékoznak együtt cselekedni velük, ahogyan tettük azt a múltban. Meggyőződésem, hogy minden, amit teszünk, azt demonstrálja: nyitottak vagyunk az együttműködésre. Nagyszerű, hogy a EuCheMS-konferencia jövőre Liverpoolban lesz, ahol meg-

mutathatjuk, hogy továbbra is készek vagyunk erős együttműködésre európai partnereinkkel.

Ami az RSC-t illeti, még szélesebbre tárjuk kapuinkat – és nem bezárjuk azokat. Az, hogy az a megállapodás, amit a kormány el fog érni, segít-e bennünket ennek a megvalósításában, majd meglátjuk. Csak remélni tudjuk, és azt tanácsolhatjuk és mondjuk a kormánynak, hogy ez nemcsak az anyagi támogatáson, hanem az embereken is múlik. Ez az emberek könnyű mozgásán múlik, és része a tudományos miniszter magas szintű érdekérvényesítésének a Brexit-tárgyalásokon. Szerencsére, ennek az állásfoglalásnak hangot adhatok, és gondolom, meg is értem, de ő egyetlen miniszter a sok között, és nekik egymással versengő igényeik vannak – a sokféle feszültség különféle irányokba húz a Brexit-tárgyalások során.

A feladatunk ma az, hogy biztosak legyünk abban, hogy a tudomány igényei világosan megfogalmazódnak, és azokat újra meg újra hangsúlyozzuk, mivel teljes meggyőződéssel hiszem, hogy az erős tudomány ebben az országban mindenki számára előnyökkel jár. Nem csak a tudósok élveznek előnyöket, mert az az ország, mely erős tudományos alapokkal bír, erős technológiai alapokkal is rendelkezik fog és erős gazdasági ismeretekkel is fel lesz vértelve.

Nagyon fontos, hogy világos, egyszerű üzenetet fogalmazzunk meg! Ez nagyon összetett helyzetet, és a tudósok megértik a bonyolult helyzeteket, de nem szükségszerűen értenek ahhoz, hogy ezeket világos üzenetkévé egyszerűsítsék le. Ez az, amit most tennünk kell – konszenzusra kell jutnunk egy egyszerű, világos üzenetben. (*Horizont 2020 Hírek, 2017. 10. 12.*)

Az egyesült királyságbeli tudósoknak távoznuk kell az EU-s projektekből

Az Európai Bizottság tisztázta, hogyan fogja kezelni tudományos kapcsolatait az Egyesült Királysággal, miután az ország 2019-ben elhagyja az Uniót.

A Bizottság kutatási részlegének honlapján jegyzékben tájékoztatta az UK-kutatókat, hogy ha az Egyesült Királyság nem köt új kooperációs egyezményt Brüsszellel, akkor nem részesülhetnek semmiféle uniós támogatásban.

A jegyzék kimondja: ha az Egyesült Királyság a támogatási időszak alatt vonul ki az EU-ból anélkül, hogy egy EU-val létrejött egyezmény kimondaná, hogy a brit pályázók továbbra is jogosultaknak tekintendők, akkor a brit állampolgárok megszűnnek jogosultak lenni arra, hogy EU-támogatásban részesüljenek, illetve távoznuk kell a projektekből.

A jegyzék megerősíti a jogi személyek jogosultságát arra, hogy részt vegyenek, illetve részesüljenek az EU-támogatásokban a Horizont 2020 programban, amíg az Egyesült Királyság tagállam marad.

Mike Galsworthy, a Tudósok az EU-ért kutatástámogatási csoportjának alapítója kijelentette, hogy a jegyzék „azonnali bizonytalanságot fog kelteni az UK-beli potenciális pályázók körében és azon EU-beli pályázók körében, akik UK-beli partnereikben gondolkodnak”.

Az, hogy az Egyesült Királyság a kilépés után befizet-e még a Horizont 2020 programba vagy sem, a jelenleg is folyó tárgyalások részét képezi. (*Horizont 2020 Hírek, 2017. 10. 18.*)

Fordította: **KT**

thermo scientific

iCAP 7000 Plus Series ICP- OES

Nagyteljesítményű ICP-OES készülékek az alkalmazási területek széles körére:



iCAP 7200 ICP-OES

Szimultán multielemes méréstechnika az atom-abszorpciós és mikrohullámú plazmaspektrometria kiváltására alacsonyabb kimutatási határokkal és nagyobb mintaáteresztő képességgel.



iCAP 7400 ICP-OES

Kiváló érzékenységű és stabilitású analízisek széleskörű alkalmazástechnikai feladatokra, minimális felhasználói beavatkozással és karbantartási igénnyel.



iCAP 7600 ICP-OES

Az iCAP 7000 Plus család csúcskészüléke ötvözi a legnagyobb érzékenységet a maximális teljesítménnyel. Az integrált mintahurok és sprint szelep segítségével a mérés sebessége tovább növelhető.

További információ: thermofisher.com/ICP-OES

Kizárólagos képviselő:

UNICAM Magyarország Kft.

1144 Budapest, Kőszeg utca 25.

Telefon: +36 1 221 5536 • Fax: +36 1 221 5543

E-mail: unicam@unicam.hu • Web: www.unicam.hu

— 25 —
é v
UNICAM