

A TARTALOMBÓL:

Nagy dózisú C-vitamin:
mire jó?

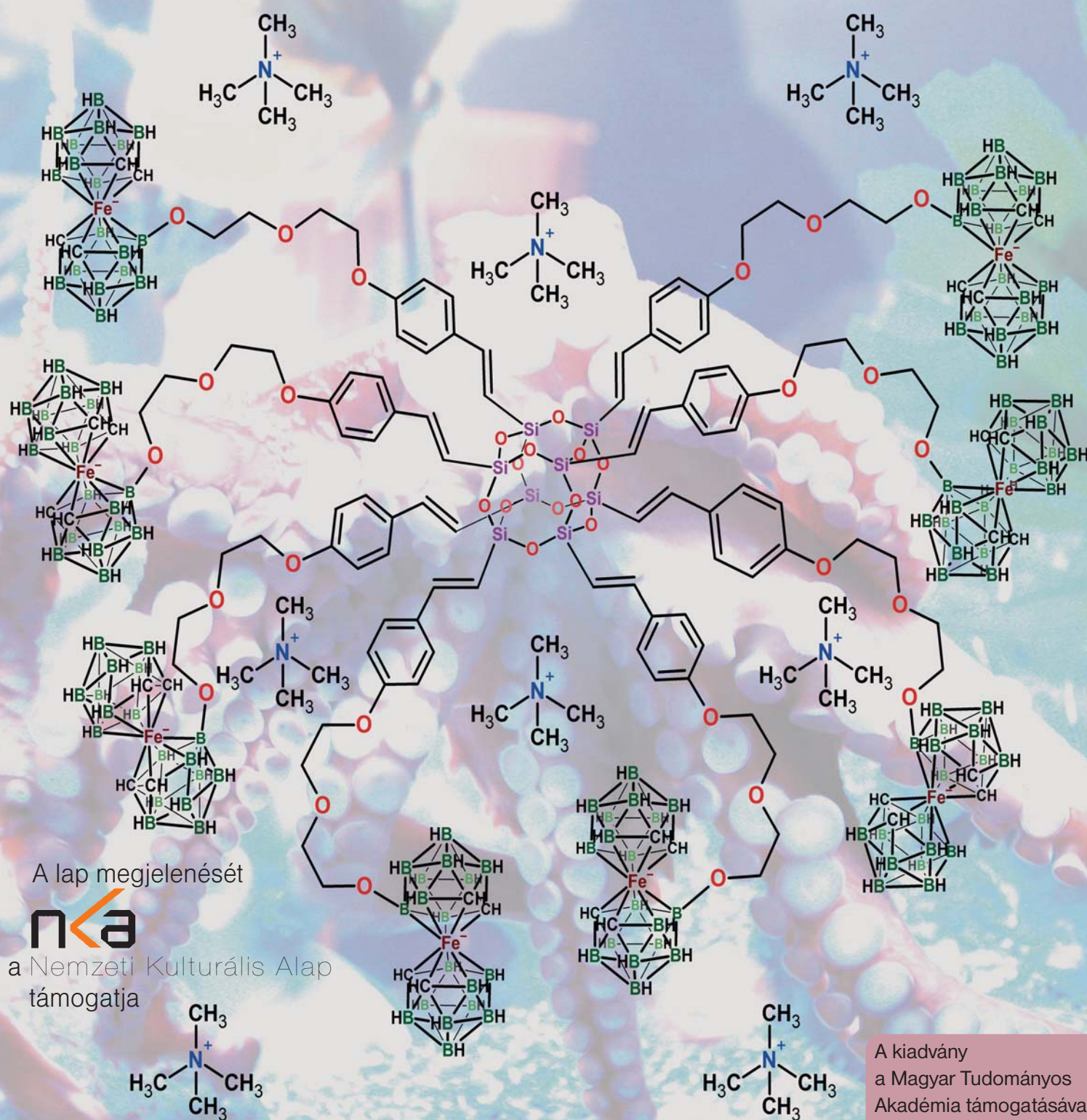
Gelencsér László:
Büszke vagyok minden
tanítványomra

Keglevich György: Útban
a zöldebb foszforkémia felé
Reszolválás vagy rezolválás?



MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXXII. ÉVFOLYAM • 2017. MÁRCIUS • ÁRA: 850 FT



A lap megjelenését

nka

a Nemzeti Kulturális Alap
támogatja

A kiadvány
a Magyar Tudományos
Akadémia támogatásával
készült

Egy új fejezet a GC/MS-ben:

Thermo
SCIENTIFIC

A Thermo Fisher Scientific Brand

A **Q Exactive™ GC Orbitrap GC/MS/MS** az érzékenység, a nagyfelbontás és tömegpontosság eddig elérhetetlen kombinációját nyújtja a legnagyobb kihívást jelentő analitikai feladatok megoldásához. Mivel egyedülálló teljesítménye a legkomplexebb minták teljes körű kvantitatív és kvalitatív jellemzését is lehetővé teszi, segítségével egy új fejezet nyílnak az élelmiszeranalitikai, bűnügyi, metabolomikai, klinikai és gyógyszeripari vizsgálatokban.

a Q Exactive™ GC Orbitrap GC/MS/MS

• további információ: thermoscientific.com/QExactiveGC



Kizárólagos képviselő:

UNICAM Magyarország Kft., 1144 Budapest, Kőszeg utca 27.

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

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

UNICAM
Magyarország Kft.



MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXXII. évf., 3. szám, 2017. március



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

Szerkesztőség:

Felelős szerkesztő: KISS TAMÁS
Olvasószerkesztő: SILBERER VERA
Tervezőszerkesztő: HORVÁTH IMRE

Szerkesztők:

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

Szerkesztőbizottság:

SZÉPVÖLGYI JÁNOS,
a szerkesztőbizottság elnöke,
[SZEKERES GÁBOR] örökös főszerkesztő,
ANTUS SÁNDOR, BECK MIHÁLY,
BIACS PÉTER, BUZÁS ILONA,
HANCSÓK JENŐ, JANÁKY CSABA,
JUHÁSZ JENŐNÉ, KALÁSZ HUBA,
KEGLEVICH GYÖRGY, KOVÁCS ATTILA,
KÖRTVÉLYESI ZSOLT,
KÖRTVÉLYESSY GYULA,
LIPTAY GYÖRGY, MIZSEY PÉTER,
MÜLLER TIBOR, NEMES ANDRÁS,
RÁCZ LÁSZLÓ, SZABÓ ILONA,
TÖMPE PÉTER, ZÉKÁNY ANDRÁS

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

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

Kiadja a Magyar Kémikusok Egyesülete
Felelős kiadó: ANDROSITS BEÁTA
Nyomdai előkészítés: Planta-2000 Bt.
Nyomás és kötés: Mester Nyomda
Felelős vezető: ANDERLE LAMBERT
Tel./fax: 36-1-455-5050

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.2017.03

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



A márciusi lapszám tartalomjegyzékét áttekintve ismét találkozhatunk olyan örökzöld témákkal, mint az oktatás, kutatás, tudománytörténet, a tudomány emberi arca. Szó sincs azonban unalmas területekről!

A már hagyományos Bruckner-termi előadások keretében a szerves kémiai reakciókban használt heterogén katalizátorokról ismerhetünk meg újabb eredményeket. A környezetbarát eljárások előretörésével a reakcióelegyek egyszerűbb feldolgozhatósága, a kevesebb hulladék, a környezetre kevésbé ártalmas katalizátorok, az újrahasználatosság, a szelektivitás, a reakciók atomhatékonyságának növelése a heterogén katalitikus eljárásokat a zöld kémiai irányelvek által is preferált módszerré tette. Ennek a kutatási irányknak egy másik vonulata a hazai kutatóműhelyeket bemutató sorozat következő része, amely Keglevich Györggyel, a BME Szerves Kémia és Technológia Tanszékének vezetőjével készült beszélgetés. A Tanszék a hazai és nemzetközi foszforkutatás és a mikrohullámú kémia elismert központja. A beszélgetés betekintést enged egy nagyon termékeny kutató és az általa vezetett tudományos műhely mindennapjaiba.

Az anyagtudományi kutatások legújabb eredményeiről számol be Braun Tibor a szén egy izgalmas allotróp módosulata, a grafén és a vele analóg újabb kétdimenziós anyagok jelenéről és jövőjéről. Bizony, új anyagneveket kell megtanulnunk: szilicén, foszforén, sztánén, germanén...

Természetesen az oktatás sem maradhat ki a lapszám tematikájából. Ezúttal Gelencsér Lászlót, a budapesti Piarista Gimnázium kémia-fizika szakos tanárát mutatjuk be, aki tavaly novemberben negyedikével vehette át a Richter Gedeon Nyrt. alapítványának Magyar Kémiaoktatásért Díját.

Lente Gábor már hagyományosnak tekinthető Vegyészletek sorozata mellett egy friss sorozat, a Nemzeti Kiválóság Program blogversenyének 1. helyezettje, a Ködpiszkaló blog szerzőinek egy újabb esszéjét olvashatjuk; ezúttal a téli megfázások idején időszerű C-vitaminfogyasztással kapcsolatos tényekről és tévhitekről tájékozódhatunk.

A lap szerzőinek széles érdeklődését mutatja, hogy az atomkorszak eseményeit is kellő részletességgel dokumentálják. Megismerhetjük az atombomba kifejlesztésében kulcsszerepet játszó Robert Oppenheimer kutatói és emberi pályáját, aki a II. világháború idején Mr. Bradley fedőnéven négyezer-ötszáz ember munkáját irányította Los Alamosban. Az atommag-átalakítások úttörőiről megemlékezve (Hans Bethetől Ernest Thomas Waltonig) másfél tucatnyi kutatóról olvashatunk a róluk kiadott bélyegek ismertetésével.

Végül, az aktuális hírek mellett a kémiai szaknyelv ápolása sem maradhat ki a kínlatból, jómagam egy apró, első látásra jelentéktelen helyesírási változatnak tűnő problémáról írok: a resolválás/reszolválás ügyében próbálok rendet tenni.

Végigtekintve a lapszámon, talán csak azt sajnálhatjuk, hogy a Magyar Kémikusok Lapja nem vásárolható meg a széles nagyközönség számára, pedig a tudomány és az oktatás iránt érdeklődő átlagember számára is tartogat érdekes olvasmányokat.

2017. március

Kovács Lajos
Kovács Lajos

TARTALOM

VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY

Braun Tibor: Pillanatfelvétel a grafén utáni kétdimenziós kémia fejlődési lehetőségeiről és ígéreteiről **70**

Bruckner-termi előadás

Hell Zoltán: Heterogén katalizátorok alkalmazása szerves kémiai reakciókban **75**

OKTATÁS

Nagyon büszke vagyok minden tanítványomra.

Beszélgetés **Gelencsér László** középiskolai tanárral **77**

HAZAI KUTATÓMŰHELYEK BEMUTAKOZÁSA

Útban a zöldebb foszforkémia felé. Beszélgetés **Keglevich György** professzorral **80**

KITEKINTÉS

Tóth Barbara, Csupor Dezső: Ködpiszkaló. Nagy dózisé C-vitamin: mire jó? **85**

Kovács Lajos: Beszéljük meg: resolválás vagy rezolválás? **86**

VEGYIPAR- ÉS KÉMIATÖRTÉNET

Próder István: 125 éve született Prosz János **89**

Tömpe Péter: „Emlékszék”-avatás a Műegyetemen **90**

Ménas András, Krascsenits Zoltán: Robert Oppenheimer és az atomkor kezdete. Ötven éve hunyt el Robert Oppenheimer **91**

ISMERETTERJESZTÉS

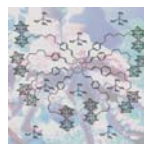
Boros László: Filatéliai kalandozások. Mesterséges atommag-átalakítások **93**

VEGYÉSZLETEK

Lente Gábor rovata **94**

A HÓNAP HÍREI

96



Címlap:
Nyolckarú kemo-
polip – a hónap
molekulája.
Lente Gábor
grafikája



Braun Tibor

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

Pillanatfelvétel a grafén utáni kétdimenziós kémia fejlődési lehetőségeiről és ígéreteiről

Előszó

Ahhoz, hogy ismertethessük, körvonalazzassuk a címben foglalt fejlődési ígéreteket, úgy véljük, hogy előbb röviden körbe kell járjuk a grafénkémia világát. Mint közismert, a grafént 2004-ben fedezték fel, és már felfedezésekor a nemzetközi tudományos érdeklődés középpontjába került. A felfedezőket, (A. K. Geim és V. S. Novoselov) azóta minden elképzelhető tudományos díjjal, beleértve a 2010. évi fizikai Nobel-díjat, kitüntették. Sőt, II. Erzsébet brit királynő mindkettőjüket *Sir* előnévvel lovaggá ütötte [1].

A grafén színrelépésének egyik legjellegzetesebb és legérdekesebb velejárója, kísérője a kétdimenzionalitás a természettudományban. A dimenziók fogalma végigkísérte a tudományt annak keletkezése óta, és ezzel a történelem folyamán megszámlálhatatlan műben foglalkoztak.

Érdekességgént talán meg lehet itt említeni az angol Edwin A. Abbott 1884-ben *A. Square* (négyzet) álnéven publikált, a

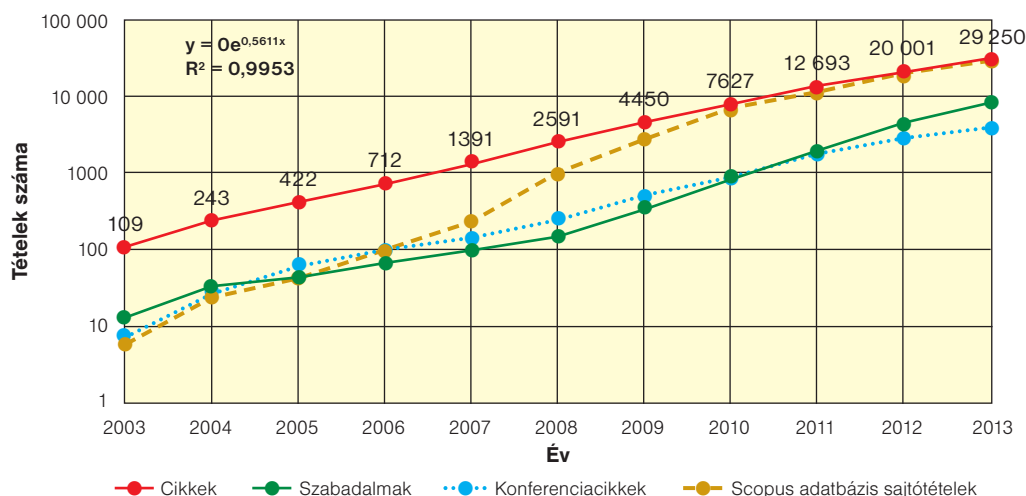
mértani két dimenzióra utaló *Flatland* (Sík-föld) című novelláját. Ebben a szerző bevezeti az olvasót a két dimenzió különleges jelenségeibe [2]. Ennek analógiájára utal Geim és MacDonald [3] azzal, hogy az egyatomnyi, méhsejtszerű rácsban elrendezett szénatomok által megtestesített grafén jelenti az alapvető síkföldet. Ez a síkföld képezi a világegyetemben található legvékonyabb anyagot. Abbott művéről írta Isaac Asimov, hogy „a dimenziók észlelésének legjobb bemutatása”. A könyv megjelenése óta számos kiadást ért meg, de mozifilmek és tv-műsorok is készültek belőle. A nagy sikerű „Cosmos” című tv-s előadás-sorozat egyik epizódjában Carl Sagan a *Flatland*-et analógiaként használja a három fizikai dimenziótól eltérő dimenziók értelmezésére [4].

A grafénkutatásról, annak átfogó sikereiről és eredményeiről eddig több tízezer cikket és sok száz szabadalmat publikáltak (1. ábra). A terület fejlődésének és fontosságának talán legjellemzőbb bizonyítéka, hogy 2013. január 8-án Neelie Kroes, az

Európai Bizottság akkori elnökhelyettese nyilvánossá tette minden idők legnagyobb európai kutatási támogatásának tekinthető összegét, az egyenként 1,3 milliárd eurót két kiemelt kutatási projektre. Az átfogó nemzetközi pályázatot [5] az EU „Future and Emerging Technologies Flagship Initiatives (FET)” néven hozta létre, és a szakmai szűrések után fennmaradt hat „zászlóshajó” közül emelte ki az említett megatámogatásra a grafénkutatást és az emberi agy kutatását. A grafénkutatási projektet több mint száz, többek között magyar kutatócsoport részvételével a Göttingi Chalmers Műszaki Egyetemen dolgozó Jari Kinaret vezeti [6].

„A FET-projekt víziója szerint:

- A grafén zászlóshajó (FET) projekt törekvése olyan széles körű, fókuszált, interdiszciplináris európai kutatási közösség létrehozása, amely a grafén egyedülálló tulajdonságaira alapozott radikális technológiai elmozdulást kíván az információs és kommunikációs technológiában.



1. ábra. Grafén-folyóirat- és referenciatickek, valamint -szabadalmak kumulatív számának növekedése [10]

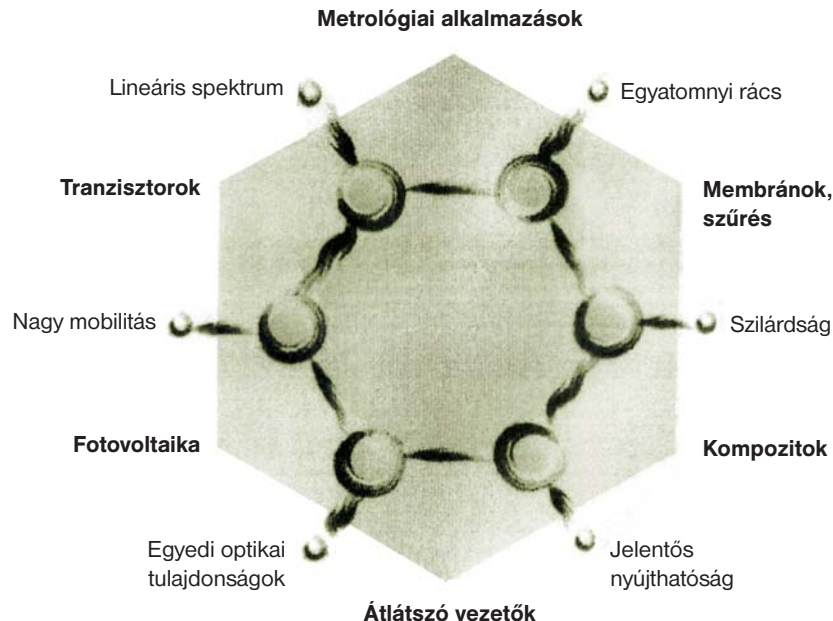


- A grafénben megvan az a potenciális erő, amely rövid és hosszú távon is mély hatással lehet az információs és kommunikációs technológiára (ICT). A grafén integrálása a szilíciumalapú elektronikával, és a szilíciumot helyettesítve bizonyos alkalmazásokban, nemcsak jelentős teljesítménynyulást tesz lehetővé, hanem még inkább elősegíti az új ICT-alkalmazásokat más területeken is.
- A grafénkutatás példázza azt az átfogó nanotechnológiát, amiben az alap-kutatási felfedezések gyorsan eljuttathatók az ipari alkalmazásokig és gyártási termékekig [4].”

A grafén tulajdonságait jól tükrözi a 2. ábra, amelynek kiegészítésére a 3. ábrán láthatók a grafénkutatásból várható hosszú távú alkalmazási tervek 2027-ig.

Bár a fentiek is bizonyos képet mutatnak be a grafén tulajdonságairól és a grafénkutatás és -alkalmazás, enyhe túlzással, korlátlan lehetőségeiről, feltétlenül ki kell emelni itt azt a tanulmányt, ami a már említett európai uniós (FET) grafénkutatási program egyik első produktumaként a program vezetője, Jari Kinnari vezetésével készült. Erről a 64 szerző által írt közleményről túlzás nélkül állítható, hogy monografikusan foglalja össze mindazt az ismeretet, ami a grafén felfedezése óta a grafénkutatás révén felmerült [8].

Ezen utóbbi tanulmányt nemcsak azért említettük, hogy teljesen egyértelművé tegyük a grafén felfedezése és a grafénkutatás korszakalkotó jelentőségét, hanem azért is, hogy tulajdonképpen visszatérhessünk jelen dolgozat címéhez és az abban foglaltakhoz. Amit ugyanis itt dióhéjban ismertetni szeretnénk, az a kétdimenziós kémia és ezen belül azok a kutatások és eredmények, amiket a grafénen túlmenően már felismert és a jövőben megismerni kíván. Hangsúlyozni szeretnénk, hogy ez távolról sem jelenti azt, hogy



2. ábra. Graféntulajdonságok és -alkalmazások

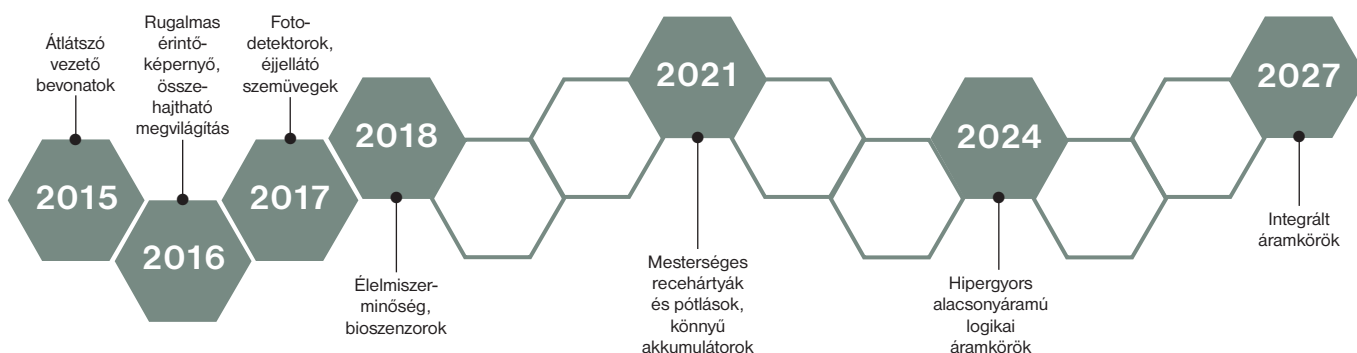
maga a grafénkutatás nem tartogat, illetve tartogathat jelentős, eddig még fel nem tárt eredményeket és ismereteket, hanem itt annak néznénk utána, hogy talán kicsit hangzatosan kimondva, van-e élet a grafénon túl. A következőkben célunk ennek a bemutatása, felvillantva az új 2D kémia változatos világát. Azért csak röviden felvillantva, mert egyetlen folyóiratcikk terjedelmében nem foglalhatók össze a több ezer, 2D kutatásról publikált cikk részletei.

Felsejlő kémia a grafén után

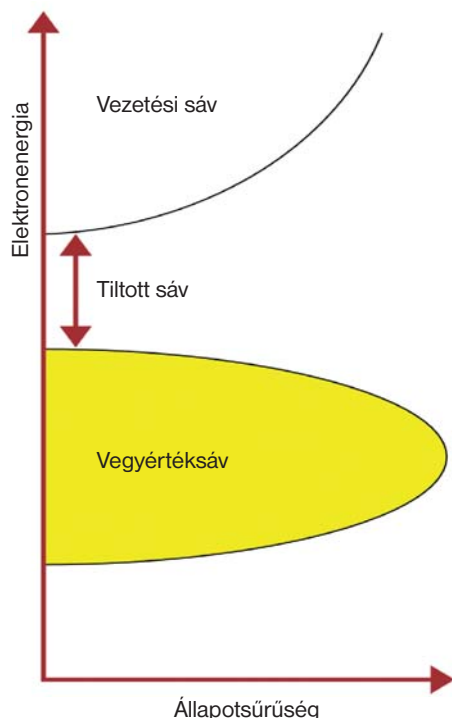
Az előszóban említett számtalan előnyös graféntulajdonság után szólnunk kell néhány olyan jellemzőről, amiket a grafén hiányosságai között említenek. Ugyanis a felfedezése óta a grafént, többek között, a szilícium helyettesítésére, pótlására is fel akarták használni a korszerű számítástechnikában. Ez a remény nem vált be. Sajnos, a grafén alkalmazhatatlannak bizonyult a digitális elektronika bizonyos területein. A

szilíciumpótláshoz igénybe vehető ideális anyagnak ugyanis félvezetőnek kell lennie, azaz olyan anyagnak, ami csak akkor vezet az elektromosságot, ha az elektronjait hőből, fényből vagy valamilyen külső forrásból származó kis energiamennyiséggel mozgásba lendítik. Az ehhez szükséges energia az illető anyag milyenségétől függ és értékét *energiarésnek* (*band gap*), vagy *tiltott sávnak* nevezik (4. ábra). Az ilyen félvezető vezetőképességét, illetve az elektronok szabad áramlását ki- és bekapcsolva létrehozhatók a digitális bináris kódolt világ 0 és 1 állapotai. Ezen az elven működnek ugyanis a tranzisztorok. A fentiek értelmében adódó fő probléma az, hogy a grafén nem rendelkezik tiltott sávval, azaz elektronjai lényegében állandóan szabadon mozognak, és vezetnek az áramot.

Még mindig hangsúlyozottan gondolva a grafénra és vegyületeire, a grafénra (acetilénkötésekkel csatlakoztatott benzolgyűrűk) és a grafénra $[(CH)_n]$ összetételű szén-



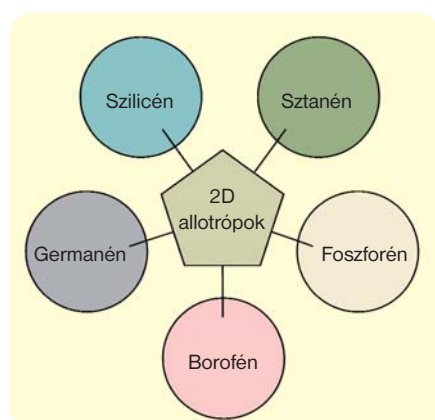
3. ábra. Hosszú távú grafénalkalmazási tervek 2015 és 2027 között [7]



4. ábra. Félvezetők sávszerkezete [9]

és hidrogén-polimer, amiben n nagy szám] és fentebb felsorolt tengernyi új alkalmazható tulajdonságaikra és jellemzőikre, és felretéve azt, amit hiányosságának említenek, azaz a tiltott sáv nemlétét, rögtön megemlítendő, hogy a grafént úttörőként ismerik el egy sor kétdimenziós anyag, illetve vegyület, így a 2D allotrópoknak a felfedezése során is (5. ábra). A 2D allotrópok elnevezésénél az angol nyelvből és a graféntól származik az a gyakorlat, hogy az érintett elem neve után az *-én* ragot illesztik. Ezt a gyakorlatot az 5. ábrán és a következőkben mi is elfogadtuk, kivéve természetesen a *sztanén* esetét. Ugyanis furcsán hangzott volna az angol *stanium* helyett a magyar *ón-t*, illetve *ónén-t* írni. Csak előzetes, bevezető példaként, a 2012-

5. ábra. 2D allotrópok



Graféncsalád	Grafén	Hexagonális bór-nitrid, „fehér grafén”	Köbös bór-nitrid	Fluorografén	Grafén-oxid
2D Kalko- genidek	MoS ₂ , WS ₂ , MoSe ₂ , WSe ₂		Félvezető dikalkogenidek: MoTe ₂ , WTe ₂ , ZrS ₂ , ZrSe ₂ , etc.	Fém-dikalkogenidek: NbSe ₂ , NbS ₂ , TaS ₂ , TiS ₂ , NiSe ₂ , etc.	
				Rétegtelt félvezetők: GaSe, GaTe, InSe, Bi ₂ Se ₃ , etc.	
2D Oxidok	Csillámok, BSCCO	MoO ₃ , WO ₃	Perovszkit típusú: LaNb ₂ O ₇ , (Ca,Sr) ₂ Nb ₃ O ₁₀ , Bi ₄ Ti ₃ O ₁₂ , Ca ₂ Ta ₂ TiO ₁₀ , etc.		Hidroxidok: Ni(OH) ₂ , Eu(OH) ₂ , etc.
	Rétegtelt réz-oxidok	TiO ₂ , MnO ₂ , V ₂ O ₅ , TaO ₃ , RuO ₂ , etc.			Más

Zöld: anyagok, amiknek 2D rétegei stabilnak bizonyultak a környezetben (levegő és szobahőmérséklet), vagy valószínűleg stabilak a környezetben.

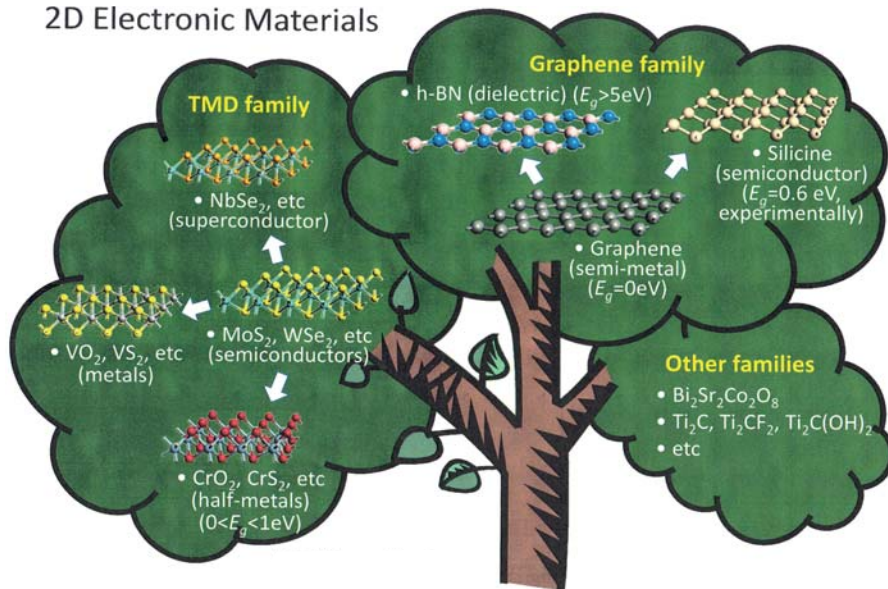
Rózsaszín: instabilak a környezetben, de stabilak lehetnek inert gázokban.

Szürke: 3D anyagok, amiket 2D-re lehetett hántolni. Hántolás és rétegezés után az oxidok és hidroxidok a 3D eredetű különböző stöchiometriát mutatnak (például Ti_{0,87}O₂ egy stöchiometriás egyatomos (monolayer) réteggé hámzható).

Más: különböző 2D kristályok, mint boridok, karbidok és mások, amik 2D réteggént valószínűleg előállíthatók.

1. táblázat. 2D anyagok

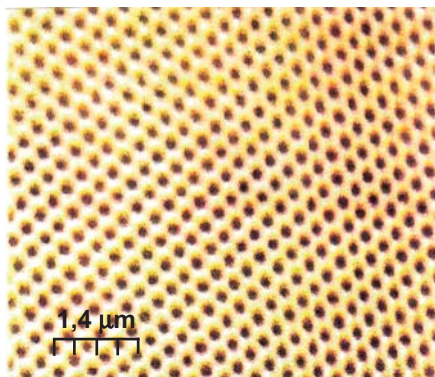
2D Electronic Materials



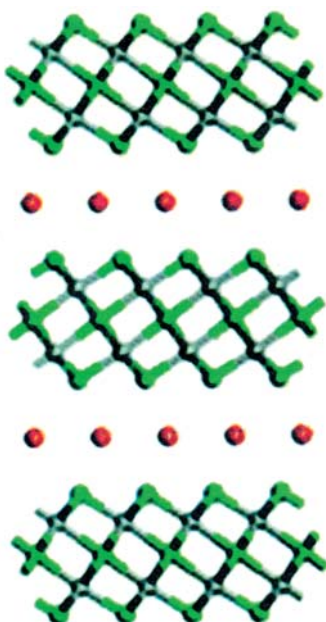
6. ábra. A 2D anyagok és vegyületek „családfája”

ben előállított *szilicén* a szilícium kétdimenziós változata, a *szilicén* ideálisnak tűnik a létező elektronikában való felhasználásra a szilícium karcsúsított változataként. A 2D allotrópokon túlmenően az úgynevezett kalkogenid és oxid típusú vegyületek kétdimenziós változatai már jelenleg is új grafénként kerülnek említésre (1. táblázat és 6. ábra). Szót kell ejtenünk még az úgynevezett MX anyagokról. Ezek átmenetifém-karbidok és -karbonidok. Az ilyen anyagok elnevezésénél a vegyület végéhez szintén az *-én* rag illesztendő (például MX-én, 7. ábra). Megjegyzendő, hogy semmilyen más anyag nem állítható elő vékonyabb, átlátszóbb változatban, mint az említettek. A 2D-s változatukban ezek elérhetik és el is érik azt a határt, ami a

2D világában fizikailag és kémiailag lehetséges, s döntő módon ezek az anyagok rendelkezhetnek azzal, ami a grafénál hiányzik: az energiaréssal, azaz a tiltott sávval. Azonban itt a 2D kémia reménységeinek ismertetésénél főleg a 2D allotrópokra helyezjük a hangsúlyt, de megemlítjük, hogy jelenleg világszerte jelentős kutatások folynak körülbelül 500 szilárd anyaggal, vegyülettel, amik szintén kezdetei vagy alapjai lehetnek új kétdimenziós kémiai alkalmazásoknak. Az ilyen anyagokat úgynevezett van der Waals-szerkezetekként (6. ábra) ismertették [11] annak folytán, hogy egymásra helyezett egyatomnyi rétegeiket gyenge van der Waals-kötések tartják össze, mint a grafént a grafitban (8. ábra). Az ilyen és hasonló kétdimenziós



MX



A

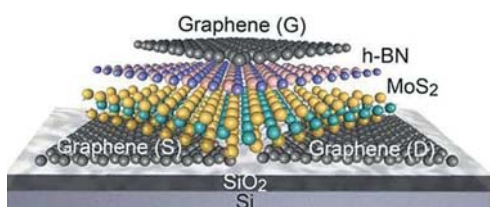
7. ábra. 2D MAX-én rétegek

M (zöld pont): átmenetifém

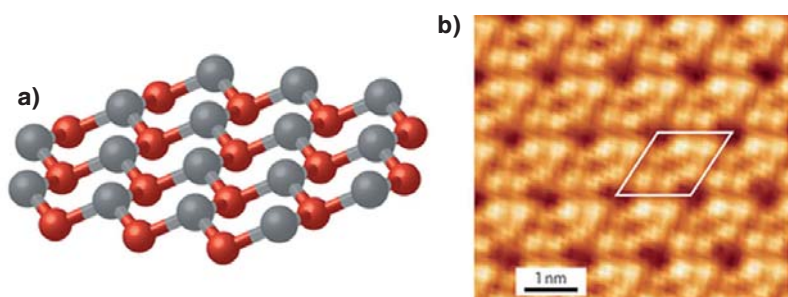
A (piros pont): IIIA vagy IVA elem

X (szürke pont): szén és/vagy nitrogén

8. ábra. Van der Waals-heteroszerkezetek [11]



9. ábra. Szilicén [15]. a) 2D modellréteg, b) Ag(111) felületen epitaxiálisan kialakított 2D réteg

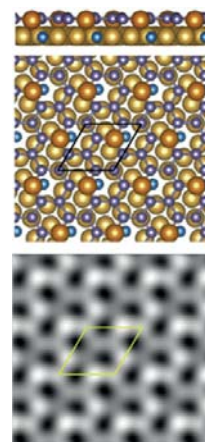


rétegt szerkezetek kutatásának, egyesek véleménye szerint, igazi célja nemcsak olyasminek a megismerése és továbbfejlesztése, ami már létezik, hanem olyan megvalósításoké, amikről eddig még senki sem álmodott [7]. Ez például olyan alkalmazásokra vonatkozik, amelyek előre nem látott területeken valósulnak meg.

A grafén utáni 2D kémia eddig elért fejlődési ígéreteinak tömör ismertetését, mint feljebb tettük, a 2D allotrópok, az 1. táblázat és 6. ábra példáján akár itt elvégzettnek tekinthetnénk. Van azonban két kérdés, amire a következőkben még mindig a tömörség jegyében röviden ki szeretnénk térni. Az első példák említése lenne 2D allotrópok előállításának jelenlegi helyzetére, a második rövid, közép- és hosszú távú kutatási ígéretekhez és reménységekhez köthető prognosztikai elemzések, amik jelenleg a 2D allotrópok kémiájával kapcsolatosak.

Epitaxiás előállítások

Ami a 2D egyatomnyi rétegek előállítását illeti, az már a grafén esetében sem bizonyult egyszerűnek [12, 13] főleg a nagy tömegű gyakorlati, ipari alkalmazásokhoz megfelelően. Ez teljesen kielégítően mind a mai napig sincs még megoldva [14]. Annál is inkább indokolt a 2D allotrópok esetében az előállításuknál röviden elidőzni, és példaképpen elsőként megemlíteni a szilicén esetét. Ez utóbbi a graféntól (grafitól) eltérően ugyanis nem létezik a természetben, így 2D lapjai méhsejtszerű topo-


10. ábra. Epitaxiálisan kialakított méhsejt-szerkezetű 2D germanén rétegt kristályos Ge₂Pt szubsztráton [16]

lójájának [15] előállítását más technikával kellett megoldani. Ez az eljárás az epitaxia [16] jelenségét veszi igénybe. Az epitaxia kristályos réteg kialakítását, lerakását jelenti egy másik kristályos rétegen. A szilicén 2D kristályos réteget Ag(111) vagy cirkónium-diborid kristályos felületen alakították ki (9. ábra). De ugyancsak epitaxiálisan sikerült előállítani 2D germanénréteget aranyszubsztráton [16], illetve germanén 2D réteget építettek Ge₂Pt nanokristályok legkülső rétegein [17] is (10. ábra). Még az epitaxiális előállításnál időzve megemlítendő a sztanén előállítása kristályos bizmut-tellurid-rétegen [18] és a borofén kialakítása ezüstfelületen (12. ábra) [19].

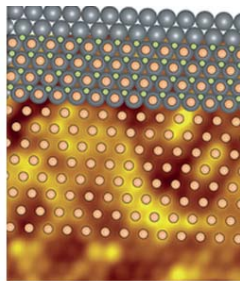
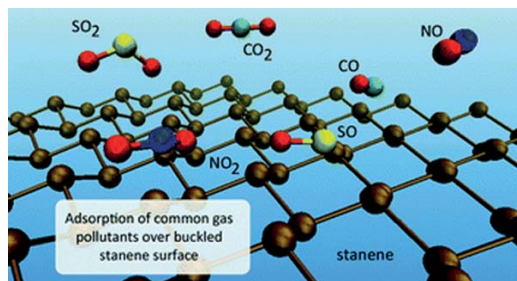
Ami a fenti és más 2D rétegek előállítását illeti, csak röviden tértünk ki arra, hogy általában a kémiai (magas hőmérsékletű és/vagy plazma) párologtatást (*chemical vapor deposition*) [22] veszik igénybe. Az e célra alkalmazható készülék egy változatát mutatja be a 13. ábra [22].

Réteghasításos, hántolósos (exfoliation) előállítás

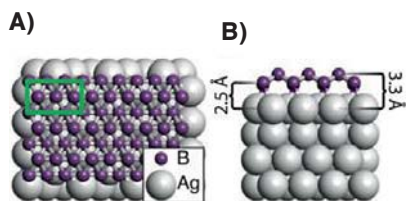
Ugyan a foszforénról a fentiekben csak az 5. ábrán tettünk említést, most azonban előállításának kapcsán példaként megemlítjük. Ugyanis eltérően az epitaxiás, illetve kémiai párologtatástól, és hasonlóan a grafénhoz a fekete foszforból cellulxréteghasítással (réteghasítással) a 14. ábrán láthatóan 2D foszforénréteg hántolható le.

Alkalmazási remények és ígéretek

Az előbbieken már hivatkoztunk arra a tanulmányra [8], amiben 2015-ig foglalták össze az ismereteket a grafénről és az új 2D anyagokról és vegyületekről. Ugyancsak hivatkozást érdemel egy másik, szín-

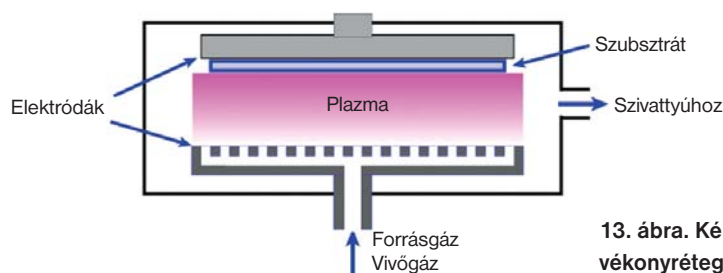


11. ábra. 2D meggörbült sztánénréteg önállóan és adszorbeálható gázmolekulákkal az epitaxiális Bi_2Te_3 felületen [19, 21]



12. ábra. 2D borofén réteg ezüstfelületen [20].

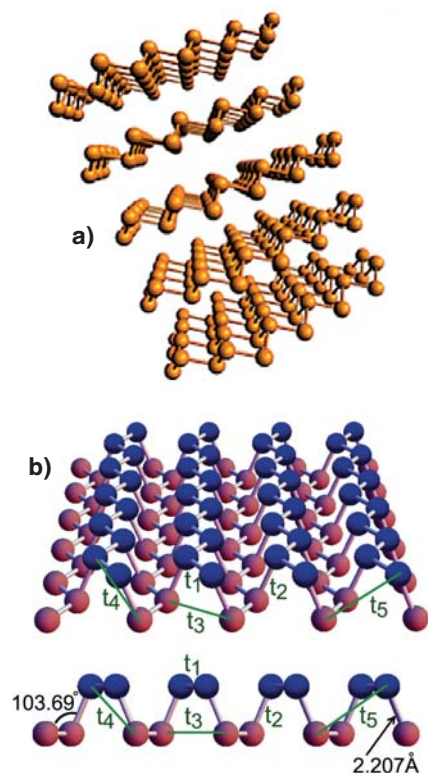
A) Hasított nézet, a tömbi foszfor többszörös foszforénlapokból áll. B) Oldalnézet, a piros (kék) gömbök a foszfort jelzik a felső és alsó rétegben



13. ábra. Kémiai vékonyréteg-párolgató [22]

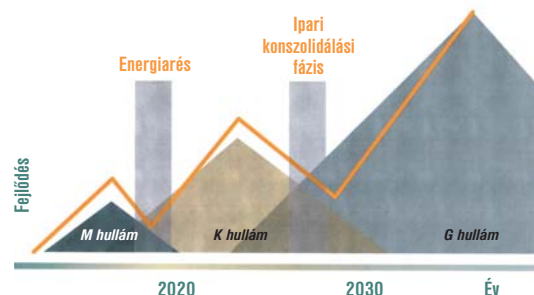
tén nagyon alapos összefoglaló 2013-ból [24]. Jelen dolgozat címeként említett pilanatfölvételre utalunk akkor, amikor hang-

14. ábra. Foszforén vékonyréteg [23].
a) Felülnézet, b) oldalnézet



súlyozni kívánjuk, hogy itt csak valóban villanásnyit tudtunk bemutatni az ismeretek tárházából, amiket a fent említett dolgozatok összefoglaltak.

A gyakorlati technológiai alkalmazások kidolgozására világszerte végzett 2D kutatások elsősorban a digitális elektronikára, a nanoelektronikára és optoelektronikai felhasználásokra összpontosítottak. Azonban amiért részben a grafénra vonatkozó eredmények jövőbeni előrelátását, prognosztizálását bemutattuk a 3. ábrán, érdemesnek tartunk itt megemlíteni egy hasonló jövőbeli próbálkozást, amit egy egyesült államokbeli cég publikált a grafén, szilícén, foszforén és germanén jövőbeni alkalmazásainak reményeiről [25]. Ebben a cég által felkért, nemzetközileg elismert szakértők meglátásait egy Silicene Labor Pyramid WavesTM-nek nevezett növekedési grafikonban összegezték a 2010 és 2030 közötti évekre vonatkozóan (15. ábra). Az általánosított grafikai elképzelés szerint a fejlődés időbeni haladása három piramisszerű hullámban nyilvánul meg. Az M hullám valamilyen technológiai első áttörést jelent. A 2D témánál a csúcspontot a grafén felfedezése jelentette, ami után az időbeni energiarés áthidalását jelentős technológiák és újítások jelentik a K hullám során (2020 és 2030 között). A G hullám az alkalmazások, az ipari



15. ábra. A Silicene Labs (USA) cég „2D materials road-map”TM prognosztikai grafikonja [25]

gyártás megvalósításának és a konszolidálásnak az időszakát jövőbeli, aminek csúcspontját 2030-ra, esetleg 2035-re remélik. ●●●

IRODALOM

- [1] <https://en.wikipedia.org/wiki/Graphene>
- [2] E.A.Abbott, Flatland: A Romance of Many Dimensions, Seeby & Co., 1894.
- [3] A. K. Geim, A. H. MacDonald, Graphene: Exploring carbon flatland, Phys. Today, August (2007) 35.
- [4] Braun Tibor, A Nobel-díjra érdemes taxisofőr, Lexica Kiadó, 2015, 168.
- [5] K. Kupferschmidt, Graphene and Brain Projects Win European Jackpot, Science (2013) 497.
- [6] https://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/pdf/graphene-presentations/4-5-kinaret-22032011_en.pdf
- [7] K. Sanderson, Carbon and ... on, New Scientist, 25 October (2014) 40.
- [8] Andrea C. Ferrari, Francesco Bonaccorso, Vladimir Fal'ko, Konstantin S. Novoselov, Stephan Roche, Peter Bøggild, Stefano Borini, Frank H. L. Koppens, Vincenzo Palermo, Nicola Pugno, José A. Garrido, Roman Sordan, Alberto Bianco, Laura Ballerini, Maurizio Prato, Eleftherios Lidorikis, Jani Kivioja, Claudio Marinelli, Tapani Ryhänen, Alberto Morpurgo, Jonathan N. Coleman, Valeria Nicolosi, Luigi Colombo, Albert Fert, Mar Garcia-Hernandez, Adrian Bachtold, Grégory E. Schneider, Francisco Guinea, Cees Dekker, Matteo Barbone, Zhiwei Sun, Costas Galiotis, Alexander N. Grigorenko, Gerasimos Konstantatos, Andras Kis, Mikhail Katsnelson, Lieven Vandersypen, Annick Loiseau, Vittorio Morandi, Daniel Neumaier, Emanuele Treossi, Vittorio Pellegrini, Marco Polini, Alessandro Tredicucci, Gareth M. Williams, Byung Hee Hong, Jong-Hyun Ahn, Jong Min Kim, Herbert Zirath, Bart J. van Wees, Herre van der Zant, Luigi Occhipinti, Andrea Di Matteo, Ian A. Kinloch, Thomas Seyller, Etienne Quesnel, Xinliang Feng, Ken Teo, Nalin Rupasinghe, Pertti Hakonen, Simon R. T. Neil, Quentin Tannock, Tomas Löfwander and Jari Kinaret, Science and technology roadmap for graphene, related two-dimensional crystals, and hybrid systems, Nanoscale (2015), 7, 4598.



- [9] https://hu.wikipedia.org/wiki/Tiltott_s%C3%A1lv
- [10] K. Klineciewicz, The emergent dynamics of a technological research topic: the case of graphene, *Scientometrics* (2016) 106, 319.
- [11] A. K. Geim, I. V. Grigorieva, Van der Waals heterostructures, *Nature* (2013), 499, 419.
- [12] Braun Tibor, A két dimenziós kémia ígértes világa. Grafén: a grafit hántolásától a szénnanocsövek kicipázásáig, *Magy. Kém. Lapja* (2009) 64, 371.
- [13] Braun Tibor, A Nobel-díjra érdemes taxifőőr. Interdiszciplináris kémiai kaleidoszkóp, *Lexica Kiadó*, 2015, 167.
- [14] Ron Mertens, The graphene handbook, *Graphene-info*, 2016.
- [15] P. Vogt, P. De Padova, C. Quaresima, J. Avila, E. Franzoskakis, M. C. Asensio, A. Resta, B. Ealet, G. Le Lay, Silicene: Compelling Experimental Evidence for Graphenelike Two-Dimensional Silicon, *Phys. Rev. Letters*, (2012) 108, art. no. 155501.
- [16] M. E. Dávila, L. Xian, S. Cahangirov, A. Rubio, G. Le Lay, Germanene: a novel two-dimensional germanium allotrope akin to graphene and silicene, *N. J. Phys.* (2014) 16, 095002.
- [17] P. Bampoulis, L. Zhang, A. Safaei, R. van Gastel, B. Poelsema, H. J. W. Zandvliet, Germanene termination of Ge₂Pt crystals on Ge(110), *J. Phys. Cond. Matter*, (2014) 26, 44200.
- [18] F. F. Zhu, W. J. Chen, Y. Xu, Ch. L. Gao, D. D. Guan, C. H. Liu, D. Qian, Sh. Ch. Zhang, J. F. Jia, Epitaxial growth of two-dimensional stanene, <http://www.nature.com/nmat/journal/v14/n10/full/nmat4384.html>
- [19] F. F. Zhu, W. J. Chen, Y. Xu, Ch. L. Gao, D. D. Guan, C. H. Liu, D. Qian, Sh. Ch. Zhang, J. F. Jia, Epitaxial growth of two-dimensional stanene, *Nature Materials*, (2015) 14, 1020.
- [20] A. J. Mannix, X. F. Zhou, B. Kiraly, J. D. Wood, D. Alducin, B. D. Myers, X. Liu, B. L. Fisher, U. Santiago, J. R. Guest, M. J. Yacaman, A. Ponce, A. R. Oganov, M. C. Hersam, N. P. Guisinger, Synthesis of borophenes: Anisotropic, two-dimensional boron polymorphs, *Science*, (2015) 351, 1513.
- [21] L. Takahashi, K. Takahashi, Low temperature pollutant trapping and dissociation over two-dimensional tin, *Phys. Chem. chem. Phys.*, (2015) 17, 21394.
- [22] https://en.wikipedia.org/wiki/Chemical_vapor_deposition
- [23] <https://en.wikipedia.org/wiki/Phosphorene>
- [24] M. Xu, T. Liang, M. Shi, H. Chen, Graphene-Like Two-Dimensional Materials, *Chem. Reviews*, (2013), 113, 3766.
- [25] Silicene Labs, 2D Materials Briefing Book, 2014.

Bruckner-termi előadás

Hell Zoltán

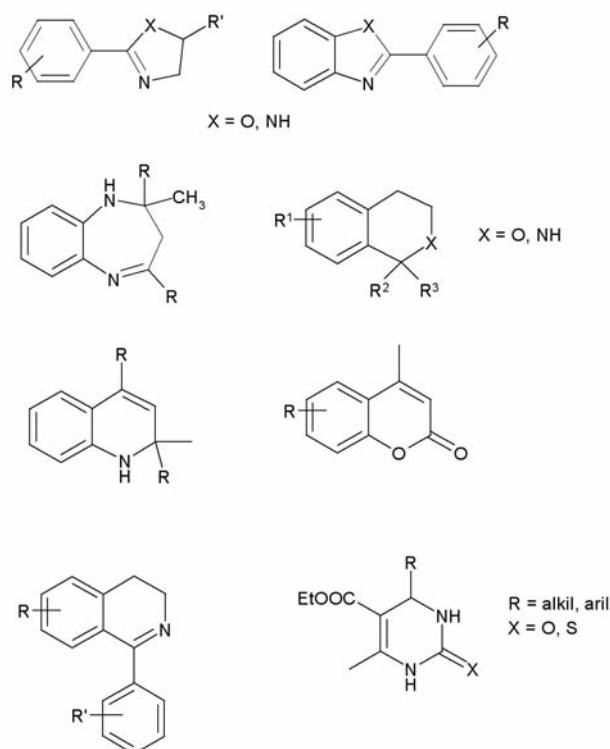
■ BME Szerves Kémia és Technológia Tanszék

Heterogén katalizátorok alkalmazása szerves kémiai reakciókban

Az elmúlt évtizedek egyik fontos kutatási iránya szerves kémiai reakciók heterogén katalitikus megvalósítása. A reakcióelegyek egyszerűbb feldolgozhatósága, a kevesebb szennyvíz, illetve egyéb hulladék, a nem korrozív, környezetre kevésbé ártalmas, legtöbbször nem mérgező katalizátorok, az újrahaználhatóság/visszaforgathatóság, valamint az egyes típusokkal elérhető regio- vagy sztereoselektivitás, továbbá a reakciók atomhatékonyságának növelése a heterogén katalitikus eljárásokat a zöld kémiai irányelvek által is preferált módszerré tette. A számos kifejlesztett katalizátorcsalád között természetes és mesterséges ásványi típusú anyagok is szerepelnek.

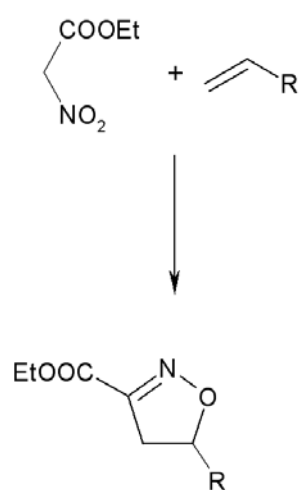
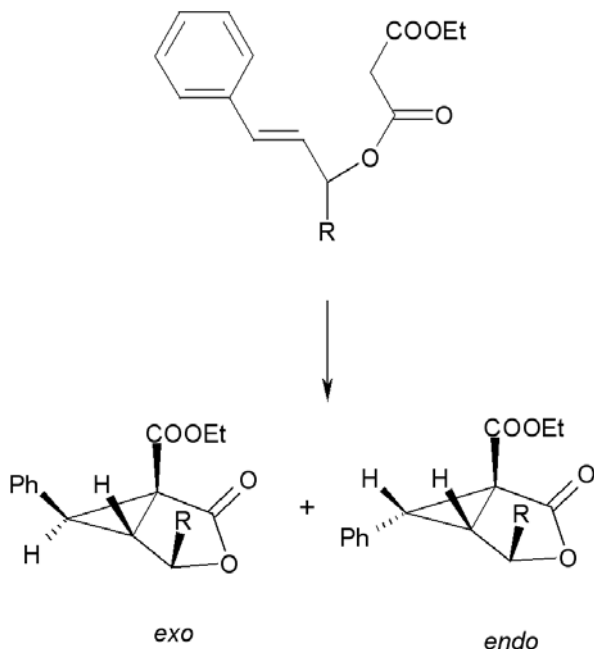
Egy gyengén savas karakterű, természetes klinoptilolit-alapú, mikropórusos zeolit termékcsalád (Ersorb®) katalitikus hatását vizsgáltuk vízkilépéssel járó reakciókban. Az elsősorban adszorbensként történő felhasználásra tervezett anyagok segítségével egyszerű és kondenzált gyűrűs heterociklusokat (1. ábra) állítottunk elő egy lépésben, magas hozammal [1–10]. A célként kiválasztott heterociklusok farmakológiai aktivitásukról ismertek, amelyeket hagyományos módon erős sav katalizátorokkal, esetenként több lépésben állítanak elő. Több esetben a klasszikus reakciókra leírtaknál jelentősen rövidebb reakcióidő alatt értünk el magas hozamot. A reakcióelegyből kinyert katalizátorok többször újrafelhasználhatóak voltak számottevő aktivitáscsökkenés nélkül.

A réteges kettős hidroxidok (hidrotalcitok) számos képviselője hatékony bázikus katalizátor. Bázikus karakterük mellett speciális réteges szerkezetük is fontos szerepet játszhat a reakciók lejátszódásában, különösen a regio- vagy sztereoselektivitásban. Vizsgáltuk a Mg:Al hidrotalcit különböző típusait báziskatalizált reakciókban. Megállapítottuk, hogy a malonsav-allil-észterek jó jelenlétében végrehajtott intramolekuláris ciklizációjának diasztereoselektivitása megváltozik, ha kálium-karbonát és fázistransz-



1. ábra. Egyszerű és kondenzált gyűrűs heterociklusok előállítása

fer katalizátor [11] helyett nem aktivált Mg:Al 3:1 hidrotalcit jelenlétében, fázistranszfer katalizátor nélkül játszhatjuk le. Az izomerarány a kisebb térigényű *exo*-izomer felé tolódott el, amiből arra következtettünk, hogy a reakció a hidrotalcit rétegei között



2. ábra. Ciklopropánkarbonsavszármazékok szintézise (felül), illetve izoxazolkarbonsavszármazékok keletkezése (alatta)

játszódik le [12]. E reakció analógiájára terveztük nitroecetsav-észter és olefinek reakciójában aminociklopropán-karbonsav intermedierek előállítását. Rehidrált Mg:Al 3:1 hidrotalcit jelenlétében azonban nem a várt, ciklopropán-származékot eredményező gyűrűzárás zajlott le, hanem a nitro-

csoport is belépett a reakcióba, és izoxazolkarbonsav-származékok keletkeztek (2. ábra) [13].

A nem aktivált Mg:Al 2:1 hidrotalcit jelenlétében aldehidek, a reakcióban oldószerként is használt nitrometánnal, szobahőmérsékleten reagáltatva jó hozammal adták a megfelelő nitroalkoholokat. Új mechanizmust állapítottunk meg a 100 °C-on végrehajtott reakcióban nagyobb mennyiségben kapott 1,3-dinitropropán melléktermék keletkezésére [14].

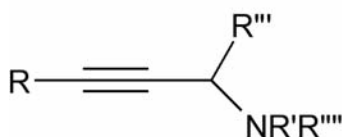
Számos olyan szerves kémiai reakció ismert, amelynek lejátszódásához különböző fémek szükségesek. A fémkatalizált reakciók nagy részét homogén fázisban lejátszódó folyamatként fejlesztették ki, ám a homogén katalizátorok használatának közismert hátrányai (komplexxképző ligandumok szükségessége, elválasztási, visszanyerhetőségi problémák, szennyvíz és más melléktermékek, az ezekből adódó költségek) miatt előtérbe került a reakciók heterogén katalitikus megvalósítása. A hordozós fémkatalizátorok esetén ezek a problémák általában nem lépnek fel, és általában ligandumokat sem kell használni.

Kifejlesztettünk egy Mg-La vegyes oxidhordozóra felvitt Pd⁰ katalizátort, amelyet kiváló eredménnyel alkalmaztunk a Heck- [15], Sonogashira- [16] és Suzuki- [17] kapcsolásban. A Heck-reakcióban jellemzően kizárólag az *E*-konfigurációjú olefin keletkezett. A Sonogashira-kapcsolás esetén nem volt szükség a réz

kokatalizátorra. Kísérletekkel igazoltuk, hogy a reakciók valóban heterogén fázisúak. A ligandum nélküli reakciókból kinyert katalizátor komolyabb kezelés nélkül többször újrafelhasználható volt aktivitása jelentős csökkenése nélkül.

A Mg-La vegyes oxidhordozóra felvitt Ni²⁺-katalizátor segítségével aril-halogenidekből szubsztituált bifenileket állítottunk elő [18]. A termelés erősen függött attól, hogy melyik aril-halogenidből készítettük el a Grignard-reagenst, és melyiket használtuk kapcsolókomponensként. Az eljárásban a második halogénvegyület önkapcsolásából származó melléktermék nem keletkezett, az első halogénvegyület önkapcsolásából származó melléktermék mennyiségét pedig sikerült kb. 15%-on tartani. A katalizátor ebben az esetben nem volt jó hatásfokkal újrafelhasználható.

A 4Å molekulaszita hordozóra felvitt Cu²⁺ kiváló katalitikus hatást mutatott alkinek, aminok és aldehidek többkomponensű reakciójában. Formaldehiddel oldószer nélkül, szobahőmérsékleten, aromás aldehidek esetén toluolos forralással kiváló hozammal keletkeztek a kívánt propargilaminok (3. ábra) [19].



3. ábra. Az előállított propargilamin-származékok

Ugyanezzel a katalizátorral aldoxidok kiváló hozammal alakíthatók át nitrillé acetonitrilben [20]. Ennek a reakciónak a „pseudo-inverzekén” acetaldoxid jelenlétében a karbonsavnitrilek jó termeléssel, enyhe körülmények között alakíthatók át savamidá. Ez a reakció szelektív, a hidrolitikus eljárásokkal szemben például észtercsoport jelenlétében is végrehajtható melléktermék keletkezése nélkül [21]. A katalizátor mindkét reakció esetén többször újrafelhasználható jelentősebb aktivitáscsökkenés nélkül.

Megvalósítottuk aminok és fenolok arilezését boronsavakkal Cu⁰-4Å katalizátor segítségével. A termékeket az irodalmi adatokkal összevethető hozammal állítottuk elő. A katalizátort újrafelhasználás előtt kezelni kellett, a termelés a második ciklusban így is romlott az első ciklushoz képest [22].

IRODALOM

- [1] Cwik, A.; Hell, Z.; Hegedűs, A.; Finta, Z.; Horváth, Z., *Tetrahedron Letters* (2002) 43, 3985.
- [2] Hegedűs, A.; Vigh, I.; Hell, Z., *Heteroatom Chemistry* (2004) 15, 428.
- [3] Hegedűs, A.; Hell, Z.; Potor, A., *Synthetic Communications* (2006) 36, 3625.
- [4] Hegedűs, A.; Hell, Z.; Potor, A., *Catalysis Letters* (2005) 105, 229.
- [5] Hegedűs, A.; Hell, Z., *Tetrahedron Letters* (2004) 45, 8553.
- [6] Hegedűs, A.; Hell, Z., *Organic and Biomolecular Chemistry* (2006) 4, 1220.
- [7] Hegedűs, A.; Hell, Z.; Vargadi, Z.; Potor, A.; Gresits, I., *Catalysis Letters* (2007) 117, 99.
- [8] Hegedűs, A.; Hell, Z.; Potor, A., *Catalysis Communications* (2006) 7, 1022.
- [9] Hegedűs, A.; Hell, Z., *Catalysis Letters* (2006) 112, 105.
- [10] Hegedűs, A.; Hell, Z.; I. Vigh, *Synthetic Communications* (2006) 36, 129.
- [11] (a) Tölke, L.; Hell, Z.; Szabó, G. T.; Tóth, G.; Bihari, M.; Rockenbauer, A. *Tetrahedron* 49, 1993, 5133; (b) Hell, Z.; Finta, Z.; Grünvald, T.; Böcskei, Zs.; Balán, D.; Keserű, Gy. M.; Tölke, L. *Tetrahedron* (1999) 55, 1367.
- [12] Finta, Z.; Hell, Z.; Balán, D.; Cwik, A.; Kemény, S.; Figueras, E., *Journal of Molecular Catalysis A* (2000) 161, 149.
- [13] Cwik, A.; Hell, Z.; Fuchs, A.; Halmi, D., *Tetrahedron Lett.* (2005) 46, 6563.
- [14] Cwik, A.; Fuchs, A.; Hell, Z.; Böjtös, I.; Halmi, D.; Bombicz, P., *Org. Biomol. Chem.* (2005) 3, 967.
- [15] Cwik, A.; Hell, Z.; Figueras, E., *Adv. Synth. Catal.* (2006) 348, 523.
- [16] Cwik, A.; Hell, Z.; Figueras, E., *Tetrahedron Lett.* (2006) 47, 3023.
- [17] Cwik, A.; Hell, Z.; Figueras, E., *Org. Biomol. Chem.* (2005) 3, 4307.
- [18] Kiss, Á.; Hell, Z.; Bálint, M., *Org. Biomol. Chem.* (2010) 8, 331.
- [19] Fodor, A.; Kiss, Á.; Debreczeni, N.; Hell, Z.; Gresits, I., *Org. Biomol. Chem.* (2010) 8, 4575.
- [20] Kiss, Á.; Hell, Z., *Synthetic Communications* (2013) 43, 1778.
- [21] Kiss, Á.; Hell, Z., *Tetrahedron Lett.* (2011) 52, 6021.
- [22] Debreczeni, N.; Fodor, A.; Hell, Z., *Catalysis Letters* (2014) 144, 1547.



Nagyon büszke vagyok minden tanítványomra

Beszélgetés Gelencsér László középiskolai tanárral

Gelencsér László a budapesti Piarista Gimnázium kémia–fizika szakos tanára. Tavaly novemberben negyedmagával vehette át a Richter Gedeon Nyrt. alapítványának Magyar Kémiaoktatásért Díját. Ez alkalomból beszélgettünk vele.

– A díjat indokló bemutató sorok gazdag életutat reprezentálnak. Az olvasó számára ez egyenes életpályának tűnik. És annak, aki átélte?

– Nekem is annak tűnik. Veszprémben végeztem egy vegyipari szakközépiskolában. Az utolsó tanévben választás elé kerültem, vegyész vagy tanár legyek. Mivel mindig is szerettem közösségben lenni, emberekkel foglalkozni, a tanári pálya mellett döntöttem. A döntésemet azóta sem bántam meg, sőt, az eltelt évek csak megerősítettek abban, hogy jó helyen vagyok.

– Bár személyesen nem tanítottalak a Kossuth Egyetemen Debrecenben, a neved jól csengően ismert volt számomra. Jó felkészültségű tanár szakos hallgató, akit az évfolyam legjobbjai között tartottak számon és akinek a kötelezők mellett volt ideje és energiája a diákkörben és a közéletben is mozgolódni. Milyen nevezetesebb emléked maradt az alma materről?

– Az akkori felvételi rendszernek megfelelően a magyarországi tudományegyetemen kémia–fizika szakos tanárképzés minden tanévben csak két egyetemen in-

dulhatott. Így alakult ki az a furcsa helyzet, hogy Budapesten felvételiztem, de dunántúli létemre a debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetemen kezdhettem meg tanulmányaimat. Kezdetben nagyon berzenkedtem ellene, de aztán megismerve a csoporttársaimat, az egyetem szellemét, megtapasztalva a színvonalas képzést mindkét szaktárgyam esetében, megismerve az egyetem környezetét, a kollégiumi életet, a véleményem gyökeresen megváltozott. Úgy gondolom, ennél nagyobb szerencse nem érhetett. Nagyon jó helyre





kerültem, az egyetemi évek minden percét élveztem.

Visszaemlékezve rendkívül jó megoldásnak tartom, hogy a felsőbb éves fizika-kémia szakos hallgatók szárnyaik alá vették a frissen érkezett egyetemistákat, és segítették őket a beilleszkedésben, az egyetemi rendszer megismerésében. Talán ez is segített abban, hogy nagyon hamar megtaláltam a helyem.

– Igen, akkor még működött az évfolyamfelelős tanári rendszer, és a hallgatói szervezet is komolyan vette a gólyák beilleszkedésének segítségét.

– Nagy szeretettel gondolok vissza a csoporttársaimra is. Az ország különböző részéről érkezünk, kis létszámú csoportként szorosan összetartottunk, segítettük egymást. Élénken megmaradt bennem a sok-sok laborgyakorlat, a szakmódszertani foglalkozások hangulata, a szakcsoport rendezvényeinek – amelyeknek szervezésében én is kivettem a részem – emléke.

– *Valaki név szerint megmaradt az emlékeidben, akivel esetleg később is kapcsolatot tartottál?*

– Elsőként Mojzes Jánost említem, akinél a szakdolgozatomat is írtam. A tanári pályámhoz tőle kaptam a legtöbb szakmai módszertani segítséget. Nagyon szívesen emlékszem Demény András, Csikai Gyula, Sóvágó Imre, Nagypál István, Brücher Ernő, Litkei György előadásaira, az évfolyamfelelősünkre, Tóth Zoltánra. Nehéz helyzetbe kerültem azzal, hogy elkezdtem neveket említeni, sok tanáromra gondolok vissza szeretettel és tisztelettel, nem szeretném egyiküket sem kihagyni a felsorolásból.

Az egyetemi társaim közül kevesekkel tartom a személyes kapcsolatot. Szétszóródtunk az országban, elsősorban a kémiaversenyeken futunk össze. Baranyi Ilo-na az, akivel gyakrabban találkozom.

– *Bele a mélyvízbe. Mezőberényben fizika- és kémia tanár a város gimnáziumában. Hogyan vetted az első akadályokat? Hogyan érezted magad első munkahelyeden?*

– Ötödévesként kerültem a mezőberényi Petőfi Sándor Gimnáziumba, ahol mindkét tárgyat tanítottam. Nagy segítséget, szerető támogatást kaptam a kollégáimtól a pályakezdéshez. Tőlük tanultam meg a tanári munka csínját-bínját, apróbb fortélyait. A feleségemmel együtt, aki szintén pályakezdő tanár volt, igyekeztünk az iskolai élet minden területébe bekapcsolódni. Az itt eltöltött nyolc év meghatározó volt mindkettőnk számára, az ott szerzett élmények, benyomások, ta-



paszlatatok hatására maradtunk mindketten a mai napig a tanári pályán.

Mezőberényben rögtön osztályfőnök is lettem. Alig volt néhány év különbség köztem és a diákjaim között, nagyon féltem a feladattól. De a sors kegyes volt hozzám, csodálatosan szép négy évet töltöttem velük. Szoros, a mai napig tartó baráti kapcsolat alakult ki közöttünk. Életre szóló élmény maradt az első osztállyal töltött időszak.

Szeretettel gondolok vissza arra is Mezőberénnyel kapcsolatosan, hogy nagyon jó kapcsolatot lehetett kiépíteni a szülőkkel. Tisztelték és támogatták a munkánkat, nagyon sok mindenben a segítségünkre voltak.

– *A pálya egy nyolcosztályos gimnáziumban folytatódik. Ezek akkor, emlékeim szerint, a legáhitottabb munkahelyek voltak. Korszerűnek számító oktatási rendszerrel, jó tanulókkal, kiemelt odafigyeléssel (ha nem is támogatással) az oktatás-irányítás részéről.*

– 1991-ben költöztem a családommal Szigetszentmiklóásra, ahol egy egy évvel korábban alakult nyolc évfolyamos gimnáziumban kezdtem tanítani. Itt is megvolt a kihívás. Már rendelkeztem tanári gyakorlattal, beleláltam az iskola működésébe, de új területeken kellett kipróbálni magam. Egyedi tantervű gimnázium tantervét dolgozhattam ki a munkatársaimmal, a hagyományait együtt teremthettük meg. Különböző helyekről érkezünk, hoztuk magunkkal az előző iskoláinkban szerzett tapasztalatokat, s ezeket felhasználva kellett szinte a semmiből létrehozni egy új intézményt. Büszkén mondhatom el, hogy sikerült, a szigetszentmiklósi

Batthyány Kázmér Gimnáziumot ma az ország egyik legjobb vidéki gimnáziumaként tartják számon.

– *Mintha lett volna egy „kisiklások”, amikor majdnem elindultál a közoktatási adminisztratív pályán. Ez 2011-ig tartott. Hogyan élted meg ezt a másféle munkát? Mi irányított vissza a tanításhoz?*

– 1993-ban lettem a gimnázium igazgatóhelyettese, majd 2006-ban az alapító igazgató nyugalmába vonulása után az intézmény vezetője.

– *Akkor ez nem is volt igazán váltás az életedben, hiszen maradtál az iskolában, csak a szervezői, irányítói feladataid nőttek meg.*

– Igen, új feladatok elé kerültem. Ebben az időszakban a felnőtt közösség, kollégáim munkáját szerveztem elsősorban, az iskolai élet irányításából vettem ki a részem.

Sikerült egy összetartó, az iskolánkért közösen küzdő csapatot kialakítani, ahol mindenki fontosnak érezhette a munkáját és önmagát. Egy már kialakult hagyományokkal rendelkező, jó eredményeket felmutató intézmény; szakmailag felkészült, az új iránt mindig fogékony tantestület; jó képességű diákok, támogató családi környezet. Kell-e ennél több? Naivan úgy gondoltam, nem. De tapasztalnom kellett, hogy a külső kényszerek a legjobb elképzeléseket is kerékbe törhetik. Egyre szaporodtak azok a nehézségek, amelyekkel nem tudtam és nem is akartam felvenni a harcot. Az igazgatói megbízatásom letelte után nem pályáztam újra az állásra, úgy döntöttem, visszatérek a tanári pályára.

– *A nagy hírű budapesti Piarista Gimnáziumba kerültél.*



– Nem tudtam, milyen fogadtatásban lesz részem az új munkahelyemen, menyire sikerül visszatálnom a tanári pályára 18 év vezetői munka után.

Ahhoz, hogy újra megtaláltam a helyem, hogy nagyon jól érzem magam az iskolában, hozzájárult a gimnázium szellemisége, a közösség, amely hamar befogadott, valamint az, hogy újra osztályfőnök lettem.

Belecsöppentem a munka sűrűjébe. Fekultációkat, szakköröket vezettem, igyekeztem minél több szempontból vonzóvá tenni a kémiát (külső és saját szervezésű versenyek, bemutató foglalkozások...). Pályázatok segítségével sikerült megteremteni a feltételeit annak, hogy tanítványaink bekapcsolódhassanak egy a BME-n folyó kémiai kutatásba, kémiatábort szervezhettek a fakultációsainknak.

– *A bemutató anyagban szerepel, hogy a 7. évfolyamon gyakorlatorientált kémia-oktatási program indult, melyhez munkafüzetet is készítettetek. Szeretném, ha erről bővebben beszélne. (A gyakorlatorientált oktatás ma slágertéma. Ami rendben is lenne, ha nem az általános, alapoktatás rovására megy.)*

– A kémiatanításban én a kísérletek szerepét nagyon fontosnak tartom. A tanári bemutatók vonzóak lehetnek ugyan, de a személyesen megtapasztalt jelenségek, kísérletezések sokkal nagyobb motivációs erővel rendelkeznek, az élményszerzés lehetőségét adják meg. Különösen fontosnak

tartom ezt az induló évfolyamon, ahol először találkoznak a gyerekek a kémiával. Az itt szerzett élmények befolyásolják a tanítványhoz való viszonyulásukat.

– *Ha a tanulói kísérleti órák tantervbe foglalását értjük a gyakorlatorientált oktatás alatt, akkor egy platformon vagyunk. A legfontosabb kérdésnek tartom én is, amit sürgősen mindenhol be kellene vezetni (és nem csak kémiából, vonatkozik ez az összes természettudományos tárgyra). Biztosan nem itt járna ezen tárgyak népszerűsége a fiatalok körében.*

– Hasonlóan gondolom én is. Mi anynyit tudtunk elérni, hogy heti két óra közül az egyik csoportbontásban valósul meg.

– *Csoportmunka – a másik terület, ahol sehol sem vagyunk.*

– Pedig a tanulók nagyon élvezik. Pár-munkában egy előre megadott feladatsor alapján dolgoznak. (Ehhez készült a munkafüzet.) Az összevont órán a kísérleti tapasztalatok megbeszélése zajlik, elméleti összefoglalásra kerül sor.

– *Ahogy a szülőknek a gyermekei jelentik a legnagyobb büszkeséget, a tanárnak a tanítványai. Jó érzés, ha egy-egy tanítvány az országban, az országon kívül itt-ott felbukkan és elismeréssel emlékszik tanárára, aki a pályán elindította.*

– Igen, egyetértek ezzel. Tanárként nagyon büszke vagyok minden tanítványomra, aki sikerrel veszi az elé kerülő akadályokat, legyen szó akár sportteljesít-

ményről, akár a kémiáról. Azokra természetesen még büszkébb vagyok, akik szabadidejükből, energiájukból az átlagnál jóval többet áldoznak azért, hogy ebben a tudományágban elmerüljenek. Gondolok itt az érettségire készülőkre, a versenyzőkre.

Számtalanszor megtapasztaltam, hogy ezek a tanítványok évek múltán sem felejtik az akár a tanórákon, akár az egyéb foglalkozásokon szerzett élményeket, viz-szátérnek mesélni tanulmányaik, munkájuk eredményeiről, kifejezik köszönetüket.

Most az a megtiszteltetés ért, hogy ilyen régi tanítványok kezdeményezésének és összefogásának köszönhetően kaptam a Magyar Kémiaoktatásért Díjat.

– *Hallhatnánk valamit a családról is?*

– Két fiam van, egyikük már dolgozik, a másik egyetemista. A feleségem magyar–orosz–történelem szakos középiskolai tanár. Ők hárman az életem közép-pontjai.

– *Kitüntetéseitekből úgy tűnik, hogy a lakóhelyed (Szigetszentmiklós Város Erdemes Pedagógusa, 2007) és az Emberi Erőforrások Minisztériuma (Kiváló Versenyfelkészítő Díj, 2016) is igyekszik elismerni munkádat, erőfeszítéseid. Most pedig a Magyar Kémiaoktatásért Díj éppen jókor érkezett, és további kiemelkedő pedagógusi életutat sugall. Ehhez kívánunk kitartást, további lelkesedést, erőt és sok jó tanítványt!*

Kiss Tamás

III. Müller Ferenc Kémiai Emlékverseny

Bonyhád, 2016.december 16.

Harmadik alkalommal szervezték meg a bonyhádi Petőfi Sándor Evangélikus Gimnáziumban a Müller Ferenc kémiaversenyt Tolna, Baranya, Fejér és Somogy megye 7–8. osztályos diákjai számára, A verseny célja a tellúrt felfedező Müller Ferenc emlékének ápolása.

A versenyen 15 iskola 32 csapata vett részt, összesen 94 diák, akik először egy írásbeli fordulóban mérettették meg magukat, majd a legjobb nyolc csapat egy kémia kvízversenyen vett részt, ahol a kémiai elemek sokszínűsége, változatossága, elnevezésük, fontosabb kémia és fizikai tulajdonságuk és gyakorlati felhasználásuk kerültek előtérbe. A győztes csapat ebben az évben a pécsi VK.I. Belvárosi Iskola csapata, Bogner Marcell, Herczeg András, Wágner Máté; felkészítő tanár Rósné Molnár Anita. Második helyen a dunajvárosi Dózsa György Általános Iskola egyik csapata, Kállai Soma, Rajcsányi Máté Attila, Szabó Kornél, a harmadik helyen a dunajvárosi iskola második csapata, Bárdos Marcell László, Gál Borbála Kinga és Szabó Dorka végzett; felkészítő tanár Csapó Mária.

Az első helyen végzett diákok nyeresége egy ausztriai tanulmányút Bécsben és Poysdorfbán, Müller Ferenc szülővárosában, a második-harmadik helyen végzett diákok a budapesti Magyar Természettudományi Múzeumba látogathatnak el a tanév folyamán.

Nagy István versenyszervező

Célkeresztben: a rák

– XI. Szent-Györgyi Albert Konferencia

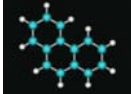
A BME Szent-Györgyi Albert Szakkollégium idén tizenegyedik alkalommal rendezi meg 2017 áprilisában a Szent-Györgyi Albert Konferenciát, melynek plenáris témája ezúttal a rákkutatás. Az eseménynek, mint mindig, a BME CH épülete ad majd otthont.

A rendezvényt kissé új kontörsbe öltöztettük azáltal, hogy a fókusz a plenáris témáról áthelyeztük a témától független diákszekcióra. Ezzel szeretnénk egy fiatalos szakmai fórumot létrehozni, ahol a BSc- és MSc-képzésben részt vevő vegyész(mérnök)-, biomérnök-, környezetmérnök-, illetve rokon tudományterületeken dolgozó hallgatók poszter vagy előadás formájában bemutathatják saját kutatómunkájukat.

Miközben a jövő kutatóira helyezzük a hangsúlyt, a programot a rákkutatás kiemelkedő hazai kutatóinak előadásai színesítik majd. Az előadók meghívásánál nagy gondot fordítottunk a téma sokszínűségének és fontosságának bemutatására.

Amennyiben felkeltettük érdeklődését, látogasson el a **szaszkonferencia.ch.bme.hu** oldalra, ahol számos további információt talál. A felmerülő kérdésekkel kapcsolatban keressék a konferencia szervezőit a szaszkonf@gmail.com email címen!

Molnár Dániel és Tóth Gábor
főszervezők



Útban a zöldebb foszforkémia felé

Beszélgetés Keglevich György professzorral

Keglevich Györggyel, a BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar Szerves Kémia és Technológia Tanszékének vezetőjével 2016 decemberében beszélgettünk. Mielőtt bekapcsoltam volna a diktafont, három füzetet nyújtott át. Az egyik a Tanszék „2015. évi oktatási és kutatási tevékenysége”-t foglalja össze, a másik „az oktatók szakmai tevékenysége”-t mutatja be, a harmadik a Periodica Polytechnica tematikus száma, amely a tanszék „100/75.” évfordulójára született [1].

– Régebben voltak olyan kollégáink – *magyarázta Keglevich professzor* –, akik nem produkáltak túl sokat, miközben magukat próbálták előtérbe helyezni. Amikor tanszékvezető lettem, azt mondtam, hogy töltsünk tiszta vizet a pohárba: nézzük meg, ki mit tett le az asztalra, és próbáljunk meg örülni a másik sikerének is. Tizennyolc éve szerkesztjük ezeket a füzeteket – jól dolgozunk velük, de igen hasznosak.

2007 óta két tanszékből vagyunk „öszszegyúrva”: a Zemlén-alapította Szerves Kémia Tanszék 2015-ben volt 100 éves, a Csűrös-vonal pedig – a korábbi „tanszékem”, amely a kezdeti textiltechnológiáról fokozatosan tért át a gyógyszeres irányvonalra – 75 éves. Innen származik a 100/75.

– *Nemsokára lesz egy újabb jubileum: tíz éve olvadt össze a két tanszék.*

– Mintha most lett volna! 2006-ban költöttünk át a központi épületből, mert a lágymányosi ingatag alap miatt körülbelül húsz centit süllyedt a déli rész. A szakemberek attól féltek, hogy megroppan a középső szakasz, ezért ki kellett költöznünk, és ezután alábetonozták az épületet. Faigl Ferencsel, Marosi Györggyel és Farkas Lászlóval alakítottuk ki a terveket, hogy „belakjuk” az F épület ránk eső részét: korszerű laborokat szereltünk fel. A tanszék-egyesítésnek az volt az előzménye, hogy az egyetemen kb. száz tanszék működött, de csak a fele felelt meg az 10–5–1-es szabálynak, amely előírja, hogy a tanszéken kell lennie legalább egy professzornak, legalább öt PhD-fokozattal rendelkező és öt további munkatársnak. Mi, vegyészek, bár bőven teljesítettük az említett kritériumot, mégis csökkentettük a tanszékek számát – gazdaság okok miatt.

Akkoriban egy szükségállapot közepén

voltunk: olyan kevés költségvetési pénz jutott ránk, hogy körülbelül tíz évig nem lehetett fiatalítani, illetve előléptetni. Ez a folyamat a Bokros-csomaggal kezdődött, amikor – kimondani is borzasztó! – 55–58 éves adjunktusokat, docenseket küldtek nyugdíjba. Többen megkeseredtek közülük. E miatt a tíz év miatt szinte teljesen hiányzik a karon a 48–58 éves korosztály. Fiatalok viszont vannak – de ez nem általános az egyetemen. Nem minden vezető érti ugyanis, hogy ahhoz, hogy egy tanársegéd vagy adjunktus itt maradjon – miközben a tanársegédi fizetés a doktoranduszi ösztöndíjjal összemérhető –, törődni kell vele. Nagyon örülök, hogy most hét fiatal adjunktus és két tudományos munkatárs dolgozik nálunk. És azt hiszem, jól érzik magukat – mert segítjük őket a kutatásban, a cikkírásban, bevonjuk őket az oktatásba, a szerződéses munkákba.

Régen nagy megtiszteltetésnek számított, ha kineveztek valakit tanársegédnek. Ezután többnyire magára hagyták, de velünk már akkor is törődtek. Ha úgy tetszik, ezt a hagyományt visszük tovább.

A tanszékünk másik kincse, hogy meg tudtuk tartani az idősebbeket.

– *Ők emeritusok, vagy „csak úgy” bejárnak?*

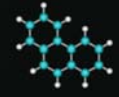
– A nyugdíjas kollégák igénylik, hogy bejárhassanak és taníthassanak. Kapnak ugyan csekély honoráriumot, de nem ez hozza vissza őket, hanem az elkötelezettségük. „Önkéntes szerződés”-t kötünk velük; hozzánk tartoznak, használhatják az egyetem nevét, vannak jogaik, például dolgozhatnak a szerződéses munkájukon, és ebből kiegészíthetik a nyugdíjukat.

A régi Szerves Kémiai Technológia Tanszéken Tőke László és Fogassy Elemér pro-

fesszorok – a korábbi tanszékvezetők – lendítették fel az alkalmazott szerves kémiai kutatómunkát. Tőke Lászlót a Szerves Tanszékről helyezték át, hogy nagyobb hangsúly kerüljön a kutatásra a „Csűrös-tanszéken”, amit akkor Rusznák István professzor vezetett. Fogassy professzor a doktoráns-képzésért tett nagyon sokat. Egyetemi szinten mi vagyunk az egyik legjobb tanszék ezen a téren. Miért? A válasz nagyon egyszerű, de még a karon sem követik a példánkat. Fogassy Elemér vezette be a PhD-hallgatók félévenkénti beszámolóját. Ez ösztönzi a fiatalokat, versenyeznek egymással (pontosan tudják, hol állnak a rangsorban), és ennek – meg a törődésnek – köszönhető a 85–90 százalékos körüli végzési rátánk. Országosan 35, az egyetemünkön átlagosan 45 százalék lehet ez a szám. Sokan arra törekednek, hogy minél tovább tartsák a laborban a doktoránst. Ellenzem ezt a felfogást, és ennek hangot is szoktam adni. Most átalakul a PhD-képzés: két év után komplex vizsgát kell majd tenni. Megnézzük, hogy ennyi idő alatt mit tett le a delikvens az asztalra. Ha van számottevő eredmény, akkor hadd folytassa. Ezzel az intézkedéssel a 35 százalékos arányon akar a kormányzat változtatni – mert elképesztő, hogy 10 emberből csupán 3 vagy 4 végez. A második két év akár öt évre is elnyújtható, legalábbis addigra kell befejezniük a „doktori cselekményt”, ami nem túl szerencsés.

– *Mi történik a hallgatókkal, ha elnyelik a fokozatot?*

– Az ipar egyre inkább a PhD-diplomásokat várja. Leépült ugyan az ipari kutatás, de még mindig van kutatás-fejlesztés főleg a Richterben, és kisebb mértékben az Egisben és a Chinoiban, sőt további kis

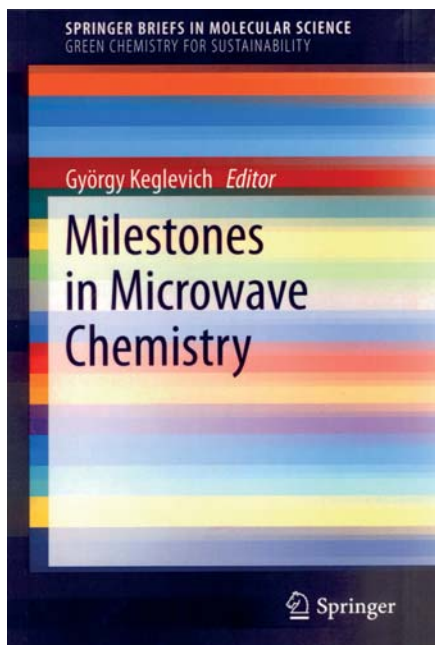


cégekben is. A PhD-diploma jó befektetés, már a kezdők is rendesen keresnek. És a mi PhD-diplomásainkat megbecsülik. A gyógyszeripar – nekünk ezzel erős a kapcsolatunk – szinte lesi, hogy ki mikor végez. A Richterből el is csábították az egyik frissen végzett doktoránsomat, akit poszt-doktorként szerettem volna még tartani, de végül is büszke vagyok rá, hogy a Richtert erősíti.

A mi tanszékünk régen is nagyon jó volt. Az utóbbi tizenöt évben talán tőlünk került ki a legtöbb kari vezető. Bitter István például Gál Sándor dékánysága idején volt dékánhelyettes. Két másik korábbi dékánhelyettes szintén a mi régi tanszékünkön „nevelkedett”. Most Faigl Ferenc professzor a dékán és Nagy József docens az egyik helyettese. A professzorok nagyobb száma problémát is jelentett, mert sok bért igényeltünk. Csak akkor léptethetünk elő kollégákat vagy vehetünk fel újakat, ha van bevételünk. Erre pedig úgy tehetünk szert, ha bőven van oktatási terhelésünk, amit nem az előadások növelnek meg, hanem inkább az egyéni feladatok. A tanszékünkön minden oktatónak legalább négy hallgatót „kell vinnie” egyéni feladatosként. Néhány nagyobb csoportban akár 6–8 hallgató is juthat egy oktatóra. Az elmúlt években sok diákunk volt, és így „költségvetési pluszba” kerültünk: ennek köszönhetően maradt vegyszerekre és vizsgálatokra is némi pénzünk.

– *A rengeteg hallgatót beszámítva is feltűnően sokat publikálnak. Hogyan közöl évi negyven cikket a csoportja?*

Mérőldkövek a mikrohullámú kémiában.
Szerkesztette: Keglevich György

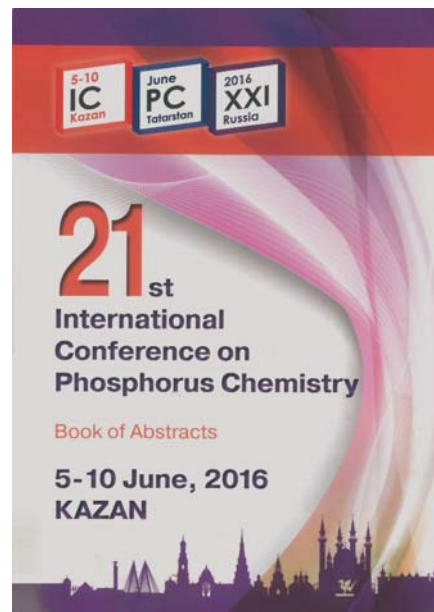


– A PhD-védéshez előírás három impactfaktoros és egy további cikk közlése. Többen attól félnek, hogy ez a követelmény (ami szerintem egyáltalán nem túlzott) elriasztja a hallgatókat, holott a jó légkörben zajló, becsületes munka vonzza a diákokat, akik örülnek, ha cikkeik jelennek meg. Az aktív kutatóknak rengeteg lehetőségük nyílik a publikálásra. Biztosan nem csak én kapok hetente tucatnyi felkérést, amelyből néhány nívós lapoktól érkezik. A felkérések lehetőséget adnak például előközlésre vagy review-cikkre, tematikus szám szerkesztésére. Azt a folyóiratot kötelességünk is támogatni, ahol szerkesztők, szerkesztőbizottsági tagok vagyunk. Nagyon hálás feladat a mini-review-írás, mert munka közben a saját kutatási területünket tekintjük át. Ma divat a review-cikkek írása, és erre bátorítom is a kollégákat, bár egy komoly dolgozatra, könyvfejezetre rámehet akár a nyarunk is. Cserébe rutint szerzünk – ugyanúgy, mint a bírálatok megírásában. Szerkesztőként nem ritkán 30 cikket kezel, és átlagosan legalább három komoly kéziratot bírálok hetente. A (relatív) boldogságom titka, hogy nem görgetem magam előtt a feladatokat, hanem lehetőleg mindent azonnal elvégzek.

Mostanában a jobb konferenciák plenáris és „keynote” előadásai szintén publikálhatók. Én leginkább a nemzetközi „foszforkonferenciákon” veszek részt; nemrég volt a 21. Kazánban – a szerves foszforkémia szülőhelyén –, a 22.-et pedig Budapesten tartjuk 2018-ban. A MKE csapata segít majd a lebonyolításban. Ezek a konferenciák nagyon rangosak; volt már ilyen Sendaiban, Xiamenben, Wrocławban, Rotterdamban, Birminghamban, Cincinnati-ban, Jeruzsálemben, Toulouse-ban és Tallinnban. A 2018-as rendezvényért az Egyesült Államokkal versenyeztünk, és mi nyertünk, mert ide akartak jönni az emberek! Ez hazánkon kívül talán a mi szakmai munkánk elismerése is. Azt hiszem, ez a konferencia lesz a pályám csúcspontja.

Manapság érezhetően megváltozott a hallgatók szakmai felkészültsége és viselkedése. Sajnos, negatív irányba! Persze, tisztelet a sok-sok kivételnek! Tanszékünk a közelmúltban napirendre tűzte a „Z” generációval kapcsolatos problematika kérdését.¹ Az „Y” generációval még jól elboldogulunk. A „Z”-sek azonban már számítógépen nőttek fel, elválaszthatatlanok a mobiltelefonjuktól, és sokan nem szívesen írnak, nem képesek „szintetizálni” az is-

¹ Az 1980 és 1999 között született fiatalokat sorolják az Y, az 1996 és 2007 közöttiek a Z generációba.



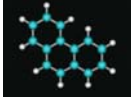
A kazáni konferencia előadásainak összefoglalói.

„A következő kötetet mi adjuk ki!”

meretanyagot, illetve következtetéseket levonni, és sokszor nem ismerik az alapvető udvariassági szabályokat sem. Engem nem zavar, ha esznek az órán – de Pungor professzor anno ezért még kizavarta a hallgatókat. Nagy József professzor szeretlen kémia óráira pedig csak a szünetben mehettek be a késők – a mai diákok 45 percen keresztül érkeznek. Az előbb említett tanszéki értekezleten azt beszéltük meg, hogyan tudnánk változtatni. „Be kell vésni” a tudatukba a szabályokat, és szigorúan meg kell követelni a betartásukat. Ezenkívül motiválni kell a hallgatókat. Egyébként is szeretek érdekességeket mondani az előadáson, de ezekre most fokozottan felhívom a figyelmet. A jobbknak külön feladatokat tűzünk ki – mert tévedés ne essék: nem az összes hallgatóról beszélünk! 40 százalék ma is olyan, mint régen, a második 40 százalékkal sem lenne baj, ha a maradék 20 százalék – amely a túlélésre játszik – nem rontaná el. De még a jókkal is nehéz néha elérni, hogy a TDK-dolgozat írását ne a beadás előtt pár hét tel akarják elkezdni. Vallom, hogy oktató-nevelő munkát folytatunk, és ebben sok partnerem van a Tanszéken.

– *Ahogy a kutatásban is.*

– Hadd kezdjem az elején: hallgatókóromban a „Foszforvegyületek szintézise” szakdolgozat-témát választottam, amit Petneházy Imre – ma egyetemi magántanár – írt ki. A műszaki doktori disszertáció is ebből a témából készült, Petneházy Imre és Tőke László professzor mentorálásával. A Perkov–Arbuzov-reakció mecha-



nizmusát, kinetikáját vizsgáltam. Ez a reakció a növényvédő szerek előállítása miatt volt fontos. A munkából négy nemzetközi cikk született [2], ami szokatlanul számított egy műszaki doktori értekezéshez kapcsolódó kutatásban. Akkoriban találkoztam Louis D. Quin foszforkémikussal, aki meghívott az Észak-karolinai Egyetemre posztdoktornak. Nála P-heterociklusos vegyületekkel foglalkoztam közel másfél évig; később kétszer is visszamentem hozzá, de már a Massachusettsi Egyetemre [3,4]. A P-heterociklusos kutatást az ő beleegyezésével itthon is folytattam; új területeket nyitottam, és nagyon jó együttműködés alakult ki. Ennek köszönhetően hamar megszereztem a kandidátusi fokozatot, 37 évesen pedig a nagydoktorit. Kiváló szerves kémikusok voltak a bizottsági tagok: Messmer András, Kucsman Árpád, Kapovits István, Bernáth Gábor és Pintér István. Több új P-heterociklusos vegyületcsaládot állítottunk elő [5–7], köztük bioaktív származékokat; mechanizmusokat tártunk fel, új reagenseket, új szintézismódszereket dolgoztunk ki [8–10] – idézik is rendszeresen ezeket a munkákat.

Tíz-tizenöt évvel ezelőtt arra gondoltunk, hogy a környezetbarát diszciplínával, a zöldkémiaiával kellene összekapcsolni a kutatásainkat. Hamar kiderült, hogy ez nem volt rossz választás. A foszforkémiaiban sok fontos – akár ipari jelentőségű – reakció van, amely nem felel meg a zöldkémiai elvárásoknak. Például a növényvédő szerek, a tenzidek, a katalizátorok gyártása mind foszforral kapcsolatos. Mi a mikrohullámú technika alkalmazását helyeztük előtérbe. Sohasem felejttem el: a nyolcvanas évek közepén Franciaországban jártam, és bevittek egy laborba, ahol csupa konyhai mikrohullámú sütővel dolgoztak. Mondták, hogy vigyázni kell, nehogy felrobbanjon az ember, mert a sütőkben nincs semmiféle kontroll. Ekkor kezdtem érdeklődni a mikrohullámú kémia iránt. Konyhai mikrohullámú sütőben soha nem folytattunk kísérleteket, inkább beszereztünk néhány professzionális reaktort. Ezekben a legtöbb reakció gyorsabb, hatékonyabb lesz, és kevesebb melléktermék keletkezik, mint egyébként. Mi azonban olyan reakciókat is kerestünk, amelyek nem játszódhatnak le a hagyományos melegítés hatására. Ezek közé tartozik például a különböző „foszfortartalmú savak” észteresítése. Szerves kémiai evidencia, hogy bár a karbonsavakat lehet, a foszfinsavakat nem lehet közvetlenül alkoholokkal észteresíteni. Betettük a reaktánsokat a mikrohullámú berendezésbe – és láss csodát: lezajlott a re-



A legközelebbi munkatársakkal

akció [11,12]. A tioészteresítés és az amidálás már nehezebben ment.

– *Miért?*

– Mindjárt mondom. Én egyedül kicsi vagyok, de óriási csapattal dolgozom együtt. Hadd említsem meg Grün Alajos docent, Bálint Erika tudományos munkatársat, Kiss Nóra Zsuzsa és Bagi Péter adjunktusokat, Kovács Tamara doktorjelöltet, valamint Sőregi-Nagy Dávid, Tajti Ádám és Rádai Zita szenior doktoránsokat. Mindig fontosnak tartottam például, hogy kiszámoltassam a reakciók energetikáját. Régebben Körtvélyesi Tamás számolt nekünk, újabban Mucsi Zoltán. A mikrohullámú kivitelezés szempontjából ugyanis fontos a reakciók energetikája. Az észteresítéseknek gyakorlatilag nincs energianyeresége, termoneutrálisak a reakciók. Míg a foszfinsavak esetében relatíve nagy az aktiválási energiaigény (130 kJ/mol), a karbonsavaké feleakkora. Ezért tudjuk a karbonsavakat már 100 °C alatt észteresíteni, de a foszfinsavaknak kell a mikrohullámú segítség [13]. A tioészteresítés endoterm reakció, ami már lehetetlenné teszi a mikrohullámú megvalósítást. Az amidálás is endoterm, és bár kisebb az aktiválási energiája, ebben az esetben is csak részleges konverziót érünk el. Tehát a mikrohullámú technikát a termoneutrális és nagy aktiválási energiájú reakciók esetében érdemes bevetni.

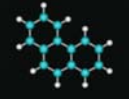
– *Hogyan segíti a mikrohullámú sugárzás a reakciókat?*

– Éppen ennek a megértésén dolgozunk. A mikrohullámok hatását nem kevesen valamiféle „fekete mágiaként” fogták fel korábban. Volt egy másik tábor is, amelyik azt mondta, hogy valószínűleg vala-

milyen különleges termikus hatásról van szó. Mikrohullámú besugárzáskor a poláris molekulák periodikusan változó elektromágneses térbe kerülnek, és a dipólus molekulák elkezdnek oscillálni, azaz felveszik az elektromágneses tér változásának ritmusát. Az ide-oda mozgó molekulák kicsit elcsúszhatnak egymáson, és ez a súrlódás vezet a melegedéshez. Ez a folyamat nem minden szegmensben játszódik le ugyanúgy, hanem lesznek olyan helyek, ahol nagyobb lokális túlmelegedés következik be: itt az átlagos hőmérsékletnél néhány fokkal, vagy akár 60 °C-kal melegebb gócok is kialakulhatnak. A kisebb túlmelegedések természetesen sokkal gyakoribbak. A mikrohullámú melegítés nagyon kíméletes, mert csak hol itt, hol ott melegszik jobban az anyag egy-egy „nanoszegmensben”, de ez a túlmelegedés már elég lehet az aktiválási entalpia leküzdésére.

– *Molekuláris szinten nem jelentkezik a besugárzás hatása?*

– Ez izgalmas kérdés. Mi most a lokális túlmelegedés eloszlását próbáljuk meg (önkéntesen választott) eloszlásfüggvény figyelembevételével matematikailag modellezni, erről már három cikkünk jelent meg. Feltételezve, hogy az elegynek mekkora hányada melegszik túl, a különböző, lokális túlmelegedésekhez tartozó és az Arrhenius-egyenlet alapján számolt parciális sebességi állandók kiadják a teljes rendszerre vonatkozó sebességi állandót, és így ki tudjuk számolni, hogy mekkora lesz a reakció „eredő” sebességi állandója [14,15]. A mért sebességi állandóval való összehasonlításból aztán megállapítjuk, hány százalék melegedhetett túl valójá-



ban. Persze, többféle eloszlás, többféle modell is elképzelhető; eddig még csak mi adtunk kvantitatív képet egy mikrohullámú reaktorban zajló reakció sebességnövekedésére.

A mikrohullámú technikát már tanítjuk a hallgatóknak. Ezt a módszert nemcsak reakciók megvalósítására, hanem analitikai műveletek során is alkalmazzák roncsolásra, illetve extrakcióra. A zöldkémiai ajánlás szerint a gyógyszereket lehetőleg nem petrokémiai alapon célszerű szintetizálni, hanem inkább a természetben előforduló növényekből ajánlatos kinyerni a hatóanyagot. Erre is alkalmas a mikrohullámú extrakció.

Azt is fontosnak tartjuk, hogy katalizátorrendszereket váltsunk ki vagy egyszerűsítsünk a mikrohullámú sugárzás alkalmazásával. A zöldkémia 12 alapelve között szerepel, hogy előnyben részesítjük a katalitikus reakciókat. Igen ám, de sok olyan reakció van, ahol nem is lenne szükség katalizátorra, hisz egyszerű melegítésre lejártszódik a kémiai átalakulás. Időnként megkérdezem a hallgatóktól: melyik a „zöldebb”, ha egy reakció szobahőmérsékleten is lejártszódik egy speciális katalizátor jelenlétében, vagy ha fölmelegítjük a reakcióelegyet 60–80 °C-ra, és elhagyjuk a katalizátort? Sokan küzdenek azért, hogy szobahőmérsékleten játszódjon le egy reakció, és a siker érdekében még elvárásolt, drága, mérgező katalizátort is hajlandók bevetni. Például a Kabachnik–Fields-kondenzációkhoz „csodálatos” katalizátorokat írtak le, de mi azt találtuk, hogy mikrohullámú besugárzással katalizátor nélkül is lejártszódik a reakció [16,17]. A Hirao-féle foszfor–szén kapcsolási reakcióhoz többen „egzotikus” foszfortartalmú ligandumokat, palládiumhoz kötött foszfinokat használnak. Gondoltunk egy bátrtat: mi van, ha csak palládium-acetátot adunk a kapcsolási reakcióhoz? És a reakció működött [18,19]! Miért? Mert az egyik reagens, egy öt vegyértékű, négyes koordinációjú foszforvegyület tautomer egyensúly révén átbillenhet hármas koordinációjúvá, és az már ligandumként viselkedhet. Kicsit több reagenst kell csak bemérni, de ez a vegyület olcsó. Ebből a munkából született a legutóbbi doktori disszertáció a csoportomban. Azóta más katalizátorrendszereket is próbálunk egyszerűsíteni. Vagy tekintünk a fázistranszfer katalízist. A kvarter ammóniumsó vagy koronaéter katalizátorok segíthetik a fázisok közötti anyagtranszportot. Mi azt találtuk, hogy ha a rendszert mikrohullámmal sugározzuk be, bizonyos esetekben a fázistransz-

fer katalizátor elhagyható, ugyanis a mikrohullám is elősegítheti a fázisok közötti átmenetet [20,21]. A mikrohullámú besugárzás ipari alkalmazása persze nem egyszerű.

Fontos területünk még a különféle, köztük a királis P-ligandumok előállítása és azok platinakatalizátorokban való hasznosítása [22–25]. Új kétfogú P-ligandumokat is bevezettünk [26].

Az oldószerekről sorra derítik ki, hogy ártalmasak. Már a toluolról is azt mondják, hogy genotoxikus. Az oldószerek helyes megválasztását szintén tanítjuk, és néhány MSc-kurzusunkra ipari kollégákat kérünk fel zöldkémiai tapasztalataik átadása céljából. A mikrohullámú reakciók olvadékban is lejátszódhatnak, a mi reaktorunk 220 °C-ot is elbírt. Tehát a mikrohullámú berendezések akár oldószermentes reakció-megvalósításra is alkalmasak. Hígításra és keverésre azért szükség lehet. Lelkesen dolgozunk a rossz oldószerek lecserélésén, de a legszívesebben elhagyjuk az oldószereket. Az oldószerek kiváltása más munkáinkban is előkerül.

Eddig éppen csak utaltam az ipari tevékenységünkre. A Richter dorogi gyáregységében néhány hatóanyagot gyártanak a csontritkulás leküzdésére. Ezekből nagyon kis mennyiséget kell szedni, ezért nem túl nagy volumenű a termelés. A szintézis viszont drága, és nem „zöld” – ezért több éve foglalkozunk a drózsavak (hidroxibiszfosfonátok) gazdaságos előállításával [27–29].

– *Az előbb említette, hogy a mikrohullámú technika ipari megvalósítása nem egyszerű feladat.*

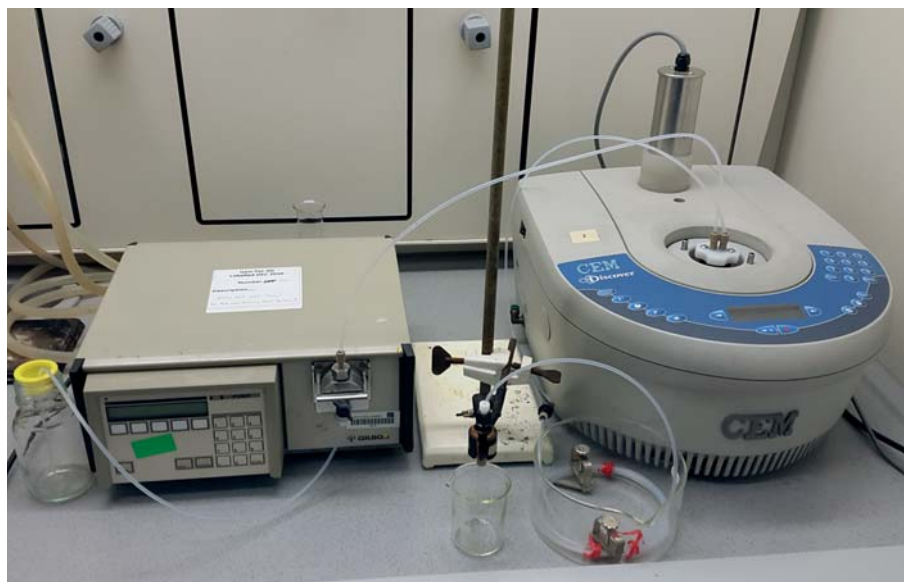
– A mikrohullámú reakciók megvalósításának egyik gátja, hogy nem állhat fémből a reakcióedény. Az „ipari méretű” üveg meg veszélyes, mert eltörhet, de maga a besugárzás megvalósítása sem egyszerű nagyméretű berendezések esetén. Ezért az iparban nem használhatunk szakaszos eljárást. Marad a folytonos megoldás [30]. Már kétféle ilyen reaktorunk is van. Jó analógia az áramlások kémia. Ott a reakció kapillárisokban folyik, hogy elkerüljék a robbanást. Akár sok ezer kapillárist helyezhetnek el egymás mellett, és „sok kicsi sokra megy”: megnő a kapacitás. Ha a mikrohullámú reaktorban kis, párhuzamos csövekben folyhat a reakció, az eljárás ipari méretben is működhet. Ez lehet a jövő útja. Az alkalmas reakciók megkezdése megint komoly kihívás, mert például nem tömődhet el a cső és nem lehet vizközös az anyag. Közben fejlődnek a berendezések, és tervezzük egy új modell beszerzését is.

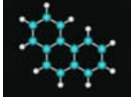
Látja, még ennyi év után is izgalomba jövök a kémiától!

– *És a tanítástól. Otthon is volt kit tanítani. Kristóf fia nemrég írt remek cikket az MKL-be.*

– Kristóf kémia–történelem szakos tanár. A Fazekasban tanít kémiát, bár történelemből doktorált. A disszertációjában középkori cisztercita monostorokról írt, de a pecsétek kémiai elemzésére is kitért. Péter adjunktus a CH épület alkaloidkémiai laboratóriumában, Hazai László professzor mellett. Szerencsés, hogy még tanulhatott Szántay professzortól. Laura rezidens reumatológus, és a másfél éves Jo-

Folytonos mikrohullámú reaktor. A mikrohullámú egységben kis reaktor-spirál van (ez nem látszik); a bal oldalon lévő perisztaltikus pumpa juttatja be az egyik csövön a reagenseket, egy edényben pedig az elreagált elegy gyűlik





A csoport másik folytonos mikrohullámú reaktora. Fölül a hűtő látszik. Alatta teflonszőben játszódik le a reakció. „Ezt magunk alakítottuk át a megfelelő kapacitásra”

hanna mamája. Andris fiam, a legkisebb, a Richterben dolgozik, talán nem meglepő, hogy gyógyszer-vegyészmérnökként.

– *Olvastam, hogy a Keglevichék között „császári és királyi aranykulcos” is volt. Ennek a családnak az utódai?*

– Nem tudok erről. Nagy Iván „Magyarország családjai” könyvéből kiderül, hogy a török időkben Kégel várát „védtük” hősiessé, és ezért kaptuk a Keglevich nevet. Kálmán nagyapám pedig azt mesélte, hogy abból a horvát eredetű, elszegényedett nemesi ágból származunk, amelyikben az egyik főúr beleszeretett a cselédjébe, és elvette feleségül.

Silberer Vera

IRODALOM

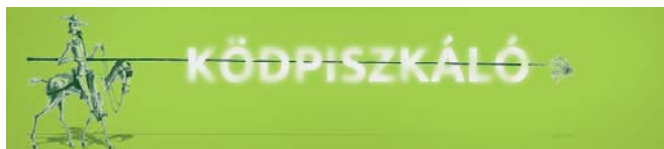
- [1] Keglevich G.: Editorial for the 100+75 Anniversary Issue of Periodica Polytechnica Chemical Engineering. Per. Polytechn. Chem. Eng. (2015) 59, 1–2.
- [2] Petneházy I., Keglevich G., Tőke L., Hudson, H.R.: Mechanism of the reaction of trialkyl phosphites with α -halogenoacetophenones in alcoholic solvents. J. Chem. Soc. Perkin Trans. (1988) 2, 127–132.
- [3] Quin L. D., Keglevich G., Ionkin A.S., Kalgutkar R., Szalontai G.: Phospholes with reduced pyramidal character from steric crowding I., Synthesis and NMR characterization of 1-(2,4-di-tert-butyl-6-methyl)phenyl-3-methylphosphole. J. Org. Chem. (1996) 61, 7801–7807.
- [4] Keglevich G., Böcskei Z., Keserű G. M., Újszászy K., Quin L. D.: 1-(2,4,6-Tri-tert-butylphenyl)-3-methyl-

phosphole: A Phosphole with a significantly flattened phosphorus pyramid having pronounced characteristics of aromaticity. J. Am. Chem. Soc. (1997) 119, 5095–5099.

- [5] Keglevich G., Petneházy I., Miklós P., Almásy A., Tóth G., Tőke L., Quin L. D.: Ring expansion in the addition of dichlorocarbene to 2,5-dihydro-1H-phosphole 1-oxides. J. Org. Chem. (1987) 52, 3983–3986.
- [6] Keglevich G.: Synthesis of 6- and 7-membered P-heterocycles by ring enlargement. Synthesis (1993) 931–942.
- [7] Keglevich G.: 6-Membered P-heterocycles: 1,2-Dihydro-, 1,2,3,6-tetrahydro- and 1,2,3,4,5,6-hexahydrophosphinine 1-oxides. Curr. Org. Chem. (2006) 10, 93–111.
- [8] Keglevich G., Chuluunbaatar, T., Ludányi K., Tőke L.: Phosphine-boranes based on the 7-phosphanorbornene framework; A regioselective approach to the monoboranes of the dimers of phospholes. Tetrahedron (2000) 56, 1–6.
- [9] Keglevich G., Forintos H., Körtvélyesi T.: Synthesis and reactions of α -oxophosphoranes/ ylides containing a cyclic or acyclic P-moiety. Curr. Org. Chem. (2004) 8, 1245–1261.
- [10] Keglevich G., Szelke H., Kovács J.: Fragmentation-related phosphinylation and phosphorylation of nucleophiles utilising the bridging P-unit of 2-phosphabicyclo[2.2.2]oct-5-ene derivatives. Curr. Org. Synth. (2004) 1, 377–389.
- [11] Keglevich G., Kiss N. Z., Mucsi Z., Körtvélyesi T.: Insights into a surprising reaction: The microwave-assisted direct esterification of phosphinic acids. Org. Biomol. Chem. (2012) 10, 2011–2018.
- [12] Kiss N. Z., Keglevich G.: Microwave-assisted direct esterification of cyclic phosphinic acids in the presence of ionic liquids. Tetrahedron Lett. (2016) 57, 971–974.
- [13] Mucsi Z., Kiss N. Z., Keglevich G.: A quantum chemical study on the mechanism and energetics of the direct esterification, thioesterification and amidation

of 1-hydroxy-3-methyl-3-phospholene 1-oxide. RSC Adv. (2014) 4, 11948–11954.

- [14] Keglevich G., Greiner I., Mucsi Z.: An interpretation of the rate enhancing effect of microwaves – modelling the distribution and effect of local overheating – A case study. Curr. Org. Chem. (2015) 19, 1436–1440.
- [15] Keglevich G., Kiss N. Z., Mucsi Z.: Milestones in microwave-assisted organophosphorus chemistry. Pure Appl. Chem. (2016) 88, 931–939.
- [16] Keglevich G., Bálint E.: The Kabachnik–Fields reaction: Mechanism and synthetic use. Molecules (2012) 17, 12821–12835.
- [17] Bálint E., Tripolszky A., Jablonkai E., Karaghiosoff K., Czugler M., Mucsi Z., Kollár L., Pongrácz P., Keglevich G.: Synthesis and use of α -aminophosphine oxides and N,N-bis(phosphinoylmethyl)amines – A study on the related ring platinum complexes. J. Organomet. Chem. (2015) 801, 111–121.
- [18] Keglevich G., Jablonkai E., Balázs L. B.: A “green” variation of the Hirao reaction: the P–C coupling of diethyl phosphite, alkyl phenyl-H-phosphinates and secondary phosphine oxides with bromoarenes using P-ligand-free Pd(OAc)₂ catalyst under microwave and solvent-free conditions. RSC Adv. (2014) 4, 22808–22816.
- [19] Jablonkai E., Balázs L. B., Keglevich G.: A P-ligand-free nickel-catalyzed variation of the Hirao reaction under microwave conditions. Curr. Org. Chem. (2015) 19, 197–202.
- [20] Keglevich G., Novák T., Vida L., Greiner I.: Microwave irradiation as an alternative to phase transfer catalysis in the liquid-solid phase, solvent-free C-alkylation of active methylene containing substrates. Green Chem. (2006) 8, 1073–1075.
- [21] Grün A., Bálint E., Keglevich G.: Solid-liquid phase C-alkylation of active methylene containing compounds under microwave conditions. Catalysts (2015) 5, 634–652.
- [22] Kollár L., Keglevich G.: P-heterocycles as ligands in homogeneous catalytic reactions. Chem. Rev. (2010) 110, 4257–4302.
- [23] Bagi P., Ujj V., Czugler M., Fogassy E., Keglevich G.: Resolution of P-stereogenic P-heterocycles via the formation of diastereomeric molecular and coordination complexes (a review). Dalton Trans. (2016) 45, 1823–1842.
- [24] Bagi P., Kovács T., Szilvási T., Pongrácz P., Kollár L., Drahos L., Fogassy E., Keglevich G.: Platinum(II) complexes incorporating racemic and optically active 1-alkyl-3-phospholene P-ligands; Synthesis, stereostructure, NMR properties and catalytic activity. J. Organomet. Chem. (2014) 751, 306–313.
- [25] Keglevich G., Szelke H., Kerényi A., Kudar V., Hanusz M., Simon K., Imre T., Ludányi K.: New chiral P-ligands: P-amino- and P-cycoalkoxy dibenzo[c,e][1,2]oxaphosphorines. Tetrahedron Asym. (2005) 16, 4015–4021.
- [26] Keglevich G., Sipos M., Szieberth D., Nyulászi L., Imre T., Ludányi K., Tőke L.: Weak intramolecular interactions as controlling factors in the diastereoselective formation of 3-phosphinooxido- and 3-phosphono-1,2,3,6-tetrahydrophosphinine 1-oxides. Tetrahedron (2004) 60, 6619–6627.
- [27] Hudson H. R., Wardle N. J., Bligh S. W. A., Greiner I., Grün A., Keglevich G.: N-Heterocyclic Dronic acids; applications and synthesis. Mini-Rev. Med. Chem. (2012) 12, 313–325.
- [28] Nagy D. I., Grün A., Garadnay, Greiner I., Keglevich G.: Synthesis of hydroxymethylenebisphosphonic acid derivatives in different solvents. Molecules (2016) 21, E1046.
- [29] Garadnay S., Grün A., Keglevich Gy., Neu J.: Új eljárás drónsavak gyógyszeripari előállítására. Magyar szabadalmi bejelentés, HUP1100071 (2011); Novel process for the preparation of dronic acids. WO2012/07787 (2012).
- [30] Keglevich Gy., Sallay P., Greiner I.: Folytonos üzemű mikrohullámú reaktorok. Magy. Kém. Lapja (2008) 63, 278–283.



Nagy dózisú C-vitamin: mire jó?

Időről időre találkozhatunk a nagy dózisban alkalmazott C-vitamin gyógyhatásairól szóló írásokkal. Számos, az alternatív gyógyászat iránt érdeklődő orvos is ajánlja betegeinek a C-vitamint nemcsak fertőzések esetén, de a tumorelles kezelés kiegészítéseként is. Kérdés, hogy a hangzatos állítások mögött az üzleti érdeken kívül van-e tudományos bizonyíték is.

A C-vitamin (L-askorbinsav) nélkülözhetetlen az emberi szervezet egészséges működéséhez, erős redukálószerként részt vesz az oxidációs folyamatokban, és számos enzim működését segíti elő. Kiemelkedő szerepet tölt be a kollagén szintézisében, így hozzájárul a fogak, a csontok, a kötőszövet és a kapilláris erek falának felépüléséhez és egészséges működéséhez. Súlyos C-vitaminhiány (skorbut) ma már nagyon ritkán fordul elő, elsődleges oka az egyoldalú, vitaminhiányos diéta. A skorbut rossz közérzettel, levertséggel, fogínyvérzéssel, apró bőrvérzésekkel és lassú sebgyógyulással jár. Számos növény és állat tud egyszerű cukrokból (D-glükóz, D-galaktóz) C-vitamint előállítani, az ember azonban erre nem képes, ezért a hiánybetegség megelőzése érdekében napi néhány tíz mg C-vitamin bevétele szükséges. A szervezetben nagyjából 1500 mg C-vitamin raktározódik, teljesen feltöltött raktárak mellett a napi 200 mg felett bevitt C-vitamin jelentős része a vesén keresztül kiürül a vizelettel.

A megadózis születése

A nagy dózisú C-vitamin tumorelles terápiában való előnyös hatásait több mint 40 éve vizsgálják. A vizsgálatok kiindulópontja egy 1959-ben megjelent közlemény volt, amely feltételezi a C-vitamin hiányában kialakuló kötőszöveti elváltozások kiemelkedő szerepét a tumoros betegségek létrejöttében.

A C-vitamin daganatellenes terápiában történő alkalmazása kapcsán gyakran előkerül Linus Pauling Nobel-díjas tudós neve, aki a '70-es években részt vett a vegyület ilyen célú felhasználásának első vizsgálataiban. A tudós a saját szakterületétől távol álló „hobbiként” foglalkozott a vegyülettel. Fontos leszögezni, hogy Linus Pauling Nobel-díjainak semmi köze nincs a C-vitaminhoz. Az elismert kutató először 1954-ben kapott kémiai Nobel-díjat „a kémiai kötés természetének kutatása terén elért eredményeiért, és ezeknek a komplex vegyületek szerkezet-meghatározásban történő felhasználásáért”, majd 1962-ben Nobel-békedíjjal jutalmazták a nukleáris fegyverek tesztelése elleni munkásságát. Pauling gyakran szenvedett súlyos megfázástól, ezért nagy

érdeklődéssel fogadta egyik biokémikus ismerőse tanácsát, aki a betegség megelőzésére napi több gramm askorbinsav fogyasztását ajánlotta. Mivel Pauling hatásosnak találta a kúrát, népszerűsíteni kezdte a módszert, és könyvet is írt a vegyület ilyen célú alkalmazásáról, amelyben napi 1–18 gramm C-vitamin fogyasztását javasolta. Később elterjedt, hogy a C-vitamin más betegségek kezelésére is alkalmas lehet, a számos vélt gyógyhatás közül máig a megfázás- és a daganatellenes hatás legismertebb.



A napi több gramm C-vitamint fogyasztók (vagy ilyen szereket árusítók) gyakran hivatkoznak Szent-Györgyi Albertre is. Kétségtelen, hogy a C-vitaminnal kapcsolatos felfedezéseiért kapott Nobel-díjat, de ezeknek semmi köze nincs a megadózis alkalmazásához – az általa is alátámasztott élettani igény napi pár tíz mg.

Daganatellenes hatás

Az askorbinsav daganatellenes hatása nem teljesen légből kapott. *In vitro* vizsgálatok során a C-vitamin, 0,1–100 mM koncentrációban csökkentette számos tumoros sejt osztódását, valamint fokozta több tumorelles szer és a sugárterápia hatását. A vegyület hatásában szerepet játszhat több sejten belüli jelátviteli út, valamint a vegyület direkt sejtpusztító (citotoxikus) hatása is. Ugyanakkor nem minden *in vitro* kísérlet zárult pozitív eredménnyel. Azok a leukémia- és limfómasejtek, amelyeket előzőleg C-vitaminnal kezeltek, csökkent érzékenységet mutattak több kemoterápiás szerre. Ha csak a lombikban nyert adatok alapján akarnánk megítélni a C-vitamin-kezelés hatását (ami hiba lenne) megállapíthatnánk: az askorbinsav-kezelés egyes esetekben hasznos lehet, máskor azonban kifejezetten veszélyes.

Több állatkísérlet igazolta a nagy dózisú C-vitamin előnyös hatásait bizonyos daganattípusok (pl. hasnyálmirigy-, máj-, prosztata- és petefészekdaganat) kezelésében. Az askorbinsav tumorelles hatásának kialakulásában szerepe lehet annak, hogy gátolja a daganatokat tápanyaggal és oxigénnel ellátó új erek képződését (azaz az angiogenezist). Más vizsgálatok azonban óvatosságra intenek, sőt veszélyre figyelmeztetnek: az askorbinsav mérsékelte több kemoterápiás szer hatását.

A '70-es évektől folynak humán klinikai vizsgálatok a C-vitamin daganatellenes hatásának felderítésére, azonban a korai tanulmányok eredményeiből – a megfelelő dokumentáció és kontrollcsoport hiánya miatt – nem vonhatunk le messzemenő következtetéseket. Az akkor közölt biztató eredményeket később nem sikerült placebókontrollos vizsgálatokban megismételni. Ugyanakkor a nagy dózisú C-vitamin több vizsgálat során is mér-





sékelt a kemo- és sugárterápia mellékhatásait (pl. hányinger, hányás, étvágytalanság, kimerültség). Egyes esetekben (pl. akut mieloid leukémiában, melanómában és vastagbél-tumorban szenvedő betegeknél) azonban a kombinációs kezelés során súlyos mellékhatásokat és a betegség jelentős progresszióját tapasztalták.

Mindezek alapján a C-vitamin nem tekinthető hatásos tumor-ellenes szernek: hatásossága nem megfelelően bizonyított, alkalmazásának viszont lehetnek kockázatai. Mivel minden daganat más, nem is várható, hogy generálisan minden esetben hasson. Elképzelhető, hogy bizonyos esetekben, a megfelelő adagolásban hasznos lehet, azonban az ezt igazoló adatok még nem állnak rendelkezésre.

Megfázás ellen?

A rendelkezésre álló bizonyítékok alapján úgy tűnik, hogy a preventív vagy terápiás céllal szedett C-vitamin átlagos fizikai terhelés esetén nem csökkenti jelentősen sem a megfázásos betegségek gyakoriságát, sem azok súlyosságát, és a betegség időtartamát sem befolyásolja. Bár az aszkorbinsav-fogyasztás egyes vizsgálatokban a placebóval szemben kimutathatóan kedvező hatásúnak bizonyult, a statisztikailag szignifikáns különbségek a

beteg számára többnyire alig érzékelhetőek. Ugyanis a statisztikailag és a klinikailag szignifikáns hatás nem egyenértékű...

A megelőzéssel kapcsolatos cikkek eredményeinek összesítése szerint a C-vitamin-fogyasztás nem csökkenti a megfázásos betegségek előfordulási gyakoriságát. Érdekes módon azonban azoknál, akik nagy fizikai stressznek voltak kitéve (pl. maratoni futók, síelők, sarkvidéken gyakorlatozó katonák), a C-vitamin-fogyasztás a megfázás esélyét 50%-kal csökkentette. A pozitív eredménnyel záruló vizsgálatok során nem alkalmaztak különösen magas aszkorbinsav-dózist (átlagosan 1 g). További konklúzió, hogy a C-vitamint szedők körében a betegség gyorsabban, mintegy 8–13%-kal rövidebb idő alatt lezajlott. A különbség ugyan statisztikailag szignifikáns, de a 12 nap helyetti 11 napos átlagos betegség-hossz a beteg számára nem igazán jelentős különbség. A tünetek súlyossága kismértékben csökkent az aszkorbinsavat fogyasztók körében. Az mindenestre figyelemre méltó, hogy a C-vitamint az eddig elvégzett 30 klinikai vizsgálatból 26 során némileg kedvezőbb hatásúnak találták a placebónál.

A megfázás alatt, terápiás céllal fogyasztott C-vitamin hatása it tanulmányozó vizsgálatokban az aszkorbinsav kedvező hatása nem volt kimutatható. Kivételt az a két vizsgálat jelentett, amelyekben a betegek közvetlenül a tünetek jelentkezése után kezdték el a nagy dózisú (4–8 g) aszkorbinsav-fogyasztást. A kezelt betegek gyorsabban felgyógyultak a megfázásos betegségből, a tünetek súlyossága azonban nem változott. Az eredmények megbízhatóságát csökkentik a vizsgálatok tervezésével kapcsolatosan megfogalmazható kritikák, valamint az a tény, hogy a kutatócsoport 1970-es években közölt eredményeit nem ellenőrizték újabb, független kutatásokban.

Veszélyes-e?

A napi több grammos dózisban alkalmazott C-vitamin kockázatokkal járhat. Vesebetegeknek túlzott megterhelést jelent az aszkorbinsav kiválasztása, továbbá a vegyület fokozza a vesekőképződés kockázatát. Glükóz-6-foszfát-dehidrogenáz enzimhiányos betegek számára sem javasolt a nagyobb mennyiségű C-vitamin alkalmazása, mivel az fokozhatja a vörösvérsejtek szétesését.

Tóth Barbara, Csupor Dezső

Kovács Lajos

■ SZTE, ÁOK Orvosi Vegytani Intézet, Szeged | kovacs.lajos@med.u-szeged.hu

Beszéljük meg: rezolválás vagy rezolválás?

A racém elegyek enantiomerekre történő elválasztásához használt *rezolválás/rezolválás* fogalma valószínűleg az 1950-es években jelent meg a magyar szakirodalomban: Bruckner Győző *Szerves kémia* c. művének egyik korai kiadásában (1952) már szerepelnek különböző *rezolválási/rezolválási* módszerek a fogalom

megnevezése nélkül [1]. Ugyanezzel a jelenséggel találkozunk Zemplén Géza szintén ebben az évben kiadott tankönyvében [2], illetve a *Römpp vegyészeti lexikon* korai, 1960-as kiadásában is [3]. Fodor Gábor számos tekintetben úttörő szerves kémia tankönyvében használja a legelső alkalommal (1960) a fonetikus *rezolválás* kifejezést

optikai antipódok (enantiomerek) szétválasztása értelemben [4]. Ez a kifejezés honosodott meg Bruckner Győző későbbi többkötetes, iskolateremtő *Szerves kémia I–III.* c. művében, ami azért is érdekes, mert a szerző más vonatkozásban meglehetősen régies kifejezéseket használt vegyületnevek, illetve jelenségek leírására [5].



Azóta ez az elnevezés kanonizálódott a különféle mérvadó, a szerves kémia különböző ágaival foglalkozó művekben (**1. táblázat**), így az 1972-ben megjelent *A magyar kémiai elnevezés és helyesírás szabályai* c. akadémiai szabályzatban [6] és az 1982-ben publikált *Kémiai helyesírási szótárban* is [7]. Egy jelentős kivétel van ez alól, nevezetesen éppen annak a kutatómühelynek a névhasználata tér el ettől, amely a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen (korábbi nevén: Budapesti Műszaki Egyetem), Fogassy Elemér professzor úr vezetése alatt működik évtizedek óta és amely a *rezolválás/rezolválás* módszereinek nemzetközileg is jelentős helyszíne. A kutatócsoport magyar nyelvű közleményeiben több évtizeden keresztül meglehetősen következetlenül, változtatva használta a *rezolválás*, illetve *rezolválás* kifejezéseket [8] (elsősorban a *rezolválást*) [9, 10], csak legutóbb tért át a *rezolválás* használatára [11]. Ugyanakkor a kutatócsoport holdudvarába tartozó műhelyekben mind a mai napig rendszeresen felbukkan a *rezolválás* kifejezés, például interneten fellelhető forrásokban, a szegedi *Kémiai Előadói Napokon* ifjú kollégák által tartott előadásokban.

A *rezolválás/rezolválás* során korántsem csak az oldással, szolvatációval kapcsolatos jelenségeket figyelhetünk meg: az elválasztás alapulhat sóképzésen, oldatból vagy olvadékból való kristályosításon, szublimáción, desztilláción, extrakción, enzimátikus átalakításon stb. (**1. ábra**, lásd **88. o.**) [11]. Így nehezen tartható az az érvelés, hogy a *rezolválás* alakot az oldással, szolvatációval való szoros kapcsolat miatt kell fenntartani. A nyelvben gyakori jelenség, hogy az eredeti jelentés módosul, illetve az idők folyamán más szempontok háttérbe szorítják az etimológián alapuló érvelést.

A magyar nyelvben a *rezolvál* kifejezéssel Szigligeti Ede egyik 1858-ban írt színművében találkozunk 'enged, felold (valami alól); elhatároz, eldönt' értelemben [12]. A zöngés változat (*rezolvál* = elhatároz, eldönt; eltökéli, elszánja magát) szintén régies szövegekben fordul elő, ebben az értelemben ma már nem használt kifejezés [13]. Általában megfigyelhető, hogy az idegen eredetű szavak átírása során az 's' betűvel jelzett fonéma két magánhangzó között zöngés 'z' hanggá alakul (*rezervál*, *rezidencia*, *rezignáció*, *rezisztens*, *rezonáns* stb.) és csak indokolt esetben marad meg zöngétlen 'sz' hangként (*reszort*, *reszorpció*).

A *rezolválás/rezolválás* kifejezés néhány germán, újlatin, szláv és ázsiai nyelv-

Reszolválás	Rezolválás	Év	Mű
–	+	1960	Fodor G.: Szerves kémia. Tankönyvkiadó Vállalat: Budapest
–	+	1972	Erdey-Grúz T.; Fodorné Csányi P.: A magyar kémiai elnevezés és helyesírás szabályai. 2. Vegyületek elnevezési példatára és kémiai helyesírási szótár. Akadémiai Kiadó: Budapest
–	+	1972	L. F. Fieser: Szerves kémiai laboratóriumi praktikum. Műszaki Könyvkiadó: Budapest
–	+++	1973	Bruckner Gy.: Szerves kémia. I–I. kötet. 4. kiadás. Tankönyvkiadó: Budapest
–	+	1975	Nógrádi M.: Bevezetés a sztereoekémiába. Műszaki Könyvkiadó: Budapest
+	–	1976	Lempert K.: Szerves kémia. Műszaki Könyvkiadó: Budapest
–	+	1982	Fodorné Csányi P.; Fábíán P.; Hőnyi E.: Kémiai helyesírási szótár. Műszaki Könyvkiadó: Budapest
+	++	1984	Szántay Cs.: Elméleti szerves kémia. Műszaki Kiadó: Budapest
–	+	1984	O.–A. Neumüller (szerk.): Römp vegyészeti lexikon. 4. kötet. Műszaki Könyvkiadó: Budapest
–	+	1986	Kovács K.; Halmos M.: A szerves kémia alapjai. 5. kiadás. Tankönyvkiadó: Budapest
–	+	1988	Furka Á.: Szerves kémia. Tankönyvkiadó: Budapest
–	+	2000	Széky J. (főszerk.): Britannica Hungarica világciklopédia. 15. kötet. Magyar Világ Kiadó: Budapest
–	+	2001	Faigl E.; Kollár L.; Kotschy A.; Szepes L.: Szerves fémvegyületek kémiája. Nemzeti Tankönyvkiadó: Budapest
+	–	2002	Gergely P.; Penke B.; Tóth Gy.: Szerves és bioorganikus kémia. Allitera Kiadói és Oktatásfejlesztési Alapítvány: Budapest
–	+	2005	Antus S.; Mátyus P.: Szerves kémia. 1. és 3. kötet. Nemzeti Tankönyvkiadó: Budapest
–	+	2005	Markó L.: Szerves kémia. Veszprémi Egyetemi Kiadó: Veszprém
–	+	2008	Hajós Gy.; Hajós Gy. (szerk.): Élelmiszer-kémia. Akadémiai Kiadó: Budapest

1. táblázat. Néhány fontosabb kézikönyv szóhasználat a rezolválás/rezolválás kifejezések vonatkozásában^a

^a Az alkalmazott jel az adott szó használatát (+), annak gyakoriságát (++) vagy hiányát (–) fejezi ki. A dőlt betűvel szedett művek különösen fontosak a szóhasználat szempontjából.

ben megtalálható ekvivalenseit a **2. táblázat** tartalmazza. Figyelemre méltó, hogy számos nyelvben az 'elválasztás, felbontás, szétbontás, két részre választás' kifejezések figyelhetők meg azért, hogy az angol *resolution* szóbokor ekvivalensei kevésbé legyenek terheltek (az angol *resolution* szónak az egyes szótárak 9–13 különböző jelentést adnak meg; maga a kifejezés a latin *resolūtiō*-ból származik, 1350–1400 körül jelent meg először az angol nyelvben [14]). Több esetben a királis jelzővel is találkozhatunk, hasonló okokból, különösen az *optical resolution* (= optikai felbontó-

képesség) kifejezéssel való zavaró egybeesés elkerülése érdekében (utóbbi fogalomra egyre inkább a *resolving power* kifejezés használatos).

Mindez szórszálhasogatásnak tűnhet, az olvasónak talán a madáchi *homouision/homoiusion* vita juthat eszébe.¹ Míg a köznyelvben a normatív igényű amatőr

¹ Homouision = egylényegű; homoiusion = hasonló lényegű; az áriánus eretnekek szerint Jézus hasonló (homoiusion) Istenhez, míg az egyház szerint Isten és Jézus egylényegű (homouision). Az ember tragédiájában emiatt küldik máglyára egymást a keresztények a VII., bízánci színben [17].



„nyelvművelés” több kárt okoz, mint amennyi hasznát hajt [16], addig a szaknyelvben, jelen esetben a kémiai terminológiában a szakkifejezések ingadozása szerencsétlen tünet. A példánkban szereplő *rezolválás/reszolválás* kifejezés zavaró helyesírási kettősségét semmi nem indokolja. Ahogyan egy régen elfelejtett amatőr nyelvész (L. L. Zamenhof, 1859–1917) mondta: a nyelv lényege beszélőinek egymás közötti kölcsönös megegyezése. A felsorolt példák meggyőzően bizonyítják, hogy a racém elegyek enantiomerekre történő elválasztásához használt eljárás nevének kikristályosodott helyesírási alakja a magyar kémiai szaknyelvben a *rezolválás* és nem a *rezolválás*.

Köszönetnyilvánítás. A tanulmány elkészítését a Magyar Tudományos Akadémia Tantárgypedagógiai Kutatói Programja támogatta.

IRODALOM

- [1] Bruckner, G., Szerves kémia. 1952. Vol. I, 225–228.
- [2] Zemlén, G., Szerves kémia. Akadémiai Kiadó: Budapest, 1952. 1.
- [3] Anon., Römp vegyészeti lexikon. Műszaki Könyvkiadó: Budapest, 1960. Vol. 2, 872.
- [4] Fodor, G., Szerves kémia. Tankönyvkiadó Vállalat: Budapest, 1960. Vol. 1, 508, 510–514.
- [5] Bruckner, G., Szerves kémia. 4th ed.; Tankönyvkiadó: Budapest, 1973. Vol. I–1, 375–379, 428, 450.
- [6] Erdey-Grúz, T.; Fodorné Csányi, P., A magyar kémiai elnevezés és helyesírás szabályai. Vegyületek elnevezési példatára és kémiai helyesírási szótár. Akadémiai Kiadó: Budapest, 1972. Vol. 2, 527.
- [7] Fodorné Csányi, P.; Fábán, P.; Hőnyi, E., Kémiai helyesírási szótár. Műszaki Könyvkiadó: Budapest, 1982. 321.
- [8] Fogassy, E. MTMT publikációs lista. http://https://vm.mtmt.hu/search/slist.php?nwi=1&init=1&ty_on=1&url_on=1&cite_type=2&orderby=3Dla&location=mtmt&stn=1&AuthorID=10008292.
- [9] Fogassy, E.; Schindler, J.; Kiss, V.; Pálovics, E., Kiralitás és a szerves kémia néhány összefüggése. Magy. Kém. Foly. (2004) 109–110, 64–70.
- [10] Fogassy, E.; Marthi, K., Királis vegyületek előállítása. Természet Világa. I. különszám, Napjaink kémiája (2007) 138, 79–81.
- [11] Szelezky, Z. Új felismerések a rezolválás folyamataiban. Ph. D. Thesis, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest, 2015.

Nyelv	Kifejezés	Megjegyzés
angol	resolution (of enantiomers/racemates)	resolution (in stereochemistry) = the separation of a racemate into the component enantiomers [15]
német	Racematspaltung, Racemattrennung, Razematspaltung	Spaltung = hasítás, hasadás; Trennung = elválasztás
holland	scheiden van isomeren/ racemisch mengsel, resolutie	scheiden = elválaszt(ás), különválaszt(ás), leválaszt(ás), leválik, megválik, szeparál, széjjel- megy, szétválik
dán	chiral opløsning	opløsning = feloldás, felbontás, szétválasztás, oldat, oldás
francia	résolution chirale; dédoublement (d'un racémique/de racémates)	dédoublement = két részre választás
spanyol	resolución enantiomérica/ de enantiómeros/de racematos, desdoblamiento	desdoblamiento = két részre választás
olasz	risoluzione chirale	risoluzione = felbontás, feloldás
román	rezoluție	rezoluție = felbontás, feloldás
orosz	расщепление/разделение/ разложение рацематов	расщепление = hasadás, hasítás; разделение = elválasztás, megosztás, különválasztás; разложение = bontás, (le) bomlás
ukrán	розділення	розділення = elválasztás
lengyel	rozdzielenie racematów	rozdzielenie = elválasztás
cseh	rozlišení racematů, chirální rozlišení	rozlišení = megkülönböztetés, elválasztás
szerb	разлагање рацемата	разлагање = elválasztás
horvát	rezolucija	
japán	ラセミ分割 (kandzsi), ラセミぶんかつ (kana)	rasemibunkatsu = racémelválasztás
kínai	手性拆分	shǒuxíng = királis, chāifēn = elválasztás

2. táblázat. A rezolválás kifejezés megfelelője néhány germán, újlatin, szláv és ázsiai nyelvben^a

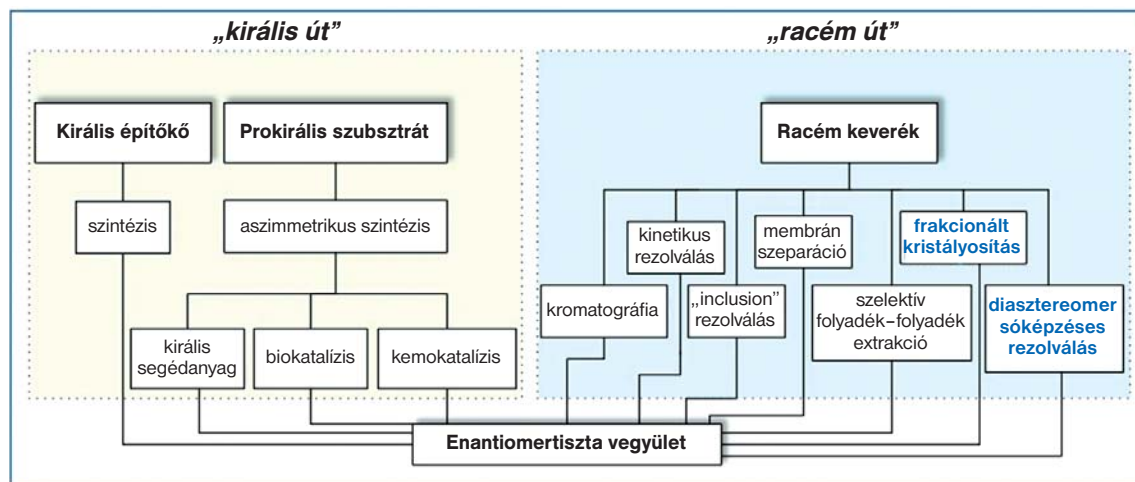
^a. Az egyes nyelvekben a különböző kifejezések eltérő gyakorisággal fordulnak elő, és ez az időben is változik. A táblázatban a jelenleg leggyakrabban használt alakváltozatokat aláhúzással jelöltem. Helytakarékoság érdekében a kifejezések forrásait nem tüntettem fel, a teljes forráslista itt található: https://drive.google.com/file/d/0B_rL_qvSbL4QVIFvMjgxTWJvQzA/view?usp=sharing

- [12] Szigligeti, E., Fenn az ernyő, nincsen kas. Társadalmi vigjáték. Magyar Elektronikus Könyvtár: Budapest, 2007. 221, 349.
- [13] Akadémiai Kiadó. EISZ szótár: <http://eisz.szotar.org/>.
- [14] The Free Dictionary. The word 'resolution'. <http://www.thefreedictionary.com/resolution>.
- [15] Moss, G. P., Basic terminology of stereochemistry

(IUPAC Recommendations 1996). Pure Appl. Chem. (1996) 68, (12), 2193–2222.

- [16] Nádasdy, Á., Ízlések és szabályok. Írások nyelvről, nyelvészetről 1990–2002. Magvető: Budapest, 2003; 178–185.

- [17] Madách, I., Az ember tragédiája. Magyar Elektronikus Könyvtár: Budapest, 2004; 59.



1. ábra. A legfontosabb preparatív módszerek enantiomertiszta vegyületek előállításához [11]



125 éve született Proszt János

1954-ben jelent meg Lengyel Béla, Proszt János és Szarvas Pál könyve „Általános és szerves kémia” címmel a Tankönyvkiadó gondozásában. A szerzők munkájukat „a kémiában elsőrendűen érdekelt vegyész-, vegyészmérnök-, kohómérnök- és kémiatanár szakos, valamint gyógyszerészhallgatók” oktatására szánták [1].

Írásunkban a könyv egyik szerzőjéről, a 125 éve született Proszt János professzorról emlékezünk meg, akinek munkásságában fontos szerep jutott a tudománytörténeti, kémiatörténeti kutatásnak is.

Proszt János 1892. február 6-án született Budapesten. Iskoláit Budapesten végezte, majd a budapesti és berlini tudományegyetem Bölcsészettudományi Karán tanult. 1913 novemberében nyert doktori oklevelet. Életútjának állomásait a Vegyészeti Múzeumnak átadott munkakönyve és önéletrajza alapján követhetjük nyomon [2,3]. 1913–1914-ben díjas gyakornok a budapesti tudományegyetem III. számú Kémiai Intézeténél. 1914 és 1918 között katonai szolgálatot teljesített a volt 4. számú (majd 132. számú) tűzérezerednél. Harminchat havi tűzvonalbeli szolgálat után főhadnagyként szerelt le. 1918 és 1919 között havidíjas vegyész a székesfővárosi Tejhivatalnál. 1919-től 1924-ig egyetemi tanársegéd a budapesti tudományegyetem III. számú Kémiai Intézeténél. 1924 és 1928 között rendkívüli tanár a soproni Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskola Vegytan Tanszékén, majd ugyanott rendes tanár 1934-ig. 1934-től 1948-ig egyetemi nyilvános rendes tanár a József Nádor Műegyetem Bánya- Kohó- és Erdőmérnöki Kara Általános Kémiai Tanszékén. 1948 novemberétől a Műegyetem Gépész-, Vegyészmérnöki Karán a szerves kémia tanára, tanszékvezető. 1964-ben vonult nyugalomba. 1964-től 1968. július 5-én bekövetkezett haláláig a Vegyészeti Múzeum anyaggyűjtésén dolgozott.

Munkásságát sokan értékelték, így Lengyel Béla, Loczka Alajos és Vorsatz Brunó [4–6]. Tudományos működése széles területet ölel át, de kutatásainak súlypontjában a fizikai kémia állt. Erdey-Grúz Tiborral írt „Fizikai kémiai praktikum” (1934) könyvük tíz kiadást ért meg. Az első világháború után a bányászat egyik fontos kérdése volt az ércek flotációs dúsítási technikájának fejlesztése. A kérdés fizikai kémiai vonatkozásai alapján kiterjedt kutatást indított el a durva diszperziók elektrokinetikai vizsgálatára.

Analitikai vizsgálatait, elsősorban a polarográfia terén végzett kutatásai alapján Lengyel Béla megállapítása szerint „joggal tekinthetjük őt a polarográfia magyar úttörőjének.” Cielezky Vilmos és Győrbíró Károly társszerzőkkel írott „Polarográfia” című könyvük (Akadémiai Kiadó, Budapest, 1964) a magyar kiadás után németül is megjelent. Az említett „Általános és szerves kémia” könyv öt kiadásban jelent meg (az utolsó, átdolgozott kiadás 1967-ben), és az 1950-es és 60-as évek vegyészképzésének egyik alapvető tankönyvévé vált.

1961-ben a Nehézipari Minisztérium Vegyészeti Múzeum létesítéséről határozott. Előkészítésére minisztériumi, vegyipari, egyetemi oktatói és múzeumi szakemberek részvételével Múzeumi Előkészítő Bizottság jött létre [7]. A bizottságnak Proszt János és Loczka Alajos is tagjai voltak. A múzeum 1963. évi hivatalos megalapítása után (ekkor még budapesti, Markó utcai székhellyel) mindketten szerény, havi 500 Ft tiszteletdíj ellenében gyűjtőmunka végzésére kaptak megbízást.

Proszt Jánost mindig is vonzották a kémiatörténeti kutatások. „A selmeci Bányászati Akadémia, mint a kémiai tudományos ku-



**Proszt János portréja a Vegyészeti Múzeumban.
Dobos Lajos festménye**

ratás bölcsője hazánkban” című könyve (Sopron, 1938) a hazai tudományos kémia kezdeteinek egyik legjobb összefoglalása. A múzeum részére végzett gyűjtőmunkáját pedig az egyetemi oktatás alatt kialakult kapcsolatai nagyban segítették. Főként az egyetemeken fellelhető értékes tárgyi és dokumentációs anyagok gyűjtésével, feldolgozásával foglalkozott. Nagy hangsúlyt fektetett a magyar kémia kiemelkedő tudósai életművének bemutatására, hagyatékuk megmentésére

A múzeum részére a régi Than-féle Kémiai Intézetben nagy mennyiségű értékes iratanyagot talált, amelyet Schulek Elemér professzor a Vegyészeti Múzeum rendelkezésére bocsátott. Az anyag Than Károly és Winkler Lajos kéziratait, feljegyzéseit, leveleit tartalmazza. A Than-hagyaték 364 tételből, a Winkler-hagyaték 230 tételből áll. Az iratok között található Than Károly 1868 és 1872 közötti levelezése az I. számú Kémiai Intézet létesítése ügyében: ajánlatkérések, javaslatok, részletes tervek, kivitelezési munkák. Than közvetlenül is részt vett a munkában, jó részt ennek köszönhetően épülhetett meg Európa akkori legkorszerűbb kémiai intézete. Az iratanyaggal együtt került a múzeumba Than Károly kiadatlan „Carbonidok (Organikus kémia)” című, 1906. évi keltezésű szerves kémia tankönyvének ceruzás kézírata, amely „A kísérleti kémia elemei” II. kötete 3. könyvének készült. A könyv befejezetlen maradt, elkészült anyaga az MTA és az Egis Gyógyszergyár Zrt. támogatásával reprint alakban, magyarázatokkal ellátva 2015-ben jelent meg Tömpe Péter szerkesztésében a Pytheas Könyvmanufaktúra kiadásában [8].

Az iratcsomag tartalmazta Winkler Lajos magyar és német nyelven megjelent cikkeinek eredeti kézírásos példányait is.



Ugyancsak Proszjt János kutatásai révén kerültek a múzeumba az ELTE Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszéke raktárában fellelhető régi Than, Winkler és Buchböck-féle főként demonstrációs készülékek.

Proszjt János megírta Bugarszky István és Buchböck Gusztáv életrajzát, és összeállítást készített tudományos munkásságukról. Mindketten jeles művelői voltak a hazai fizikai kémiának Bugarszky elsőként mutatott rá a fehérjék amfoter tulajdonságára és „Adatok a szabad energia változáshoz kémiai reakcióknál” [9] munkája nemzetközi elismerést jelentett számára. Buchböck módszere az ionhidratáció meghatározására szintén nemzetközi sikert ért el.

A selmeci főiskolai hallgatói névsorok után kutatott a Miskolci Nehézipari Egyetemen és a Soproni Erdőmérnöki Egyetemen. Adatokat gyűjtött a Schenek István, Farbaky István által megalkotott akkumulátorról. Gyűjtési céllal kereste fel a Than Károly Vegyipari Technikumot és a Magyar Nemzeti Múzeum Növénytarát. Segítségével váltak közkinccsé többek között a Görgei Artúrhoz, Fabinyi Rudolffhoz, Széki Tiborhoz, Konek Frigyeshez és Buzágh Aladárhoz köthető emlékek. Proszjt János szakmai alapossága és emberi szerénysége, tudományos értékeink megőrzése érdekében végzett munkája, mindannyiunk számára példamutató.

Megjegyzés: A Vegyészet Múzeum gyűjteményei folyamatosan bővültek, majd 1969-ben Várpalotán, a Thury-várban kaptak

helyet. 2013-ban a múzeum alapításának félévszázados évfordulójára kiállításait felújították. (Ismeretük: MKL, 2014. 9., 12. sz. és 2015. 2., 9. sz.) Napjainkra azonban mind a múzeum, mind a múzeumot támogató alapítvány a legnagyobb nehézségekkel küzd. Jellemző, hogy a gyűjtemények felügyeletét, gondozását, a látogatók fogadását a korábbi hat fő helyett mindössze egyetlen személy, a múzeumvezető végzi. Proszjt János példája arra figyelmeztet, hogy törődnünk kell múltunk megbecsülésével is. Ehhez kérjük mindazok támogatását, akik elődeinkhez hasonlóan szívügyüknek tekintik a kémia és vegyipar emlékeinek megőrzését és a kémia történetének megismertetését.

Próder István

nyug. múzeumigazgató, Várpalota

IRODALOM

- [1] Lengyel-Proszjt-Szarvas: Általános és szervetlen kémia, Tankönyvkiadó, Budapest, 1954.
- [2] Proszjt János munkakönyve, Vegy. Múzeum Arch., Ld. 2006. 1191. 1.
- [3] Proszjt János életrajza, Vegy. Múzeum Arch., Ld. 2006. 1195. 1.
- [4] Lengyel Béla: Gyászbeszéd, Vegy. Múzeum Arch., Ld. 2006. 1197. 1.
- [5] Loczka Alajos: Proszjt János, Kézirat, Vegy. Múzeum Arch., Ld. 2006. 1198. 1.
- [6] Vorsatz Brunó: Kémia Sopronban, Megemlékezés Proszjt János születésének 100. évfordulóján, MTA, BME, MKE emlékülése, Budapest, 1992. febr. 6.
- [7] Próder István, Fábián Éva, Vargáné Nyári Katalin: 40 éves a Magyar Vegyészeti Múzeum, Várpalota, 2003. 15.
- [8] Than Károly: Carbonidok, Pytheas Könyvmanufaktúra, Budapest, 2015.
- [9] Mat. és Természettud. Értesítő XV. kötet, 37.

„Emlékszék”-avatás a Műegyetemen

Emlékszéket avattak Szántay Csaba professzor emlékére egykori munkahelyén, a Budapesti Műszaki Egyetem Gellért téri épületében.



Szántay Csaba (1928–2016) kémia-professzor emlékhelye a Műegyetem Gellért téri épületének második emeletén

Nem a szomorú gyász, hanem egy különös, bölcs, derűs emlékezés és bizakodás hangulatát éreztük a Műegyetem Gellért téri, kémiai (Ch) épületében, amikor január 17-én kiállították a múlt évben ezen a napon elhunyt Szántay Csaba akadémikus emlékét őrző „gondolkodó széket”. A Süli Mátyás kovácmester által nagy gonddal és hozzáértéssel egyedileg, kifejezetten erre a célra készített kovácsoltvas karosszéket, amely a nemzetközi hírvé professzor nevéhez szorosan fűződő vinpocetin (Cavinton) szerkezeti képletét is megjeleníti, felesége és fia adományozta az egyetemnek. A karszék feletti képen Szántay Csaba rövid életrajza és a róla készült fénykép emlékezteti a meg-megálló diákokat arra, hogy ki is volt ő. Az

emlékezés az egyetem tanszékvezető gyógyszervegyészeről és elméleti szerves kémikusáról szólt, a bizakodás pedig a jelenkor mérnök hallgatóiról, akik méltó követői lehetnek majd egykori professzoruknak.

A megemlékezéseket és leleplezést Keglevich György tanszék-

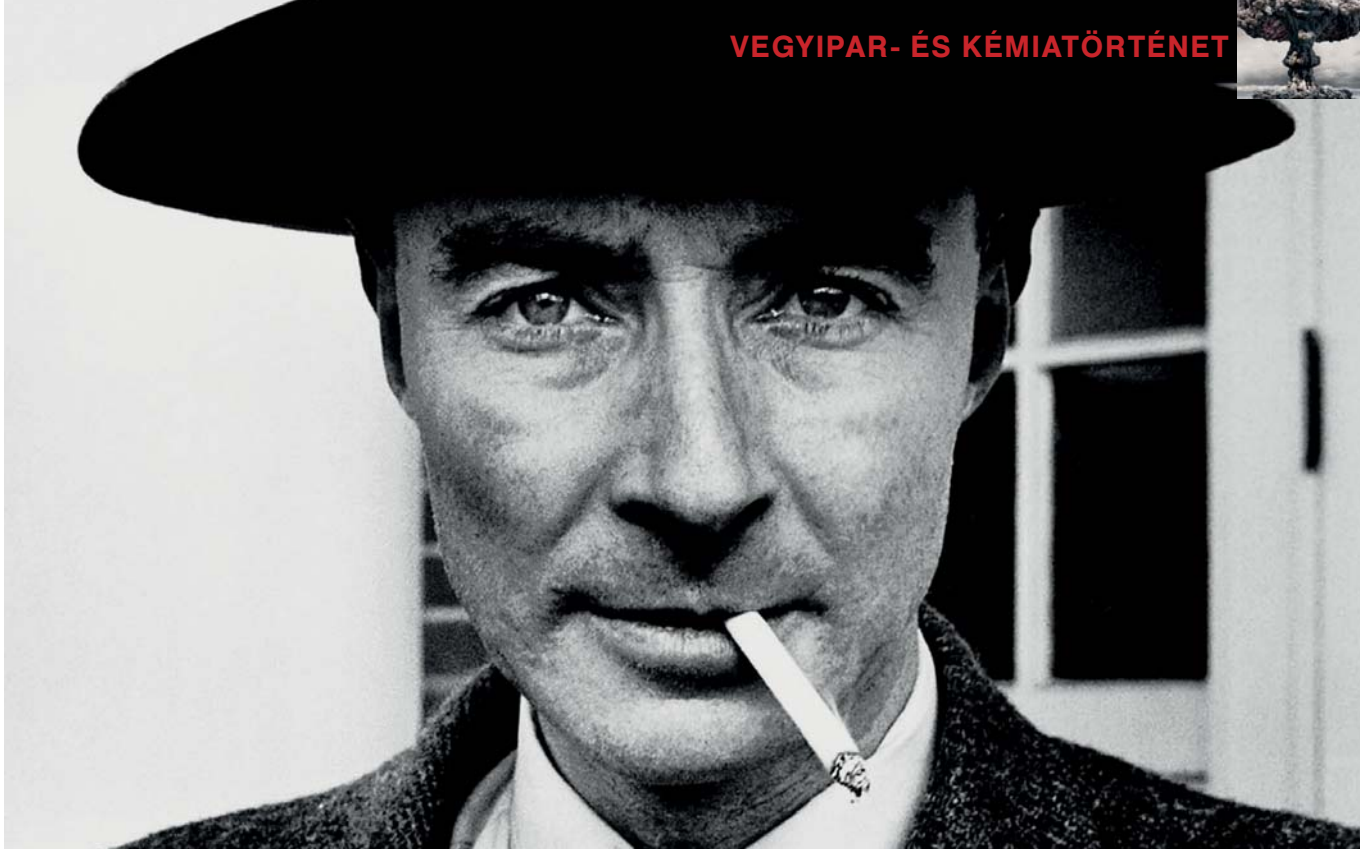
vezető elnökölte, aki barátsággal üdvözölte a vendégeket és az egyetem alkancellárját, Mikó Zoltánt. Ezután a Szántay professzorhoz fűződő személyes emlékeiről beszélt, majd Faigl Ferenc dékán bemutatta azt a rendkívül gazdag életutat, melyet Szántay Csaba megtett. Kiemelte, hogy „Szántay professzor a hazai első szerves kémia tanszéket alapító Zemplén Géza tanítványaként kezdett dolgozni, és életműve szerves folytatása a tanszékalapító által lefektetett alapoknak. Mindig a legmagasabb tudományos igényességgel oldotta meg a felmerülő szerves kémiai problémákat, tevékenységének célja mindig olyan megoldások felfedezése, kimunkálása volt, amelyek a gyakorlatban is hasznosíthatók. Az ő munkássága minden vegyészmérnök számára példát mutat abban, hogyan lehet kiválóan és gyorsan alkalmazni a tudományos alap kutatási eredményeket a gyakorlat számára hasznos eljárások kidolgozásában.”

Huszthy Péter akadémikus, aki szintén tanszéki követője volt Szántay Csabának, tanítványi, emberi emlékeit elevenítette fel. Ezt követően Vedres András, a Magyar Feltalálók Egyesületének főtitkára emlékezett bensőséges hangnemben az Egyesület egykori elnökére. Az emlékhely avatását *ifjabb Szántay Csaba* egyetemi magántanár zárta, buzdítva mindenkit, hogy az emlékszéket ne csak nézze, hanem üljön is bele, ezzel további inspirációt nyerve a tanuláshoz, kutatáshoz.

Az avatáson Szántay professzor hatvan éven át kitartó társa, Judit asszony két versét hallgathattuk meg, egyiket saját, másikat Keglevich György tolmácsolásában.

Méltó, formabontó és lélekemelő megemlékezés volt.

Tömpe Péter



Ménes András – Krascsenits Zoltán

Robert Oppenheimer és az atomkor kezdete

Ötven éve hunyt el Robert Oppenheimer

A második világháború alatt az atom-bomba megalkotására irányuló erőfeszítéseket egy amerikai elméleti fizikus, J. Robert Oppenheimer vezette. „Mindenki egyetért abban – írja Hans Bethe –, hogy senki más nem tudta volna ilyen jól vezetni a Los Alamosban összegyűlt primadonna tudósok ekkora csoportját a háború nehézség, pánikkeltő körülményei között.” E korszakot követően Oppenheimer fontos szószólója lett a nemzetközi tudományos közösségnek, de az 1950-es években sokat veszített kormányzati befolyásából. Tiltakozott a két szuperhatalom között kibontakozó fegyverkezési verseny ellen, nem értett egyet a hidrogénbomba kifejlesztésével. Híresek lettek az 1945 júniusában, az első kísérleti atombomba felrobbantásakor mondott szavai: „Tudtuk, hogy a világ nem ugyanaz többé”, és egy hindu írást idézett: „Most Halállá, világok lerombolójává váltam.”

J. Robert Oppenheimer 1904. április 22-én született New Yorkban, Julius Oppen-

heimer és Ellie Friedman legidősebb fiaként. Julius, a Németországból kivándorolt zsidó, aki 1888-ban érkezett az Egyesült Államokba, sikeres üzletember lett, felesége tanár és festő volt. Robert Oppenheimernek kellemes, kiváltságos gyermekkor jutott, a manhattani Etikai Kultúra Iskolája nevű magánintézetbe járt. Más tehetséges gyerekekhez hasonlóan sokkal szívesebben tartózkodott felnőttek, mint saját kortársai között. Tizenkét éves korában felvették a New York-i Ásványtani Társaságba, ahol levelei alapján azt hitték, hogy felnőtt. Rendkívüli memóriával rendelkezett, számos nyelvet megtanult a gimnáziumban, és kitűnő eredménnyel érettségizett 1921-ben.

A Harvard Egyetemen, ahova az ott uralkodó antiszemitizmus ellenére felvették, Oppenheimer először vegyészetet tanult, de Percy Bridgman hatására még az 1925-ös summa cum laude diploma megszerzése előtt érdeklődni kezdett a fizika iránt. A cambridge-i Cavendish Laboratórium ösztöndíjasa lett, de angliai tartózkodása

nem volt valami boldog. Azt megtanulta, hogy ő nem kísérleti fizikus, és ettől fogva elméleti kérdésekkel foglalkozott.

1926-ban a Göttingeni Egyetemre ment, ahol találkozott a kvantummechanikai elmélet néhány alakítójával: Max Bornnal, Werner Heisenberggel és Wolfgang Paulival. Miután 1927-ben megszerezte a doktorátust, Európában maradt. Max Bornnal közös, legfontosabb munkája vezetett a Born–Oppenheimer-közelítés kidolgozásához. Érdeemes megjegyezni, hogy Born a fiatal Oppenheimert pimasznak találta és nem kedvelte.

Mire 1929-ben visszatért az Egyesült Államokba, már az új kvantumfizika legfőbb amerikai tekintélyének ismerték el. Egyszerre vállalt állást a berkeleyi University of Californián és a pasadenai California Institute of Technology (Caltech). Kiváló tanár lett belőle, akinek sikeres diákjaiból és posztgraduális ösztöndíjasaiból hosszú listát lehetne összeállítani. Barátja, Hans Bethe szerint a Caltechen „Oppen-



heimer az elméleti fizikusok olyan nagyszerű iskoláját teremtette meg, amelyhez fogható még sohasem volt Amerikában.” Vásárolt egy birtokot Új-Mexikóban, és némileg gyenge egészségét a szabadban élő vidéki ember képével kompenzálta. A harmincas évek során a tudomány fejlődéséhez számos fontos cikkel járult hozzá, amelyek a pozitronnal foglalkoztak. Ez volt az első „antirészecske”, az elektron párja, amelyet Paul Dirac 1930-ban jósolt meg, és 1932-ben bizonyították kísérleti úton a létezését. Oppenheimerben megvolt a képesség, hogy felismerje a kapcsolatot az elméleti és a kísérleti fizika között, és ez nagy hasznára volt abban, ami pályafutásának legfontosabb feladata lett.

Amikor Európában kitört a második világháború, felvetődött a gondolat, hogy építsenek egy, az atommag hasadásán alapuló bombát. Ez az eszme különös jelentőséget nyert, amikor az Egyesült Államok is belépett a háborúba 1941 végén. Oppenheimer ekkorra megkezdte atomkutatásait, és egyik első teljesítménye az volt, hogy felmérte, mennyi 235-uránizotóp szükséges egy atombombához.

1942-ben a Los Alamosban létrehozott új tudományos kutatóhely igazgatója lett. Ez a szigorúan titkos laboratórium a Tudományos Kutatások és Fejlesztések Hivatalához tartozott, az atombomba kifejlesztésére és megépítésére hozták létre. Oppenheimer képes volt a tudósok bizalmát elnyerni, többek között számos európai bevándorlót. A katonai körökre az a képessége tett nagy hatást, hogy az elméletből kiindulva képes volt gyakorlati eredmények elérésére. Noha nem voltak adminisztrációs tapasztalatai, figyelemre méltó szervezési tehetségről tett tanúságot, és megértette, milyen hasznos az együttműködés az egyetemekkel. Négyezer-ötszáz ember munkáját irányította, akik Mr. Bradley fedőnéven ismerték. A kormányzat szemében csupán egyetlen hátránya volt, mégpedig a politikai nézete: a háborúig pacifistának tekintette magát.

1945. július 16.-án, reggel 5 óra 29 perckor robbantották fel az új-mexikói sivatagban az első nukleáris bombát, amely megolvastotta a homokot, és óriási krátert ütött. Oppenheimer ama négy tudós közé tartozott, akik némi töprengés után javasolták, hogy használják fel a bombát Japán ellen, de ezt a döntését később megbánta. Augusztus 6-án az Egyesült Államok ledobott egy atombombát Hirosimára, három nappal később egyet Nagaszakira. Augusztus 10-én Japán fegyverletételével véget ért a háború. A két atombomba kö-

HTTP://WWW.ATOMICHERITAGE.ORG/PROFILE/JROBERTOPPENHEIMER



Leslie R. Groves tábornokkal a sikeres új-mexikói kísérlet után (1945. július 16.)

rülbelül 140 000 ember életét követelte 1945-ben, és a következő öt évben újabb 60 000 ember halt meg a bomba hosszú távú hatásai miatt.

1946-ban Oppenheimer Henry S. Trumantól megkapta az Elnöki Érdemérmet. Egy időre a tudománypolitika fontos tényezője lett Philip Reiff szociológus szerint: „... ő jelképezte a tudomány új helyét az amerikai társadalomban. A közfelfogásban Einstein helyett az ő vékony, csinos arca és alakja testesítette meg a lángészt.” Oppenheimer azonban ellenezte a további atomfegyverek gyártását, és egy gyűlésen közölte Trumannal: „Vér tapad a kezemhez.” Mire az elnök „nyafogó tudós” nevezte, és azt mondta: „Ide ne engedjék többé azt az átkozott bolondot! Nem ő robbantotta fel azt a bombát – én robbantottam fel. Az ilyen siránkozástól hány-ingert kapok!”

1947-ben Oppenheimert kinevezték a New Jersey állambeli Princetonban az Emelt Szintű Tudományok Intézetének igazgatójává, és itt is maradt élete végéig. Az Atomenergia Bizottság tanácsadói csoportjának elnöke volt 1947 és 1952 között. Ebben a minőségében került összeütközésbe azokkal, akik az Egyesült Államok nukleáris arzenáljának kiépítését javasolták. Nem tett nekik az amerikai kormányzat egyre paranoiásabb stílusa, és a nyíltság politikáját támogatta a titkolózással szemben. Oppenheimer kiállt a nukleáris energia békés felhasználása és az atomfegyverek kutatási költségeinek csökkentése mellett, ami nagymértékben egyezett Niels Bohr és sok európai fizikus nézeteivel. Hangos bírálati miatt összeütközésbe került a katonai körökkel. Ellentétben barátjával és prince-

toni kollégájával, Neumann Jánossal, aki rajongott a hadsereg tábornokaiért, Oppenheimer megvetette, még ki is gúnyolta őket, amiért azok persze az ellenségei lettek.

Antimilitarista nézeteire visszavágva hűtlenséggel vádolták, és kampányt indítottak ellene az Atomenergia Bizottságon belül. 1953-ban visszavonták a biztonsági engedélyét, ami lényegében eltávolította a tanácsadói pozícióból. Egy 1954-es meghallgatáson számos tudóstársa támogatta, akik tanúsították becsületességét és hűségét, de volt egy fontos kivétel, Teller Ede. Az ötvenes évek antikommunista hisztériájában Oppenheimer nem tisztázhatta magát a gyanú alól, hogy egyetemi professzor létére kapcsolatokat tart fenn a baloldali mozgalmakkal. Nem csupán a biztonsági engedélyét veszítette el, hanem a bulvársajtó is kipellengérezte. Oppenheimer, amelynyire tudta, képviselte nézeteit cikkeiben és könyveiben, köztük az 1954-ben kiadott *A tudomány és a közmegegyezés*ben és az 1955-ös *A nyílt elmében*. Tovább tanított a Princetonon, noha felhagyott eredeti kutatásaival. Egyfajta elégtétel gyanánt 1963-ban megkapta az Atomenergia Bizottság Enrico Fermi Tudományos Díját.

Oppenheimer egész életében élénk érdeklődést mutatott a világnak a fizikán kívüli része iránt. Érdekelte a lélekelemezés, szanszkritül és ógörögül tanult, komolyan vette mérsékelt baloldali nézeteit, ami nem volt szokatlan a harmincas években. Felesége, Katherine Puening Harrison, akivel 1940-ben házasodtak össze, egy olyan kommunista özvegye volt, aki a spanyol polgárháborúban esett el. Kozmopolita világnézete csupán az ötvenes évek megváltozott világában okozott problémákat Oppenheimernek. Feltűnően bőkezű volt: gyakran rendezett partikat diákjainak, elegáns éttermekbe hívta meg őket. 1966-ban torokrákot diagnosztizáltak nála, 1967. február 18-án hunyt el.

IRODALOM

- Új Magyar Lexikon, Akadémiai Kiadó, 1962.
- Fizikai Kislexikon, Műszaki Könyvkiadó, 1977.
- Magyar Nagylexikon, Magyar Nagylexikon Kiadó, 2003.
- Fizikai Kézikönyv Műszakiaknak, Műszaki Könyvkiadó, 1980.
- Műszaki Lexikon, Akadémiai Kiadó, 1974.
- Természettudományi Lexikon, Akadémiai Kiadó, 1968.
- Cambridge Enciklopédia, Maecenas Kiadó, 1992.
- Vészits Ferencné (szerk.): A Nobel-díjasok kislexikona, Gondolat Kiadó, 1974.
- John Simmons: The Scientific 100. Carol Publishing Group, 1996.
- Conant, Jennet: 109 East Palace: Robert Oppenheimer and the Secret City of Los Alamos. NY. Simon & Schuster, 2005.
- Jones, Vincent: Manhattan: The Army and the Atomic Bomb. Washington D.C., 1985.
- Szász Ferenc: The Day the Sun Rose Twice. University of New Mexico Press, 1984.



Mesterséges atommag-átalakítások



Elsőként Ernest Rutherfordnak (1871–1937) sikerült magátalakulást létrehoznia. 1919-ben vákuumkamrában *alfa-részecskékkel* nitrogént bombázva protonok és az oxigén 17-es tömegszámú izotópjának a megjelenését figyelte meg. Ezt követően többen is végeztek *könnyű atommagokon* hasonló eredményes kísérleteket.

James Chadwick (1891–1974) 1932-ben *felfedezte a neutron*, ezzel új fegyvert adott a magfizikusok kezébe, a töltés nélküli neutronok ugyanis akadálytalanul átjutnak az atommagok potenciálfalán.

A magátalakítási kísérleteket akkoriban a

neutron felfedezésének alapjául szolgáló, Walter Wilhelm Georg Franz Bothe (1891–1957) és Hans Geiger (1882–1945) által alkalmazott rádium-berilliumpor keverékekkel végezték. Ma már a kísérleti atomreaktorok sokkal intenzívebb és szabályozható energiájú neutronnyalábokat szolgáltatnak.

Geiger a GM-számlálócső felfedezésével vált ismertté, de jelentős eredményeket ért el az alfa-bomlással kapcsolatban is, így felállította az élettartam-energia törvényt.

John Douglas Cockcroft (1897–1967) és Ernest Thomas Walton (1903–1996) valósította meg az *első magátalakítást gyorsított részecskékkel*. 1932-ben gyorsított protonokkal lítiumot bombáztak, a folyamatban alfa-részecskék keletkeztek.

Az Ernest Orlando Lawrence (1901–1958) által feltalált ciklotron és Van de Graaff (1901–1967) szalaggenerátora szintén a harmincas években vált a magkutatások nélkülözhetetlen eszközévé. A gyorsítóberendezésekkel nagy stabilitású és homogén energiájú proton és deuteron részecskenyalábokat tudtak előállítani.

Frédéric Joliot-Curie (1900–1958) és felesége, Irène Joliot-Curie (1897–1956) 1933-ban *állította elő az első mesterséges radioaktív izotópot*, az alumíniumot alfa-részecskékkel bombázva. A folyamatnál keletkezett foszfor-31 a természetes foszfor



radiotív izotópja. Felfedezésükért 1935-ben Nobel-díjat kaptak.

Enrico Fermi (1901–1954) és munkatársai 1934–35-ben *termikus energiájú* (0,025 eV) *neutronokkal* sok elemet besugároztak. A neutronbefogás eredményeképpen majdnem minden elemnél sikerült radioaktív izotópot létrehozni. Az urán-238-nak a besugárzása nem váltotta be a reményeket – azt, hogy neutron befogását követően béta-bomlással a 93. elem magjává alakuljon át. A transzuránok szintéziséhez szükséges energiák akkor még nem álltak rendelkezésre.



Berlinben Otto Hahn (1879–1968) és Lise Meitner (1878–1968) Fritz Strassman (1902–1980) kémikussal transzuránok után kutatott. Az uránt termikus neutronokkal besugarazva meglepetésükre az aktivitás az 56-os rendszámú báriumnál maradt. A jelenség Lise Meitnertől származó magyarázatát a Hahnt ábrázoló bélyegen láthatjuk. Eszerint az *urán atommagok két közepes rendszámú magra*, az 56-os báriumra és a 36-os kriptonra *hasadtak szét*. Hahn a maghasadás felfedezéséért 1944-ben kémiai Nobel-díjat kapott. A folyamat gyakorlati jelentősége, hogy a maghasadásnál közel háromszor annyi neutron keletkezik, mint amennyi a reakció kiváltásához szükséges.



Azóta több hasadóanyagot találtak, ilyen például a plutónium-239 és az urán-233.

A *transzuránok előállítás*a csak a nagyenergiájú gyorsítók üzembe helyezésével vált lehetővé. A 113-as elemet (nihonium) a japán RIKEN Nishia Központban állították elő és nevezték el. A 114-es elem a dubnai Magreakciók Laboratóriumát alapító Georgij Nyikolajevics Fljorovról kapta a nevét.



Hans Albrecht Bethe (1906–2005) 1967-ben kapott Nobel-díjat a csillagokban végbemenő energiatermelő *magfúziós folyamatok* felfedezéséért. Eszerint a hidrogén atommagok hélium atommagokká (alfa-részecskékké) alakulnak át. A folyamatban 25,03 MeV energia szabadul fel. Bethe kiszámította, hogyan lehetne földi körülmények között fúziós reaktort létrehozni. A szabályozott magfúzió megvalósítása és tartós fenntartása, a 100 millió K feletti hőmérséklet elérése és a plazma nagy nyomással való összetartása miatt, még mindig nagy technikai nehézségekbe ütközik.



A Tokamak eljárást Igor Jevgenyevics. Tamm (1895–1971) és Andrej Dimitrijevics Szaharov (1921–1989) dolgozta ki a moszkvai Kurcsatov Intézetben. Itt egy tórusz alakú elektromágneses tér által létrehozott mágneses mező tárolja a magas hőmérsékletű plazmát.

A Stellarátor típusú kísérleti berendezésekben ötven, folyékony héliummal hűtött szupavezető mágnesből álló ketrec tartja össze a 100 millió fokok plazmát,

A szabályozott fúziós kutatások több mint 60 évesek. Remélhetőleg újabb 60 év múlva a fúziós energia ipari hasznosítása már mindennapos dolog lesz.

Boros László

Érdeklődőknek ajánljuk: Szemelvények a nukleáris tudomány történetéből. Gondolkodók, gondolatok, eredmények. (Szerk. Vértess Attila), Akadémiai Kiadó, Budapest, 2009.

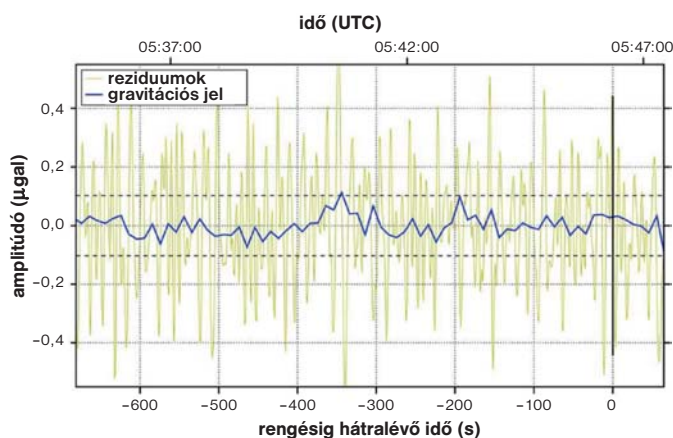


TÚL A KÉMIAÁN

Gravitációrengés

A közelmúltban szeizmológusok jelentős felfedezést tettek: a 2011-es hatalmas japán Tohoku-földrengés adatainak elemzésekor azt tapasztalták, hogy a Föld gravitációs tere kimutatható mértékben megváltozik közvetlenül egy ilyen esemény előtt. Elméleti modellek már korábban is azt jósolták, hogy lehetséges ilyen kapcsolat, de a műszerek érzékenysége csak az elmúlt években vált alkalmassá arra, hogy detektálják is a jelenséget. Ehhez megfelelő statisztikai analízisre is szükség van a nagy háttérzaj miatt, a 2011-es eseményekkor ennek a szignifikanciaszintje meghaladta a 99%-ot. A megfigyelés komoly előrejelző rendszer alapja is lehet: néhány tíz másodperc ugyan nem tűnhet soknak, de ennyi idő emberek ezreinek életét mentheti meg.

Nature Commun. 7, 13349. (2016)



Rend a szmogképződésben

A januári magyarországi szmogriadó miatt aggódók számára jó hír, hogy kínai tudósok feltárták a szulfátaeroszolkok légköri képződésének mechanizmusát. Az eredmények megfigyelési alapja két szennyezett levegőjű kínai megapoliszban végzett mérésekből származott. A legfontosabb új eredmény az, hogy a SO_2 oxidációja szulfátonokká eltérő időjárási viszonyok között is megtörténhet. A reakció feltételei felhőkben mindig adóttak, de a folyamat nagy relatív páratartalom esetén igen kis méretű részecskéket tartalmazó aeroszolkban is végbemehet. A megalakított új modell nemcsak a jelenlegi kínai problémák megértését segíti, hanem a nevezetes 1952-es londoni szmogos időszak eseményeit is megmagyarázza.

Proc. Natl. Acad. Sci. USA 113, 13630. (2016)



CENTENÁRIUM



E. H. Hankin: Ten Per Cent.
Agar-agar Jelly.
Nature, Vol. 99 Number 2471, p. 24.
(1917. március 8.)

Ernest Hanbury Hankin (1865–1939) angol természettudós volt. Főként a bakteriológia érdekelte, Indiában sok fertőző betegség (pl. malária, kolera) tanulmányozásában vett részt. A mogulok építészét is igen alaposan tanulmányozta, s mint az itt kiválasztott cikk mutatja, az agar-agar készítésének részleteiről is írt dolgozatot.



Deutériumos lepkékövetés

A bogáncslepkék (*Vanessa cardui*) minden évben hosszú vándorutat tesznek meg Európa és Afrika között; ezt vizsgálta egy nagy ívű tudományos program, amely során összesen 334 mintát gyűjtöttek 2009 és 2014 között. Az már korábban is ismert volt, hogy a szárnyakban a deutérium gyakorisága igen erős korrelációt mutat azon földrajzi hely csapadékainak szokásos izotóp-összetételével, ahol a lepke lárvaállapotában volt. Az új eredmények szerint egyes példányok a teljes Szaharán átkelnek, és életükben többször is megteszik az utat oda-vissza.

Biol. Lett. 12, 20160561. (2016)



APRÓSÁG

A Plútón felfedezett nagy fehér színű folt valószínűleg több kilométer vastag, fagyott nitrogénrétegtől származik.



A HÓNAP MOLEKULÁJA

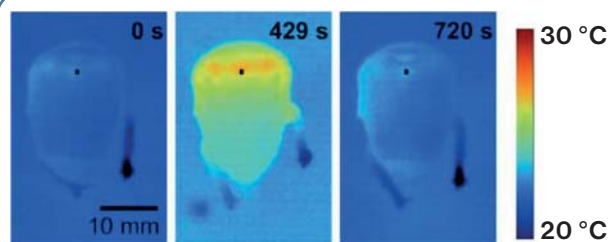
A címlapon látható, nyolckarú kemopolip ($C_{160}H_{376}B_{144}Fe_8N_8O_{36}Si_8$) középpontja egy kocka alakú Si_8O_{12} klaszter, amelyhez mind a nyolc szilíciumatomon metallakarborán-egységben végződő szerves kar kapcsolódik. A vegyület jól oldódik szerves oldószerekben, s a benne lévő vasionoknak köszönhetően összesen kilenc különböző redoxiállapota van. Nagyon hasonló módszerekkel a molekula kobaltanalógja is előállítható.

Inorg. Chem. 55, 11630. (2016)

Sokoldalú üstökösanalízis

Az Európai Űrügynökség Rosetta űrszondája jelentős kémiai vizsgálatokat is végzett a 67P/Csurjumov–Geraszimenko üstökös közelében. A szonda nagyjából 100 mm átmérőjű porszemeket gyűjtött össze, s ezek kémiai összetételét vizsgálta meg tömegspektrométer segítségével. Az analízis jelentős mennyiségben talált szerves vegyületeket, ezek hidrogénben gazdagabbak voltak, mint a Föld felszínét elérő széntartalmú meteoritok szokásos anyaga. Az üstökös magja valószínűleg ugyanúgy keletkezett, mint a meteoritok, de azoknál korábban, és kevesebb utólagos változáson ment át. Egy másik módszerrel az üstökös felszínén szárazjeget (vagyis fagyott szén-dioxidot) sikerült azonosítani: ebből a csóvaképződés mechanizmusára is lehetett következtetéseket levonni.

Nature 538, 72. (2016) | *Science* 354, 1563. (2016)



Hőmérséklet-mikroszkópia

A nanorészecskék a jelek szerint sok mindenre alkalmazhatók: egy közelmúltban megjelent munka szerint nagy térbeli felbontású és érzékeny hőmérsékletmérésre is. Japán tudósok polimeralapú nanorészecskékre kétféle fluoreszcens festéket vittek fel: EuDT-t és rodamin 800-at. Az előbbi fluoreszcencia-intenzitása igen jelentősen változik 22 és 44 °C között, míg az utóbbi gyakorlatilag hőmérséklet-független. Így aztán két megfelelő hullámhosszon mért intenzitás arányából a hőmérséklet a részecskét körülvevő kémiai környezettől függetlenül meghatározható. A szerzők a mikroszkópiászerű alkalmazási lehetőséget egy 4 centiméter hosszúságú bogárfajon mutatták be.

ACS Sens. 1, 1222. (2016)

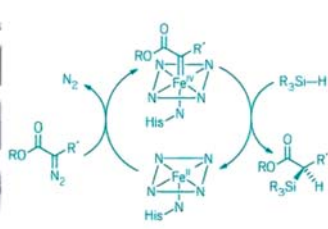
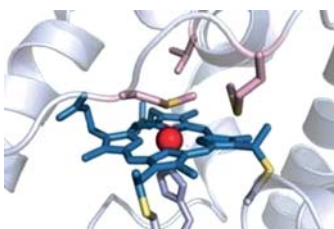
Oxigén, vér és hegyek

Régóta ismert, hogy az emberi szervezet képes alkalmazkodni a nagyobb tengerszint feletti magasságban tapasztalható kisebb oxigénkoncentrációhoz. A jelenséget mintegy ötven éve azzal magyarázzák, hogy a szervezet több vörösvértestet termel ilyen körülmények között. Ez azonban nincs igazán összhangban a megfigyelésekkel, mert a vörösvértest-szintézis felgyorsulásához hetek kellenek, az emberi alkalmazkodáshoz pedig néhány nap is elég. A folyamat élettani hátterét vizsgálta igen alaposan az Altitude-Omics tudományos program, amelynek kísérletei Bolíviában, kb. 5200 méterrel a tengerszint felett zajlottak. A már ismert hatásokon kívül fontos új megfigyelést is tettek: ha valakinek a szervezete hozzászokik a nagy magassághoz, akkor ez a képesség jelentős ideig megmarad: két-három hét szünet után visszatérve a hegyre nincsen szükség újabb alkalmazkodási periódusra. A molekulaszintű magyarázat sem bizonyult nagyon bonyolultnak: nagy magasságban az emberi vérben lévő hemoglobinnal olyan változásokon megy át, amely révén erősebben köti az oxigént.

J. Proteome Res. 15, 3883. (2016)



Szilíciumorganikus kémia enzimkatalízissel



A biológiai rendszerekben megtalálható enzimek katalitikus aktivitása méltán váltja ki az irigység érzését a kémikusokból. A közelmúltban egy fehérjét sikerült olyan reakcióban felhasználni, amely igencsak idegen az életfolyamatoktól. A *Rhodotermus marinus* baktériumfajban megtalálható citokrómmal C igazából nem enzim, ennek ellenére kitűnően katalizálja új szén-szilícium kötések létrejöttét egy diazovegyület és trialkil-szilánok reakciójában. A létrejövő termék királis, a katalízis enantioszelektivitása pedig meghaladja a 99%-ot.

Science 354, 1048. (2016)



GINOP-HÍREK

Új elektronmikroszkópok a Pannon Egyetemen



Az NKFI Hivatal első felhívásai között hirdette meg a „Kutatási infrastruktúra megerősítése – nemzetköziesedés, hálózatosodás” című GINOP-pályázatot. A pályázaton a Pannon Egyetem „Elektronmikroszkópos laboratórium létrehozása”-ra nyert el csaknem egymilliárd forint támogatást. A projekt szakmai vezetője, Pósfai Mihály Széchenyi-díjas akadémikus geológus, de munkája számos

ponton kapcsolódik a kémiához.¹

– Mindig ásványokkal foglalkoztam, és kezdettől fogva nanometretű objektumokkal. Véletlenül keveredtem azokhoz a baktériumokhoz, amelyek mágneses nanokristályokat növesztenek a sejtekben. Ettől olyanok, mintha iránytűk lennének, és kénytelenek arra úszni, amerre a Föld mágneses tere diktálja. Az ilyen élőlények nemcsak a biológia, hanem az anyagtudomány számára is érdekesek, mert olyan szabályozott méretű és alakú mágneseket növesztenek, amelyeket a laboratóriumban nehezen állítunk elő.

Legújabb munkánkban a mágneses baktériumból megismert szabályozó mechanizmust laboratóriumi körülmények között alkalmazzuk egydimenziós mágneses struktúrák előállítására.

– Ezeket talán gyakorlati célokra is felhasználhatják majd.

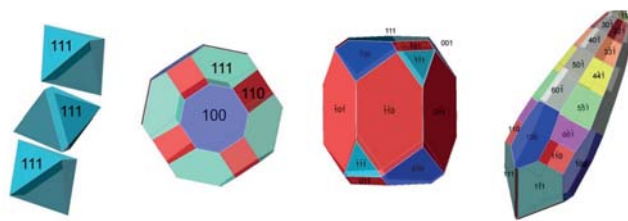
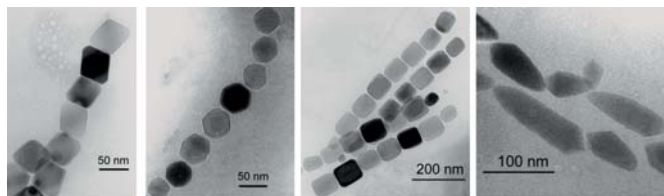
– Az egyik PhD-hallgatóm már előállított ilyen szerkezeteket, és kiderült, hogy – a „hagyományos”, diszpergált mágneses nanorészecskékkel szemben – jelentősen megnövelik bizonyos folyadékok viszkozitását. Minden olyan mágneses anyag esetében, amelynek nagy az anizotrópiája, tehát különleges, hosszúka alakja van, várható valamilyen alkalmazás. Az adattárolásban, a mágneses képalkotásban (MRI) például hasznosak lehetnek az egydimenziós képződmények.

Egy másik projektben azt vizsgáljuk, hogyan képződnek a karbonátásványok a Balatonban. A Balaton iszapja jórészt magnézium-kalcitból áll, ami a vízben válik ki, és az ásványkiválásban is szerepet játszanak a mikroorganizmusok. Az algák fotoszintézise teremt megfelelő kémiai körülményeket a magnézium-kalcit kiválásához. A kalcit nemcsak „önmagában”, homogén kristálycsíra-képződéssel keletkezik az oldatban, hanem egy felületen válik ki. A Balaton sekély, és mindig lebeg benne apró agyagásvány – a kalcit ennek a felületén kristályosodik. Télen pedig, amikor befagy a Balaton, sejteken indul meg a kristálykiválás.

A mágneses nanoszálak esetében módosított, mutagén filamentumokra kristályosítjuk a szervetlen anyagot – így kontrolláljuk a kiválását. A Balatonban az agyagásvány vagy egy alkalmas mikroalga valósít meg természetes kontrollt. Ennek kutatása azért érdekes, mert úgy tűnik, hogy a régen leírt, klasszikus kristálycsíra-képződési mechanizmuson kívül más folyamatok is léteznek. Ezek követését szintén segíti majd az új elektronmikroszkópos laboratórium.

– Milyen berendezéseket használnak majd?

– Már huszonkét éve dolgozom a veszprémi egyetemen, és azóta szeretnék transzmissziós elektronmikroszkópot vásárolni. Az



Változatos alakú és elrendeződésű mágneses nanorészecskék különböző mágneses baktériumsejtekben

elnyert támogatásból két mikroszkópot is beszerezhetünk: lecseréljük a régi pásztázó elektronmikroszkópunkat, és – egy különálló, új épületben – üzembe helyezünk egy körülbelül kétszer olyan drága transzmissziós elektronmikroszkópot. Az új épület azért fontos, mert ezt a műszert zajmentes környezetben tudjuk csak használni.

– Mit jelent a zaj ebben az esetben?

– Részben mechanikai zajt, rezgést: a város „alaprezgése” a közutakon, a talajon keresztül a mikroszkópot is mozgatja, ez pedig meghiúsítja az atomi felbontást. Ezeket a mikroszkópokat nem az emeleten állítják fel, hanem a pincében, de az új épületnek még a környezetét is a műszerhez igazítva alakíthatjuk ki. Az elektromágneses zajokat szintén ki kell szűrniük: például figyelniük kell arra, hogy milyen eszközök működnek az épületben, hogyan futnak a huzalok a falban. Az akusztikus zajok ugyancsak zavarnak, de ezek a modern mikroszkópok többnyire nem csupaszon, hanem nagy dobozban érkeznek, és az operátor is csak a szomszéd szobából irányítja a mérést.

Az elektronmikroszkópok nemcsak képalkotásra alkalmasak, hanem a hozzájuk csatolt kiegészítő elemekkel például megállapíthatjuk a vizsgált anyagok összetételét, a minta „döntögetésével” pedig háromdimenziós morfológiát és összetételt határozhatunk meg (a háromdimenziós eljárást elektrontomográfiának nevezik). Akár biológiai mintákat is tanulmányozhatunk, de ez külön előkészítést igényel. A fehérjék szerkezetének felderítésében egyszerű előrelépést hoz egy új mintapreparálás: a biológiai mintát folyékony etánba mártják, és a hirtelen lehűlés miatt (az etán olvadáspontja -182 °C) a mintában lévő víz nem kristályos, hanem amorf formában szilárdul meg: emiatt a sejtalkotók nem változnak fagyasztáskor. Az ehhez a munkához szükséges kiegészítőket később vesszük csak meg, most két másik minta-előkészítő berendezést vásárolunk, egy ultramikrotomot a vékony biológiai metszetek készítésére és egy ionsugaras vékonyítót „kémény” minták vizsgálatához.

Az egész Dunántúlon nincs modern elektronmikroszkóp. Sőt, az országban is alig akad, most vesznek majd egyet a Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézetben, Budapesten. Nálunk egy pásztázó és egy transzmissziós berendezés is lesz, amely ha nem is a világ csúcstechnikáját képviseli, megfelel az „eggyel alatta levő” színvonalnak.

A Pannon Egyetemen rengeteg olyan kutatócsoport dolgozik, amelynek a munkája igényelte volna az elektronmikroszkópot,

¹ Az itt közölt beszélgetés az NKFI Hivatal számára készült interjú módosított változata.



sokan használják is, de máshová viszik a mintájukat, fizetnek a vizsgálatért – nem hatékony így a munka. Nekem is mindig más intézetbe kellett mennem, ha transzmissziós elektronmikroszkóppal akartam mérni. Azt szeretnénk, ha olyan szolgáltató laboratóriumunk lenne, ahol mindenkinek színvonalasan elégtjük ki az igényeit – nemcsak az egyetemen, hanem kicsit tágabb körben. A Dunántúlon működik a Nyugat-magyarországi, a Széchenyi István Egyetem, kicsit délebbre a Pécsi Tudományegyetem, a Balatoni Limnológiai Intézet, és számítunk az ipari megbízásokra is. Tehát azt gondoljuk, hogy sokféle minta, sokféle tudományos kérdés vizsgálatára lesz alkalmas ez a labor, és a lehető leghatékonyabban akarjuk működtetni. Külföldön láttam, hogy az ilyen laboratóriumokban nemcsak az ottani munkatársak dolgoznak, hanem „külsősök” is, mert az elektronmikroszkópia nagyon időigényes.

Azt tervezzük, hogy azok a csoportok, amelyek gyakrabban használnák a berendezést, delegálnának egy kollégát, akit betanítanánk egy-egy technikára, részfeladatra. Erre kapna jogosítványt, és akkor önállóan használhatná a mikroszkópot. Mindig hatékonyabb, ha az mér, aki a tudományos kérdést „hozza”, mert leginkább ő ismeri a problémakört. Természetesen az egyszerű kérdések megválaszolását vállaljuk, és mindenkinek megvan a saját kutatási témája is.

Úgy tervezzük, hogy létrehozunk egy online felületet, ahol föl lehet iratkozni a műszeridőre, a kiképzett kollégák lefolytatnák azt a mérést, amelyre jogosultak, és különböző tarifákat alkalmaznánk.

– *A laboratóriumot tartanák fenn a bevételből, vagy az egyetemnek is jutna belőle?*

– Terveink szerint a laboratórium önfenntartó lenne – a bevételből fizetnénk részben az ott dolgozók bérét (mert az egyetemen nehéz helyzetben vannak), az anyagköltséget, a mikroszkóp fenntartását, és képeznénk egy amortizációs alapot, amelyből a laboratórium fejlesztésére is jutna pénz. Nem gondoljuk, hogy a bevételből meggazdagodnánk: nagy siker lesz, ha az önfenntartás és az amortizációs alap megvalósul.

S.V.

Az MTA ATOMKI örökségtudományi laboratóriumának kiépítése – felkészülés az E-RIHS szerepre – GINOP-2.3.3-15-2016-00029

A „heritage science” – örökségtudomány – viszonylag új megnevezés a kulturális és természeti örökségünkkel kapcsolatos, komplex kutatásokra, melyek felölelik annak kezelését, konzerválását, interpretációját és dokumentálását. A régészet, muzeológia, művészettörténet, antropológia és paleontológia mellett egyre nagyobb szerepet játszanak ebben az érzékeny analitikai módszerek, különösen a csaknem roncsolásmentes, fizikai alapú eljárások, illetve azok fejlesztése. Intézetünk ezekben több évtizedes hagyományokkal rendelkezik, ilyenek például a gyorsítóselemanalitika vagy a radiokarbonos kormeghatározás. Az örökségtudomány egy dinamikus fejlődő terület, melynek fontosságát a társadalom egésze szempontjából mind az EU, mind hazánk felismerte. Az új ESFRI Roadmapre 2016 márciusában került fel a European Research Infrastructure for Heritage Science

(E-RIHS) kezdeményezés, amely magas színvonalú európai analitikai berendezések, laboratóriumok, múzeumok összefogása egy egyedülálló páneurópai kutatási infrastruktúra keretében az örökségtudomány témakörében folytatott kutatásokra. Ebben Magyarországot az MTA Atomki vezetésével az E-RIHS.hu konzorcium képviseli, melynek további tagjai jelenleg az MTA Energiakutató Intézet, az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont, valamint a Magyar Nemzeti Múzeum. Célunk tehát, hogy intézetünk legyen ennek a multidiszciplináris, elosztott helyszínű kutatási infrastruktúrának egyik csomópontja.

Az MTA Atomkiban már rendelkezésre álló gyorsítóselemanalitika (AMS) be kívánunk szerezni egy automatizált grafitizáló berendezést a szerves régészeti minták még tisztább, jól reprodukálható előkészítésére. A hamvasztott csontok (a kolagén kiegésző miatt) hagyományos AMS módszerrel nem mérhetők, ezeknél a szervesetlen bioapatitból mérnek C-14 kort. Ennek előkészítéséhez elengedhetetlen egy karbonát-feltároló egység. A régészeti szempontból fontos csontmintáknál a pontos eredményekhez stabilizotóp-mérések is szükségesek, melyekhez egy speciális minta-előkészítő berendezés fog érkezni.

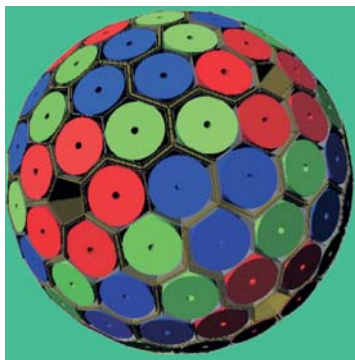
A projekt másik pillére egy világszínvonalú analitikai-képalakító eszközpark összeállítása, amely széles mérettartományban ad információt a vizsgált tárgyakról. A kulturális örökség tárgyainak vizsgálatánál az első lépés az optikai képalakítás. Erre a célra egy digitális, 3D mikroszkóp beszerzését tervezzük, mely a képen túl kvantitatív információt nyújt a tárgyon lévő struktúrák méretéről, nemcsak horizontális, hanem vertikális skálán is, pl. vésetek, felületről kiemelkedő díszítő elemek mélységéről, illetve vastagságáról. A gyorsítóselemanalitikát kiválóan kiegészíti a beszerzendő mikro-XRF berendezés, hiszen tárgytól és mérendő elemtől függően vagy az egyik, vagy a másik az optimális. A kulturális örökség tárgyainál gyakran lényeges szempont, hogy az alkalmazott technika roncsolásmentes legyen. A nanoskálán is informatív hagyományos elektronmikroszkópia ezért sokszor nem használható. A beszerezni kívánt, világszínvonalú AirSEM berendezés viszont natív formában képes elvégezni a minták analízisét. Így, a már meglévő berendezéseinkkel együtt, egy olyan eszközparkot alakítunk ki, amely nemzetközi szinten is az élvonalba tartozik.

Bővebb információ:

www.atomki.hu/infrastruktura-projektek

Egzotikus magfolyamatok kutatása itthon és ESFRI Roadmap intézetekben – GINOP-2.3.3-15-2016-00034

Az MTA Atommagkutató Intézet a magyarországi magszerkezet-kutatások nemzetközileg ismert és elismert központja. Az elmúlt években az Atomki az intézet gyorsítóit felhasználva egy új kutatási irányt indított el, amellyel bekapcsolódott korunk egyik legnagyobb kihívását jelentő sötét-anyag kutatásba. Az intézet munkatársai a ⁸Be atommag gerjesztett állapotának bomlását vizsgálva olyan anomáliát találtak, amely legjobb tudásunk szerint semmilyen magfizikai effektussal nem magyarázható, viszont értelmezhető egy eddig ismeretlen új részecske keletkezésével. Egy ilyen részecske viszont nem fér bele a részecskefizika standard modelljébe. A nemrég publikált kísérleti eredmény fel-



keltette a fizikusok nemzetközi közösségének a figyelmét, az elméleti és a kísérleti szakembereket egyaránt. A bejelentés hatására világszerte független méréseket terveznek, hogy a megfigyelés különböző interpretációit megerősítsék vagy megcáfolják.

Az elmúlt évtizedekben az itthoni kutatásokkal párhuzamosan az intézet magszerkezeti kutatócsoportja európai együttműködések keretében meghatározó szerepet játszott több jelentős magszerkezeti felfedezés elérésében. Az intézetben megszerzett kiváló gamma-spektroszkópiai tudásra alapozva a magszerkezeti kutatócsoport becsatlakozott az európai nehéziongyorsítók mellett, több száz kristályt tartalmazó detektorrendszerekkel végzett magfizikai kísérletekbe. A világ vezető magfizikai intézeteiben először stabil, majd radioaktív nyalábokon történő mérések során nemzetközileg figyelemre méltó eredményeket ért el a stabilitástól távoli atommagok vizsgálatában.

A következő generációs radioaktív-nyalábos berendezéseknél a korábbiaknál jóval nagyobb nyalábbintenzitásokat és gamma hozamokat várnak, amelyekhez sokkal jobb feloldású észlelő berendezéseket terveznek $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$ és nagy szegmentáltsági fokú germánium detektorokat alkalmazva. Jelenleg a világon két ilyen nagy Ge detektorrendszer épül, az amerikai GRETA és az európai AGATA. Ez utóbbi kiemelkedő fontosságú lesz az európai magszerkezet-kutatásban az elkövetkező évtizedekben és egyik fontos kísérleti eszköze az összeurópai támogatást élvező ún. ESFRI roadmap intézményeknek.

A projekt keretében a legmodernebb fejlesztésű $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$, szilícium-pixel, valamint AGATA típusú Ge-detektorok beszerzésére nyílik lehetőség. Az AGATA detektor része lesz a kiépülő AGATA rendszernek. Az új észlelő berendezésekkel egyrészt olyan nemzetközi kollaborációk tagja lesz az Atomki, amelyek az elkövetkező évtizedben meghatározzák a magszerkezet-kutatást Európában. Másrészt a beszerzendő detektorokkal lehetővé válik az Atomki által kimutatott új effektus részletesebb vizsgálata, amely nemzetközileg kimagasló jelentőségű lehet, hiszen akár egy új elemi részecske vagy egy új kölcsönhatás létét is igazolhatja.

Világszínvonalú kutatói környezet kialakítása az MTA Atomki új Tandetron laboratóriumában – GINOP-2.3.3-15-2016-00005



Az MTA Atommagkutató Intézetében 2014 májusában helyezték üzembe a Tandetron típusú részecskegyorsítót.

A projekt célja – és egyben az elvárt eredmény – a Tandetron Laboratórium teljes kiépítése. Egy olyan világszínvonalú, szé-

les módszer és eszközválasztékkal rendelkező, sokak számára hozzáférhető kutatóhely kialakítása, amely kiválósági centrum-má teszi az intézetet és gyorsítóközpontját.

Olyan technikai színvonalat tudunk elérni és olyan tudásszintű kutatói közösséggel tudunk együtt dolgozni, melyek biztosítják, hogy a laboratórium a nemzetközi (elsősorban európai) infrastruktúra-hálózatok fontos elemévé váljon, és alkalmas legyen számos nemzetközi nagy projekteken való hatékony részvételre is.

Bővebb információ:

www.atomki.hu/infrastruktura-projektek

Izotóp-klimatológiai és környezet-kutató (IKER) központ: recens és paleo-környezetgeokémiai kutatás-fejlesztési irányok megerősítése – GINOP-2.3.2-15-2016-00009

Az IKER projekt a múltbeli és jelenkori geo-, hidro- és bioszféra, valamint a komplex klimatológia izotópgéokémiai kutatását tűzi ki célul, amely alapvető jelentőségű a múltbeli és jelenkori klímaváltozás mértékének és hatásainak megértésében.

A pályázatban vázolt tudományos projekt egyrészt a már meglévő kutatási infrastruktúra segítségével fog megvalósulni, másrészt tovább bővíti két világszínvonalú tömegspektrométerrel: egy multikollektoros induktív csatolású plazma ionforrású tömegspektrométerrel, és egy clumped isotope tömegspektrométerrel. Ilyen berendezéseket nemhogy Magyarországon, de a kelet-közép európai régióban sem üzemeltetnek sem a tudományos, sem az ipari kutatásban. Ezen berendezések forradalmi változásokat hoztak a géokémiában, olyan izotóparányok elemzése válik lehetővé, ami korábban elképzelhetetlen volt. A projekt lényeges eleme még új izotóp géokémiai módszerek kifejlesztése, illetve meghonosítása Magyarországon. Ilyen például a gyorsító tömegspektrométeres technika továbbfejlesztése, ami a kormeghatározás és a szén-ciklus kutatás legkorszerűbb eszköze, vagy olyan nehezen mérhető környezeti izotópok méréstechnikája, melyek hiánypótlónak bizonyulnak a geokronológia vagy a környezet geokémia területén. Emellett a projektben beszerezni kívánt kisebb értékű berendezések (pl. lézer spektroszkópok) szintén az utóbbi évek innovációs fejlesztéseinek alapulnak.

Az élvonalhoz tartozó kutatási infrastruktúra és a tapasztalt kutatói közösség adta tudományos kapacitást kihasználva a projektben számos alap- és alkalmazott kutatási területet célunk meg. Ilyenek például: a clumped isotope termometria paleoklimatológiai kutatásokban, az in-situ kőzetfelszín korolás a gleccserek mozgásainak megértéséhez, a légköri fosszilis szén-terhelés nagypontosságú mérése. Jelentős eredményeket hozhat a fenti módszerek alkalmazása a Kárpát-medence utolsó 600 000 évének paleohidrológiai, paleoklimatológiai és paleoökológiai sajátosságainak megismerésében is. A rendszerszemléletű kutatási program mentén egy szinte példa nélküli, világszínvonalúan felszerelt izotópos klímakutató központ és tudásbázis jön létre Debrecenben, az MTA Atommagkutató Intézetben.

Bővebb információ:

www.atomki.mta.hu/iker



Az életminőség javítására a kémia kínálja a leghatékonyabb megoldásokat

A Debreceni Egyetemen mintegy 1,984 milliárd forintos európai uniós pályázati forrásból megvalósuló projekt átfogja az életminőség javításának legfontosabb területeit, minden eddiginél magasabb szintre emeli a kémiai kutatások hozzájárulását az egészséges élet feltételeinek megteremtéséhez.

A projekt átfogó célkitűzése a kémiai kutatások eredményeinek, módszereinek és eszközeinek alkalmazása az életminőség javítására. A Kémiai Intézet szinte teljes egészét átfogó kutatások az e cél megvalósulását közvetlenül (az egészség megőrzése, ill. helyreállítása) vagy közvetve (tisztá környezet biztosítása, megújuló energiák felhasználása) szolgáló területekre irányulnak. A kutatási feladatok sokrétűsége a kémia, mint központi tudomány jellegéből fakad, és erre alapulnak a várt eredmények is. A Debreceni Egyetemen rendelkezésre álló interdiszciplináris környezet (az orvosi alkalmazásoktól a műszaki fejlesztésekig) egyedülálló lehetőséget teremt az eredmények gyakorlati alkalmazásának kidolgozására.

Az egészséges társadalom és jólét érdekében végzett, egyes népbetegségek (szív-érrendszeri-, daganatos-, neurodegeneratív körkerek, metabolikus szindróma, diabetes) elleni gyógyszerfejlesztésekben kiemelt cél új, vezérmolekulaként alkalmazható vegyületek előállítása, valamint terápiás célpontként szóba jöhető enzimek azonosítása. A makrociklusos fémkomplexek szintézise, valamint mágnesesen polarizált biomolekulák előállítása a mágneses rezonanciás képalkotás (MRI) terén nyit új lehetőségeket.

A tiszta környezet megóvása/helyreállítása témakörben a környezeti kémiában használt erőlyes oxidálószer (hipoklórossav, hidrogén peroxid) reakcióinak vizsgálata hatékonyabb és gazdaságosabb vízkezelési eljárások (ivóvíz, szennyvíz, ipari vizek), és nagy hatékonyságú, környezetbarát oxidációs technológiák fejlesztését teszi lehetővé. Az új oldószerek alkalmazása igen jelentősen csökkenti a vegyipari folyamatok környezetszennyező hatását. A környezeti foszfát és arzén tartalom csökkentése és a kiégett fűtőelemekben előforduló rendkívül káros izotópok megkötése kémiai módosított agyagásványokkal válik lehetővé.

A biomassza felhasználásának hatékony módja aktív és stabilis enzimek izolálása és alkalmazása. Kiemelt cél a megújuló forrásokból származó energia tárolása kémiai kötött hidrogén formájában, ami működő hidrogén-akkumulátorok megvalósítását teszi lehetővé.

Az igen jelentős támogatás, a párhuzamosan futó I2M2 infrastruktúra-fejlesztési projekttel együtt, nemzetközileg is kiemelkedő színvonalú műszeres háttérrel ad a kutatásokhoz. A projektbe bevont nagyszámú MSc- és PhD-hallgató kiváló feltételek között készülhet fel a végzés után rájuk váró és egyre fontosabb innovációs feladatok megoldására. Az Intézet egységei eddigi szoros nemzetközi együttműködések továbbfejlesztésével egyrészt a kutatás sikerét segítik elő, másrészt jelentősen hozzájárulnak a Debreceni Egyetem nemzetközi láthatóságához.

A projektben várhatóan összesen 138 fő egyetemi oktató, kutató, hallgató, valamint technikai munkatárs vesz részt.

A projektről bővebb információt a www.dechem.unideb.hu oldalon olvashatnak.

A molekulatudományi kutatások élvonalába repítheti a debreceni kutatókat az integrált nagyműszeres infrastruktúra

Világszínvonalú multidiszciplináris természet- és élettudományi kutatások végzését teszi lehetővé a mintegy 800 millió forintos európai uniós pályázati forrásból beszerzésre kerülő korszerű szerkezetvizsgáló nagyműszer-park a Debreceni Egyetemen.

Az I2M2 projekt elsődleges célja egy koordináltan működő műszerközpont létrehozása, szervezeti és működési kereteinek megteremtése a Debreceni Egyetemen folyó nagy szintű tudományos és innovációs tevékenység lehetőségeinek bővítése céljából a biomolekuláris kutatások területén.

A Debreceni Egyetem Kémiai Intézetében létesítendő nagyműszer-központ interdiszciplináris kutatással és szolgáltatással kapcsolódhat az Egyetemen folyó nagy projektekhez, illetve aktív részesévé válhat a régió akadémiai és ipari kutatási tevékenységének a meglévő kapcsolatok integrálásával és széles körű szolgáltatásokkal.

Az I2M2 projekt tudományos küldetése világszínvonalú multidiszciplináris természet- és élettudományi kutatások végzése a szerkezeti kémia, a szerkezeti biológia, a gyógyszer-, élelmiszer- és környezettudományok területén. Az új műszerközpont megteremt a lehetőséget a Debreceni Egyetem különböző intézeteiben és kutatócsoportjaiban folyó kémiai és biológiai alapkutatások összekapcsolásához, a farmakológiai és gyógyszerkutatások komplex molekuláris szintű értelmezéséhez. A beszerzésre kerülő korszerű műszerek (NMR, CE-MS, XRD) nagy érzékenysége és kombinált alkalmazása drámai módon fokozhatja a szerkezeti kémiai/biológiai és gyógyszerkémiai kutatások hatékonyságát, ennek révén új lehetőséget teremtve a magyar és nemzetközi ipari szereplőkkel történő kapcsolatépítésre és a Debreceni Egyetem láthatóságának növelésére a nemzetközi kutatási infrastruktúra hálózatában.

Az új műszereken tervezett kutatómunka fókuszában a széleskörű együttműködésben végzett gyógyszerkutatási projektek állnak. Ezek közül kiemelhetők az antibakteriális illetve gombaellenes hatású molekulák, a II-es típusú cukorbetegség és a vérrögképződés ellen hatásos vegyületek, az antibakteriális/antivirális hatású felszíntetikus glikopeptid antibiotikumok (HIV, influenza ellenes szerek) szerkezet-hatás összefüggéseinek vizsgálata, mely kutatások eredményeképpen új, hatékonyabb terápiás készítmények kifejlesztése várható.

A korszerű szerkezetvizsgáló és analitikai műszerközpont egyedülálló komplexitása jelentősen növeli a kutatási potenciált, és így várhatóan fontos szerepe lesz a kiváló hallgatók és fiatal kutatók intézményen belül tartásában, valamint a hazai természettudományos utánpótlás nevelésében.

A projektben összesen 71 fő egyetemi oktató, kutató, hallgató, valamint technikai munkatárs vesz részt.

A projektről bővebb információt a www.i2m2.unideb.hu oldalon olvashatnak.

A projektek a Széchenyi 2020 program keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósulnak meg.



HÍREK AZ IPARBÓL

Vegyipari mozaik

Az influenzának annyi: oltóanyag-előállító kísérleti üzem épül. Oltóanyag-előállító kísérleti üzemet adnak át az idén a



Debreceni Egyetem (DE) ipari parkjában – jelentette be a felsőoktatási intézmény kancellárja. *Bács Zoltán* tájékoztatása szerint nyolcmilliárd forintból hozzák létre a Felsőoktatás-Ipar Együttműködési Központot, amelyhez a Gaz-

daságfejlesztési és Innovációs Operatív Program (GINOP) keretében csaknem hatmilliárd forint pályázati forrást nyertek el, ennek egyik elemeként valósul meg a kísérleti üzem.

Szilvássy Zoltán, a DE rektora elmondta: Közép-Európa első, úgynevezett sejtvonalalapú biotechnológiai oltóanyaggyártó kísérleti üzemét hozzák létre. A négy évig tartó projekt során kisseriás kísérleti vakcinagyártás folyik majd az üzemben, ami a folyamatos klinikai vizsgálatokat követő törzskönyvezés után megalapozhatja a tervezett nemzeti oltóanyaggyár építését Debrecenben – fűzte hozzá. Megjegyezte, hogy ezzel Magyarországon állíthatják majd elő többek között az influenza elleni vakcinákat. De nem ez lesz az első egyetemi gyógyszergyár Debrecenben, ugyanis az összejtűltetésekhez használt sejterápiás készítmények is helyben készülnek. A rektor beszélt arról is, hogy a Debreceni Egyetem nem csupán oktatási és kutatási intézmény, hanem gazdaságfejlesztő erő. Klaszterek formájában számos gazdasági vállalkozással működnek együtt, az egyetemnek harminc cégben van részesedése, közülük 11-ben többségi részesedés – tette hozzá *Szilvássy*, megjegyezve: a tudás gyorsabb gyakorlati hasznosulása érdekében a gazdaság szereplőivel kialakított szoros együttműködésükkel öt-hat évvel megelőzték az ilyen irányú kormányzati intézkedéseket. (*Innoportal.hu*)



Egyre innovatívabb a BorsodChem. A BorsodChem tevékenységének középpontjában a magasabb hozzáadott érték elérése, a



termékminőség és vevői elégedettség növelése, a környezetbarát és energiahatékony technológiák széles körű alkalmazása, valamint az innováció és kutatás-fejlesztési tevékenység áll.

Történetének legsikeresebb évét zárja a kazincbarcikai székhelyű BorsodChem Zrt. (BC), Északkelet-Magyarország egyik legnagyobb foglalkoztatója; a 2011 óta a kínai Wanhua-csoport tulajdonában lévő vegyipari társaság 2016-ban tovább tudta növelni termelési és értékesítési volumenét.

Közleményük szerint a 2015. évi 1,1 milliárd euró (341 milliárd forint) után 2016-ban a BorsodChem-csoport konszolidált árbevétele eléri az 1,2 milliárd eurót (374 milliárd forint).

A csoport adózás, kamatfizetés és értékcsökkenési leírás előtti eredménye (EBITDA) meghaladja a 250 millió eurót 2016-ban, ez csaknem ötven százalékos növekedés az előző évhez képest.

A menedzsment előrejelzése szerint a csoport adózás utáni konszolidált eredménye is kiemelkedő mértékben nőhet és elér-

heti a 2015-ben elkönyvelt 25 millió euró háromszorosát, azaz 75 millió eurót.

A cég a közleményében kiemelte, hogy a 2016-os év a beruházások szempontjából is kiemelkedő volt. A társaság a 2013-ban 84 millió euró költségkerettel indított projekt lezárásaként – a sikeres próbaüzemet követően – megkezdte a sósavkonverziós üzemében a termelést.

A telephely általános műszaki színvonalának fenntartására, javítására elköltött további 35-40 millió euró mellett elindult egy új membráncellás klór üzem építése is összesen 114 millió euró tervezett költséggel. A beruházások magas intenzitásának fenntartása a kínai tulajdonos elkötelezettségét jelzi.

A közlemény szerint a beruházások, fejlesztések középpontjában a magasabb hozzáadott érték elérése, a termékminőség és vevői elégedettség növelése, a környezetbarát és energiahatékony technológiák széles körű alkalmazása, valamint az innováció és kutatás-fejlesztési tevékenység áll.

A vegyipari vállalat arról is beszámolt, hogy a közelmúltban változások történtek a társaság vezetésében. Csien-seng Ting 2016 novemberében – elérve a kínai nyugdíjkorhatárt – a Wanhua Industrial Grouptól és a Wanhua Chemical Grouptól nyugdíjba vonult. Ezzel egyidejűleg döntött arról is, hogy a BorsodChemnél betöltött elnök-vezérigazgatói posztjából is visszavonul.

A BorsodChem tulajdonosai úgy döntöttek, hogy a 2012 óta elnöki beosztást betöltő Hung-csie Lut (Patrick Lu) bízzák meg a BorsodChem igazgatóságának elnöki tisztségével, és a 2011 óta az értékesítési és marketing divíziót vezető Csün-csang Liut (Alex Liu) nevezik ki a BorsodChem vezérigazgatójává – áll a tájékoztatóban. (*Innoportal.hu*)



Magyar szerkergeti a halálba a daganatos sejteket. A programozott sejthalál serkentésével pusztítja el a daganatokat az a kísérleti gyógyszerjelölt, amelynek sikeréről a tekintélyes Nature tudományos lap számolt be.

A nemzetközi szerzőgárda élén a Servier Kutatóintézet Zrt. magyar kutatói állnak, akik együttműködnek az MTA Természettudományi Kutatóközpont Szerves Kémiai Intézetével és több hazai egyetemmel is.

Az új szer az úgynevezett programozott sejthalál, vagyis az apoptózis folyamatát serkenti, azt az állapotokban és az emberi szervezetben is folyamatosan zajló, természetes folyamatot, amely a sérült, fertőzött vagy daganatos sejtek „öngyilkosságát” teszi lehetővé. A Servier gyógyszerjelölt molekulája több olyan előnyös tulajdonsággal is rendelkezik, amellyel a korábbi, hasonló hatású szerek nem. Ez megkönnyítheti a folyamatot, hogy gyógyszer váljon belőle.





A gyógyszerjelölt molekulával nagyon jó eredményeket értek el leukémiás, limfómás és egyéb daganatos sejttenyészeteken, ezeket az állatkísérletek során is meg tudták ismételni. Blaskó Gábor akadémikus és Kotschy András, a Servier főigazgatója szerint az emberi (klinikai) próbák még az idén elindulhatnak. Az új vegyület és a róla hírt adó Nature-cikk több más vonatkozásban is egyedülálló.

Egyrészt ritkaságnak számít, hogy e nagy tekintélyű folyóirat ipari gyógyszerkutatási eredményeknek adjon helyt a hasábjain. Másrészt nem szokványos, hogy a nemzetközileg színes – brit, francia és ausztrál kutatócsoportok tagjait is felvonultató – szerzőgárda élén magyar tudósok szerepelnek, ráadásul egy olyan intézet, a Servier képviselőjében, amelyről viszonylag keveset tud a közvélemény.

Blaskó Gábor akadémikus, az intézet alapító főigazgatója az MTA honlapján olvasható interjújában elmondta, a kutatóintézetben elsősorban szintetikus szerves kémiai gyógyszerkutatói munkát végeznek.

Az onkológiai és egyes metabolikus betegségek, többek között a 2-es típusú diabetesz gyógyszereinek kutatása képezi a két főbb terápiás területet, ahol az intézet új gyógyszerjelölt molekulák kutatását és előállítását végzi. (mta.hu)



Az Európai Unióban is engedélyt kapott a Suliqual™ a 2-es típusú cukorbetegségben szenvedő felnőttek kezelésére. A Sanofi bejelentette, hogy az Európai Bizottság engedélyt adott a 2-es típusú cukorbetegségben szenvedő felnőttek kezelésére szánt Suliqual™, azaz 100 egység/ml glargin bázisinzulin és GLP-1 receptor agonista lixiszenatid titrálható fix arányú, napi egyszer alkalmazandó kombinációjának európai forgalomba hozatalára. A Suliqual metforminnal kombinációban alkalmazva a glikémiás kontroll javítására engedélyezett abban az esetben, ha a kontroll metforminnal önmagában vagy más szájon át szedhető vércukorcsökkentő gyógyszerrel kombinálva, esetleg bázisinzulinnal sem biztosított.

„A Suliqual innovatív, új kombinációs terápia, amely segítséget nyújthat abban, hogy kielégítsük a 2-es típusú diabeteszben szenvedő európai betegek jelentős, klinikai igényeit – nyilatkozta Elias Zerhouni, a Sanofi Globális K+F elnöke. – A Suliqual engedélyezése egyben a Sanofinál dolgozó tudósok összehangolt munkájának megkoronázása, amelynek eredményeként sikerült két injekciós kezelést egy pontosan titrálható kezelés formájában egyesíteniük. A Sanofi hosszú múltra tekint vissza a diabeteszben szenvedő betegek ellátásának fejlesztése terén, és hisszük, hogy a Suliqual megkönnyíti majd a terápiás célok elérését a nem megfelelően kontrollált diabeteszes betegek számára.” (<http://www.sanofi.hu/>)



Négy újabb helyszínen kutathat a MOL Norvégiában. A MOL-csoport négy licencet nyert el, közülük az egyiket operátorként, azaz ezen a területen a MOL irányítja a kutatásokat. Ez volt a MOL Norge második sikeres APA (Award in Pre-Defined Areas) pályázati részvétele. A Norvég Olajipari és Energetikai Minisztérium 56 licencet adott ki 29 vállalat részére, többek közt olyan nagyvállalatok nyertek, mint a ConocoPhillips, a Shell és a Total.

„A MOL-csoport meghirdette 2030-ig szóló hosszú távú stratégiáját, melynek egyik célja, hogy a Kutatás-Termelés alacsony olajárkörnyezetben is önfinanszírozó és értékteremtő üzletágként

működjön. A 2016. évi APA koncessziós tender eredményeit tekintve különösen örülünk annak, hogy egy újabb operátori lehetőséget kaptunk a számunkra kiemelt jelentőséggel bíró Mandal High régióban. A licencet partneri konstrukcióban működtetjük a Statoil és a Petoro AS norvég állami tulajdonú társaságokkal, ami vállalatunkra nézve komoly elismerést jelent.” – mondta Berislav Gaso, a MOL-csoport Kutatás-Termelés ügyvezető igazgatója.

A MOL-csoport 2015 óta van jelen Norvégiában, amikor megvásárolta az Ithaca Petroleum Norge vállalatot. A tranzakció kiváló lehetőséget jelentett a MOL számára az északi-tengeri jelenlét kiterjesztésére Norvégiában, és a nemzetközi kutatási portfólió kiszélesítésére. A MOL Norge a mostani sikeres tenderek eredményeképpen már 21 licenccel rendelkezik, és 8 blokkban válik operátorrá.

A tervek szerint a MOL Norge 2017-ben két kutatófúrásban vesz részt, és a következő APA koncessziós tenderen is elindul. (mol.hu)



Szeretnél már egy problémamentes EU-projektet?– Itt a 10 legnagyobb! A Richter és az Egis által vezetett konzorcium végzett annak a listának az élén, amely a tavaly leszerződött 10 legnagyobb, problémamentes uniós gazdaságfejlesztési projektet állítja rangsorba. A nemzetgazdasági tárcától kapott kimutatáson állami helyett csak piaci alapú nyerteseket (konzorciumvezetőket) találunk és az NGM adatai szerint problémamentesek, azaz nem volt ellenük panasz, illetve szabálytalansági eljárás sem.

1. A Richter Gedeon Nyrt., a Szegedi Tudományegyetem, valamint az MTA Szegedi Biológiai Kutatóközpont együttműködésében, a piaci versenyképesség növelése érdekében végzett innovatív gyógyszeripari kutatás fejlesztések – 2, 8 milliárd forint

A projekt céljai között szerepel két termék, egy bioszimiláris fehérje készítmény, valamint egy gyógynövény alapú nőgyógyászati készítménycsalád fejlesztése. Ezek egyaránt a Richterben felhalmozott biotechnológiai illetve a SZTE Gyógyszerésztudományi karának gyógyszer-technológiai és klinikai tudására épülnek. A feladatok sorában a sikeres preklinikai fejlesztést követően klinikai vizsgálatok végzését tervezik.

A projekt keretében olyan K+F technológiák kifejlesztését is tervezik a SZTE és a MTA SZBK munkacsoportjaival közösen elvégezni, amikből származó ismeretek jelentősen hozzájárulnak a biotechnológiai úton előállított fehérjegyógyszerek hatásmechanizmusának, ill. a fellépő mellékhatások kialakulásának megértéséhez. Az originális kutatás mellett az innovatív generikus fejlesztések között az előbbiekhöz kapcsolódóan olyan nanotechnológiai módszerek kidolgozását is el akarják végezni, amik a gyógyszerek – ideértve a fehérjegyógyszereket is – innovatív formulálásának alkalmazásával újszerű terápiás eljárások kidolgozásához vezet.

2. Új galenikus gyógyszerkészítmények kutatás-fejlesztése és a gyártásukat biztosító infrastruktúra kialakítása – 2,3 milliárd forint

Az Egis Zrt. a projekt keretében ismert hatóanyagokra építve a betegek igényeit az elérhető termékekénél jobban kielégítő galenikus készítményeket fejleszt olyan betegségek kezelésére, melyekre jelenleg még nincs minden szempontból kielégítő gyógyszeres terápia. A fejlesztendő krém, kúp, kenőcs, gél formátumú készítmények új, egyedi gyógyszer-kombinációk, egyedi összetételűek vagy új formában teszik lehetővé ismert hatóanyagok bevitelét a szervezetbe.

A projekt részeként a legszigorúbb minőségbiztosítási követelményeknek is megfelelő, 4000 m² alapterületű új üzem is épül. A



projekt négyéves futamideje során a gyógyszergyár és konzorciumi partnerei nyolc készítmény fejlesztéséhez végeznek alap- és alkalmazott kutatást, az új termékek közül várhatóan legalább három 2020 után piacra kerül.

3. *Vegyszeripari maradékok energiahatékony és környezetbarát semlegesítése, anyagában történő újrahasznosítása (nátrium klorát katalitikus termikus semlegesítéséhez szükséges növelt hatékonyságú katalizátorok kutatása és innovatív fejlesztése) – 2 milliárd forint*

A beruházás részeként épülő új üzem létesítésének fő oka, hogy a klóralkáli gyártás során egy EU határozat szerint a higanykatódos sólélektrolízis technológiákat 2017 decemberében le kell állítani. Ezek alapján a BorsodChem kiváltja a higanykatódos sólélektrolízis üzemét és az új követelményeknek megfelelően új üzemet épít, melynek előnyei a jelentős villamosenergia-megtakarítás, ezáltal alacsonyabb CO₂ kibocsátásban lesz mérhető, illetve megszűnik a higany alkalmazása a klórtermelésben.

A BorsodChem Zrt. jelenleg a klórgyártásban a nátrium-klorát bontásához magas fajlagos vegyszer- és hőmennyiséget használ, melyek fajlagos mennyisége alkalmas katalizátor segítségével várhatóan jelentősen csökkenthető. Ilyen típusú technológia, katalizátor a piacon ma nem elérhető, ezért kidolgozása K+F tevékenységet igényel. A kutatók feladata a jelenlegi technológiai folyamat javításával és új technológiai eljárások kifejlesztésével megoldást találni ennek a szennyeződésnek a csökkentésére, mely a rendszer gazdaságosabbá és hatékonyabbá tétele érdekében rendkívül fontos.

4. *Új, több támadáspontú innovatív fájdalomcsillapító fejlesztése: hatástani, preklinikai és humán fázis I. vizsgálatok – 1,1 milliárd forint*

A projekt a PTE farmakológusai és a SE vegyészeti eredeti felfedezésén alapuló szabadalom fejlesztésére épül. A projekt egy koncepcionálisan új hatásmechanizmusú, innovatív fájdalomcsillapító fejlesztésére irányul, amely idegi eredetű (neuropátiás) fájdalmakra nyújthat megoldást. Mivel a fájdalomállapot a népesség 1%-át érinti, kezelése jelentős társadalmi és orvosi problémát jelent, így az új, hatékony gyógyszerek fejlesztésének igénye rendkívül nagy. A projekt fő feladatai a preklinikai hatástani és biztonságfarmakológia vizsgálatok elvégzése, valamint a 4. évben ún. Fázis I klinikai vizsgálat (egészséges önkénteseken való tolerálhatósági vizsgálatok) kivitelezése. (portfolio.hu)

SMOG

Épp idejében: közös szmogkutatási projektet indít a Pannon Egyetem, a PTE és az OMSZ. A légszennyezés, köztük a szmogjelenségek kialakulásának vizsgálatát és azok hatékonyabb előrejelzését célzó, 821 millió forint költségvetésű kutatásba kezd márciusban a Pannon Egyetem, a Pécsi Tudományegyetem (PTE) és az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) alkotta konzorcium – közölte Geresdi István egyetemi tanár, légkörfizikus az MTI-vel.

A PTE oktatója kiemelte: a Pannon Egyetem vezette társulás keretében a veszprémi kutatók a szilárd halmazállapotú részecskék kémiai összetételét és fizikai jellemzőit, valamint a kialakuló ködcspepek méret szerinti eloszlását mérik.

Az OMSZ munkatársai egyrészt a szennyező anyagok nagyobb távolságokra történő szállításával, másrészt a köd és a szmog rövid távú (néhány napos) előrejelzésének pontosításához szükséges fejlesztésekkel foglalkoznak.

A kutatásban részt vevő vegyészek, meteorológusok és fizikusok a szálló por, a PM₁₀, azaz 10 mikrométer vagy annál kisebb



részecskék vizsgálata mellett az egészségügyi szempontból sokkal veszélyesebb, 2,5 mikrométernél kisebb részecskék (PM_{2,5}) összetételét is elemzik – hívta fel a figyelmet Geresdi.

A PM_{2,5} részecskéi sokkal mélyebbre jutnak a tüdőben és kiürülésük is lényegesen hosszabb ideig tart, így azok belégzése fokozott egészségügyi kockázatot jelent.

A projekt PTE-re eső alaputatási részében nagy részletességgel modellezik a köd és a szmogjelenségek kialakulásához vezető fizikai és kémiai folyamatokat. A légkörfizikus szerint ezek a modellek éppen részletességük miatt nem alkalmasak napi meteorológiai prognózisok készítésére, azonban az elért eredmények felhasználhatóak lesznek arra, hogy ezek megbízhatósága növekedjen.

A köd és a szmog hatékony előrejelzésének érdekében egy igen nagy teljesítményű és tárolókapacitású szuperszámítógép beszerzését is tervezzik az OMSZ számára 376 millió forintból. Geresdi hozzátette, hogy a Gazdaságfejlesztési és Innovációs Operatív Programból finanszírozott kutatás négy évig tart. (Innoportal.hu)

Ritz Ferenc összeállítása

MKE-HÍREK

Konferenciák, rendezvények

Konferenciák, 2017

március 27.–április 2.	10. Jubileumi Kémikus Diákszimpozium, Pécs
április 18.	Magnézium Szimpózium, Kecskemét
április 21–23.	XLIX. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny, Szeged
május	Biztonságtechnika, 2017
június 19–21.	Vegyészkonferencia, Hajdúszoboszló
július 2–4.	ECBS 2017 – 5 th European Chemical Biology Symposium, Budapest
július 9–13.	BioTrans 2017 – 13 th International Symposium on Biocatalysis and Biotransformations, Budapest
augusztus 23–25.	60. Magyar Spektrokémiai Vándorgyűlés, Debrecen XIII. Környezetvédelmi Analitikai és Technológiai Konferencia (KAT2017), Debrecen
október 4–6.	XIX. EuroFoodChem Conference, Budapest
október 16–18.	Őszi Radiokémiai Napok, Balatonszárszó
november 23.	Kozmetikai Szimpózium, Budapest

18. Labortechnika kiállítás

Időpont: 2017. április 4–6.

Helyszín: BOC (volt SYMA) Csarnok C épület

(Budapest, XIV. Dózsa György út 1.)



10. Jubileumi Diákszimpózium

Pécs, 2017. március 27. – április 2.

<http://bioanalitika.aok.pte.hu/kemia/10szimp/index.shtml?jelentkezes>

Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny

Szeged, 2017. április 21–23.

A versenykiírás megtalálható a <http://www.irinyiverseny.mke.org.hu/> honlapon.

ECBS 2017 – 5th European Chemical Biology Symposium

2017. július 2–4.

Magyar Tudományos Akadémia,

1051 Budapest, Széchenyi István tér 9.

MTA Természettudományi Kutatóközpont,

1117 Budapest, Magyar Tudósok krt. 2.

A konferencia honlapja és online regisztráció: <http://www.ecbs2017.eu/>
Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk.

TOVÁBBI INFORMÁCIÓ: Körispataky Panna, ecbs2017@mke.org.hu

BioTrans 2017 – 13th International Symposium on Biocatalysis and Biotransformations

2017. július 9–13.

ELTE, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A

A konferencia honlapja: <http://www.biotrans2017.com/>.

Online regisztráció hamarosan

Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk.

TOVÁBBI INFORMÁCIÓ: Schenker Beatrix, biotrans2017@mke.org.hu

XIX. EuroFoodChem Conference

2017. október 4–6.

Szent István Egyetem, 1118 Budapest, Villányi út 29–43.

Hotel Flamenco, 1113 Budapest, Tas vezér u. 3–7.

A konferencia honlapja: <http://www.eurofoodchem2017.mke.org.hu/>

Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk.

TOVÁBBI INFORMÁCIÓ: Körispataky Panna,

eurofoodchem2017@mke.org.hu

MKE egyéni tagdíj (2017)

Kérjük tisztelt tagtársainkat, hogy a **2017. évi tagdíj** befizetéséről szíveskedjenek gondoskodni annak érdekében, hogy a Magyar Kémikusok Lapját 2017 januárjától 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 (mkl@mke.org.hu)

• személyesen (MKE-pénztár, 1015 Budapest, Hattyú u. 16. II/8.)

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.

Előfizetés a Magyar Kémiai Folyóirat 2017. évi számaira

A Magyar Kémiai Folyóirat 2017. 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!

Köszönetet mondunk mindazoknak, akik 2016-ban kettős előfizetéssel hozzájárultak a határon túli magyar kémikusoknak küldött Folyóirat terjesztési költségeihez. Kérjük, aki teheti, 2017-ben is csatlakozzon a kettős előfizetés akcióhoz.

Tájékoztatjuk tisztelt tagtársainkat, hogy a **személyi jövedelemadójuk 1 százalékának felajánlásából idén 819 470 forintot**

utal át az APEH Egyesületünknek.

Köszönjük felajánlásait, köszönjük, hogy egyetértenek 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 Kémiaaverseny, a XVI. Országos Diákvegyész Napok, valamint a 2016-ban nyolcadszor megrendezett KémiaTábor egyes költségeinek fedezésére használtuk fel, valamint arra a célra, hogy kiadványaink (KÖKÉL, Magyar Kémikusok Lapja, Magyar Kémiai Folyóirat) eljussanak minél több, kémia iránt érdeklődő, határon túli honfitársunkhoz.

Ezúton is kérjük, hogy a 2016. 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

Terveink szerint 2017-ben az így befolyt összeget ismételtelen a hazai kémiaoktatás feltételeinek javítására, a Középiskolai Kémiai Lapok, az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaaverseny, a 10. Kémikus Diákszimpózium, valamint a 2017-ben kilencedszer szervezendő KémiaTábor egyes költségeinek fedezésére használjuk fel.

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

Jelölések egyesületi díjakra

Hagyományosan az MKE éves rendes Küldöttközgyűlésén, 2017 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 javaslatára alapján, valamint az Egyesületnek (az Alapszabály) 20.§ (1) bekezdésében felsorolt bármely vezető tisztségviselője.” Utóbbiak az elnök, az alelnökök, a főtákar, a főtákarhelyettesek, az Intézőbizottság tagjai, a Felügyelő Bizottság 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 tehetők:

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 **írással 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 előzetesen már tett javaslatot, kérjük, erősítse meg azt, vagy a javaslati lapon ismételtén nyújtsa be.

A jelölések beküldési határideje 2017. március 31.

A kitöltött JAVASLATI LAP, illetve a Wartha Vince Emlékéremre 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), telefon: 06 1 201-6883, e-mail: mkl@mke.org.hu

2016. évi Gábor Dénes-díjazottak

Tizenhárom tudóst, kutatót, fejlesztőt és feltalálót tüntettek ki kiemelkedő teljesítményének elismeréséül a Gábor Dénes-díjjal 2016. december 22-én az Országházban.

Ürge László vegyész a gyógyszerjelölt vegyületek tervezését és előállítását támogató új termékek és technológiák kidolgozása során nyújtott tudományos közreműködéséért és a létrehozásában végzett szakmai-üzleti vezetői tevékenységéért ismerték el.

Gratulálunk a díjazottnak és további sikereket kívánunk!

27 AUG. – 1 SEPT. 2017
SZEGED, HUNGARY

33rd EUROPEAN CONFERENCE ON SURFACE SCIENCE

PLENARY LECTURES

Prof. Rolf Jürgen Behm
Ulm University, GERMANY

Prof. Charles T. Campbell
University of Washington, USA

Prof. Young Kuk
Seoul National University, KOREA

Prof. Elisa Molinari
CNR Institute of Nanoscience I3N, Modena, ITALY

Prof. Rasmita Raval
University of Liverpool, UNITED KINGDOM

Prof. Gabor A. Somorjai
University of California at Berkeley, USA

Prof. Martin Wolf
Fritz Haber Institute in Berlin, GERMANY

WELCOME OF THE CHAIR

It is our pleasure to announce the 33rd European Conference on Surface Science (ECOSS-33) organized in Hungary, Szeged. ECOSS is a traditional annual meeting directed jointly by the Surface Science Division of the International Union for Vacuum Science, Technique and Applications (IUVSTA) and the Surface and Interface Section of the European Physical Society (EPS). The conference provides an excellent opportunity for scientists from Europe and from all over the world to meet and discuss the latest advances in surface physics/chemistry and the progress of the surface science approach of the related innovation fields of heterogeneous catalysis, nanoelectronics, bio-nanoscience and light-matter nanotechnology. Szeged, crossed by the Tisza River is a university town of a long cultural tradition in the centre of the Carpathian Basin. The beautiful downtown of Szeged and the pleasant weather in August provide an excellent background for this conference.

András Berkó
Chair of ECOSS-33

Frigyes Solymosi
Honorary Chair

www.ecoss2017.org

CONFERENCE: Régió-10 Ltd. • Dugonics sq. 12, H-6720 Szeged, Hungary
SECRETARY: Phone/fax: +36 62 710 500 • E-mail: ecoss33secretariat@regio10.hu • www.regio10.hu

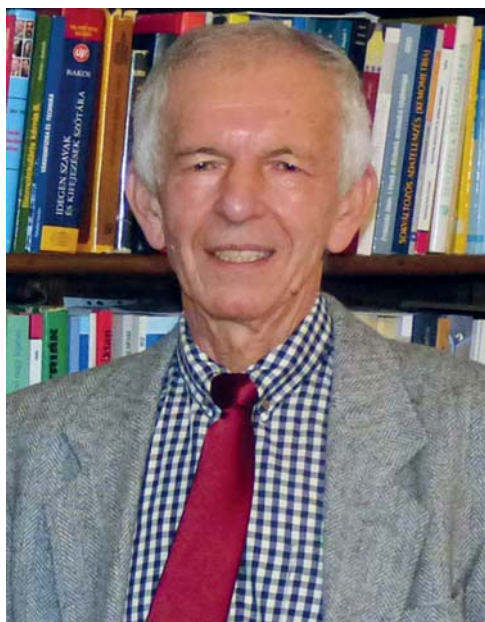
HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXXII. No. 3. March 2017

CONTENTS

<i>A snapshot on the potential development and promise of 2D chemistry after graphene</i>	70	<i>Let's discuss it! The Hungarian spelling of resolution</i>	86
TIBOR BRAUN		LAJOS KOVÁCS	
<i>Bruckner Room Lectures</i>		<i>János Prosz's 125th anniversary</i>	89
<i>Using heterogeneous catalysts in organic reactions</i>	75	ISTVÁN PRÓDER	
ZOLTÁN HELL		<i>Csaba Szántay memorial chair</i>	90
<i>I am proud of all of my students. An interview with secondary school teacher László Gelencsér</i>	77	PÉTER TÖMPE	
TAMÁS KISS		<i>Robert Oppenheimer and the beginning of the atomic age</i>	91
<i>On the way toward a greener phosphorus chemistry.</i>		ANDRÁS MÉNES and ZOLTÁN KRASCSENITS	
<i>An interview with Professor György Keglevich</i>	80	<i>Science on stamps.</i>	
VERA SILBERER		<i>Artificial nuclear transformations</i>	93
<i>Cloud poking</i>		LÁSZLÓ BOROS	
<i>High dose Vitamine C: what is it good for?</i>	85	<i>Chembits</i>	94
BARBARA TÓTH and DEZSŐ CSUPOR		GÁBOR LENTE	
		<i>News of the Month</i>	96

Búcsú Gál Miklóstól (1942–2016)



Gál Miklós 1942-ben Recskén született. Középiskolai tanulmányait a Kazincbarcikai Vegyipari Technikumban végezte, 1961-ben érettségizett. Az iskola egyik legjobb tanulója volt. Iskolatársaira odafigyelt, mindig segített a nehezebb elméleti feladatok megoldásában és a laboratóriumi munka elsajátításában. Laboratóriumi érettségijét helyettesítő féléves kutatómunkáját – az „Új acetylsalvoseptyl-meghatározás”-t – kiváló eredménnyel végezte. Ezt a munkát tanára, Cornides István professzor egyetemi hallgatói színvonalúnak minősítette.

Gál Miklós az ELTE TTK vegyész szakán (1961–1966) végezte tanulmányait – kiváló előmenetele alapján a Fizikai Kémiai és Radiológiai Tanszék társadalmi ösztöndíjasaként. A tanszéken gyakornok, egyetemi tanársegéd, majd adjunktus beosztásban dolgozott (1966–1975). Az oktatásban és a kutatásban már ezek a korai éveik igen tevékenynek bizonyultak. Két egyetemi jegyzet megírásában is részt vett, egyetemi doktori értekezését 1969-ben védte meg.

Az MTA Izotóp Intézet Fémorganikus Csoportjának munkatársaként (1975–1978) kutatási lehetőségei nagymértékben kiszélesedtek és a fizikai kémiai mérésekben már megszerzett széles körű jártasságát, igényességét sikeresen hasznosította. Munkája érdeklődése a korszerű Fourier-transzformációs IR-spektroszkópia meghonosításához kapcsolódott.

Az ELTE Általános és Szervetlen Kémiai Tanszékén tudományos munkatársként, majd főmunkatársként dolgozott és oktatott (1978–2001). Létrehozta és vezette a

tanszéki Raman-spektroszkópiai laboratóriumot, amely hazai és nemzetközi elismertséget vívott ki. Kandidátusi értekezése is ebben a témakörben – „Raman-spektroszkópia alkalmazása a szerkezetkutatásban” – született, amelyet 1995-ben védett meg. 1998-ban megpályázta és széles körben elismert, értékelt szakmai tevékenysége révén elnyerte a Széchenyi Professzori Ösztöndíjat.

Fontosabb korai kutatási eredményei – amelyek az MTA Izotóp Intézetében, majd az Általános és Szervetlen Kémia tanszéken készültek – a hazai FT–IR és lézer Raman-spektroszkópia kezdetét jelentették. A szilícium-, higany-, platina-organikus vegyületek szerkezetvizsgálatára, a folyadékkristályok (MBBA, EBBA) fázisviszonyainak felderítésére, elektródfelületek in situ tanulmányozására és az uranilion szilárd fázisú oldatbeli koordinációjára vonatkozó eredményei rangos nemzetközi folyóiratokban jelentek meg. Az ELTE-n meghonosította (1987) és eredményesen művelte a magas hőmérsékletű szupravezetők kémiaiához kapcsolódó kutatásokat. Kezdeményezte (1991) a fullerének (C_{60}) iridium(I)-, valamint vaskomplexeinek Mössbauer-spektroszkópiai és termikus vizsgálatát, az új modellvegyületek előállítására jó hozamú és reprodukálható szintézismódszereket dolgozott ki.

Újszerű anyagok (szervetlen pigmentek, kerámiák prekursorai, festékkompozitok) innovációs és alkalmazott kutatási munkái során a tanszék számos KMB-tanulmányának elkészítéséhez járult hozzá. Ezen tevékenysége során vezette be a mikrohullámú hőkezelésű és a szonokémiai eljárásokat, módszereket dolgozott ki a homogén, monodiszperz, amorf és gömb alakú prekursorok előállítására.

Az egyetemi és tudományos közéletben mindvégig aktívan részt vett. Többek között az ELTE TTK Kari Tanács tagja, a Vegyész Szakbizottság titkára, a Kémiai Tanszékcsoport Tanácsának tagja volt.

A Magyar Kémikusok Egyesületében már a korai évektől tevékenykedett, a Kémikusok Lapjának olvasószerkesztőjeként sikeresen kamatoztatta sokrétű tudását. Az MTA Szervetlen és Fémorganikus Munkabizottságának aktív tagjaként és sokáig titkáráként is dolgozott, valamint a Szilárdtest és Felületkémiai Munkabizottság munkájában szintén hosszú ideig vett részt.

Tanulmányútjai során több külföldi egyetemen (pl. Lomonoszov Egyetem, Moszkva; Carleton Egyetem, Ottawa; Drexel Egyetem, Philadelphia), kutatóintézetben dolgozott és sikeres együttműködést alakított ki.

Az általa művelt témákban alapos és mély tudás jellemezte. Sokirányú érdeklődése, nyitottsága számos tudományterület felé irányult, ami tudományos tevékenységében is tükröződik. Kollégái felé mindig figyelemmel volt, tanácsokért, szakmai segítségért bármikor fordulhattak hozzá.

Kutatói munkájára széles hazai és nemzetközi együttműködés volt jellemző. Mindig a legfrissebb, élvonalbeli témákon dolgozott. Több mint 80 magyar és főként idegen nyelvű dolgozat, valamint 120 feletti előadás és poszter szerzője, társszerzője.

Előadásokat és laboratóriumi gyakorlatokat tartott vegyész-, gyógyszerész-, fizikus-, mérnökfizikus-, és kémia-x szakos hallgatóknak. Megfelelő tudásszintet elváró, de a nehézségekkel küzdők irányában odafigyelő és segítőkész oktatóként emlékezhetünk rá.

Gál Miklós, az ELTE Kémiai Intézetének tudományos főmunkatársa türelemmel viselt, súlyos betegsége után életének 75. évében, 2016. december 17-én elhunyt. Emlékét megőrizzük.

Raisz Iván

AKTUÁLIS ÁRCSÖKKENTÉS

Aktuális termékek

Kimagasló minőségben

Célszerű funkciókkal

Ismert gyártóktól

Óvatos árszinten

**SZÜKEBB KERETEKHEZ
IGAZÍTOTT ÁRAK...**

szuper engedmények:

5 – 35 %

Brutális árak március 30.-ig

Néhány ajánlat a sok közül: valamennyi Macherey-Nagel és WTW-termékre **12%**, a kiemelt típusokra egyedi árak még jelentősebb (**22-35%**), engedménnyel, valamennyi mérlegre **15%** engedmény. **Néhány példa:** NANOCOLOR UV/VIS II szkennelős és zavarosságot is mérő fotométer tartozékaival: **1.200.000 Ft**, NANOCOLOR VIS II szkennelős és zavarosságot is mérő fotométer tartozékaival: **750.000 Ft**, NANOCOLOR 500D precíziós laboratóriumi FOTOMÉTER: **540.000 Ft**, PF-12^{plus} univerzális adattárolós, motoros hullámhossz állítású mobil fotométer zavarosság méréssel és kontrollal: **220.000 Ft**, az új PF-3 kompakt okos-fotométer: **88.000 Ft**, VARIO C2 érintőképernyős termoblokk: **175.000 Ft**.

WTW pH 3110 terepi/labor koffer-szett készlet: **125.000 Ft**, pH/Cond multiparaméteres SET: **320.000 Ft**. Zavarosságmérők: **394.000.- Ft**-tól, mobil optikai oldott oxigén mérőkészlet hordkofferben: **260.000.- Ft**, IDS 5-paraméteres mérő mobil WTW műszer hordkofferben 1elektrodával: **225.000.- Ft**. Árkedvezményes automata TOC analizátorok, elemtartalom analizátorok. Akciós áron gázballonok, gázórák, biogáz analizátorok és légtér szennyezettség mérő műszer készletek. /Valamennyi fenti ár nettó, ÁFA nélküli./ Ez a tájékoztató nem teljeskörű, ezért:

Kérje részletes ismertetőnket!

**Ezt a lehetőséget
nem szabad kihagyni:**

AKTIVIT Kft.
1145 Budapest, Pétervárad u. 14.
Tel: +36-(1)-470-0125, 221-7865.
Levél: 1581 Budapest 146, PF.: 104.
Fax: 252-9940, Mail: info@aktivit.hu, web: www.aktivit.hu
Környezetvédelmi műszerek, analitikai eszközök

RAKTÁRKÉSZLET CSÖKKENTÉS - RAKTÁRKÉSZLET CSÖKKENTÉS - RAKTÁRKÉSZLET CSÖKKENTÉS - RAKTÁRKÉSZLET CSÖKKENTÉS

OUTLET
AMIG A KÉSZLET TART!

CSAK A KÉSZLET EREJÉIG!		CSAK A KÉSZLET EREJÉIG!		CSAK A KÉSZLET EREJÉIG!		CSAK A KÉSZLET EREJÉIG!	
W1C1.00111	WTW Cond 720 InoLab labor műszer mérőcella nélkül	80 000 Ft	20% engedm.	W2C0.001	KS ProfiLine COND hordkoffer + állvány + 1413uS/cm oldat	5 000 Ft	90% engedm.
W2FD.45U	WTW Multi 3410 SET KS1 1 csatlakozós IDS multi műszer kofferkészlettel, elektrodák nélkül (IDS elektrodák is nagyon kedvező - akciós áron kaphatók hozzá !!!)	160 000 Ft	40% engedm.	W2FD.47F	WTW Multi 3430 SET F 3 csatornás IDS multiméter, +SenTix940 digitális pH-mérő elektróda +FDO925 digitális oxigénmérő elektróda +TetraCon925 digitális vezetőképesség elektróda, hordkofferben, kalibráló tartozékokkal. KOMPLETT MÉRŐKÉSZLET	650 000 Ft	35% engedm.
W2V0.0-100	WTW vario típusú pH-mérő műszer, zsebben elférő mini változat (csak műszer)	30 000 Ft	50% engedm.	QMH1.0K10	Elektronikus "függő" mérleg, KERN, 10g / 10000g.	2 000 Ft	80% engedm.
W1FD.350	WTW inoLab Multi 9310 IDS multi műszer 1 univerzális elektróda bemenettel (IDS elektrodák is nagyon kedvező - akciós áron kaphatók hozzá !!!)	170 000 Ft	40% engedm.	W600.700	WTW VisoTurb 900-P IDS zavarosság mérő elektróda csatlakozó fejjel, 0-4000FNU, 10bar nyomásállósággal	200 000 Ft	50% engedm.

