

A TARTALOMBÓL:

Műtrágyák
higroszkóposága

Mi motiválja a kutatókat?

Miniatürizálás
és automatizálás

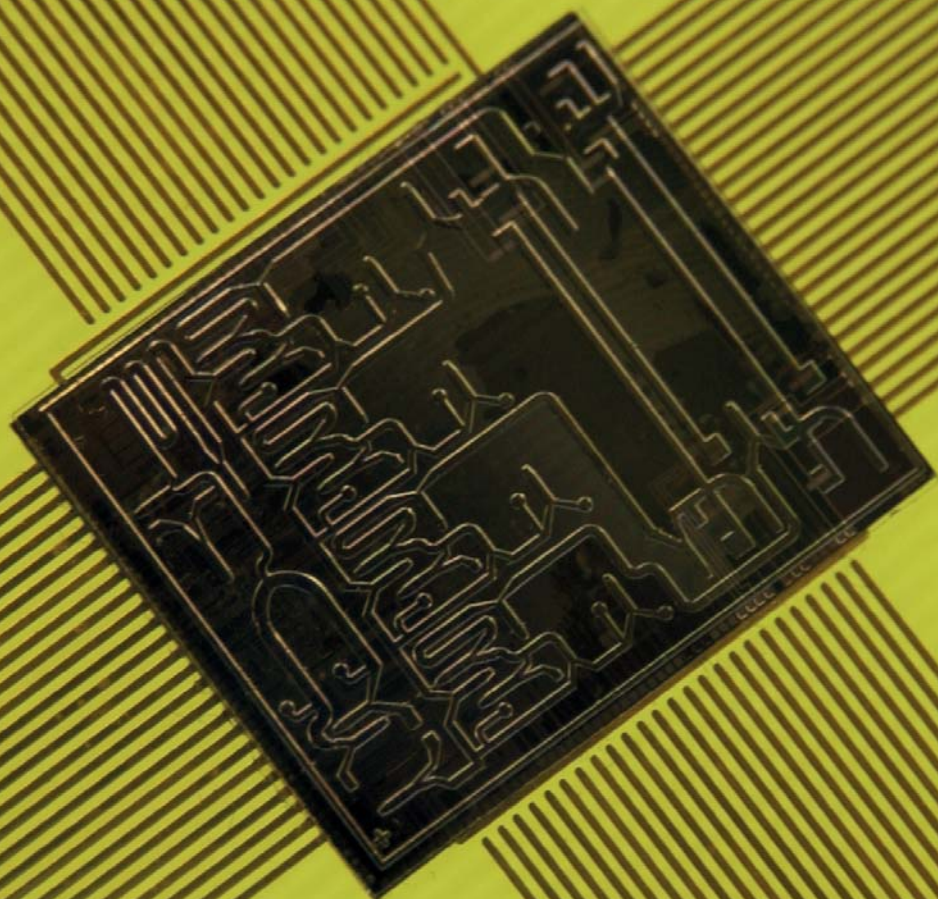
EuCheMS Newsletter,
2012. november



MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXVII. ÉVFOLYAM • 2012. NOVEMBER • ÁRA: 850 FT

Lab-on-a-chip



**more capabilities.
new possibilities.**

Thermo Scientific + Dionex

Egy teljesen más ICP-MS:
A Thermo Scientific iCAP Q

- Forradalmian új műszaki megoldások
- A legkiválóbb analitikai teljesítmény
- Kivételes robusztusság
- Rendkívül egyszerű kezelhetőség
- Kompakt méret



Thermo
SCIENTIFIC

Kizárólagos képviselő:

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

Telefon: 1-221-5536 • Fax: 1-221-5543

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

UNICAM
Magyarország Kft.



MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXVII. évf., 11. szám, 2012. november



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

Szerkesztőség:

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

Szerkesztők:

ANDROSITS BEÁTA, BANAI ENDRE,
JANÁKY CSABA, LENTE GÁBOR,
NAGY GÁBOR, PAP JÓZSEF SÁNDOR,
ZÉKÁNY ANDRÁS

Szerkesztőségi titkár: SÜLI ERIKA

Szerkesztőbizottság:

SZÉPVÖLGYI JÁNOS,
a szerkesztőbizottság elnöke,
SZÉKERES GÁBOR örökös főszerkesztő,
ANTUS SÁNDOR, BECK MIHÁLY,
BIACS PÉTER, BUZÁS ILONA,
GÁL MIKLÓS, HANCSÓK JENŐ,
HERMECZ ISTVÁN, 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,
SZEBÉNYI IMRE, TÖMPE PÉTER,
ZÉKÁNY ANDRÁS

Kapják az egyesület tagjai és a megrendelők

A szerkesztésért felel: KISS TAMÁS

Szerkesztőség: 1015 Budapest, Hattyú u. 16.

Tel.: 36-1-225-8777, 36-1-201-6883,

fax: 36-1-201-8056

E-mail: 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)

A lap megjelenését a Nemzeti Kulturális Alap
támogatja



Nemzeti
Kulturális
Alap



Egy könyvismertetés kapcsán osztanám meg gondolataimat Önökkel. Hargittai István „Ambíció és kíváncsiság, avagy mi hajtja a tudományos felfedezőket” című könyvéről írt figyelemfelkeltő ismertetést Náray-Szabó Gábor kollégánk. A könyv az utóbbi évek egyik legnagyobb olvasói élményét jelentette számomra. Szeptember végén Padovában voltam szakmai tapasztalatcserén, és elvittem magammal a könyvet, gondolván ott majd esténként lesz időm elolvasni. Talán hétfőn este kezdtem hozzá, aztán úgy döntöttem, hogy másnap nem megyek be a tanszékre, inkább a szállásomon maradok „dolgozni”. Megtehetem, engem már nem hajt senki, magam határozom meg, hogy mennyit töltök a közös projekt eredményeinek megbeszéléseivel. Egy nap kihagyás behozható egy kis esti túlmunkával, az olaszok úgyis szeretik az esti munkát. Nem divat 4–5 órakor hazamenni. Igaz, reggel 8-kor is csak akkor vannak bent, ha órájuk van. Szóval otthon maradtam, annyira magával ragadott a könyv gondolatvilága. A szerző lebilincselően tárja az olvasó elé 15, többnyire Nobel-díjhoz vezető felfedezés motivációit, történeteit, sok-sok előre nem sejtett véletlenjét, a kutatók mániákus kitartását, amittől ez a könyv letehetetlenné válik. De nem akarom Náray-Szabó professzor ragyogó könyvismertetését folytatni.

A könyv olvasása kapcsán fiatalkorom nagy olvasásélményei elevenedtek fel bennem: rövid Jókai-korszak után a Sienkiewicz-korszakom, a Zola-korszakom. Ma is emlékszem, hogy bújtam ezeket a könyveket. A debreceni megyei könyvtár tagjaként majd minden könyvüket elolvastam. Máig ható, maradandó élményt jelentettek.

Mára jelentősen megváltozott az információközlés és -szerzés módja. Az írott termékeket talán megelőzi az elektronikus. Fiatal kollégáimat látva, úgy tűnik, nagyrészt az internetről szerzik információikat. Hihetetlen mennyiségű információ áll rendelkezésre a kibervilágban. Talán túl sok is. Rengeteg közöttük az értékes, de talán még több az értéktelen Nehéz válogatni közülük. Ezért szeretheti a mi generációnk egy kicsit jobban az írott információt. Azt jobbra egyszer már szelektálják. A második szelekciót pedig ki-ki a gondolatvilága szerint elvégzi saját maga. Meg jó tapintani az embernek az ujjával a papírra hol érdes, hol sima anyagát, ez hozzátartozik az olvasás élményéhez.

Ma reggel kávézás közben megkérdeztem néhány doktoranduszhallgatómat olvasási szokásairól. Mindegyik olvas könyveket, egy-kettőt említett az elmúlt hónapokból. Én sem tudok sokkal többet mondani. Talán nem is olyan rossz a helyzet. Csak nyáron van igazából az embernek alkalm arra, hogy nagyobb lélegzetű irodalmi művet olvasson, mert esténként félóránként nem lehet értékes irodalmat olvasni. Egyben megragadtam az alkalmat: megmutattam és elolvasásra ajánlottam nekik az „Ambíció és kíváncsiság”-ot. Belelapoztak, és rögtön elkezdtek belőle felolvasni egymásnak.

Hadd ajánljam én is Önöknek Hargittai István remek könyve előtt bemelegítésül lapunk novemberi számát! Remélem, nem csalódnak.

2012. november

Kiss Tamás
Kiss Tamás
felelős szerkesztő

TARTALOM

VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY

Györffy Werner: Műtrágyák higroszkóposága 326

Braun Tibor: Miniaturizálás és automatizálás az analitikai kémiában.

Lépések a kémcsőtől az integrált mikrofluidikai laborkártyáig vezető úton 330

Bruckner-termi előadás

Mándity István: Nagy hatékonyságú kémiai átalakítások
folyamatos áramban: védőcsoport-eltávolítás, deuterálás és organokatalízis 336

KÖNYVISMERTETÉS

Náray-Szabó Gábor: Mi motiválja a kutatókat? (Hargittai István: Ambíció és kíváncsiság, avagy mi hajtja a tudományos felfedezőket) 338

ISMERETTERJESZTÉS

Hargittai István: Kockára tett tekintély. Vezető polimerek 339

KITEKINTÉS

A Manhattan-tervtől az ősrobbanásig. Találkozás Roy Glauber Nobel-díjas fizikussal 344

Cserti József: Milyen lapot szeretnénk? 346

VEGYIPAR- ÉS KÉMIATÖRTÉNET

Vegyészkalendárium (Pap József Sándor rovata) 348

MEGEMLEKEZÉS

Antus Sándor: Lipták András (1935–2012) 350

Hajós Péter, Dallos András: Kovács Ervin (1927–2012) 351

VEGYÉSZLELETEK

Lente Gábor rovata 352

EuCheMS Newsletter, 2012. november 355

EGYESÜLETI ÉLET 359



Címlap:

Miniaturizálás és automatizálás az analitikai kémiában: lab-on-a-chip (Maggie Bartlett, NHGRI; www.genome.gov)



Gyórfy Werner

■ Nitrogénművek Zrt.

Műtrágyák higroszkóposága

A műtrágyák tapadása

A műtrágyák nagy részének, de elsősorban a nitrogéntartalmú műtrágyáknak egyik fontos tulajdonsága a nedvsvívó képesség, amely abból ered, hogy kisebb-nagyobb mértékben higroszkópos sókat tartalmaznak.

A műtrágyák káros tulajdonsága a tapadóképeség. A műtrágyaszemcsék összetapadása a műtrágya minőségét erősen leontja, a mezőgazdaságban az akadálymentes kijuttatásukat akadályozza. A műtrágyák tapadásának mechanizmusa ismert. A műtrágyában maradt víztartalom és a környezetből felvett víz együttesen a szemcsék felületén telített sóoldatot képez. A telített oldat magasabb hőmérsékleten több sót tud oldatban tartani, míg az éjszakai lehűlés vagy más éghajlati körülmény miatt bekövetkező lehűlés hatására sókiválás történik. A kivált sókristályok a szemcsék között sóhidakat hoznak létre. Ezek a sóhidak az újabb felmelegedésre már nem tűnnek el. A műtrágya össze-tapadt.

A tapadás előfeltétele az, hogy a szemcsék felületén telített oldat képződjön. Az oldathoz szükséges víz két forrásból tevődik össze. Egyrészt a gyártás során marad a műtrágyában 0,3–0,4% víz, másrészt a műtrágya higroszkóposága folytán vizet vesz fel. Ezért lényeges a műtrágyák, illetve a műtrágyákat alkotó sók higroszkóposágát ismerni.

A műtrágyák higroszkóposága

A műtrágyák, illetve a sók higroszkóposága azt jelenti, hogy a nedves levegőből bizonyos körülmények között nedvességet tudnak felvenni.

A sók nedvsvívó képességét a higroszkóposági ponttal jellemezzük. A higroszkóposági pont triviális megfogalmazása a következő: A műtrágya vagy só higroszkóposági pontja alatt a környezeti nedves levegőnek azt a relatív nedvességtartalmát értjük, amely felett a só nedvességet vesz fel, illetve amely alatt nedvességet ad le, vagyis szárad. Tehát minél alacsonyabb egy só higroszkóposági pontja, annál erősebben nedvsvívó, vagyis szárazabb levegőből is képes vizet felvenni. Értelmezésének megfelelően a higroszkóposági pontot %-ban adjuk meg.

A higroszkóposági pont pontosabb meghatározása a következő: A műtrágya vagy só higroszkóposági pontja a nedves levegőnek az a relatív nedvességtartalom-értéke, amelynél a műtrágya- vagy sószemcse felületén lévő telített sóoldat tenziója meg-egyezik a nedves levegő nedvességtartalmának parciális nyomásával.

A nedves levegő relatív nedvességtartalma viszonyszám, amely az aktuális hőmérsékleten a telítetlen levegőben mért parciális gőznyomás és ugyanehhez a hőmérséklethez tartozó telített levegő gőznyomásának hányadosa [5]. Vagyis a levegő relatív ned-

vességtartalma a levegőtelítettségre utal. A relatív nedvességtartalom képlettel kifejezve:

$$\varphi = \frac{p_V}{p_T} \cdot 100,$$

ahol a φ nedves levegő relatív nedvességtartalma (%), p_V a nedves levegő abszolút nedvességtartalmának parciális gőznyomása (Pa), p_T a telített levegőben lévő vízgőz parciális nyomása (Pa).

Ezek után a sók higroszkóposági pontjának számítása a nedves levegő relatív nedvességtartalmától csak annyiban különbözik, hogy a levegő abszolút nedvességtartalmának gőznyomása helyett a képletbe a telített sóoldat tenziója kerül. Így a higroszkóposági pont képlete:

$$\text{Higr.} = \frac{p^\circ}{p_T} \cdot 100.$$

Ezek alapján, ha ismerjük a sók telített oldatának tenzióját, a higroszkóposági pont nemcsak méréssel, hanem számítással is meghatározható.

A telített levegő víztartalma

Ha a higroszkóposági pontot számítással kívánjuk meghatározni, szükségünk van a telített levegőben lévő vízgőz parciális nyomására különböző hőmérsékleten. Bár ezek az értékek szak-könyvekben táblázat [5], illetve diagram formájában megtalálhatók, célszerű képlet formájában is megadni. Ez az esetleges számítógépes algoritmus kialakításánál könnyebbé teszi. A telített levegőben lévő vízgőz parciális nyomását néhány hőmérsékleten az **1. táblázat** tartalmazza.

1. táblázat. A telített levegőben lévő vízgőz parciális nyomása néhány hőmérsékleten

Hőmérséklet °C	Gőznyomás mbar	Hőmérséklet °C	Gőznyomás mbar
0	6,105	50	123,336
10	12,279	60	199,183
20	23,385	70	311,573
30	42,423	80	473,426
40	73,754	90	701,0

A gőznyomást a hőmérséklet függvényében a következő formában szokták megadni:

$$\ln p = A + B \cdot \frac{1}{T}, \text{ vagyis } p = e^{A+B \cdot \frac{1}{T}}.$$



Pontosabb megközelítést kapunk, ha a gőznyomást a következő képlettel fejezzük ki:

$$\ln p = A + B \cdot \frac{1}{T} + C \cdot \left[\frac{1}{T} \right]^2.$$

A telített nedves levegő esetében az együtthatók értéke rendre: $A = 18,66946$, $B = -37\,77,57$, $C = -22\,5309$.

Ezzel a képlettel számolva 0–80 °C között a számított értékek eltérése a táblázatban megadottaktól $\pm 0,05\%$.

Telített sóoldatok gőztenziója

Az alábbiakban a műtrágyákban előforduló néhány só telített oldatának tenzióját vesszük számba. Ezen belül is a N-műtrágyák fő alkotója, az NH_4NO_3 tenzióját vizsgáljuk részletesebben.

A továbbiakban a következő rövidítéseket alkalmazzuk: NH_4NO_3 – AN, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – AS, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ – CN, $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ – karbamid, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ – MgN, KNO_3 – KN.

Az irodalomban a sóoldatok tenziójára viszonylag eltérő adatok találhatók [1], [2], [4]. A reális értékeket a 2. táblázat tartalmazza mbar mértékegységben. A 2. táblázat a tenzióértékeket a műtrágya raktározásra jellemző 10–50 °C közötti hőmérsékleten mutatja.

2. táblázat. Sóoldatok tenziója a műtrágya raktározási hőmérsékletén

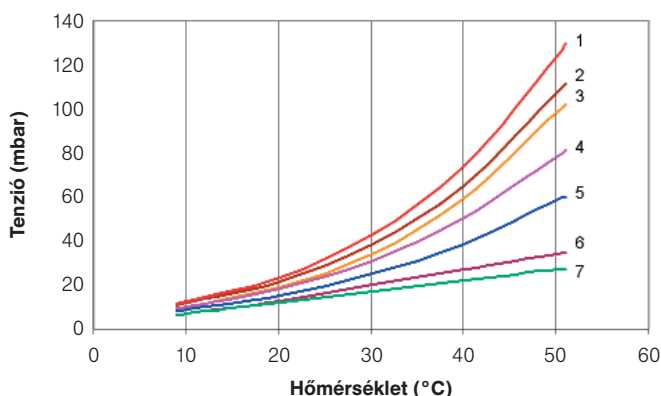
Só neve	Tenziók (mbar)				
	10 °C	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C
AN	8,86	15,22	25,1	38,57	58,08
CN	6,9	12,8	20,2	27,15	34,02
MgN	7,0	11,98	16,97	21,95	26,94
AS	10,07	18,7	33,92	58,82	98,05
Karbamid	9,94	18,0	30,98	50,44	77,9
KN	11,64	21,46	38,1	64,76	106,8
p_T	12,279	23,385	42,423	73,754	123,336

ten mutatja. Az utolsó sor a telített levegőben a vízgőz nyomását adja meg a higroszkóposági pont számításához.

A szemléletesség érdekében a tenziógörbét az 1. ábra mutatja be.

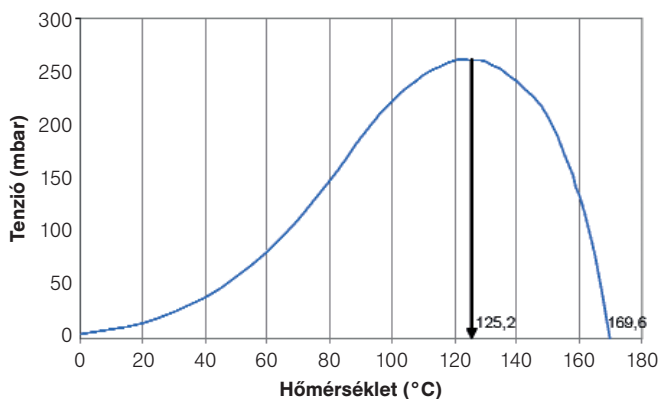
Az AN telített oldatának tenziójára a hőmérséklet függvényében, Nernst képlete alapján a következő összefüggés írható fel 10–50 °C hőmérsékleti határ között, mbar értékben:

1. ábra. Telített sóoldatok tenziója. 1 – telített levegő gőztenziója, 2 – KN, 3 – AS, 4 – karbamid, 5 – AN, 6 – CN, 7 – MgN



$$p = 565676 \cdot \frac{1}{T} + 1,75 \cdot \lg T + 7,41649 \cdot T - 4093,17.$$

A műtrágyák higroszkóposági pontját azonban nemcsak a raktározás körülményei között kell ismernünk, hanem a gyártási folyamat során is szükségessé válhat a figyelembevétele. Ezért vizsgáljuk meg az AN oldat tenzióját magasabb hőmérsékleten is [9], [3]. A tenzióértékeket diagram formájában a 2. ábra mutatja.



2. ábra. Az AN telített oldatának tenziója magasabb hőmérsékleteken

A 2. ábrán látható, hogy a tenziógörbe maximumon halad át. A polimorf tulajdonságú AN sónak ötféle kristálmódosulata van. A tenziógörbe maximuma az I–II kristálmódosulati határon van, amelynek hőmérséklete 125,5 °C. A tenziógörbe inflexiós pontja pedig a II–III kristálmódosulati határon van, amelynek hőmérséklete 84,2 °C. Az olvadáspontján már nem létezik telített oldat, így 169,6 °C-on a gőztenzió értéke nulla. Feltehetjük a kérdést, hogy az oldat tenziójára miért van hatással a kristályforma. Az egyszerű magyarázat az, hogy a telített oldat a folyékony és a szilárd fázis határán van, így a szilárd forma kristálmódosulata már hatással van a tenzióra.

A valóságban a 2. ábrán látható tenziógörbe pontosabban úgy néz ki, hogy a 125,2 °C közelében jobbra és balra is enyhe helyi maximum helyezkedik el, és a két maximumgörbe egy helyi minimumban metszi egymást a 125,2 °C értéknél [1]. Globálisan azonban a 2. ábra jól érzékelteti a görbe lefutását.

Sók higroszkóposági pontja

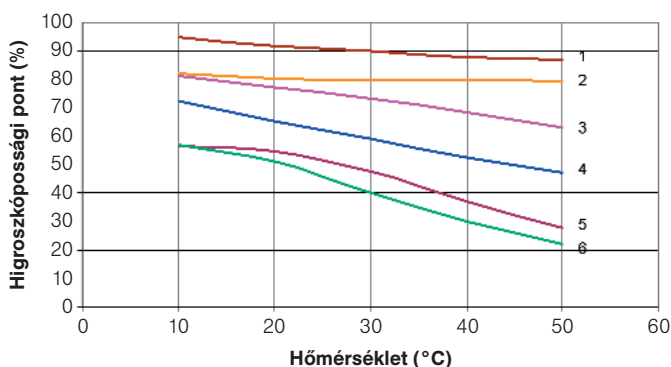
Az egyes sók telített oldatának tenziója és a telített levegő gőznyomása felhasználásával, a képlet segítségével kiszámíthatjuk a higroszkóposági pontok értékét. A kapott értékeket a 3. táblázat és a 3. ábra mutatja be.

3. táblázat. Sók higroszkóposági pontja

Só neve	Higroszkóposági pont (%)				
	10 °C	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C
AN	72,16	65,08	59,17	52,3	47,09
CN	56,19	54,74	47,62	36,81	27,58
MgN	57,0	51,23	40,0	29,76	21,84
AS	82,0	79,97	79,95	79,75	79,5
Karbamid	80,95	76,97	73,03	68,39	63,16
KN	94,8	91,77	89,81	87,8	86,59



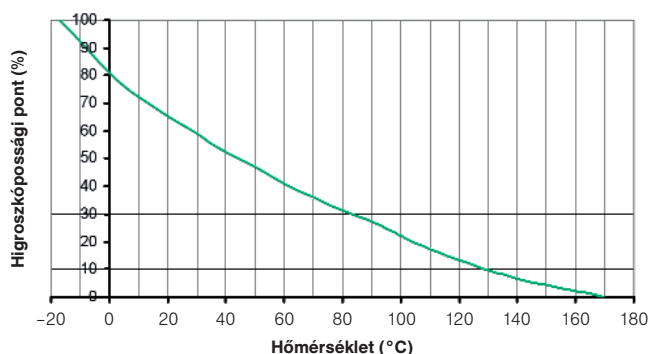
A diagramon jól látható, hogy a higroszkópossági pontok monoton emelkednek az alacsonyabb hőmérséklet felé. A 100% értéket az eutektikus pontjukhoz tartozó hőmérsékleten érik el,



3. ábra. Sók higroszkópossági pontja: 1 – KN, 2 – AS, 3 – karbamid, 4 – AN, 5 – CN, 6 – MgN

ugyanis a sók eutektikus pontján a vizes oldatból só és jég válik ki. A sóoldatból kivált jég és a telített levegőből kivált jég tenziója azonos, így a hányadosuk értéke 1, illetve a higroszkópossági pontjuk 100%. Az AN higroszkópossági pontjait a teljes hőmérsékleti tartományban a 4. ábra mutatja. A higroszkópossági pontja 169,6 °C-on, az olvadáspontján, nulla, és –16,9 °C-on, az eutektikus pontjának hőmérsékletén 100%.

A sók higroszkópossági pontjait 100 °C felett továbbra is a telített oldat tenziója és a telített levegőben lévő vízgőz parciális nyomásának hányadosa alapján számítjuk ki. 100 °C feletti hő-



4. ábra. Az AN higroszkópossági pontjai a teljes hőmérsékleti tartományban

méréseken azonban már gőzről beszélünk. A higroszkópossági pont számításánál a magasabb hőmérsékleteknél nem a túlhevített gőzt kell számításba venni, hanem a hőmérsékletéhez tartozó egyensúlyi gőznyomást [8]. Így például 125 °C-on a vízgőz nyomása 2322 mbar. Ennek megfelelően az AN higroszkópossági pontja 125 °C-on 11,3%.

A fenti sók közül a legerősebben higroszkópos a MgN, és a legkevésbé nedvszívó a KN. Az AS higroszkópossági pontja a vizsgált tartományban alig változik a hőmérséklettel.

Sókeverések higroszkópossági pontja

Amennyiben két vagy több olyan sót kevernek össze, amelyek egyáltalán nem hatnak egymásra, értelemszerűen a higroszkóposabb (alacsonyabb higroszkópossági pontú) só határozza meg a sókeverék higroszkópossági pontját. Ez az eset a valóságban nem nagyon fordul elő, mert a sók az oldatban homogénen el-

keverednek, majd az oldatból kiválva általában elegykristályt képeznek, vagyis hatnak egymásra.

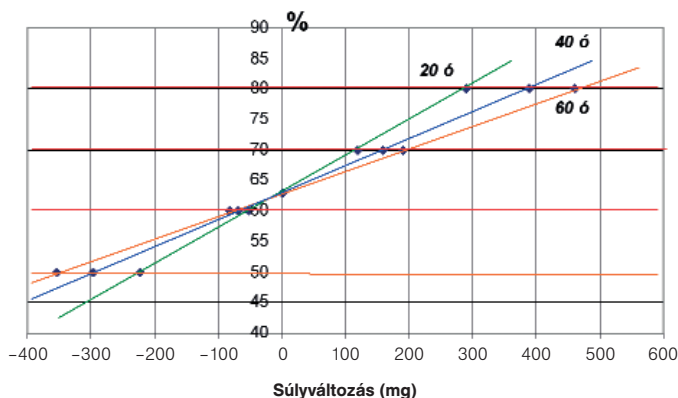
Példaként említhető meg, hogy míg az AN higroszkópossági pontja 30 °C-on 59,17%, az AN+AS keveréké 62,3%, és az AN + CN keveréké (a CN formája $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) 23,5% [1]. A kevésbé higroszkópos só az elegy higroszkópossági pontját a várakozásnak megfelelően felfelé, az erősen higroszkópos só pedig lefelé viszi. Azonban a hatás kiszámíthatatlanságát bizonyítja például az, hogy az AN+karbamid elegy higroszkópossági pontja 30 °C-on kirívóan alacsony, értéke 18,1%, pedig a karbamid kevésbé higroszkópos, mint az AN [1].

Tiszta sók esetében a higroszkópossági pont mérésével és a fenti módon végzett számítással is meghatározható, keverékek esetében azonban célszerű labormérését végezni. Feltételezhető, hogy a sókeverékekkel készített telített oldat tenziójának mérésével a sókeverék higroszkópossági pontja is meghatározható számítással, de ez a terület még nincs felderítve.

A higroszkópossági pont mérése

A higroszkópossági pontot mérésével a következő módon határozhatjuk meg. A műtrágya- vagy sómintát különböző, ismert relatív nedvességtartalmú térbe helyezük. A minta vízfelvételéből vagy nedvességeadásából eredő súlyváltozást egy bizonyos idő elteltével megmérjük. A különböző relatív nedvességtartalmakhoz tartozó súlyváltozásokat egy olyan koordináta-rendszerben ábrázoljuk, ahol az abszcisszán a súlyváltozás, az ordinátán pedig a relatív nedvességtartalom van feltüntetve. A kapott mérési pontokat egy egyenessel (görbével) összekötjük. Az egyenes az ordinátán kimetszi a higroszkópossági pontnak megfelelő relatív nedvességtartalmat.

Ha többféle időpontban is megmérjük a súlyváltozást, és ábrázoljuk a koordináta-rendszerben, illetve a kapott pontokat összekötjük, különböző meredekségű egyeneseket kapunk, de valamennyi a higroszkópossági pontban metszi az ordinátát. A kiértékelés módszere az 5. ábrán látható.



5. ábra. A higroszkópossági pont meghatározása labormérés alapján

A higroszkópossági pont mérése történhet klasszikus módon [7] és klímasekrényben is. A klasszikus módszer az, hogy exsikkátorok aljába olyan különböző töménységű kénsavat töltünk, amelynek a tenziójából számított relatív nedvességtartalom [6] megfelel a kívánt értéknek. (A kénsav koncentrációját és a fellelő térben uralkodó relatív nedvességtartalmat 25 °C-on a 4. táblázat mutatja.) A mintákat az exsikkátor zárt légterében tároljuk a kívánt ideig, majd mérjük a súlyváltozást.



Relatív nedv. %	Kénsavkonc. %	Relatív nedv. %	Kénsavkonc. %
20	58	60	38
30	52,3	70	32,05
40	48	80	25,8
50	43,3	90	14

4. táblázat. A kénsav-koncentráció és a relatív nedvesség-tartalom a kénsav feletti térben

A mérésre a klímasekrény alkalmasabb, mert a hőmérséklet és a relatív nedvességtartalmat tetszőleges értékre állíthatjuk be, így a higroszkóposági pontokat a hőmérséklet függvényében is meghatározhatjuk. Általában azonban a 10 °C alatti és a 90 °C feletti hőmérsékleten már a klímasekrény sem alkalmazható, ezekben a tartományokban a higroszkóposági pont meghatározása csak az oldat tenziójának mérésével és számítással végezhető el.

Vízfelvételi sebesség

A higroszkópos műtrágyák nevelésgépfelvétele a vízfelvétel sebességének is jelentősége van. A műtrágyaszemcse higroszkóposága révén a higroszkóposági pont feletti relatív nedvességtartalmú levegőből kezdetben gyorsan veszi fel a vizet. A felületén kialakult oldatrétegben a diffúzió lassú, ezért az oldatburkok külső részén egyre hígabbá válik az oldat. A hígabb oldat tenziója nagyobb, így a higroszkóposági pontja is egyre emelkedik, a

vízfelvétel hajtóereje egyre csökken. Amikor a felhígult oldat tenziója eléri a nedves levegőben lévő vízgőz parciális nyomását, a vízfelvétel leáll, vagy a diffúziónak megfelelően csekély mértékben állandósul. A vízfelvételt ábrázolva a vízfelvétel kumulált görbéje kezdetben meredeken emelkedik, majd egyre inkább ellaposodik és határértékhez tart.

A műtrágyákban előforduló legtöbb só, de elsősorban az AN oldáshője pozitív, így az oldat képződésénél a hőmérséklet csökken, ami a diffúziót még inkább lassítja.

A vízfelvétel hajtóereje a nedves levegőben lévő vízgőz nyomása (p_v) és a műtrágyaszemcse felületén kialakuló aktuális oldatréteg külső felületéhez tartozó tenzió (p^0) különbsége. A vízfelvétel sebessége függ a szemcsék fajlagos felületétől is. A nedvességfelvétel sebességének általános képlete a következő:

$$\frac{dw}{d\tau} = k \cdot F \cdot (p_v - p^0),$$

ahol dw a minta egységnyi tömegére vonatkozó és $d\tau$ idő alatt felvett víz tömege, F a szemcse fajlagos felülete, és k a diffúziótól függő arányossági tényező.

IRODALOM

- [1] Alekszejev, A. M.: Szpravochnik Azotcsika, Himija, Moskva, 1969.
- [2] Frejaques, M.: Chimie et Industrie, 60, No.1., 9–10, 1948.
- [3] Mazgaj, V.: Technologia Związkw Azotowych, P. W. Techniczne, Varsó, 1956.
- [4] Othmer, D. T. – Fröhlich, G. I. A.: I. Ch. E. Journal, 210–213., 1960 June
- [5] Fekete I. – Menyhart J.: A légtechnika elméleti alapjai, Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1976.
- [6] Malin, K. M. – Arkin, N. L.: Kénsavgyártás, Tankönyvkiadó, Bp., 1952.
- [7] Kiss A. S.: Nitrogénipari elemzések, Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1964.
- [8] Elmer, N. – Fischer, S. – Klinger, J.: Vízgőz táblázatok, Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1986.
- [9] Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie, (23), Verlag Chemie, Weinheim, 1936.

Az Országos Atomenergia Hivatal sajtóközleménye

Az Európai Bizottság 2012. október 4-én közleményt adott ki az Európai Unióban található atomerőművek átfogó kockázati és biztonsági értékeléséről (az ún. stressz-tesztről).

Magyarország üdvözlí a Bizottság erőfeszítéseit, javaslatait pedig alaposan megfontolja. Mivel Magyarország az atomenergia biztonságának kiemelkedő jelentőséget tulajdonít, a többi tagállamhoz hasonlóan jelentős forrásokat fordított a vizsgálat (stressz-teszt) végrehajtására. A közlemény áttanulmányozása után az Országos Atomenergia Hivatal (OAH) a közleményben szereplő értékelés bizonyos vonatkozásaival kapcsolatban eltérő véleményének kíván hangot adni.

Az OAH hangsúlyozni kívánja, hogy a szakértői értékelésről készült zárójelentés – amelyet mind az Európai Nukleáris Biztonsági Hatóságok Csoportja (ENSREG), mind pedig a Bizottság 2012. április 26-án egyetértően aláírt – kimutatta, hogy a biztonság színvonala egészében véve jó, Európában egyetlen atomerőmű azonnali bezárására sincs szükség.

Az OAH továbbá azt is ki kívánja emelni, hogy az egyes telepelvekre egyedi módon jellemző (és a közleményben utólag azonosított) kérdések kezelése a tagországok Nemzeti Cselekvési Tervei alapján történik majd, és maga a stressz-teszt folyamat tisztázta, hogy a nukleáris biztonság s az azt javító intézkedések és mechanizmusok folyamatosan fejlődnek.

A stressz-teszt eredményei azt mutatták, hogy a Paksi Atomerőmű megfelel a legszigorúbb európai biztonsági ajánlásoknak.

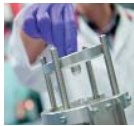
Ezen kívül, miközben a közlemény helyesen állapítja meg, hogy még számos teendő van, azt a téves benyomást keltheti, hogy az alapvető biztonság érdekében is sok még a tennivaló. A stressz-teszt eredményeként ajánlott, a biztonság növelését szolgáló intézkedések közül már sokat meg is valósítottak. Az eredmények leegyszerűsített összevetése

és a költségek becsült értékekkel való növelése félrevezető értelmezésekhez vezethet. Mindent összevetve az OAH bizonyos abban, hogy a stressz-teszt eredményei az európai atomerőművek biztonságának további növelését szolgálják, még a megfelelőnek tekintett biztonsági határértékeket meghaladó szélsőséges helyzetekben is.

Az OAH mind hazai, mind nemzetközi szinten továbbra is a nukleáris létesítmények biztonságának növeléséért tevékenykedik, és maradéktalanul figyelembe fogja venni az Európai Bizottság megalapozott javaslatát. Ugyanakkor az OAH véleménye szerint a nemzeti megközelítések közötti különbségek önmagukban nem tekinthetők eleve hiányosságnak. Minden ország közös célja kell legyen, hogy hatékony intézkedéseket tegyen a biztonság érdekében, és továbbra is fennmaradjon a lakosság bizalma az európai nukleáris létesítmények biztonságát illetően.

A 2011. márciusi fukusimai katasztrófára reagálva az Európai Tanács – Magyarország soros elnöksége alatt végzett előkészületeket követően – elfogadta, hogy az Európai Unióban szigorú szakértői vizsgálatokat tartalmazó, úgynevezett stressz-tesztet végezzenek el. Ezek a vizsgálatok önkéntes alapon, átlátható, kölcsönösen elfogadott módszerrel, az Európai Nukleáris Biztonsági Hatóságok Csoportjának (ENSREG) védnöksége alatt zajlottak le. Az ENSREG-et azzal a céllal hozták létre, hogy nukleáris biztonsági kérdésekben támogassa a Bizottságot. A csoport tagjai az európai nemzeti nukleáris biztonsági hatóságok vezetői.

A szakértői vizsgálatról készült zárójelentést 2012. április 26-án mind az ENSREG, mind pedig a Bizottság egyetértően aláírta. A vizsgálatok eredményei konkrétan azt mutatták, hogy a biztonság színvonala egészében véve jó, Európában egyetlen atomerőmű azonnali bezárására sincs szükség.



Braun Tibor

■ ELTE Kémiai Intézet

Miniatürizálás és automatizálás az analitikai kémiában

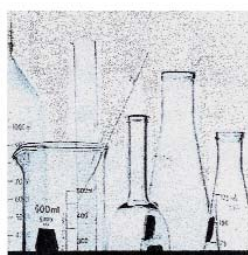
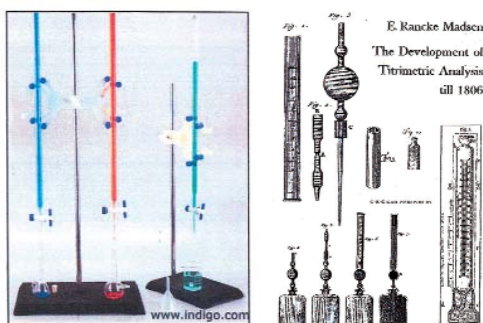
Lépések a kémcsőtől az integrált mikrofluidikai laborkártyáig vezető úton

Bevezetés

Számos alapvető mű bizonyítja meggyőzően, hogy az analitikai kémia empirikus módszertanból elismert és fontos tudománnyá fejlődött (itt csak néhány munkát említenénk [1–3]).

A 19. század elejétől az analitikai kémia tárgyát elsősorban olyan kémiai reakciókra alapozták, amelyek az elemek, funkciós csoportok és később molekulák azonosítására és kvantitatív meghatározására vonatkoztak. Később kezdett az érdeklődés a kémiai jelátalakítások felé fordulni, hogy elektromos, mágneses vagy optikai jelekben tükrözhesék a kémiai összetételt; valamint az olyan stratégiák felé, amelyek komplexkémiai összetételek elválasztására alkalmazhatók. Mindez elvezetett a műszeres analitika [4] kialakulásához, ami már alkalmassá vált a kémiai minták jelentős komplexitású és érzékenységre mérésre és ellenőrzésre, valamint utat nyitott és nélkülözhetlenné vált a kémia, ipar, környezet, klinikai diagnosztika, minőség-ellenőrzés minden területén.

1. ábra. Analitikai kémiai térfogatmérő edények és eszközök időbeli változatlansága



A modern analitikai laboratóriumok műszerezettségének fejlődését látva és figyelve meglepően hat, hogy ezen laboratóriumokban főleg az elemzendő, feldolgozandó minták előkészítéséhez és folyadékok kezeléséhez használt üveg- és mérőedények formája, térfogata és jellege a 20. század második feléig számított 200 év alatt alig változott az analitikai oldatkezelések során, mint az az 1. ábrán bemutatott klasszikus analitikai tankönyv címlapján és egy mai laboratóriumi üvegárut forgalmazó cég katalógusából vett példán látható.

A 20. század közepére az analitikai kémia fejlődése vezetett oda, hogy a fentebb felsorolt területeken százmilliós, sőt milliárdos nagyságrendre terjedt a világszerte analizálandó minták száma. A nagyságrend érzékeléséhez példaként gondoljunk csak a világszerte és naponta elvégzett és az orvosi diagnosztikában nélkülözhetetlen klinikai analitikai laboratóriumi (vér, vizelet) vizsgálatokra és a minőség-ellenőrzés, környezetvédelem, mezőgazdaság stb. által támasztott hasonló kívánalmakra.

E helyzet hozta létre az egyre sokasodó analitikai oldatok kezelése nyomán óhatatlanul felmerült olyan igényeket, mint:

- a minták feldolgozásánál használt vegyszerek, reagensek térfogatának és a laboratóriumi berendezések helyigényének csökkentése;
- az elemzések gyorsítása, azok számának növelése;
- az elemzések automatizálása.

Az említett igények kielégítésére vezették be például az oldatkezelő eszközök miniatürizálását, és az ezzel együtt járó sorozat-analitikai és analitikai folyamatos, automatizált méréseket, elemzéseket. Ez a terület hatalmasra nőtt és átfogó bemutatására e helyütt lehetetlen lenne igényt tartani. Jelen dolgozat csak azokat a lépéseket kísérli meg vázolni, amelyek a címben említett terület kialakulásához vezettek.

Első lépés a miniatürizálás felé vezető úton

Az egyedi minták feldolgozásától a sorozatos mintaelemzésig

Az analitikai sorozatelemzések (array) és az eszközök méretcsökkentése felé tett első lépés hazánkhoz és egy magyar kutató nevéhez és találmányához köthető.

Takátsy Gyula inframikrobiológus, influenzakutató 1951-ben a



Kísérletes Orvostudomány című hazai folyóiratban cikket publikált „Új módszer sorozatos hígítások gyors és pontos elvégzésére” címmel [5]. A módszer lényegében az influenzavírus-teszt során kémcsövekben addig elvégzett hígításos szerológiai titrálásnak [6] nevezett eljárást^a kívánta egyszerűsíteni és gyorsítani azért, hogy téglalap alakú plexiüveg lapon 12 sorban fűrt 96 mélyedéssorozattal (üreges mikrolappal) helyettesítette az addig használt egyedi kémcsöveket, és a hígítást pipettázás helyett platinadrótból gömbölyűre kialakított „spirálkacsokkal” végezte (2. ábra). Ha a kacsokat folyadékba mártották, a folyadék megtöltötte őket, és a felületi feszültség a felvett folyadékot a kacsban akkor is megtartotta, ha azt a folyadékból kiemelték. Említett



2. ábra. Mikrotitrálás és titrálási mikrolapok. a) Egyedi kémcsősorozat. b) Takátsy-féle mikrotitrátor és eszközei. c) Takátsy-féle spirálkacsok. d) Sorozathígításos mikrotitrálás kacsokkal és furatos (mélyedésses) mikrotitráló lappal. e) A 90-es években kifejlesztett, a kacsokat később helyettesítő automata mikropipetta. f) Színes titrálási mikrolapok. g) A 90-es években kifejlesztett 384 és 1536 üregű mikrotitráló lapok (mikroliteres folyadéktérfogatokhoz). h) Titrálási mikrolapsorozat

dolgozatában Takátsy az üreges mikrolapok alkalmazásával megvalósította a minták térfogatának körülbelül egy nagyságrendi csökkentését, valamint elsőnek a világon eszközt talált fel és javasolt analitikai sorozatminták párhuzamos gyors feldolgozásához.

Takátsy valószínűleg tudatában volt találmánya forradalmi jellegének és a klinikai analitikai és más laboratóriumi mérések fejlődésére hatást gyakorolható korszakalkotó jelentőségének. Azonban az akkori időkben (1950-es évek) a hazai tudományos kutatás eredményeinek külföldön és idegen nyelven való publikálási tilalma miatt cikkét más nyelven nem publikálhatta.

Cikkével egy időben Takátsy az akkori Országos Találmányi Hivatalnál szabadalmi igényt is bejelentett. Azt azonban a Hivatal 1951. évi június 14-i döntésében a népgazdaság szempontjából tekintett kis jelentőségre hivatkozva visszautasította. Az eljárást és az arra alapozott készletet, a Takátsy-féle mikrotitrátort (2. ábra) az 1960-as évek második felében az esztergomi Labor Mű-

szeripari Művek gyártani, és itthon, valamint a Metrimpex Külkereskedelmi Vállalattal együttműködve külföldön is forgalmazni kezdte. Jelen írás szerzője, a Metrimpex Külkereskedelmi Vállalat felkérésére, más laboratóriumi műszerekkel együtt több nagy műszeripari nemzetközi kiállításon (Párizs, Bazel, Frankfurt/M) a külföldi érdeklődőknek használatban is bemutatta a mikrotitrátort. Takátsy Gyula, többszöri újabb elutasítás után, a mikrotitrátorra 1963. május 7-én szabadalmi oltalmat kapott, azonban annak más országokra való kiterjesztését, illetve érvényesítését a Labor Műszeripari Művek hanyag kezelés, illetve oda nem figyelés miatt elmulasztotta. Ezáltal a mikrotitrátor elve és maga a műszer külföldi (nyugati) országok műszergyártóinak szabad koppintási prédájává vált [7].

Közvetlen következményként az Egyesült Államokban 1962-ben az „Application of a Microtechnique to Viral Serological Investigations” [8] című cikkében a szerző jelentéktelen módosítással sajátjaként írta le a mikrotitrátor elvét. A cikk összefoglalója például a következő mondattal kezdődik: „A microtechnique (modified Takátsy) is described which can be applied to complement fixation, hemagglutination, hemagglutination, inhibition and metabolic inhibition tests.” A Takátsy-féle gondolat és megvalósítás alapján világszerte számos cég kezdte el gyártani a kémcsöveket helyettesítő, különböző számú és ürtartalmú üregekkel ellátott titrálási műanyag mikrolapokat (2.f,h,g ábra), és gyártja milliósámba ma is. Ezek használata nem csak a klinikai sorozatanalitikát [9] forradalmasította. A kacsokat azóta teljes mértékben helyettesítették az automata pipetták és pipettázóberendezések (2.e, 3. ábra). Az elsőként Takátsy által feltalált üreges mikrolapokat azonban mindmáig használják a világban.

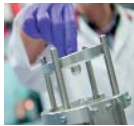


3. ábra. A Takátsy-féle mikrolapok kezelésére (pipettázás, titrálás, tisztítás) épített automata berendezések egyike

Az 1950-es évek hazai patológiás környezeti publikálási tilamai meggátolták Takátsyt, hogy eredményeit megfelelően publikálja és szabadalmaztassa, a szabadalmaztatási hátrányából külföldi műszergyártó cégek gazdagodtak meg. Jelentős késéssel ugyan, Takátsy üreges mikrolapok feltalálására vonatkozó prioritása és tudományos érdemei teljes elismerést kaptak, és ma már a klinikai analitikai laboratóriumi titrálás és az analitikai mikrolapok alkalmazása klasszikusának tekintik [10–11]. A mikrolapok kezeléséhez (pipettázás, leolvasás, tisztítás) számos berendezést gyártanak és forgalmaznak ma is világszerte. Példaképpen a 3. ábrán a BIOTEK cég készüléke látható.

1990-ben világszerte több mint 15 vállalat gyártotta nagy sorozatban a titrálási mikrolapokat, és akkori értékelések szerint csak 2000-ben 125 millió lapot használtak analitikai célokra [7].

A fentebb ismertetetteket nemcsak azért tekintjük figyelemre méltónak, mert a Takátsy-féle titrálási mikrolapok jelentették az



analitikai kémiát forradalmasító sorozatméréses miniatürizálás első lépését, hanem azért is, mert fényt vethettek a hazai tudományos eredmények publikálásának és szabadalmaztatásának patológiás viszonyaira a múlt évszázad ötvenes éveiben. A titrálási mikrolemezek gyártásából és forgalmazásából mindmáig világszerte sokan gazdagodtak meg. Az 1914-ben született és 1980-ban elhunyt Takátsy Gyula, sajnos, nem tartozott közéjük.

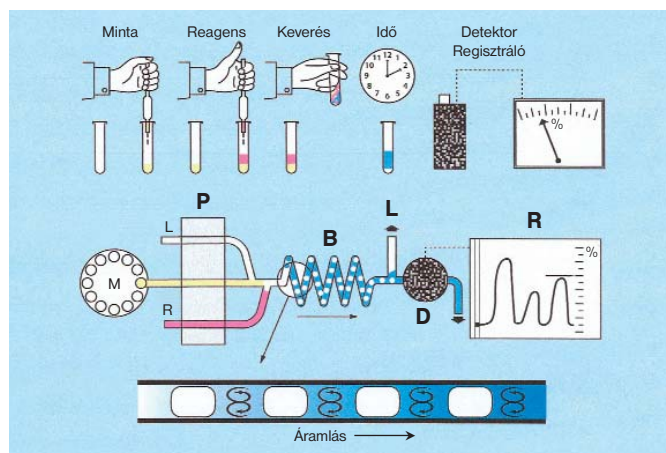
Végezetül megemlítjük, hogy egy 2010-ben publikált összefoglaló cikkben [13] „Analytical Ancestry: Evolution of the Array in Analysis” (*Analitikai eredet: a sorozatmérés fejlődése az analitikában*) címmel hangsúlyozzák az analitikai sorozatvizsgálati mikroeszközök, beleértve az üreges mikrolapok mindmáig tartó jelentőségét.

Második lépés a miniatürizálás felé vezető úton Folyamatos áramlásos analízis (Continuous Flow Analysis, CFA)

Leonard Skeggs egyesült államokbeli vegyész a múlt évszázad ötvenes éveiben egy clevelandi kórház klinikai kémiai laboratóriumában dolgozott, ahol naponta több száz vizelet- és vérmintát elemeztek.

Miután látta a négy technikusa által felhasznált jelentős reagensmennyiséget és azt a hosszú időt, amit a minták egyedi elemzésére fordítottak, felmerült benne, hogy az egyedi, illetve sorozatos elemzésekkel szemben találni kellene valamilyen analitikai eljárást, ami a sok mintasorozat szekvenciális sorozatelemzését folyamatossá tenné. Nem a klinikai laboratóriumban, ahol dolgozott, hanem a háza pincéjében kialakított kis laborhelyiségben kísérletezte ki azt az eljárást, ami folyadékminták rugalmas gumi-, vagy műanyag csövekben perisztaltikus pumpával való folyamatos áramoltatásán alapult, és ami később a Continuous Flow Analysis (CFA) (folyamatos áramlásos analízis) elnevezést kapta. A CFA-ról publikált 1981-es összefoglaló dolgozatában [14] Motolla azt hangsúlyozta, hogy a folyamatos áramlásos analízis gondolatával Skeggs olyasmire jött rá, ami előtte senkinek eszébe nem jutott, és annak alapján egy önműködő analitikai berendezést hozott létre. Ez a berendezés, amint a 4. ábrán látható séma mutatja, mintaadagolóból, perisztaltikus pumpából, különböző vastagságú műanyag csövekből, áramlásmérőből, cső-

4. ábra. A Skeggs-féle folyamatos CFA analízátor alaprajza [18] az egyedi mintafeldolgozással szembeítve (fent), L: levegő, R: reagens. Levegőbuborékokkal elválasztott folyadékminták a csőben (lent)



spirálból és analitikai detektorból állt. Az alapvető elképzelés szerint az ábrán sárgával jelzett áramló, úgynevezett vívő, vagy szállító folyadékáramba oldalról beáramoltatott levegőbuborékok szakították a folyadékáramot folyadékdugókká. A folyadékdugóhoz szintén oldalról, áramlással adagolt elemzendő minták és reagens a spirálcsőben áramló folyadékdugóban keveredtek, majd folyamatos továbbáramoltatással végül a fotometriás detektorba értek. Itt lezajlott a mérés, és a berendezéshez kapcsolt regisztrálóban megjelentek az eredmények.

1957-ben publikált cikkében [15] és azzal egyidejűleg bejelentett szabadalmában Skeggs a folyamatos áramlásos analitika koncepciójának kidolgozásával megnyitotta a sokminta gyors folyamatos analitikai mérések felé vezető utat.

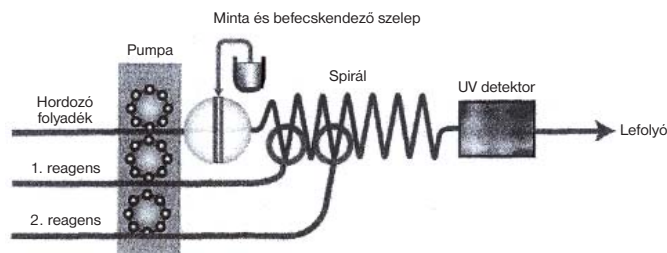
Érdemes megjegyezni, hogy első látásra a kortársak annyira nem ismerték fel Skeggs ötletének a jelentőségét, hogy az 1957-es cikk közlését a *Journal of Clinical Chemistry* visszautasította, és végül csak jelentős átírás után fogadta el közlésre. Sőt, Skeggs hiába ajánlotta fel szabadalmaztatott találmányát gyártásra világhírű műszergyártó cégeknek (például Beckman, Hewlett-Packard), próbálkozásai eredménytelenek maradtak. A cikk visszautasítása, majd későbbi elfogadása körüli bonyodalmakat Skeggs egy 1978-ban publikált dolgozatban [16] írta le. Végül egy alig 12 személyt foglalkoztató, egyesült államokbeli kis cég, a Technicon ráértett a folyamatos elemzés elvének jelentőségére és a benne rejlő műszerfejlesztési lehetőségekre: 1969-ben megépítette és forgalmazni kezdte az AutoAnalyzer elnevezésű berendezést. A készülék és különböző változatai világsikerré váltak, és milliárd dolláros profitot hoztak a gyártóknak.

Harmadik lépés a miniatürizálás felé vezető úton Áramlásos befecskendezéses analízis (Flow Injection Analysis)

A FIA felfedezéséről Stewart 1981-ben publikált dolgozatára [17] és véleményére hivatkozhatunk. „1970-ben Nagy, Fehér és Pungor beszámolt grafitelektródok alkalmazásáról folyamatosan áramló folyadékmintákba befecskendezett voltammetriás méréséről. Ez az általam talált legkorábbi olyan beszámoló, ami ma áramlásos befecskendezéses analízisnek (FIA) lenne nevezhető.” Ezt a FIA kezdeteire vonatkozó állítást hasznosan egészítheti ki Margoshes [18] 1982-ben közzétett álláspontja, miszerint: „Ruzicka és Hansen dániai csoportja említhető elsődlegesen, ha a szegmentálatlan folyamatos áramlásos eljárások gyakorló analitikai kémikusok általi elfogadtatásáról beszélünk, valamint stimuláló volt érdeklődésük a minták áramló folyadékba való befecskendezésének elméleti és gyakorlati vonatkozásai iránt. De nem hagyhatók figyelmen kívül olyan, a szegmentálatlan folyamatos áramlásos rendszerekre vonatkozó úttörő munkák, mint például Pungor és munkatársaié. Ezek a korai hatvanas, illetve hetvenes években elért eredmények elektrokémiai szenzorok teljesítményének értékelésére vonatkoztak szegmentálatlan folyamatos áramlásokban.” A FIA felfedezéséről hasznos szempontokat ismertet jelen szerző egy 1984-ben publikált dolgozata is [19].

A FIA estében a különbség az, hogy míg a CFA-ban a folyadék főáramát levegődugókkal szakítják meg, addig a FIA-nál egy vívőfolyadék-főáramba fecskendezik a folyadékmintákat (5. ábra). Az alapberendezés is csak annyiban különbözik a Skeggs-félettől (4. ábra), hogy a minta befecskendezését befecskendezőcsap (5. ábra) látja el.

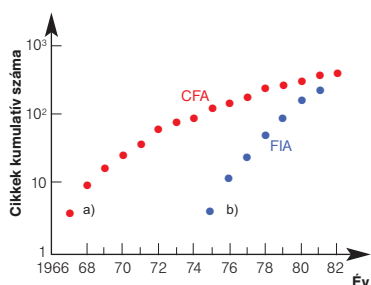
A FIA esetében a folyadék-főáramba fecskendezett mintafo-



5. ábra. A Ruzicka-Hansen-féle FIA berendezés [18]

lyadék áramlásában a detektor irányában két, lényegében kinetikai folyamat egyidejűleg jön létre: a minta fizikai diszperziója és a minta és reagens-főáram közötti kémiai reakció. Ezen folyamatok egyike sem éri el az egyensúlyt, de az áramlás sebességének ellenőrzésével a diszperzió olyan pontosan ellenőrizhető, hogy a minta és sztenderd minták párhuzamos feldolgozásával a detektálás során a minta koncentrációja reprodukálhatóan kiszámítható.

Ruzicka és Hansen a folyadékbecskendezés alapján számos berendezést dolgozott ki és szabadalmaztatott a FIA alkalmazására, és ezeket először a dán Tecator cég, majd világszerte számos más cég is gyártani kezdte. Néhány továbbfejlesztett, és különböző analitikai mérésre alkalmas változatot az 5. ábra mutat be.



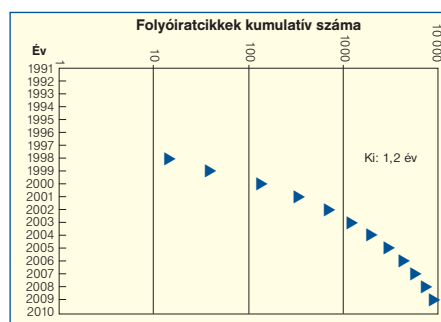
6. ábra. A CFA és a FIA téma kutatásával foglalkozó folyóiratcikkek száma növekedése [20]

A CFA-elv alapján gyártott, sok mintát elemző automatikus berendezések jelentős konkurenciára találtak a FIA alapján gyártottakban, sőt a világméretű vetélkedés a két elv alapján végzett kutatási eredményeket leíró publikációk számának időbeni alakulásában is megmutatkozott, amint a 6. ábra mutatja.

Mikrofluidikai miniaturizálás

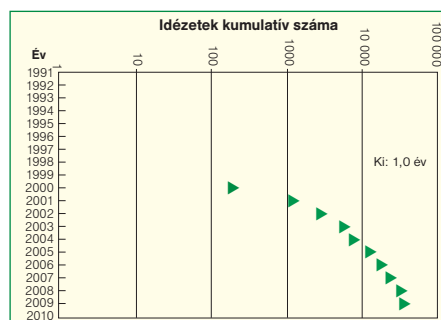
Mindennapi életünkben számos törekvést figyelhetünk meg, amely célja minél kisebb, egyszerűbb, okosabb készülékek, berendezések kialakítása. Talán a legnyilvánvalóbb és legmeggyőzőbb példaként a mobiltelefonokat, számítógépeket, másolóberendezéseket, nyomtatókat és más informatikai készülékeket említhetnénk.

A fentebb vázolt lépésekhez idomulva az analitikai kémiai folyamatok mikrofluidikai miniaturizálása a 21. század elejére az analitikai kutatás egyik jelentős trendjévé vált (7. ábra). Az ábra bemutatja a mikrofluidikával foglalkozó folyóiratcikkek és az azokra vonatkozó idézetek számának növekedését 2000 és 2010 között. A növekedés rakétasebességűnek tekinthető. Ez a trend számos területet foglal magában, például olyanokat, ahol mikrogyártás (microfabricated) szerkezeteket kutatnak egészen az olyanokig, amik ezek specifikus analitikai alkalmazásait tartják szem előtt. A mikrogyártás [21] olyan szilárd lapkák, kártyák (chipek) tisztakörnyezeti (cleanroom) előállítás, amelyekbe fo-



7. ábra. A mikrofluidikával foglalkozó folyóiratcikkek és idézeteik számának exponenciális növekedése.

Ki: kétszereződési idő (az az időszak, ami alatt a cikkek és idézetek száma a kétszeresére nő). Adatok a [26] hivatkozásból



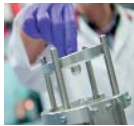
litográfiaival, közvetlen lézeres litográfiaival, nedves maratással, filmpárológatással csatornákat vésnek. Ezt a technikát eredetileg a nyomtatott áramkörök előállítására a mikroelektronikai ipar alkalmazta.

A műszeripar gyors és korai reagálása, illetve részvétele előrevetítette egy a miniatürizált analitikai rendszerek gyártására szakosodott új ipari szektor létrejöttét, ezáltal jelentősen erősítette ezt a fejlődési trendet.

A mikrofluidika egyik legjelentősebb jellemzője az, hogy a folyadékok kis átmérőjű csatornában való áramlása során a felület/térfogat hányadosa arányosan nő a méret csökkenésével, és ez számos új analitikai lehetőséget nyújt, amint a továbbiakban látjuk majd.

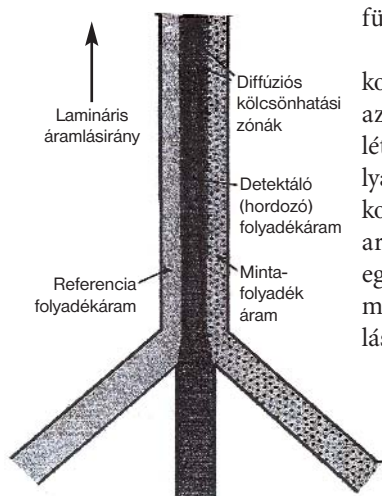
A mikrofluidika a tudomány és a technológiai rendszerek olyan területe, amelyik kis folyadéktérfogatokat (10^{-9} – 10^{-10} liter) áramlásával, feldolgozásával és kezelésével foglalkozik tíztől több száz mikrométer átmérőjű, a fenti eljárásokkal mikrolapokba véssett, illetve préselt csatornában. Mikrofluidikai berendezések nevezhetünk minden olyat, amelyik legalább egy ilyen méretű csatornát használ. A jelentősen csökkentett folyadéktérfogatok, illetve azok mozgatási, áramoltatási tulajdonságai számos rendkívül hasznos lehetőséget kínálnak az analitikai kémiában, például elemzendő minták és reagensek nagyon kis térfogatainak áramoltatása, illetve az ezzel járó elválasztások és detektálások nagy érzékenységgű és felbontóképességgű megvalósítása; alacsony reagensfelhasználási költségek; gyors mérések és az eszközök csekély helyigénye. Mindehhez a mikrofluidika a rá jellemző két tulajdonságát veszi igénybe: a kis térfogatok áramoltatását és a szűk csatornában létrejövő lamináris áramlást. Ezáltal alapvetően új lehetőségeket teremt analitikai mérésekre és ellenőrzésekre.

Valószínűnek tűnik, hogy a mikrofluidika létrejöttét és megvalósítását a legjelentősebb és legjellemzőbb módon – mint említettük – a mikroelektronikának köszönheti. A legelső kutatásokban és mikrofluidikai alkalmazásokban a mikrocsatornák kialakítását szilícium- és üveglapokan valósították meg. Azonban kiderült, hogy ezeket a lapkákat rendkívül eredményesen helyettesíthetik a műanyag lapkák. A mikrofluidikai kutatásokban és fejlesztésekben szilícium- és üveglapok helyett, illetve mellett a



poli(dimetilsziloxán)-ból (PDMS) készült lapkákat is bevezették. A PDMS például optikailag átlátszó, lágy elasztomer. Párhuzamosan azonban más polimerek, például polikarbonátok, illetve poliolefinok igénybevétele is folyt és folyik. Az a könnyedség, amivel az új és még újabb elképzeléseket a PDMS-sel ki lehetett próbálni, és öntéssel, vagy préseléssel mikrofluidikához alkalmazni, a PDMS-t a kutatások és technológiai megvalósítások kulcsfontosságú anyagává tették a mikrofluidika fejlődése során. Azonban a mikroelektronikában alkalmazott technológiák a mikrofluidika fejlődésében az üveget, az acélt és a szilíciumot megtartották olyan specializált berendezések esetében, ahol jelentős szerepet játszott a kémiai és termikus stabilitás.

Folyadékok áramlásának két formáját különböztethetjük meg csövekben, illetve csatornában: a lamináris és a turbulens áramlást. A lamináris áramlás esetében a fluidum valamely jellemző helyzetének sebessége állandó környezeti körülmények esetében nem lehet az idő véletlen függvénye.



8. ábra. Diffúzióval detektált analitikai mérés lamináris áramlás során. A hordozó-, reagens- és mintaáramok párhuzamosan haladnak a mikrocsatornában, látható – kolorimetriásan vagy fluorometriásan mérhető – kölcsönhatási zónákat képezve a hordozóáram két oldalán

ra). A nagy Reynolds-szám turbulens áramlásra jellemző, azaz olyanra, aminél különböző folyadék-„csomagok” gyors keveredést idéznek elő a csatornában. A lamináris és turbulens áramlás közötti átmenet jellemzően $Re_c = 2000$ értéknél történik. A Reynolds-számot (Re) a következő képlet írja le:

$$Re = \frac{\rho v l}{\eta}$$

ahol v a folyadék áramlásának átlagos sebessége a csatornában, ρ a folyadék sűrűsége és l a csatorna keresztmetszete [23]. Például víz áramlására egy $100 \mu\text{m} \times 100 \mu\text{m}$ méretű csatornában 10 cm/s sebességgel körülbelül 10-es Reynolds-szám a jellemző. Ez az áramlás így messzemenően lamináris. Viszont egy $2 \times 2 \text{ mm}$ -es csatornában 10 m/s sebességgel áramló víz Reynolds-száma $20\,000$. Ugyancsak példaként említhető, hogy a diffúziós anyagátadás 100-szor gyorsabb, ha a rendszer 10-szer kisebb, például analitikai elválasztások esetében. Ugyanez érvényes a hőátadásra is.

Ezért a mikrofluidikai lamináris áramlás elősegítésére három különböző erő vehető igénybe: nyomás hatása, az elektrooszmózis, a centrifugális erő alkalmazása.

Nyomással való működtetésre mikrofluidikai lapkáknál általában külső vagy a lapkákba beépített pumpákat vesznek igénybe. Elektrooszmotikus nyomás akkor jön létre, amikor egy poláros folyadék érintkezik a szilárd lapkacsatorna felületével és elektromos tér hatása alá kerül. A poláros folyadékkal való érintkezésnél a csatorna fala elektromos töltést vesz fel. Ez elektromos töltés-átrendeződést hoz létre a folyadékban, azaz elektromosan ellentétesen töltött vékony ionréteget hoz létre a csatorna falán. Ezt merev rétegnek (stern layer) is nevezik. Ennek külsején vastagabb töltésréteg képződik, amit diffúz rétegnek nevezünk. Ez a réteg a merev réteg polarításához hasonló töltéseket tartalmaz. A merev réteg ionjai rögzítettek, míg a diffúz rétegbeliek mobilisak. Amikor a csatornára elektromos erő hat, a diffúz réteg töltése folytán mobilissá válik. Például egy kvarclapkában kialakított csatorna felülete a felületi hidroxilcsoportok jelenléte miatt negatív töltésű. Amikor ez a felület kapcsolatba kerül a folyadékkal, az abban lévő pozitív ellenionok a felületre koncentrálnak a negatív töltés ellensúlyozására. Ez diffúz réteget eredményez, amit az elektromos tér mozgásba hoz. A létrejövő egyenes irányú áramlás profiljának sebessége a következő képlet szerinti [24]:

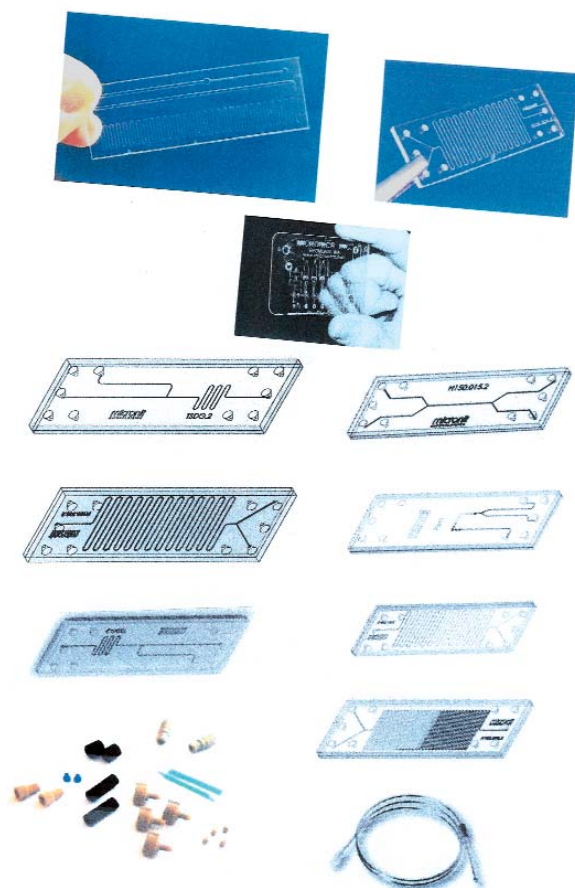
$$v = \frac{\zeta \epsilon_r E}{4\pi\mu}$$

ahol v a folyadéktömeg sebessége, ζ a csatornafal zeta-potenciálja, ϵ_r a folyadék dielektromos állandója, E a rá ható elektromos tér erőssége és μ a folyadék viszkozitása.

A centrifugális folyadékmozgatás korongszerűen kialakított fluidikai lapkákon történik, erre a célra kialakított pörgetőberendezésekkel. Erre egy későbbi dolgozatban térünk ki. A mikrofluidikai lapkákat különböző formákban gyártják annak érdekében, hogy analitikai mintafeldolgozásra és alkalmazásra megfelelővé váljanak. Néhány ilyen lapkát mutat be a **9. ábra**. Ezekben analitikai mintaoldatok, illetve reagensek áramoltatása, átirányítása, ágaztatása, keverése, elválasztása stb. oldható meg. A megfelelő eszközökkel ezek egymáshoz és külső berendezésekhez, például pumpákhoz, detektorokhoz csatlakoztathatók.

Integrálás, lab-on-a-chip rendszerek [25]

A múlt század ötvenes éveinek végén felfedezték az integrált nyomtatott áramköröket [26]. Az összes elektronikai komponens egyetlen félvezetőre, eleinte germánium-, később szilíciumlapkára integráltak, s tranzisztorokból, ellenállásokból, kondenzátorokból és megfelelő csatlakozóikból álló áramköröket hoztak létre: ezáltal feleslegessé vált az alkatrészek kézi összeszerelése. Az integrált áramkörök építése által ihletve a múlt század kilencvenes éveiben a **9. ábrán** bemutatott mikrofluidikai lapkákból, csatlakozókból, valamint külső pumpából és detektorokból kialakuló integrált mikrofluidikai berendezések kialakítására adódott lehetőség [27]. Ezeket a szakirodalomban a *lab-on-a-chip* névvel jellemezték. Jelen szerző tudomása szerint ennek a kifejezésnek még nem alakult ki magyar nyelvű változata. Mivel a szó szerinti fordítás meglehetősen nehézkes és félreérthető lenne, felmerült a „laborlapka”, vagy a ma már mindennapi használatban lévő, bankkártyához hasonló és méretben is összevethető „laborkártya” elnevezés. A továbbiakban az utóbbit használjuk.



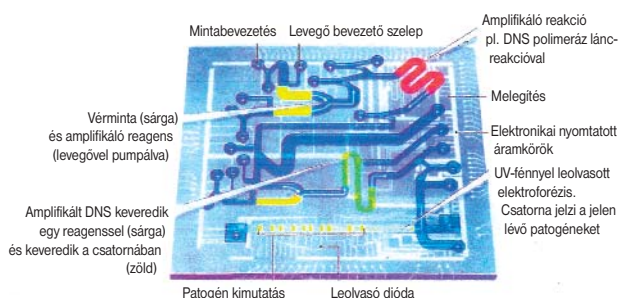
9. ábra. Kereskedelmi forgalomban kapható analitikai alkalmazású mikrofluidikai lapkák és csatlakozók [31]

A 9–11. ábra a fentiek szerint kialakított laborkártya-példákat mutat be. Mint látható, egyetlen, zsebben hordható kártya számos analitikai funkciót integrál, miniatürizált hagyományos analitikai laboratóriumnak is működhet és elláthat olyan feladatot, amikor nem a mintát viszik a laboratóriumba, hanem a laboratóriumot a mintavételi helyre. Ennek például a környezetvédelemben, nehezen megközelíthető és/vagy veszélyes ipari helyeken, beteg melletti, illetve kórházi vizsgálatok során van különleges jelentősége [28].

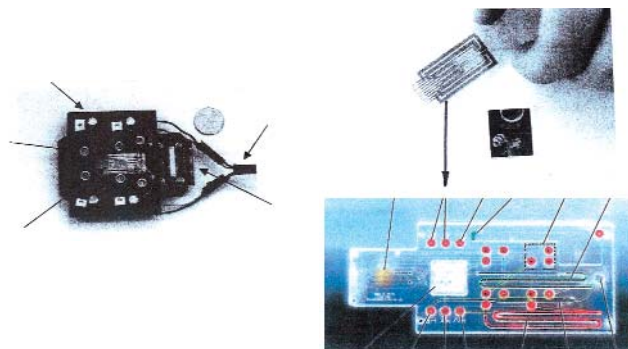
Fejlődés és jövőkép

A terület fejlődése a múlt század kilencvenes éveitől kezdődően olyan rohamossá alakult, hogy 2001 óta az egyesült királyságbeli Royal Society for Chemistry kiadásában egy *Lab-on-a-Chip* című folyóirat is megjelenik [29].

10. ábra. Influenza kimutatására alkalmas integrált mikrofluidikai laborkártya [28]



A laborkártya-kutatás további, főleg közeljövőbeli fejlődésének előrejelzésére talán érdemes megjegyezni: a szerző valószínűnek tartja, hogy a jelentősen terjedő 3D nyomtatók lehetővé teszik, hogy a kutatók saját szükségleteiknek megfelelően nyomtassanak, illetve sajátkezűleg állítsanak elő, építsenek mikrofluidikai laborkártyákat [30, 31].



11. ábra. DNS hibridizálási vizsgálatokra alkalmas laborkártya és berendezés [34]

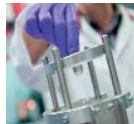
Végezetül röviden visszatérhetünk a címben jelzett kiindulási ponthoz, azaz a kémcsőhöz. Ugyanis a kémiai és az orvos-biológiai kutatások egyre intenzívebb szinergetikus átlapolása a miniatürizálás terén is hangsúlyozni kívánja jelenlétét és igényeit. Ilyenek például a „living cells as test tubes” (élő sejtek mint kémcsövek), amelyeket a sejtfaltól elzárt edényekként vizsgálhatnak, és a bennük végbemenő vagy esetleg végbe vihető reakciókat is tanulmányozhatják. És persze a rendkívüli kis folyadéktérfogatok analitikai felhasználási jövőjeként említhetők az olyan fejlesztések, amelyeket az „analytical chemistry on the femtoliter scale” [32] (analitikai kémia a femtoliter tartományban) névvel illethetünk. Ez szorosan összefügg a még csak törekvésként, de már jelen lévő nanofluidikai nanokártyák (nano-chips) elgondolásaival [33].

JEGYZETEK

- ^a Szerológiai titrálás: vérsérumban antigén, illetve antitest sorozatos, gyakran tíz lépésben elvégzett hígítása az olyan, legnagyobb hígítás meghatározására, amely még detektálható antitestet tartalmaz. Ennek a hígításnak a reciprokát a sűrűség antitest-titerének nevezik.
- ^b Ennek azért volt jelentősége, mert így a későbbi szabadalmi igényt nem a kórház tulajdonaként, hanem magántulajdonként jelenthette be, illetve kaphatta meg.
- ^c Tudomásunk szerint az angol „microfabrication” kifejezésnek még nincs magyar fordítása. Jelen szerző még egyik hozzáférhető angol–magyar szótárban (beleértve a műszakiakat is) sem talált rá. Ezért itt a szó szerint fordított „mikrogyártás”-t használjuk.
- ^d Bár a mikrofluidika területe minden fluidumra vonatkozik, jelen dolgozat csak a folyadékok mikrofluidikájával foglalkozik.
- ^e Az angol nyelvű szakirodalomban a miniatürizálásra a „down sizing” (leméretezés) kifejezést is használják.

IRODALOM

- [1] Szabadváry Ferenc, Az analitikai kémia módszereinek kialakulása, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1960.
- [2] F. Szabadváry, History of Analytical Chemistry, Pergamon Press, Oxford, 1966.
- [3] H. A. Laitinen, G. W. Ewing, A History of Analytical Chemistry, American Chemical Society, Division of Chemistry, 1977.
- [4] G. W. Ewing, Analytical Instrumentation Handbook, Marcel Dekker, Inc., New York, 1990.
- [5] Takáts Gyula, Kísérletes Orvostudomány (1951) 2, 293.
- [6] <http://medical.dictionaty.thefreedictionary.com/titration>
- [7] http://en.wikipedia.org/wiki/microtiter_plate
- [8] Roy Manns, History of Microplates, <http://www.plastiquarian.com/index.php?id=13&subid=179>
- [9] J. L. Sever, J. of Immunology (1961) 88, 320.
- [10] H. Zähringer, Laborjournal, <http://www.laborjournal.de>
- [11] J. Burbaum, Chem. in Britain (1998) June, 38.



- [12] http://www.laboautopedia.org/mw/index.php/Early_microplate_automation
[13] L. J. Kricka, K. Imai, P. Fortina, *Clinical Chemistry* (2010) 56, 1797.
[14] H. A. Mottola, *Anal. Chem.* (1981) 53, 1312A
[15] L. T. Skeggs jr., *Am. J. Clin. Pathol.* (1957) 28, 311.
[16] L. T. Skeggs, *Current Contents* (1978) 36, 200.
[17] K. K. Stewart, *Anal. Chem.* (1981) 53, 1312A
[18] J. Ruzicka, *Flow Injection Analysis, Tutorial on Flow microanalytical Techniques*, Fourth Edition, 2009, Available free of charge from FIA Lab Instruments, Inc., www.flowinjection.com
[19] T. Braun, W. S. Lyon, *Fresenius Z. Anal. Chem.* (1984) 319, 74.
[20] T. Braun, E. Bujdosó, A. Schubert, *Literature of Analytical Chemistry: A Scientific Evaluation*, CRC Press, Inc., Boca Raton, 1987.
[21] M. J. Madon, *Fundamentals of Microfabrication: The Science of Miniaturization*, CRC Press, Boca Raton, 2002.
[22] O. Reynolds, *Philos. Trans Royal Soc.* (1883) 174, 935.
[23] C. T. Crowe, D. F. Elgar, J. A. Anderson, *Engineering Fluid Mechanics*, Wiley, New York, 2000.
[24] T. McCreedy, *Trends Anal. Chem.* (2000) 19, 396.
[25] P. C. H. Li, *Microfluidic Lab-on-a-Chip for Chemical and Biological Analysis and Discovery*, Taylor & Francis, Boca Raton, 2005.
[26] T. R. Reid, *The Chip: Two Americans Invented the Microchip and Launched a Revolution*, Simon & Schuster, New York, 1984.
[27] <http://www.thinkxxxxs.com/main/producte/microfluidixxxs/html>
[28] Ch. Q. Choi, *Scientific American* (2007) October, 74.
[29] *Lab-on-a-Chip, Miniaturization for Chemistry, Physics, Biology and Bioengineering*, Royal Society of Chemistry, UK, 2001.
[30] N. Jones, *Nature* (2012), 487, 22.
[31] M. D. Symes, Ph. J. Kitson, Jun Ian, C. J. Richmond, G. J. T. Cooper, R. W. Bowman, T. Vilbrandt, L. Cronin, *Nature, Chemistry* (2012) 4, 349.
[32] H. H. Gorris, D. R. Walt, *Angew. Chem. Int. Ed.* (2010) 49, 3880.
[33] K. E. Drexler, *Nanotechnology* (1991) 2, 113.
[34] D. Ericson, D. Li, U. J. Krull, *Anal. Biochem.* (2012) 4, 346.
[35] A. Manz, N. Graber, H. M. Widmer, *Sensors, Actuators* (1990) B1, 244.

Bruckner-termi előadás

Mándity István

■ Szegedi Tudományegyetem Gyógyszerkémiai Intézet

Nagy hatékonyságú kémiai átalakítások folyamatos áramban: védőcsoport-eltávolítás, deuterálás és organokatalízis

A szintetikus technikák körében egyre nagyobb teret hódítanak a folyamatos áramlásos kémiai (ÁK) eljárások. Ezek számos előnyös tulajdonsággal rendelkeznek a konvencionális szakaszos technikákkal szemben. Példaként említhetjük a reagensek hatékonyabb összekeverését, a gyorsabb hő- és anyagtranszportot és a rövidebb reakcióidőket [1]. A modern ÁK eljárásoknál nem szükséges nagy mennyiségű reagens és oldószer alkalmazása [2], továbbá lehetőség nyílik a fő reakcióparaméterek (áramlási sebesség, hőmérséklet, nyomás) finomhangolására, ezek gyors és pontos ellenőrzésére [3]. Így lehetővé válik a különböző reakciókörülmények idő- és költséghatékony tesztelése; segítségünkre lehet gyógyszereszerű molekulák nagy könyvtárainak ökotudatos előállításában; mindemellett a méretnövelés is könnyen megvalósítható [4]. Az áramlásos kémia egyedülálló és eredményes lehetőséget kínál reakciók gyorsabb kivitelezésére, a nagyfokú szelektivitás pedig igen jó kitermeléseket eredményez [5]. A folyamatos áramú technikák napjainkban jelentős érdeklődésre tartanak számot az alapkutatásban, ám a műszerezettség kialakításá-

nak köszönhetően ipari alkalmazásuk is könnyen kivitelezhető [6].

A legjobb eredményeket a laboratóriumi hidrogénezés területén sikerült elérni. Számos különböző reakcióban – pl. a nitro-, oxim- vagy iminocsoport redukciója, kettős vagy hármas kötés telítése – sikeresen alkalmazható [7]. Ezeket az eredményeket alapul véve kifejlesztettünk egy egyszerű, gyors és hatékony védőcsoport-eltávolítási metodikát ÁK hidrogénező reaktorban. Benzil- és benzilidén védett szénhidrát-molekulák esetén jó eredményeket értünk el olyan származékok esetében is, melyek sav- vagy bázis-érzékeny funkciós csoportot, például acetyl- vagy szilil-védőcsoportot tartalmaztak [8].

Kidolgoztunk egy ÁK deuterálási metodikát, mely sokféle molekula esetén is jól alkalmazható. A reakció Pd- vagy Ni-katalizátorok alkalmazásával H-Cube® ÁK hidrogénező reaktorban zajlik, mely tartalmaz egy szabályozható, D₂-ot nehézvíz elektrolízisével előállító gázgenerátort. Ez a szintézis gyorsabb, mint az eddig leírtak, kisebb a D₂O-igénye, ezáltal a korábbi eljárásoknál nagyobb hatásfokú [9]. A módszert sikeresen alkalmaztuk több kü-

lönböző funkciós csoportot tartalmazó molekula esetén is, tehát igen szelektívnek bizonyult. Kitűnően alkalmaztuk C–C kettős, valamint C–C és C–N hármas kötések esetén is. A kifejlesztett metodikát sikeresen kiterjesztettük nitrogéntartalmú heterociklusos gyűrűk deuterálásra is. A reakcióba vitt molekulák között a különféle módon szubsztituált nitrogéntartalmú heterociklusok mellett gyógyszermolekula is szerepelt. A módszer esetén nem kell számolni a szakaszos technikáknál fennálló hátrányokkal, nagy konverzió és jó deuteriumbeépülési arány érhető el [10].

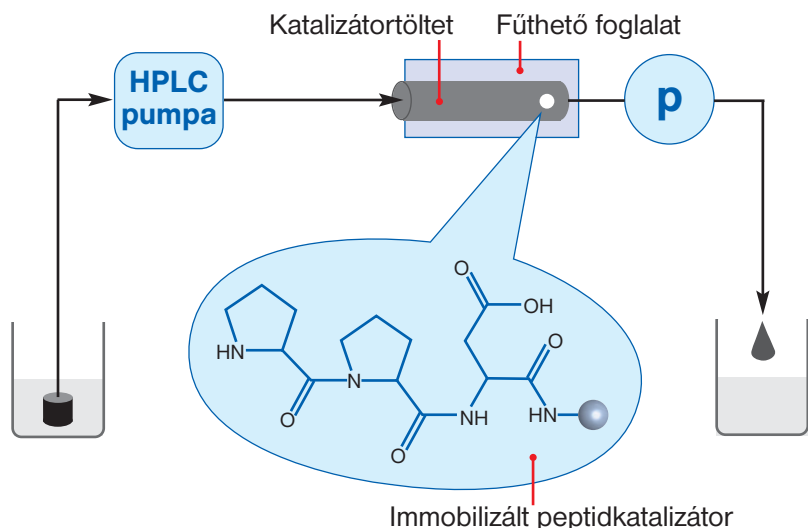
Aszimmetrikus organokatalitikus reakciók segítségével számos C–C kötéskialakítási eljárást dolgoztak ki [11]. Énaminok reakciójában eredményes katalizátornak bizonyult a prolin, alkalmazásával általában megfelelő termelést és enantioszelektivitást sikerült elérni [12]. Míg a kisméretű, merev organokatalizátorok csupán kevés olyan helyet tartalmaznak, mely módosítható, vagy funkcionálisan hangolható, addig a peptidek moduláris felépítése számos lehetőséget teremt a katalizátor optimalizására. Az utóbbi néhány évben számos kutatás témája volt peptidkatalizáto-



rok alkalmazása [13]. Bebizonyosodott, hogy az N-terminálisan prolint tartalmazó szekvenciák különösen hatékonyak olyan reakciók esetében, melyek énamin intermedierekre keresztül mennek végbe [14].

Kidolgoztuk az első ÁK módszert γ -nitroaldehidek aszimmetrikus szintézisére. Kihasználtuk a szilárd hordozós peptidkatalizátorok előnyeit, illetve ezek egy lépésben történő szintézisének és immobilizálásának lehetőségét (1. ábra). Ez a gyors és egyszerű eljárás lehetővé teszi a katalizátor újrahasznosítását, megkönnyíti a termék izolálását, és nincs szükség a fárasztó peptidtisztítási procedúrára sem. Az előállított katalizátor szerkezete a szintézis végén ellenőrizhető. Erre lehetőség van immobilizált formában, szuszpenziós ^{13}C -NMR segítségével, illetve a peptid egy kis mennyiségének lehasítása után MS vagy RP-HPLC is használható. A reakciókörülmények optimalizálásával jelentős mértékben csökkenthető a reakcióidő, ugyanakkor a hozam és a sztereoselektivitás a szakaszos eljárásban tapasztaltakkal összemérhető marad [15].

Az irodalom tanulmányozása azt az elgondolkodtató eredményt hozta, hogy a katalizátorként prolint, annak mimetikumait, vagy peptideket alkalmazó aldolreakciók mind a hagyományos szakaszos, mind pedig áramlós rendszerekben megfelelően magas hozammal és sztereoselektivitással csak több óra vagy nap alatt mennek végbe. Ezért kifejlesztettünk egy olyan ÁK reaktorban zajló, peptid katalizálta aldolreakciót, mely a következő előnyökkel rendelkezik: i) a reakciók ideje



1. ábra. Áramlós kémiai reaktorban végrehajtott, peptidkatalizált organokatalitikus átalakítás vázlatos rajza

percekben mérhető, ii) a termék könnyen izolálható, iii) a konverzió kellően magas. A reakció során az immobilizált katalizátor 25 újrahasznosítás után sem veszített aktivitásából, tehát igen robusztus technológiát hoztunk létre.

IRODALOM

- [1] C. G. Frost, L. Mutton, *Green Chem.* (2010) 12, 1687–1703.
- [2] K. Jahnisch, V. Hessel, H. Lowe, M. Baerns, *Angew. Chem. Int. Ed.* (2004) 43, 406–446.
- [3] B. P. Mason, K. E. Price, J. L. Steinbacher, A. R. Bogdan, D. T. McQuade, *Chem. Rev.* (2007) 107, 2300–2318.
- [4] A. J. deMello, *Nature* (2006) 442, 394–402.
- [5] M. Rasheed, T. Wirth, *Angew. Chem. Int. Ed.* (2011) 50, 357–358.
- [6] I. I. Junior, M. C. Flores, F. K. Sutili, S. G. F. Leite, L. S.

M. Miranda, I. C. R. Leal, R. O. M. A. Souza, *Org. Proc. Res. Dev.* DOI: 10.1021/op200132y

- [7] R. V. Jones, L. Godorhazy, N. Varga, D. Szalay, L. Urge, F. Darvas, *J. Comb. Chem.* (2006) 8, 110–116.
- [8] F. S. Ekholm, I. M. Mándity, F. Fülöp, R. Leino, *Tetrahedron Lett.* (2011) 52, 1839–1841.
- [9] I. M. Mándity, T. A. Martinek, F. Darvas, F. Fülöp, *Tetrahedron Lett.* (2009) 50, 4372–4374.
- [10] S. B. Ötvös, I. M. Mándity, F. Fülöp, *Mol. Div.* (2011) 15, 605–611.
- [11] B. Weiner, W. Szymanski, D. B. Janssen, A. J. Minnaard, B. L. Feringa, *Chem. Soc. Rev.* (2010) 39, 1656–1691.
- [12] A. B. Northrup, I. K. Mangion, F. Hettche, D. W. C. MacMillan, *Angew. Chem. Int. Ed.* (2004) 43, 2152–2154.
- [13] K. W. Fiori, A. L. A. Puchlopek, S. J. Miller, *Nat. Chem.* (2009) 1, 630–634.
- [14] M. Wiesner, J. D. Revell, H. Wennemers, *Angew. Chem. Int. Ed.* (2008) 47, 1871–1874.
- [15] S. B. Ötvös, I. M. Mándity, F. Fülöp, *ChemSusChem* (2012) 5, 266–269.

MKE egyéni tagdíj (2013)

Kérjük tisztelt tagtársainkat, hogy a **2013. évi tagdíj** befizetéséről szíveskedjenek gondoskodni annak érdekében, hogy a Magyar Kémikusok Lapját 2013 januárjától is zavartalanul postázhassuk Önöknek. A tagdíj összege az egyes tagdíj-kategóriák szerint az alábbi:

- | | |
|--|---------------|
| • alaptagdíj: | 7000 Ft/fő/év |
| • nyugdíjas (50%): | 3500 Ft/fő/év |
| • közoktatásban dolgozó kémiatanár (50%) | 3500 Ft/fő/év |
| • ifjúsági tag (25%): | 1750 Ft/fő/év |
| • gyesen lévő (25%) | 1750 Ft/fő/év |

Tagdíjbefizetési lehetőségek:

- banki átutalással (az MKE CIB banki számlájára: 10700024-24764207-51100005)
- a mellékelt csekken
- 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 2013. évi számaira

A Magyar Kémiai Folyóirat 2013. 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!

Köszönjük mindazoknak, akik 2012-ben kettős előfizetéssel hozzájárultak a határon túli magyar kémikusoknak küldött Folyóirat terjesztési költségeihez. Kérjük, aki teheti, 2013-ban is csatlakozzon a kettős előfizetés akcióhoz.

MKE Titkárság



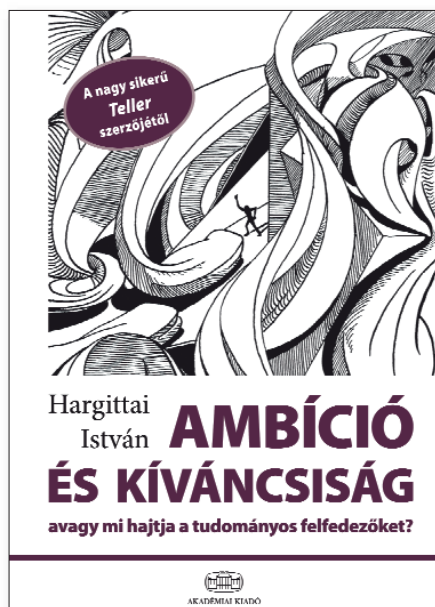
Mi motiválja a kutatókat?

Hargittai István: *Ambíció és kíváncsiság, avagy mi hajtja a tudományos felfedezőket?*

Akadémiai Kiadó, Budapest, 2012

Neumann János gazdag polgári családba született, bankigazgató édesapjának nem voltak anyagi gondjai. A 20. század elején biztosnak tűnt, hogy ha követi apja példáját, ő is a gazdasági életben keres munkát, gondtalan élet vár rá. Neumann azonban nem az anyagi jólétet, hanem a szellemi izgalmakat választotta, és a tudományos pályán alkotott lényegesen többet, mint bankigazgatóként bármikor alkothatott volna. Utólag könnyű megmagyarázni, hogy miért lett valaki sikeres és elégedett ember, de a pálya kezdetén ez még egyáltalán nem világos. A tudományos kutatókat – kevés kivételtől eltekintve – sohasem fizették túl jól, sok kockázatot vállaltak és vállalnak ma is. Ha kísérleteik nem vezetnek sikerre, elméleteik tévesnek bizonyulnak, vagy egyszerűen csak nem olyan tehetségesek, mint azt magukról gondolták, pályájuk kettőtörhet. Mégis, mi hajtja a fiatal embereket a tudomány felé, miért dacolnak néha a szülői akarattal is, miért dolgoznak sokszor éjszakákon át a laboratóriumokban? Hargittai István, aki több könyvet írt már kiemelkedő tudósokról, könyvében erre a kérdésre keresi a választ. Tizenöt felfedezés, tizenöt kutató képezi érdekfeszítő műve tárgyát, lefedve a természettudományok széles körét a genetikától az elektromosan vezető polimereken át az ősröbbanásig.

A világraszóló felfedezések sokféleképpen születtek, közülük több a véletlennek köszönhető, máskor tudatos vizsgálódás eredményei. Eltérő a felfedezőik habitusa is. James Watson a DNS kettőscsavar-szerkezetének egyik felismerője laza, bár becsvágyó fickó volt, aki mindig a nála tehetségesebbek társaságát kereste. Az elektromos vezető polimerek felfedezéséhez egy rossz kísérlet vezetett, a kutatók tudományos tekintélyüket kockáztatták a többiek által kétes kimenetelűnek ítélt vállalkozással. Az egyik kutatót nagyapja, majd vőlegénye halála késztette arra, hogy életét gyógyszerek kifejlesztésének szentelje. Volt, akit a versenyszellem, másokat a bizonyítási kényszer hajtott a kutatás felé. A kétszeres Nobel-díjas Sanger professzor



egyszerű lélek volt, akit nem érdekelt a dícsőség, szerinte a díjak legfontosabb hozadéka a biztos állás volt. A magyar Furka Árpád hátrányos háttérrel érkezett a tudományos világba, mégis nemzetközileg elismert felfedezést tett. A tavalyi Nobel-díjas állhatatosságával tűnt ki: a szakma kiválóságai kétségbe vonták, hogy ötös szimmetria létezhet a kristályokban, de ő nem tárgított, és neki lett igaza. Volt, akit a felfedezése tett harcos környezetvédővé, az első, és mind a mai napig legsikeresebb környezetvédelmi egyezmény megalapozójává. A korábban nem létezőnek tekintett nemesgázvegyületek előállításáról egy mindössze kétszázötven szóból álló cikk számolt be először. A Manhattan-tervet kezdeményező Szilárd Leóról sokan azt tartották, hogy lusta, mert ötleteit nem dolgozta ki, mégis meghatározó szerepet játszott a 20. század fizikájában. Teller Ede állandó feszültségben alkotott, melynek sokszor éppen ő maga volt az okozója.

A sokszínűség ellenére a kutatók egy dologban nagyon hasonlítanak egymáshoz: szenvedélyesen érdekli őket kutatásuk tárgya. A kíváncsiság hajtja a legtöbb fiatal embert, amikor a kutatói pályát választja, az érdeklődés a természeti törvények csodálatos, folyamatosan megújuló világa iránt. Létezik egy másfajta hajtóerő

is: ez az ambíció. Ha már az érdeklődés valakit a tudomány felé vonzott, igyekszik fontos eredményekre jutni. A társadalom díjakban is megnyilvánuló elismerése fontos egyeseknek, másokat inkább az érdekli, elneveznek-e róluk egy új elemet, szerkesztési kémiai reakciót vagy természeti törvényt. Az ambíció és a kíváncsiság együttesen kiugró teljesítményre sarkallhat egy rátermett embert, de a megfeszített munka jutalma a legtöbb kutatónál mégsem ez. Ahogyan Klein György írja a könyv magyar kiadásának előszavában: létezik egy állapot, ahogyan ezt felfedezője, az amerikai magyar Csíkszentmihályi Mihály elnevezte, a *flow*, az áramlás vagy lebegés, ami akkor jön létre, amikor egy fontos kihívás előtt állunk, és úgy érezzük, hogy komoly lehetőségünk van ennek megfelelni. Maximálisan koncentrálnak, elrepül az idő, teljesen elmerülünk a feladatban és nagyon jól érezzük magunkat. Nos, ha már valaki kutatásra adta a fejét és szembesül egy izgalmas problémával, melynek megoldása sikerrel kecsegtet, könnyebben jut el ebbe az állapotba, mintha gépiesen aktákat tologatna. A kíváncsiság, az ambíció és a lebegés együtt magyarázza a kívülállók által nehezen érthető lelkesedést, ami az igazi kutatót elfogja tudományának művelése közben. Ekkor nem az a fontos, hogy mennyi a fizetése, hanem annak örül, hogy őt a hobbijáért fizetik. Hargittai István könyvének hősei ilyen emberek, akik szenvedélyük kielégítése közben a tudománynak is nagy szolgáltatásokat tettek. Jól áttekinthető, olvasmányos történetük egy-egy példa a kutatás szépségeinek, csapdáinak és meglepő fordulatainak bemutatására, és jó szívvel ajánlható pályájuk elején vagy végén álló kutatóknak, lelkesen érdeklődő tizenéveseknek egyaránt.

Náray-Szabó Gábor

■ *Kedvcsinálóként olvassanak el egy részletet a vezető polimerek felfedezéséről. Ezért a felfedezésért Alan MacDiarmid, Alan Heeger és Hideki Shirakawa elnyerte a 2000. évi kémiai Nobel-díjat.*



Hargittai István

■ BME Szeretlen és Analitikai Kémia Tanszék

Kockára tett tekintély*

Vezető polimerek

*Nagyon szerencsés vagyok, és minél többet dolgozom, annál szerencsésebb.
Alan MacDiarmid kedvenc kínai mondása [1]*

Alan MacDiarmid (1927–2007) már megállapodott, nemzetközileg ismert kémia professzor volt, amikor Japánban egyik előadása után egy helybeli kutató, Hideki Shirakawa talányos anyagot mutatott neki. Szerves polimer volt, de megjelenése fémre emlékeztetett. MacDiarmid azonnal meghívta a japán tudóst philadelphiai laboratóriumába, és elindított egy nagy kutatási programot. A MacDiarmid kutatásait támogató szervezet képviselője figyelmeztette MacDiarmidot, mekkora kockázatot vállal, ha olyan új területbe kezd, amelyben nincs tapasztalata, de a munkát továbbra is támogatta. MacDiarmid felkérte egy fizikuskollégáját, hogy vegyen részt a kutatásban, aki azonban nem akarta kockáztatni tudományos tekintélyét a kétes kimenetelű vállalkozással, és ettől MacDiarmidot is óva intette. Egy másik fizikus, Alan Heeger viszont hajlandó volt kockáztatni, és gyümölcsöző együttműködés alakult ki közöttük.

Hárman együtt fedezték fel a vezető polimereket, amelyek különlegesen hasznosnak bizonyultak a legkülönbözőbb alkalmazásokban, még a hétköznapi életben is. Hármójuknak közösen ítelték oda a 2000. évi kémiai Nobel-díjat.

1965-ben megvédett diplomamunkám tárgya olyan molekula szerkezetének meghatározása volt, amelyben kén–nitrogén (S–N) kötés játszott a főszerepet. A következő évek során mindig odafigyeltem, amikor olyan kémiai rendszerrel találkoztam, amelyben előfordult S–N kötés. Az 1970-es évek elején meghívtak egy előadásra a Pennsylvániai Egyetem (University of Pennsylvania, UPenn) kémiai intézetébe, ahol az egyik vezető professzor, Alan MacDiarmid már korábban is foglalkozott az (SN)₄ molekulából felépülő kristály szerkezetével. Az (SN)₄ molekula négy S–N kötést tartalmazó gyűrűt alkot. Látogatásom alkalmával MacDiarmid beszélt nekem az (SN)_x polimer molekulákról is, amelyekben S–N kötések kapcsolódnak össze végtelennek tűnő láncokká. MacDiarmid az anyagot is megmutatta: aranyra hasonlított, és úgy fénylett, mintha valóban fém lett volna. MacDiarmid anyaga mély benyomást tett rám és még inkább az a lelkesedés, amellyel beszélt róla.

■ Hargittai István *Ambíció és kíváncsiság* című könyve 9. fejezetének valamelyest szerkesztett változata.

Majdnem harminc év telt el, mielőtt újra találkoztunk, és egészen más körülmények között. Az alkalom a Nobel-díj centenáriuma volt 2001-ben Stockholmban, ahol MacDiarmid Nobel-díjasként vett részt, engem pedig a Királyi Svéd Tudományos Akadémia hívott meg, hogy a centenárium alkalmából előadást tartsak a Nobel-díjról. MacDiarmid az előző évben kapta meg a díjat, két társával együtt, a vezető polimerek felfedezéséért. Elmonda nekem, hogy 2001-ben jobban tudta élvezni az ünnepségeket, mint 2000-ben, mert akkor nagyon lekötötték azok az előírások, amelyeket újdonsült díjazottként be kellett tartania. Emlékezett látogatásomra és arra is, hogy foglalkoztam az S–N kötéssel. Munkájában az ilyen kötést tartalmazó (SN)_x makromolekulával került a legközelebb ahhoz a témához, amely később a vezető polimerek felfedezéséhez vezetett.

Ma már senki sem kételkedik a polimerek létezésében, de a 20. század első felében még sok tekintélyes tudós azt vallotta, hogy ilyen nagy molekulák nincsenek, hanem csak kis molekulák aggregátumai, amelyeket kolloid rendszereknek neveznek. A polimerkémikus Hermann Staudingernek

1953-ban odaítélt kémiai Nobel-díj fontos lépés volt a polimerek létezésének elismerésében.

A mesterséges polimerek – népszerű néven műanyagok – már a 20. század elejétől kezdve fontos szerepet játszottak a modern iparban és a mindennapi életben. Amikor a híres amerikai *Time* magazin összeállítást készített a 20. század legfontosabb tudományos kutatóiról, a listán a műanyagok egyetlen képviselőjeként szerepelt Leo H. Baekeland, a bakelit feltalálója. Baekeland Belgiumban született és járt iskolába, majd Amerikába költözött. 1909-ben az Amerikai Kémiai Társaság New York-i kongresszusán jelentette be a kemény, de alakítható műanyag feltalálását. A bakelit volt az első mesterséges polimer. Két vegyületből szintetizálta Baekeland, fenolból és formaldehidből, és ezzel a találmánnyal elindította a műanyagok korát. A bakelit egyik legfontosabb tulajdonsága, hogy kitűnő elektromos szigetelő és ebből következett egyik legfontosabb alkalmazása.

A szintetikus polimerek területén a következő jelentős fejlődés akkor következett be, amikor a német Karl Ziegler újfajta, szerves alumíniumvegyület katalizátorral



segítette elő a polimerek előállítását. Az olasz Giulio Natta azt fedezte fel, hogy bizonyos szerves alumíniumvegyületek képesek térbelileg szabályos szerkezetű polimerek előállítását katalizálni. Korábban csak természetes előfordulási térbelileg szabályos szerkezetű polimereket ismertek, például a cellulózt és a gumit, de Natta megtörte a természet monopóliumát. Natta és Ziegler együtt kapták meg 1963-ban a kémiai Nobel-díjat. Az általuk előállított polimerek továbbra is elektromosan szigetelők voltak.

Az elektromosan vezető tulajdonságú polimerek felfedezését nem köthetjük egyetlen különleges pillanathoz, de volt azért egy különleges kísérlet, amely döntő jelentőségű lett a további fejlemények szempontjából. A japán polimerkémikus, Hideki Shirakawa volt az egyik szereplője ennek a különleges kísérletnek. Shirakawa 1957-ben íratkozott be a Tokiói Műegyetemre, és tanulmányait 1966-ban fejezte be doktori fokozattal. Kutatómunkáját rögtön ezután kezdte el Sakuji Ikeda professzor laboratóriumában. Shirakawa első diákja Takeo Ito volt: ketten együtt tanulmányozták az acetilén-gázból történő polimerképződést. Számos kísérletet végeztek, hogy a lehető legváltozatosabb körülmények között próbálják ki a polimerképződést, és arra is kíváncsiak voltak, milyen tulajdonságú polimereket lehet előállítani a körülmények változtatásával.

A kísérletek egyszerű elven alapultak. Készítettek egy katalizátoroldatot, amelyben valamelyik Ziegler–Natta-katalizátor kis koncentrációban fordult elő, és az oldaton keresztülbuborékolatták az acetilén-gázt. Közben állandóan keverték az oldatot, hogy az anyagok minél egyenletesebben oszoljanak el. Az így előállított poliacetilénnek – fekete porok – csaldást okoztak: tulajdonságaikat nem volt könnyű meghatározni, és semmilyen használható jellegzetességet nem találtak bennük. Ez nem kellett meglepetést, mert már Natta is készített poliacetilént, és sem ő, sem más vegyészek sem találtak semmiféle alkalmazást ezekre az anyagokra. Ikeda professzor azonban úgy gondolta, hogy érdemes lenne tisztázni a poliacetilén képződési mechanizmusát.

Ikeda részlegében dolgozott egy koreai származású vendégkutató, Hyung Chick Pyun. Már megvolt a doktori fokozata, és Ikeda professzor mellett további tapasztalatokra szeretett volna szert tenni. Ikeda megbízta Shirakawát, hogy közvetlenül irányítsa a vendég munkáját. Shirakawa minden alkalommal megbeszélte dr. Pyun kö-

vetkező kísérletét, amit Pyun el is végzett, és az eredményről beszámolt Shirakawának. Pyun Koreában nőtt fel, de folyékonyan beszélt japánul, mert gyermekkorában megszállás idejére esett. [2] Pyun nyelvtudását azért fontos hangsúlyozni, mert későbbi riportok nyelvi félreértésnek tulajdonították a Pyun által megvalósított különleges kísérlet összeállítását.

A már kialakult szokások szerint az egyik alkalommal Shirakawa megint elmondta, hogy mi legyen a következő kísérlet – ismét poliacetilén előállításáról volt szó valamilyen koncentrációjú katalizátoroldat segítségével –, és Shirakawa azt is közölte, milyen legyen ez a koncentráció. Pyun kötelességtudóan összeállította és elindította a kísérletet, és az acetilén-gázt állandó keverés mellett buborékolattatta át a katalizátoroldaton. A poliacetilén kialakulását szabad szemmel is észlelni lehetett, de a keverés egyre nehezebb lett, és egy ponton le is állt a keverő.

A reakcióelegyben durva szilárd termékdarabok képződtek, de a legmeglepőbb az volt, hogy fémesen csillogtak, pedig nyilvánvaló volt, hogy fémet nem tartalmazhatott a reakcióelegy. Pyun odahívta Shirakawát, és részletesen megbeszélték a reakció körülményeit. Ekkor derült ki, hogy a kísérlet összeállításánál Pyun nem a Shirakawa által megadott katalizátorkoncentrációt alkalmazta, hanem annak ezerszeresét(!). Shirakawa azóta sem tudja, hogy Pyun értette-e félre az instrukciókat, vagy ő, Shirakawa maga tévedhetett volna ekkorát. Nem került volna sor félreértésre, ha a kísérleti körülményeket írásban közli, de nem így történt, azokat csak megbeszélték.

A nevezetes kísérletre 1967-ben került sor és bár sok különböző vizsgálattal próbálták megérteni a helyzetet, az anyag

semmi olyan érdekes tulajdonságot nem mutatott – a fémes csillogást kivéve –, ami miatt túlságosan nagy jelentőséget tulajdonítottak volna az esetnek. Publikáltak is néhány dolgozatot ebben a témában; a dolgozatok szerzői között Ito, Shirakawa és Ikeda nevei fordulnak elő. [3] Pyun neve sehol sem szerepel, még azon a cíken sem, amely a különleges tulajdonságú anyag megjelenését tárgyalja. Hozzá kell azonban tenni, hogy ezek a dolgozatok évekkel a kísérlet után készültek, amikor a vendégkutató feltehetőleg már rég eltávozott, és – amennyire tudom – Shirakawa kapcsolata meg is szakadt vele. A különleges kísérletről meg is felejtkezhetek volna, de két körülmény ezt megakadályozta.

Az egyik az volt, hogy Shirakawát nem hagyta nyugodni a különleges poliacetilén fémes csillogása, és szinte állandóan magával hordozott egy darabot. A másik az amerikai Alan MacDiarmid látogatása volt, aki 1975-ben előadást tartott Shirakawa munkahelyén, a Tokiói Műegyetemen. MacDiarmid főleg szilíciumkémiaiáról beszélt, de szokásához híven megemlítette az aranyhoz hasonlóan csillogó (SN)_x polimert és meg is mutatta a mintát, amelyet annak idején nekem is megmutatott, és amelyet mindig magával vitt, akárhová ment. Az előadás után Shirakawa megmutatta MacDiarmidnak saját ezüstösen csillogó poliacetilén mintáját. A fémes csillogás ebben az esetben – szerves anyagról lévén szó – még meglepőbb volt, mint a szerves (SN)_x polimer esetében, és rögtön beindította MacDiarmid fantáziáját. Azon nyomban meghívta Shirakawát egy évre philadelphiai laboratóriumába, a UPennre.

MacDiarmid 1955 óta volt a UPenn munkatársa. Új-Zélandon született és nőtt fel, de doktorátusát az amerikai Wisconsin

Balról jobbra: Alan Heeger, Stockholm, 2001; Alan MacDiarmid, Philadelphia, 2002; Hideki Shirakawa, Stockholm, 2001. HARGITTAI ISTVÁN FELVÉTELEI





Egyetemen szerezte meg, majd még egyet az angliai Cambridge-ben. Elismert szerzetlen kémikus lett, akinek kutatásait bőkezűen támogatta az Egyesült Államok Haditengerészeti Kutatási Irodája (Office of Naval Research, ONR). Amikor nevezetes japán utazásáról hazaérkezett, beszélt az ONR képviselőjével, akivel már hosszú évek óta nagyon jó kapcsolatot alakított ki. Az ONR-tól újabb 23 000 dollár támogatást kért, hogy Shirakawa egy évet tölthessen laboratóriumában. Az összeg nem volt nagy, de az ONR képviselője ebben az esetben nem volt túl lelkes, mert MacDiarmid most szerves polimerkémiai kutatásokhoz kért támogatást, és MacDiarmid nem volt polimerkémikus, különösen nem szerves kémikus. Viszont kiváló kutató volt, és a támogatást megkapta.

Shirakawa 1976 szeptemberében érkezett meg egyéves vendégkutatói munkájára Philadelphiába. Shirakawát eredetileg nem érdekelték a poliacetilén elektromos tulajdonságai. Annak idején azonban sok más tulajdonság vizsgálata mellett az elektromos vezetőképességet is megmérték, de semmi különös nem találtak az adatokban. MacDiarmid és Shirakawa most első sorban azt akarták kideríteni, hogy elő tudnak-e állítani olyan poliacetilént, amelynek az elektromos vezetőképessége megnövelhető. MacDiarmid azért felfigyelt erre, mert a fémcsillogás azt sugallta, hogy itt még lehetnek meglepetések. Mivel a kémikusok mindig igyekeznek tisztázni anyagokkal dolgozni, első feladatuknak az anyag tisztítását tekintették. Meglepetésükre a tisztítás eredményeként az elektromos vezetőképesség csökkent. Ebből már logikusan következett, hogy mesterségesen szennyezzék a poliacetilén mintákat, hátha akkor növelhető lesz a vezetőképesség. Ez volt az a lépés, amely elvezetett a felfedezéshez, és ami megkülönbözteti a vezető polimereket a többi polimertől.

Eljutottak egy olyan szennyezésig, amely az elektromos vezetőképességet tízszeresre (!) sikerült megnövelni. A jelenség lényege az, hogy a tiszta poliacetilénben az egymással szigorú rendben váltakozó egyes és kettős kötések nagyon merev elektronrendszert alkotnak. Ezt a merev elektronrendszert a hozzáadott szennyezés, például néhány százalékos halogén, fella-
zítja. A halogénatomok elektronokat vonnak el az eredetileg merev elektronszerkezetű lánctól, amivel elektronhiány-helyek, lyukak keletkeznek. Ezekbe a lyukakba kerülnek át a szomszédos részekből elektronok és ez az elektronmozgás könnyen vé-

gigterjedhet a láncon: ettől válik a lánca elektromos vezetővé.

MacDiarmid volt annyira tapasztalt kutató, hogy felismerje, a polimerkémia és a szerves kémia kívül a felfedezett jelenségnek fontos szilárdtest-fizikai vonatkozásai vannak, és ha meg akarják érteni a jelenség mechanizmusát, akkor szükségük lesz fizikus szakember részvételére ezekben a kutatásokban. A UPenn kitűnő fizika intézetének egyik professzorát fel is kérte a munkában való részvételre.

Így lett Alan Heeger, akkor még a UPenn fizikaprofesszora, a háromtagú csapat harmadik tagja. Első megbeszélésükről érdemes külön is megemlékezni, mert tanulságos azzal kapcsolatban, mennyire fontos a különböző tudományterületeken dolgozó szakemberek számára a közös nyelv. Ráadásul a szerzetlen kémia és a kondenzált fázisok fizikája (amelynek a szilárdtestfizika is része) egymáshoz nagyon közel eső két terület. Alan Heeger emlékszik arra, hogy amikor először beszélgettek kutatásairól, MacDiarmid elmondta neki, mennyire érdekes az „SNX” képletű anyag. [4] MacDiarmid beszélt Heegernek az anyag fém tulajdonságairól, és azt javasolta, alakítsanak ki közös kutatási tervet az „SNX” további vizsgálataira. Heegert azonban nem érdekelte ez a javaslat, egyszerűen nem tudta felfogni, mi érdekesebb remél MacDiarmid az „SNX” további tanulmányozásától, mit lehetne még kideríteni erről az anyagról.

Az, hogy félreértés áldozatai lettek, szerencsére még azon nyomban kiderült, amikor mindketten felírták a táblára azt a képletet, amiről beszéltek. Amikor MacDiarmid az „SNX”-et említette, a poli(kén-nitrid) lánca gondolt, amelynek képlete $(\text{SN})_x$. Heeger képzeletében viszont, fizikusként, az SNX kifejezés ónatomok végtelen lánca, vagyis magát az ónfémet jelentette, amit Sn_x képlettel is ki lehet fejezni. Hangzásra $(\text{SN})_x$ és Sn_x ugyanaz, de felírva már nyilvánvaló a különbség. A kezdeti félreértés jó ómen lett a további szoros és eredményes együttműködéshez, amelyben közösen kutatták az elektromosan vezető szerves polimereket. De ez az együttműködés majdnem nem is jött létre, és nem első sorban az előbb említett félreértés miatt.

Fentebb már utaltunk arra, hogy MacDiarmid már korán felismerte, hogy a vezető polimerek kutatásában szükség lesz egy jól képzett fizikus részvételére is. Első választása azonban nem Heeger volt. [5] Eredetileg egy másik fizikaprofesszort kért fel az együttműködésre, de a velem való beszélgetésben nem árulta el, ki lett volna az illető. Ennek a fizikusnak elmondta – erre

a beszélgetésre nyilvánvalóan MacDiarmid japán utazását és a Shirakawával együtt végzett első philadelphiai kísérleteket követően került sor –, hogy milyen érdekes jelenséggel találkoztak, milyen érdekes anyagokat állítottak elő, és milyen hatalmas mértékben sikerült a szerves polimer vezetőképességét szennyezéssel megnövelni. MacDiarmid azt javasolta kollégájának, dolgozzanak együtt a jelenség értelmezésén. Elképzelhetjük a lelkes MacDiarmid csaldottságát, amikor fizikuskollégája elhárította a javaslatot, és kifejtette, hogy csak valamilyen ismeretlen szennyezésről lehet szó, és elképzelhetetlen, hogy valódi felfedezést tettek. Azt tanácsolta MacDiarmidnak, adja fel, mert csak tudományos tekintélyét veszélyezteti ilyen kétes vállalkozással. Ezután kérte fel MacDiarmid Heegert, aki lelkesen vállalta, hogy részt vegyen a munkában.

Sok év telt el Pyun szerencsés szerencsétlen kísérlete óta, mire az 1970-es évek második felében megjelent a szennyezéssel vezetővé tett szerves polimerről szóló első dolgozat. De a döntő kísérletre Shirakawa Philadelphiába való megérkezését követően szinte azonnal sor került. Nemcsak vaktában végeztek kísérleteket, hanem tudatosan és jól kialakított rendszer szerint változtatták a különböző kísérleti körülményeket és határozták meg a kapott polimerek tulajdonságait. A döntő kísérlet egy keddi napon, 1976. november 23-án játszódott le, amikor brómmal szennyezték a polimert. [6]

Az elektromosan vezető polimerek felfedezése alapvetően fontos felfedezés volt, és azonnal gondolni lehetett az alkalmazásokra. A szennyezési körülmények változtatásával más tulajdonságokat is sikerült befolyásolni, így például az optikai tulajdonságokat. A kezdetben előállított anyagok nem voltak elég stabilisak és nem voltak eléggé megmunkálhatók. Ezeket a tulajdonságokat mind javítani kellett ahhoz, hogy az alkalmazásokkal elindulhassanak. Az egyéb tulajdonságokat úgy kellett javítani, hogy közben ne rontsák le a legfontosabb tulajdonságot, az elektromos vezetőképességet. A munkában részt vevők elszántak voltak, hogy a lehető legoptimálisabb tulajdonságú anyagokat állítsák elő, és az 1980-as években már teljes siker koronázta próbálkozásait. [7]

Ahogy az anyagok alkalmazhatók lettek a gyakorlati feladatokra, rögtön felvetődött, mennyire versenyképesek a fémekkel összehasonlítva. Sikerült vezető polimereket előállítani, amelyek rendelkeztek mindazokkal a tulajdonságokkal, amiért fémeket alkalmaznak, de voltak további hasznos



tulajdonságok is, amelyek a polimerek felhasználását sok esetben a fémekénél is előnyösebbé tették. Így például a polimereket lehet oldatban tárolni, akár egy üvegben is. Ha az oldatot elpárologtatják, akkor vezető polimer marad vissza. Erre a fémek nem alkalmasak. A polianilin megfelelő szennyezéssel vezetővé tehető. A vezető polianilint feloldhatják toluolban, és a toluol elpárologtatásával visszamarad a fémes tulajdonságú polianilin. Az ilyen oldatot felhasználhatják tintaként, amelyet a nyomtatásban alkalmazhatnak igen előnyösen. Az efféle tinták egyik különösen fontos alkalmazása a napelemek nyomtatása, amikor nagy területeken kell nyomtatni, és ez a nyomtatás nem költséges. Fénykibocsátó berendezések és diódák készítéséhez is jól alkalmazhatók a vezető polimerek, hogy elektronikai felhasználásokat is említsünk.

A vezető polimerek nem feltétlenül érik el a legjobb fémek vezetőképességét, például a rézét, de rendelkeznek más hasznos tulajdonságokkal. Nagyon érzékenyek például különböző kémiai kölcsönhatásokra, a szennyezésen túlmenően is. Így például a polianilin elektromos vezetőképessége hat nagyságrenddel csökken ammóniagáz jelenlétében, ezért kiválóan alkalmazható ammóniaszenzorként. Általában elmondhatjuk, hogy a vezető polimerek elektromos vezetőképességének változtathatósága az alkalmazásokat példátlan mértékben kiterjeszti, amire a fémek teljességgel képtelenek.

MacDiarmid és Heeger nem kezdett azonnal hozzá a találmányok szabadalmaztatásához. Például amikor Heeger és munkatársai oldatból állítottak elő filmszerű diódákat, az eljárás annyira egyszerű volt, hogy nem gondoltak szabadalmaztatásra, amit később megbántak. Fokozatosan jöttek rá a szabadalmaztatás előnyeire és szükségességére, s idővel már nemcsak saját találmányaikat szabadalmaztatták, hanem mások találmányainak általuk elvégzett továbbfejlesztéseit is. A kezdetben kevés kutatót foglalkoztató projektek hamarosan hatalmas új területté fejlődtek. Heeger saját lehetőségei is kiterjedtek, és ezt különösen akkor tapasztalta, amikor 1982-ben a UPenn-ről a Kaliforniai Egyetem Santa Barbara-i kampuszára költözött.

Az 1980-as években már százak vettek részt a vezető polimerekkel foglalkozó nemzetközi konferenciákon, az 1990-es években pedig már ezrek. Gomba módra szaporodtak az új vállalatok, köztük volt Heeger saját UNIAX nevű cége, amelyet Heeger és partnerei 2000-ben, nem sokkal a Nobel-díj

bejelentése előtt eladtak. Heeger úgy gondolja, ha egy kicsit vártak volna, sokkal magasabb árat kaphattak volna érte. De a Nobel-díj időzítését senki sem tudta volna megjósolni, bár Heeger már az 1990-esévek elejétől számított rá.

A vezető polimerek felfedezéséért hárman kaptak együtt Nobel-díjat, és valóban mindhármuknak megvolt a maguk szerepe a felfedezésben és abban, hogy a felfedezést sikerre vigyék. Ebben az esetben mind a három lehetséges helyet betöltötték, és senki sem maradt ki a kitüntetésből. Meg kell azonban emlékeznünk a koreai Pyun szerepéről, akinek a részvétele döntő jelentőségű volt a felfedezésben. Az első anyagot az ő kísérlete szolgáltatta, még akkor is, ha Shirakawa útmutatása szerint járt el, vagy éppen Shirakawa útmutatásait értette félre. Elég furcsa ez a történet. Pyun akkor már doktori fokozattal rendelkezett, ami bizonyos kutatási tapasztalatot feltételez. A katalizátorokat rendszerint kis mennyiségben szokták alkalmazni, tehát Pyunnak meg kellett volna lepődnie, ha Shirakawa instrukciója valóban olyan hatalmas koncentrációra vonatkozott, mint ahogy azt Pyun értelmezte. Miért nem kérdezett vissza, hogy jól értette-e?

Más oldalról is megvizsgálhatjuk azonban ezt az esetet. Lehet, hogy Pyun gondolkodás nélkül hajtotta végre Shirakawa utasításait, vagy azt, amit Shirakawa utasításainak velt. Ez magyarázhatja, hogy miért nem hökkentette meg legalább egy pillanatra a különös utasítás. Az addig már elvégzett kísérletek fényében meg kellett volna lepődnie azon, hogy hirtelen a korábbiaknál nagyságrendekkel nagyobb katalizátorkoncentrációra váltanak. Ez is arra utal, hogy mechanikusan teljesítette az utasításokat. Amikor azután az addigiaktól feltűnően eltérő eredményt kapott, olyan szilárd anyagot, amelyben a keverő már megmoccanni sem tudott, nem próbálta megérteni, hogy mi történhetett, pedig ezen a ponton érdekes lett volna azonnal megnézni azt, hogy miben tértek el a kísérlet feltételei a korábbiaktól. Ehelyett csupán annyit tett, hogy kötelességtudóan tájékoztatta megfigyeléséről Shirakawát.

Próbáljuk meg most a történetet más szemszögből is végiggondolni. A lényeg az, hogy ez a vendégkutató előállított egy teljesen új anyagot, csinált valamit, amit előtte senki más. Lehet, hogy ebben a főnőkéntől kapott útmutatás félreértése játszott szerepet, de a hibát is ő és egyedül ő követte el. És gondoljunk most arra az esetre, hogy mások, máskor, más helyen, esetleg már szintén előállítottak hasonló anyagot, de esetleg

azonnal ki is dobták mint használhatatlant, vagy rájöttek, hogy téves receptet használtak és azért dobták ki a kísérlet eredményét. Pyun nem így járt el, nem dobta ki az anyagot, hanem megmutatta Shirakawának. Eszünkbe jut a jól ismert példa, amikor Alexander Fleming észlelte, hogy egy penészgomba elfogyasztotta baktériumtenyésztését, amelyet eredetileg további kísérletezésre szánt, és a kézenfekvő reakció az lett volna, hogy kidobja a kárba vesztett tenyésztetet és újat készít. Ehelyett nem törődött eredeti céljaival, hanem meg akarta érteni, hogy a penészgomba miért fogyasztotta el a baktériumtenyésztetet. Fleming reakciója nyitott utat a penicillin felfedezéséhez (bár ez az út sokkal kevésbé volt gyors és egyenes vonalú, mint ahogy a népszerű irodalom szokta tárgyalni).

Az már Shirakawa érdeme, hogy nemcsak komolyan vette Pyun megfigyelését, hanem ő volt az, aki meg is akarta érteni, hogy mi történt. Az előállított anyag ezüstösen fémes csillogása különösen megragadta a figyelmét, ez tette igazán kíváncsivá. Ez a kíváncsiság mozgott benne, amikor magánál tartotta a mintát és meg is mutatta MacDiarmidnak, amikor látta, hogy az amerikai előadónak hasonló tapasztalata volt. Ez a találkozás kezdte mozgatni az eseményeket. De ehhez szükség volt arra, hogy Pyun ne dobja a szemébe a számára nem kívánt kísérleti eredményt, Shirakawát pedig évekig ne hagyja nyugodni a fémes csillogású poliacetilén. Shirakawában nem merült fel az elektromos vezetőképesség vizsgálata, bár az anyag fémes jellege erre ösztönözhetne volna, de gondolatai nem mozdultak el ilyen irányban. Kíváncsisága nem váltott ki további cselekedeteket, de nem is tompult az évek során. Nagyon valószínű, hogy MacDiarmid látogatása nélkül Shirakawa kíváncsisága csak kíváncsiság maradt volna, és az ezüstösen csillogó poliacetilénnel a zsebében ment volna nyugdíjba.

Ezért is lenne helytelen az amerikaiakat azzal vádolni, hogy kihasználták ezt az egészen különleges japán felfedezést, mert beavatkozásuk nélkül nagyon valószínű, hogy semmi további nem történt volna. Hozzátehetjük még, hogy az egyébként visszafogott természetű Shirakawából az váltotta ki, hogy megmutassa MacDiarmidnak saját fémes szerves polimerjét, hogy az előadás során az amerikai kutató bemutatta az arany színben szintén fémesen csillogó szerves polimerjét. Tette ezt MacDiarmid annak ellenére, hogy előadása nem kén–nitrogén rendszerekről, hanem a szilíciumkémiairól szólt. Ha MacDiarmid nem jön elő a saját fémes mintájával, nagyon valószínű, hogy



nem jön létre kettejük találkozása. Ugyan-
így, ha Pyun nem állítja elő a furcsa szerves
polimert, megint csak nem lett volna Mac-
Diarmid–Shirakawa-találkozás. Afelől nem
lehet kétségünk, hogy előbb vagy utóbb,
esetleg sokkal később, valaki felfedezte vol-
na az elektromosan vezető szerves polime-
reket, de a koreai vendégkutató bármilyen
okból összeállított képtelen kísérlete nélkül
ebben MacDiarmid és Shirakawa nem ját-
szott volna szerepet, Heegerről nem is be-
szélve.

A fentiek fényében mindenképpen vesz-
teség, hogy Pyun nyomtalanul eltűnt a szín-
ről, mert érdekes lett volna legalább utólag
megkérdezni tőle, hogyan vélekedik az eset-
ről (megpróbáltam a nyomára jutni, de si-
kertelenül). Már láttuk, hogy a három japán
szerző mellett Pyun neve nem szerepelt
azon a cikkeken, amelyben szóltak a szóban
forgó kísérletekről. Shirakawa Nobel-elő-
adásában sem beszélt róla, és Pyun kísérle-
tét csak úgy emlegette, mint „a véletlen
1967-es hiba”, viszont a köszönetnyilvání-
tásokban megjelenik Hyung Chick Pyun ne-
ve azzal a megjegyzéssel, hogy „[Shira-
kawa] vele együtt fedezte fel a poliacetilén
filmet a véletlen hiba következményeként”.
[8]

Shirakawa érdeme elsősorban abban nyil-
vánult meg, hogy foglalkozott a poliacetilén-
nek előállításával és felfigyelt a fémcsil-
logásra. Fontos volt az a bátorság is, amely-
lyel odament a híres amerikai vendéghez és
megmutatta a poliacetilén mintát. Amikor
pedig MacDiarmid Philadelphiába hozta,
keményen dolgozott az anyag tulajdonsá-
gainak felderítésén és a tulajdonságok meg-
változtatásán, de ez a munka már nem je-
lentett eredeti felfedezést.

MacDiarmidot szenvedélyesen érdekelték
a szerves polimerek, szeretett játszani az
anyagokkal, és változtatni a tulajdonságai-
kon, ami igazi kémikusi hozzáállás, és eh-
hez tartozott az is, hogy nyitott szemmel
járta a világot. De ez mind nem vezetett vol-
na a felfedezéshez, ha a japán kutatók nem
állítják elő szokatlan anyagukat. Legfőbb
érdeme az volt, hogy amikor az alkalom kí-
nálózott, észrevette és megragadta. Egy
percig sem habozott, amikor meghívta Shi-
rakawát Philadelphiába, pedig nem lehetett
biztos abban, hogy lesz-e pénze az ösztön-
díjra. Ebben kockáztatott, és még inkább
abban, hogy egy másik területen már meg-
állapodott kutatóként belevetette magát
egy új területbe. Tette ezt úgy, hogy nem is
egyszer figyelmeztették arra, milyen veszé-
lyekkel járhat vállalkozása. Kész volt a koc-
kázatra, kész volt a felfedezésre, és nem tö-
rődött azzal, hogy elveszítheti több évtize-

des kemény munkával kivívott tekintélyét.
A kockázatvállalás nélkül MacDiarmid tisz-
teletben fejezte volna be pályáját, egy fon-
tos egyetem megbecsült professzoraként,
de semmi igazán különleges nem történt
volna vele.

MacDiarmidnak csak a lelkesedése volt
nagyobb energiájánál. Már jócskán elmúlt
70 éves, amikor megkapta a Nobel-díjat.
Már nem volt teljesen egészséges, de a pro-
gramja nem lehetett volna zsúfoltabb. Szinte
egy pillanatra sem állt meg kutatásaival,
miközben meg kellett felelnie mindazoknak
az elvárásoknak, amelyeket ilyenkor a friss
Nobel-díjasokkal szemben támasztanak.
Igyekezett úgy dolgozni, hogy munkatársai
és diákjai ne szenvedjék meg fokozott el-
foglaltságát. Mégis előfordult, hogy nehe-
zebb volt vele konzultálni, mint korábban.
Amikor egy német posztdoktor munkatár-
sa nem tudott vele olyan könnyen találko-
zni, mint szeretett volna, a posztdoktor így
fakadt ki: „Ez a Nobel-díj nem is jöhetett
volna szerencsétlenebb időben”. [9] Termé-
szetesen a posztdoktornak ez a megjegyzé-
se saját szempontjára vonatkozott, azonban
MacDiarmid szempontjából a Nobel-díj egy
kicsit későn érkezett, és MacDiarmid már
nem tudta teljességgel kihasználni azokat a
lehetőségeket, amelyeket ez a különleges ki-
tüntetés nyújtott számára. Egészsége nem
tudott lépést tartani terveinek intenzitásával
és elképzeléseinek gazdagságával. Életé-
nek programokkal legzsúfoltabb időszaká-
ban halt meg.

A fizikus Alan Heegert egész pályája so-
rán érdekelte a fizika és a kémia közötti ha-
tárterület. Esetében is igaz, hogy szép pá-
lyát futott volna be akkor is, ha MacDiarmid
nem vonja be a vezető polimerek té-
májába, de semmi igazán különlegeset. At-
tól kezdve azonban, hogy belekerült ebbe a
projektbe, a fejlesztések oroszlánrésze neki
jutott, bár láttuk, milyen véletlenül múlt,
hogy egyáltalán résztvevő lett. MacDiarmid
csak akkor fordult hozzá, amikor az első-
nek megkeresett fizikus elhárította felkéré-
sét. Heeger viszont szinte ugrásra készen
állt, amikor MacDiarmid hozzáfordult.

Utólag nehéz megállapítani, hogy Heeger
mennyire volt elfoglalt, mielőtt MacDiarmid
megkereste. Ha valami nagyon izgal-
mas témán dolgozott volna, valószínűleg
nehezebben állt volna kötelnek, hogy szinte
egyik pillanatról a másikra témát váltson.
MacDiarmid nélkül mindez nem történt
volna meg, de miután Heeger bekapcsoló-
dott, rengeteget dolgozott a felfedezés sike-
réért. Mivel pedig a felfedezés sikere óriási
mértékben függött az alkalmazásoktól, elő-
nyös volt Heeger széles körű tájékozottsága,

később pedig a vállalkozások iránti kiváló
érzéke.

Ha hármójuk részvételét összehasonlít-
juk, MacDiarmidét ítéltük kulcsfontos-
ságúnak. A másik két kutató részvételét
MacDiarmid kezdeményezte (ehhez persze
előfeltétel volt a japán kísérlet és Shirakawa
kitartása). Az életkorbeli különbség Heeger
javára szólt, de Shirakawa is ugyanannyival
volt fiatalabb MacDiarmidnál, mint Heeger,
viszont már a Nobel-díjat megelőző időben
nyugdíjba vonult, és ebből a Nobel-díj sem
mozdította ki, míg a két amerikai tevé-
kenységét a kitüntetés tovább fokozta. Shi-
rakawa pályája volt valószínűleg a legszű-
rőbb hármójuké közül, bár fontos előrelé-
pést jelentett, amikor 1979-ben az elsősor-
ban kutatóegyetemként működő Tsukuba
Egyetem professzora lett. A Nobel-díj után
azonnal megkapta a legmagasabb japán ki-
tüntetések.

A Nobel-díj bejelentésekor egyik díjazott
sem volt hazája nemzeti akadémájának tag-
ja. Heegert 2001-ben, MacDiarmidot 2002-
ben választották meg. Sok más kitüntetés-
sel is elhalmozták őket, de a Nobel-díj előtt
is voltak már jelentős elismeréseik. Heeger
azóta rendkívül aktív, hogy csatlakozott a
projekthez. MacDiarmid ereje és aktivitása
egészségi állapotának fényében különösen
elismerésre méltó volt abban a viszonylag
rövid időszakban, ami számára még a No-
bel-díj után következett. Éppen újabb uta-
zásra készült Új-Zélandra, amikor elragad-
ta a halál. Akkor ment el, amikor a legjob-
ban élvezte az életet, de nagyon valószínű,
hogy életszeretete tartotta még életben a
Nobel-díj után egy ideig.



Köszönettel tartozom Inzelt Györgynek a fejezet eredeti
változatának kialakítását segítő megjegyzéseirért.

IRODALOM

- [1] Balazs Hargittai, István Hargittai, Candid Science V: Conversations with Famous Scientists, Imperial College Press, London, 2005. 400–409. („Alan G. MacDiarmid”), az aktuális idézet: 409. p.
- [2] Hideki Shirakawa magánközlése e-mailban, 2002. április 30.
- [3] Takeo Ito, Hideki Shirakawa, Sakuji Ikeda, „Simultaneous polymerization and formation of polyacetylene film on the surface of concentrated soluble Ziegler-type catalyst solution.” Journal of Polymer Science: Polymer Chemistry Edition (1974) 12 (1), 11–20.
- [4] Hargittai and Hargittai, Candid Science V, 410–427. („Alan J. Heeger”), az aktuális idézet: 419. p.
- [5] Ibid., 405. p.
- [6] Hideki Shirakawa, „The Discovery of Polyacetylene Film: The Dawning of an Era of Conducting Polymers.” Les Prix Nobel: The Nobel Prizes 2000, Almqvist & Wiksell International, Stockholm, 2001. 217–226.; az aktuális idézet: 225. p.
- [7] Hargittai and Hargittai, Candid Science V, 415–416.
- [8] Shirakawa, „The Discovery of Polyacetylene Film: The Dawning of an Era of Conducting Polymers.”
- [9] Balazs Hargittai, István Hargittai, Candid Science V: 400–409 („Alan G. MacDiarmid”), az aktuális idézet: 419. p.



A Manhattan-tervtől az ősrobbanásig

Találkozás Roy Glauber Nobel-díjas fizikussal

Júliusban Magyarországon járt Roy J. Glauber, a Harvard Egyetem professzora. Útjának célja kettős volt: a Nobel-díjas fizikus több ízben felhívta a figyelmet a tudományos kutatások fontosságára, és magyar kutatóknak segített a genfi CERN nagy hadronütköztetőjénél (LHC) folytatott nehézion-ütközési kísérletek értelmezésében.

– Roy Glauber kvantumoptikai kutatásaiért nyerte el a 2005-ös fizikai Nobel-díjat. A kvantumoptika tárgya a fény kettős (részcseke- és hullám-) természetnek vizsgálata. Roy Glauber elmélete megmagyarázta, hogy mi a különbség a forró, termikus forrásból származó, különböző hullámhosszú és fázisú fényhullámok keverékéből összetevődő fénysugarak (például a gyertya- vagy csillagfény) és a lézerek koherens, rendezett fénye között. Pontos értelmezést adott arra a jelenségre, hogy a távoli csillagokból érkező, két különböző optikai teleszkópban detektált fotonpárok miért jutnak a véletlennél nagyobb valószínűséggel *egyszerre* a mérőberendezésbe. Elmélete segítségével rámutatott arra is, hogy a lézerek fényében nincsenek hasonló korrelált fotonpárok, és éppen az ilyen korrelációk hiányával értelmezte az optikai koherenciát. A kvantumoptika mellett a nagyenergiás fizikában is alapvető számítási eljárásokat dolgozott ki, amelyek nélkülözhetetlenek számos kísérleti adat kiértékelésében – *magyarázza Roy Glauber vendéglátója, Csörgő Tamás, az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpontjának tudományos tanácsadója, aki a brookhaveni és a CERN-beli nehézion-ütközési kísérletek magyar csoportjainak munkáját irányítja.*

Glauber professzorral egy délutáni beszélgetésen találkoztunk, ahol először gyerekkoráról, pályakezdéséről mesélt.

– Középszálybeli családból származom, első iskoláimat New Yorkban jártam. Ebben a városban az embereknek nagyra törő álmaik vannak.

Apám utazóügynök volt, de amikor anyám terhes lett, nem járhattak tovább városról városra. Két-három év múlva foly-

tattuk csak a vándor életet: 1927–28-ban apám beültetett minket az autó hátsó ülésére, és végigutaztuk Amerika keleti részét. Minden éjjel máshol aludtunk. A kisvárosokban alig volt még szálloda, az emberek farmereknél szálltak meg. Azóta sem láttam annyi farmot, mint akkor...

Hatéves koromban visszatértünk New Yorkba, és beíratk egy iskolába. Az osztályterembe lépve láttam, hogy a gyerekek padsorokban ülnek. Megpillantottam egy üres helyet az egyik fiú mögött, de ahogy leültem, a fiú hátrafordult és azt mondta: „Nem ülhetsz oda, mert ez a lányok oszlopa. Én büntetésből ülök csak itt.” Hosszú évekre ő lett a legjobb barátom, bár nemsokára elköltöztünk egymás közeléből. A világválság idején a családok gyakran változtatták a lakásukat, mert New Yorkban az ember egy-két hónapig ingyen lakhatott az új helyen.

Eleinte művész akartam lenni: rajzoltam, festettem, modelleket építettem – és nagyon érdekelt a látás. Odavoltam például a nagymamám színházi látcsövéért. De az nem nagyított túl sokat, úgyhogy tizenkét éves koromban nekiálltam távcsövet készíteni. Nagyjából egy évig tartott a munka.¹ Utána, persze, a csillagászat kezdett izgatni. Mindent elolvastam, amit össze tudtam szedni az asztronómiáról.

Eljött a pályaválasztás ideje. Hova menjek egyetemre? A Harvard eszembe sem jutott: nagyon magas volt a tandíj, és csak a legtehetségesebbeket vették fel (nem számítottam magam közéjük). Az ingyenes New York-i City College-ot választottam, de egy percet sem töltöttem ott. A legjobb barátom édesapja, aki a Harvardon vég-

zett, nagyon szomorú volt, hogy a fia – akiről már meséltem – valószínűleg nem kerül be a Harvardra. Ezért azt mondta, hogy járjak oda én. Felvettek, és még ösztöndíjat is kaptam.

1941 őszén íratkoztam be az egyetemre. Amerika télen belépett a világháborúba. Az egyetemen bejelentették, hogy a kutatók háborús projekteken fognak dolgozni, emiatt sokuknak abba kell hagyni a tanítást. Szerencsére, a középiskolában – magánszorgalomból – rengeteg matematikát tanultam, ezért felsőbb éves kurzusokat vettem fel, és két év alatt, mire hadköteles lettem, nagyjából kijártam az egyetemet. A tudományosan képzettek többsége ekkor már katonai kutatásokon dolgozott, ezért boldogan töltötték ki velem a „biztonsági kérdőívet”, amellyel az emberek múltját igyekeztek feltérképezni. Nem volt nehéz dolgom, mert addig még semmi sem történt velem... 1943 végén, 18 évesen, Los Alamosba irányítottak.

Amikor megérkeztem Új-Mexikóba, egy alacsony, kerek arcú ember is leszállt a vonatról. Fekete felöltőt viselt, ami egyáltalán nem odavaló volt. Mr. Newmannek szólították, és vele együtt engem is autóba ültettek. Fél óra múlva, amikor Santa Fében kitöltötte a belépési papírt, kiderült, hogy John von Neumann-nak (Neumann Jánosnak) hívják. Nem tartózkodott mindig Los Alamosban, de ő volt az egyik fő tanácsadó, és a hidrodinamikai számításokat felügyelte.

Más magyar tudósok is dolgoztak a Manhattan-terven. Wigner Jenő Chicagóban vezette a Metallurgiai Laboratórium elméleti fizikai csoportját. Szintén jelentős személyiség volt Teller Ede, aki nem sokat



törődött az atombombával, mert a „szuper” – a hidrogénbomba – érdekelte. Ott hagyta Los Alamosba, mert úgy gondolta, hogy Oppenheimernek nem fontos a hidrogénbomba. De Oppenheimer – nem sokkal az érkezése után – visszahívta őt, és külön részleget adott neki, ahol a term nukleáris fegyveren dolgozhatott a munkatársaival.

Azt az embert, akire a legszívesebben emlékszem, soha nem engedték be Los Alamosba. Túl kiszámíthatatlannak, impulzívnak találták... Szilárd Leónak hívták – és már évekkel korábban szabadalmaztatta a nukleáris láncreakció gondolatát. Nagyon sokat tett a megvalósításért is: az első szabályozott láncreakciót 1942-ben hajtották végre. Nekem, persze, fogalmam sem volt róla, hogy az atombomba előállításán fogok dolgozni. Soha nem is beszéltek nekem erről, de különböző jelekből arra következtettem, hogy nukleáris projektről lehet szó. Atomerőműre tippeltem. Tévedtem, mert azt 1942-ben már megépítették.

Glauber professzor két évet töltött Los Alamosban. Későbbi munkája talán a kvantumoptika megalapozásában a legjelentősebb. Kémiahoz kötődő eredményeit ugyan csak számon tartják: egyik elmélete a nehéz atomokat is tartalmazó molekulák elektronszórás mintázatának értelmezését segítette elő. Felfogása szerint a magfizika sem esik távol az optikától: az atommag-ütközéseket leíró elméletet az optikai diffrakciós elmélet általánosításának tekintik.

Az újsághírekhez szokott laikust azonban az új részecskegyorsítós eredmények és a kutatócsoportok közötti rivalizálások ragadhatják meg inkább.

– Mostanában nagy verseny van, természetesen, Európa és Amerika között – mondja Roy Glauber. – Korábban szinte csak az Egyesült Államokban létesültek gyorsítók a töltött részecskék tanulmányozására. Európában évtizedekre volt szükség, hogy megszerezzék a hatalmas berendezések konstruálásához szükséges jártasságot. Amerikában húsz éve eltervezték, hogy Texasban megépítik a világ legnagyobb gyorsítóját, a „szupravezető szuperütköztető”-t. Ugyanakkor a CERN is szeretett volna egy nagyobb berende-

zést, de nem akart rá sokat költeni. Ezért ugyanabba az alagútba telepítették a nagy hadronütköztetőt, ahol a korábbi rendszerek működtek. Ez végül sokkal kisebb, és valószínűleg sokkal kevésbé hatékony lett, mint amilyet Amerikába szántak. Közben elkészült a texasi gyorsító alagútja, de kiderült, hogy a berendezés többbe kerülne, mint korábban gondolták, és politikai okokból leálltak a fejlesztéssel. A CERN-beli LHC kiváló lett, de a bonyolult rendszer működtetése nehéz. Most, amikor nagy felfedezést tettek, le kell állítani két évre, hogy a részecskék gyorsítási energiáját a korábban tervezett értékre növelhessék.

Máshol is folyik közben a munka. Például a brookhaveni relativisztikus nehézion-ütköztető (RHIC) egyik kísérletében aranyatomokat ütköztetnek, és az eredmény sokkal izgalmasabb, mint amire számítottunk.

– Ezekben az ütközésekben tűzgömb keletkezik: ilyen lehetett a korai Világegyetem az ősrobbanás utáni néhány mikromásodpercben – veszi át a szót Csörgő Tamás. – A tűzgömb az atommagok részecskéiből, kvarkokból és gluonokból áll. Meglepő módon szinte tökéletes folyadékként viselkedik, és a viszkozitása legfeljebb egynegyede a világon korábban ismert legfolyékonyabb anyag, a szuperfolyékony hélium-4 viszkozitásának. Ezt az eredményt, a tökéletes folyadék felfedezését az Amerikai Fizikai Intézet a 2005-ös év legfontosabb fizikai eseményének tartotta. 2010-ben ismertté vált, hogy a tűzgömb legalább 4–5 terakelvines: ez az ember által előállított legforróbb anyag. 2012-ben Guinness-rekorddá nyilvánították a hőmérsékletét!

Az LHC-ben bizonyára még magasabb hőmérsékleteket állítottak elő, de ennek a dokumentálása még hátra van. A RHIC ütköztető alacsonyabb energiákon dolgozik, mint az európai, viszont sokkal nagyobb a variációs lehetőség: többféle ütközést tanulmányozhatunk, könnyebben változtathatjuk az energiát. Ezeknek az ütközési jelenségeknek az értelmezésében segít nekünk Roy Glauber.

Miért érdemes „forrási rekordok”-ra törekedni? – vetődik fel a kérdés.

– Minden különleges, szélsőséges tulajdonság elérése önmagában is érdekes – válaszolja Glauber professzor. – Most például megpróbáljuk felfedezni, milyen alapvető szabályok szerint épül fel a világ. Látjuk, hogy összefüggés van a nagy energia és a kis távolság között. Ha sikerül nagyon nagy energiákat előállítani, képet alkotha-

tunk a nagyon kis távolságok történéseiről. Ezekhez a távolságokhoz képest még a proton is nagyonak látszik. A proton sugara körülbelül 10^{-13} centiméter – nagyjából tízezerszer kisebb, mint a legtöbb atomé. És ha ilyen rendkívül magas hőmérsékleteket állítunk elő, közvetve le tudjuk tapogatni, mi folyik a proton sugaránál ezer-szer kisebb távolságokon. Egyelőre még fogalmunk sincs róla, de azt reméljük, hogy meg tudjuk fejteni a szabályokat... Minél messzebb kerülünk a napi tapasztalat-inktól – attól, amit már gyerekként megtanulunk –, annál több furcsasággal találkozunk. Ezeket csak úgy tanulmányozhatjuk, ha különleges körülményeket terem-tünk.

A Higgs-bozon kereséséről szóló tudósítások vezető helyre kerültek a hírportálokon. A részecskefizika standard modellje szerint ez a részecske felel a többi tömegéért.² Nem véletlen, hogy a hallgatóság kíváncsi, hogyan értékeli Glauber professzor a CERN bejelentését, amely szerint valószínűleg megtalálták a „Higgs”-et, és tömegére is két független, nagy megbízhatóságú becslést adtak.

– Az utóbbi negyven évben egyre valószínűbbé vált, hogy létezik ilyen részecske, de senki sem tudta megmondani a tömegét. Úgy is fogalmazhatunk, hogy nem tudtuk, milyen nagy energia szükséges a részecske keltéséhez. Új részecskéket csak más részecskék ütköztetésével tudunk előállítani. Ha az ütközés elég nagy energián zajlik, egész részecskezáporok képződnek, és az egyes részecskék között elég nehéz különbséget tenni. Olyan ez, mintha homokdombokban akarnánk megtalálni egy aranyszemcsét. Nézzük végig szemcsénként az összes dombot? Statisztikai módszerekhez kell folyamodni. A kutatók végül találtak valamit, ami talán Higgs-bozon – legalábbis az egyik tulajdonsága megfelel a várakozásoknak. (A részecske Peter Higgs nevét viseli, az elmélet azonban több embertől származik.) Tehát azonosítottak valamit, ami kicsit gyakrabban fordul elő, mint más véletlenszerű események – de csak egész kicsit gyakrabban. Ez statisztikailag azt sugallja, hogy van egy részecske, amelynek a tömege „rendben van”, és óriási: körülbelül 125-ször nagyobb a protonénál. De mi van a többi tulajdonságával? Megfelel a jóslatnak? Nem tudjuk. Nagyon valószínű, hogy olyan részecskével van dolgunk, amelyet még nem láttunk azelőtt. Valóban ezt kerestük? Az „igen”-re tippelünk, bár nem tenném meg nagy oddsszal...

Silberer Vera

¹ A kis Roy Glauber ezután spektroszkópot is készített, amelyet a New York-i világkiállításon vitrinben állítottak ki.

² A CERN-beli eredményekről érdekes tudósítás olvasható pl. a http://index.hu/tudomany/2012/07/22/a_higgs-bozon_egy_nudli/ címen.



Milyen lapot szeretnénk?

Azt mondják, irodalmi folyóiratot szerkeszteni „igazi harc, állóháború”, de a szakmai folyóiratok szerkesztése sem könnyű. Különösen akkor nem, ha sokféle olvasói érdeklődést szeretnénk kiszolgálni. Ezért igyekszünk minél tágabbra nyitni a kapukat, és ezért vontuk be Önöket is a lapról folyó közös gondolkodásba, amikor néhány hónapja kérdőívet csomagoltunk az MKL-hez.

Cserti József, az ELTE Komplex Rendszerek Fizikája Tanszékének docense, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat főtítkárhelyettese a Fizikai Szemlért szeretné megújítani. Ennek a törekvésnek egyik lépéseként nyáron levélben fordult a Fizinfo olvasóihoz, ezt a levelet olvashatják alább. A Fizikai Szemle és az MKL között, természetesen, sok a különbség, de tanulhatunk egymástól. Mi is várjuk régi-új szerzőink írásait! (A szerk.)

Kedves Kollégák, kedves Fizinfót Olvasók!

Itt a nyár, jöhet a jól megérdemelt pihenés!

Mielőtt a kedves olvasók elmennének nyaralni, szeretnék néhány gondolatot felvetni a Fizikai Szemlével kapcsolatban.

Szinte állandó vita tárgya, hogy a Szemle online vagy nyomtatott formában jelenjen-e meg. Itt most nem ezt a kérdést szeretném firtatni, ugyanis meggyőződésem, hogy ennél van egy fontosabb kérdés, nevezetesen a tartalom.

Örök probléma, hogy kevés cikket küldenek be a szerzők. A Szemle szerkesztősége állandóan azzal küzd, hogy az aktuális számhoz legyen elég cikk. Ez óhatatlanul érinti a lap tartalmát, a válogatás szempontjait, az elfogadott cikkek stílusát és színvonalát.

Nem szeretnék senkit sem megbántani azok közül, akik veszik a fáradságot, és a drága idejükben cikket írnak a Szemlébe. Mint tudjuk, ilyen cikknek sajnos kevés szerepe van a pályázatok elbírálásában, bizonyos előléptetésekből stb. Szinte csak erkölcsi jelentőséggel bír, az se sok... Így minden tiszteletem ezeké a kollégáké. Mégis fontos kérdés, hogy milyen jellegű cikkeket írnak a szerzők.

A Fizikai Szemle az egyetlen hazai folyóirat, amelynek egyik fontos küldetése a magyar fizikus- és fizikatanári közösség összefogása, tájékoztatása. Ezt a szerepet a Szemle szerintem betölti. Emellett azonban még sok minden másra is alkalmas lehetne a folyóirat.

Ezek után én milyen Szemlét képelek el?

Nos, nagyon jó példának tartom az American Journal of Physics (AJP) c. folyóiratot. Egy alkalommal a főszerkesztőjével beszélgettem: elmondta, hogy rengeteg cikket kapnak, és több mint a felét vissza kell utasítania.

Miért ilyen sikeres ez a folyóirat? Talán nekünk is lehet tőlük tanulni?

A siker kulcsa az lehet, hogy a lapot egyaránt magukénak érzik az amerikai középiskolai tanárok és egyetemi oktatók. Ennek megfelelően mindkét kategóriában sokan olvassák, és természetesen érzik azt is, hogy írnak a lapba. Sőt a hozzászólásokból az is látszik, hogy nemcsak az oktatók, hanem a hallgatók, a diákok is olvassák (és értik, továbbgondolják!) a cikkeket. A cikkek jelentős része arról szól, hogyan lehet egy érdekes, de nehezen érthető, vagy kevésbé ismert fizikai jelenséget, effektust egyszerű,

ám nem leegyszerűsítő módon tárgyalni, bemutatni, szemléltetni, közel hozni a hallgatókhoz vagy az olvasókhöz – akár kísérletekkel, akár elméleti modellekkel, esetleg szimulációval. Sok cikk hosszú időn át folytatott pedagógiai, tanítási kísérlet összefoglalója – egyben önmagában is élvezetes tudományos olvasmány.

Ezért nagyon sok olyan cikk jelenik meg ebben a folyóiratban, amely a felsőfokú oktatásban közvetlenül is felhasználható.

Ez egyben a szerkesztőség részéről elvárás is a folyóirat profiljának megfelelően, lásd <http://ajp.dickinson.edu/Contributors/contGenInfo.html>. Röviden idézem: „To be publishable in AJP, a manuscript should be evidently written for and useful, interesting, and accessible to physicists from outside the specific subdiscipline that is the subject of the manuscript. ... Nevertheless, the educational motivation of the manuscript should be evident and unstrained.”

Visszatérve a Fizikai Szemlére, szerencsére itt is egyre több hasonló szellemben íródott cikket olvashatunk. Távol áll tőlem, hogy bárkit is megbántsak, ezért nem kívánok általam rossznak vélt, nem a Szemlébe való cikkeket példának elővenni, így szigorúan csak néhány pozitív példát idézek az utóbbi évek terméséből.

Tél András, Tél Tamás: Egy reménytelennek tűnő vezérlési probléma a klasszikus és modern fizika határán (<http://www.kfki.hu/fszemle/archivum/fsz1012/tart1012.html>), Horváth Dezső, Nagy Sándor, Nándori István, Trócsányi Zoltán: A fénynél gyorsabb neutrínók tündöklése és bukása – egy téves felfedezés anatómiája (<http://www.kfki.hu/fszemle/archivum/fsz1205/tart1205.html>), Bokor Nándor, Laczik Bálint: Vektorok párhuzamos eltolásának szemléltetése (<http://www.kfki.hu/fszemle/archivum/fsz110708/tart110708.html>, és a következő szám), vagy Härtlein Károly „Kísérletezzünk otthon!” sorozata.

A fenti cikkek nem közvetlenül, de kapcsolódnak az egyetemi tananyaghoz, izgalmasak, nem szakmai bikkfanyelven íródtak, így meggyőződésem szerint egy érdeklődő alsóbb éves egyetemista is érdeklődéssel és sikeresen olvashatja őket. Ugyancsak haszonnal olvashatják e cikkeket az őket tanító oktatók, valamint a középiskolás tanárok is, akik ismereteik, szemléletük, az órákon használható hasonlataik bővülését várhatják az ilyen jellegű cikkektől.

Ezekhez hasonló cikkek mellé még lehetne olyanokat is közölni, amelyek „a hogyan tanítsuk...” jellegű kategóriába sorolhatók, összhangban az AJP fent említett profiljával.

Úgy gondolom, hogy nálunk is sok egyetemen oktató vagy kutató kollégának (többet is ismerek) van olyan (részben vagy egészben kidolgozott) anyaga, ami jobban, vagy a megszokott tárgyaláshoz képest másképpen, élvezetesebben, érthetőbben mutatja be a fizika egyes témaköreit – és nagyon jó lenne, ha ez az anyag közkinccsé válna, megjelenne a Szemlében.

Így ezek a „milyen érdekes” és „hogyan tanítsuk” jellegű cikkek népszerűek lehetnének nemcsak a kollégák, hanem az egyetemeken tanuló hallgatók számára is.

Ez egyben növelhetné az érdeklődést a Fizikai Szemle iránt a fiatalok körében! Mert valljuk be őszintén, a legtöbb fiatal fizikus és rokon tárgyat hallgató diák még nem is hallott erről a folyóiratról.



Mi a helyzet a fizikatanárokkal? Meggyőződésem, hogy számukra is fontos lenne, ha olyan cikkek jelennének meg, amelyeket esetleg fel tudnak használni az általános, illetve a középiskolai oktatásban.

Néhány éve írtam a Szemlében a szivárványról egy háromrészes cikket, melyben megpróbáltam az AJP-kritériumoknak megfelelni, tudományosan korrektnek lenni, sok nem közismert tényt közölni és mind az egyetemi, mind a középiskolai oktatásban használható anyagot írni. Szerencsére sok pozitív visszajelzést kaptam.

Az immár hét éve töretlen sikerrel folyó „Atomoktól a csillagokig” előadás-sorozat alatt szerzett tapasztalataim alapján bátran állíthatom, hogy nagyon sok egyetemi és kutatóintézeti kolléga pontosan tudja, hogyan lehet érdekes, középiskolások és tanáraik számára is élvezetes módon feldolgozni a fizika aktuális kérdéseit, e témákról közérthető előadást tartani vagy hasonló cikket írni. Éppen ma olvastam Dávid Gyula egyik kéziratát a Higgs-bozonokról (<http://www.csillagvaros.hu/forum/viewtopic.php?f=59&t=1449&start=720>). A téma kétségkívül aktuális, a megközelítés viszont szokatlan. Úgy gondolom, hogy ilyen jellegű cikkeknek is helye lenne a Szemlében. Remélem, hogy a szerző beküldi az írását a Fizikai Szemlébe, és a szerkesztőség elfogadja közlésre.

Ezek a cikkek segíthetnek a tanároknak, hogy diákjaik aktuális tudományos témákkal kapcsolatos, sokszor igen okos és igen

nehéz kérdéseire magabiztosan tudjanak válaszolni – vagy legalábbis maguk is alaposan elgondolkozzanak ezeken a kérdéseken.

Összefoglalva, úgy gondolom, határozott váltásra van szükség a Fizikai Szemle profilját illetően.

Én az AJP profilját látom követendőnek. Ez egyben a Szemle szélesebb körű olvasottságát, közönségsikerét is elhozhatja. Talán így a Szemlében közölt cikkek szerzői is nagyobb elismerést kapnának.

Arra biztatnám a fizikus- és tanári közösséget, hogy vagy egyetemi, vagy már középiskolai szinten is érthető, érdekes cikkeket írjanak. És biztatnám az egyetemi hallgatókat is, hogy TDK-dolgozatuk vagy diplomamunkájuk alapján, a témavezető segítségével ők is írjanak a Szemlébe. Meg fogják látni, hogy micsoda élmény, milyen öröm egy saját cikket kézbe venni, és évfolyamtársaiknak megmutatni, az órákon felhasználni.

A Fizikai Szemle olyan lesz (vagy olyan marad), amilyenné mi „varázsoljuk”, amilyennek elképzeljük, amilyenné alakítjuk. Csak rajtunk múlik.

Természetesen lehetnek az enyémtől eltérő vélemények is a Szemlével kapcsolatban. A fenti sorokat elgondolkozásra szántam, arra, hogy alakítsuk azt, amit mi tudunk a legjobban. Várom a kollégák hozzászólásait a Fizinfo hasábjain!

Mindenkinek nagyon kellemes nyarat, jó pihenést és jó cikkírást kívánok!

Cserti József

ELFT főtitkárhelyettes

HÍREK

Magyarok a CERN-ben. Január második hetében adják át azt az ultraszélessávú hálózatot használó adatfeldolgozó centrumot, amelynek megvalósítására a CERN felhívása nyomán huszonnyolc pályázó állam közül Magyarország kapott lehetőséget Csillagvárosban.

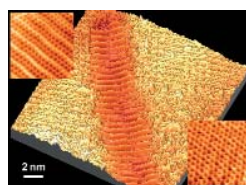
A magyarok 20 éves CERN-beli munkáját köszöntő összejeleltre érkezett Budapestre a CERN főigazgatója, Rolf-Dieter Heuer, aki a beruházás előzményeit felidézve elismeréssel szólt a magyar szakemberek teljesítményéről. Mint mondta, rendkívül kiélezett verseny után a legjobb pályázatot választották ki, hogy a CERN nagy hadronütköztetője adatainak feldolgozásában, egyúttal a Higgs-bozon és a „sötét anyag” kutatásában kulcsszerepet játszó, kihelyezett infrastruktúra megvalósulhasson.

A csillebércei ünnepséget követően az MTA, a CERN, a kormány, valamint a XII. kerületi önkormányzat képviselői a kivitelező cég szakemberének vezetésével megtekintették az építkezést, ahol a mai törmelékhalomok, építőanyagok és munkagépek helyett körülbelül száz nap múlva már a CERN „agyközpontja”, az európai IT-rendszerek élvonalába tartozó központ működik majd.

A tudósok a nagy hadronütköztetőben (LHC) próbálják modellezni a Világegyetem történetének kezdetén, az ősrobbanás után néhány milliommód másodperccel létrejött körülményeket, valamint magyarázatot találni például a sötét anyagra és a sötét energiára. A német tudós a felfedező kutatások új korszakának nevezte a CERN tevékenységét, a magyar közreműködést méltatva pedig további eredményes húsz évet kívánt az itteni kutatóknak.

A CERN-beli kísérletekben való magyar részvételről a legilletékesebbektől, a genfi központban is dolgozó kutatóktól hallhattak beszámolókat az érdeklődők. A hazai tudósok közreműködtek egyebek mellett a Higgs-bozon és az elméletileg megjósolt

szuperszimmetrikus részecskék keresésében, az Univerzum ősanyagát kutató ALICE kísérletben, valamint a proton-proton ütközések természetét vizsgáló TOTEM kísérletben is. A CERN-ben mintegy hetven magyar fizikus és mérnök dolgozik folyamatosan, rajtuk kívül pedig körülbelül tízen az adminisztrációban, a számítástechnikában, illetve a könyvtárban kaptak munkát. (MTA)



Grafén-szuperrács magyar kutatóktól. A grafén szerkezeti hullámosságát magyar kutatóknak sikerült először 1 nanométer alatti pontossággal szabályozni. A tudósok által eddig elért legkisebb érték a 300 nanométer volt.

A grafén a grafit egyatomnyi vastagságú rétegéből álló, különleges anyag, amit akár szilícium helyett is alkalmazhatnak majd számos területen, például napelemekben, mobiltelefonokban, vagy akár számítógépekben is. A szénelapú nanocsövekhez képest sokkal egyszerűbb az ipari előállítása és alkalmazása.

A grafén-nanomembránokban a magyar kutatók által létrehozott nanométeres periódusmoduláció kimagasló eredménynek számít. Így már lehetőség nyílik a membránok mechanikai viselkedésének tanulmányozására nanométer alatti mérettartományban is.

Az eredmény a TTK MFA (Természettudományi Kutatóközpont – Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet) kutatói nevéhez fűződik. Bársony István, a TTK MFA igazgatója elmondta, hogy az alapkutatások fontosságát jól példázza a mostani eredmény. Nem csupán olyan ismeretlen területekre sikerül ajtót nyitni, melyekről eddig csak sejtések voltak, de a felfedezés óriási jelentőségű lehet az ipar, így egész Magyarország számára is. (www.mernokbazis.hu)

Banai Endre



Vegyészkalendárium

Pap József Sándor rovata

KARL ZIEGLER (1898. NOVEMBER 26.), HOSSZÚ ÚT A HOSSZÚ SZÉNLÁNCOKIG. Egészen korán, középiskolás éve alatt kezd érdeklődni a természettudományok iránt. Helsai otthonukban kísérletezik, sokat olvas, épp ezért messze a tananyagot meghaladó tudásra tesz szert. Ebben az is közrejátszik, hogy lutheránus lelkész apja rendszeresen vendégül látja házában a Marburgi Egyetem professzorait, akikkel az ifjú Ziegler sokat beszélgethet. Szinte magától értetődő, hogy az egyetem első évét egyszerűen kihagyja, és 1920-ban már doktorál.



Röviddel ezután megnősül, felesége Maria Kurtz. Egy lányuk és egy fiuk születik, mindketten tudományos karriert futnak be.

A marburgi és később frankfurti éve alatt főként előadóként tevékenykedik, habilitációját 1925-ben szerzi. Ezt követően a Heidelbergi Egyetemen kap professzori állást, tíz évet tölt itt. Valószínűleg ez jelenti pályafutása fordulópontját, itt kezdi ugyanis legfontosabb témái, a szabadgyökök, a szerves alkálivegyületek és a nagy gyűrűtagszámú vegyületek kutatását. Mindezekkel jelentős lépéseket tesz későbbi, polimerkémiai munkássága felé. Heidelbergben szakmai és családi élete egyaránt kiegyensúlyozott, a 30-as évek politikai bizonytalanságai miatt (no meg a nemzetiszocialista rendszerrel szembeni ellenszenvet következtében) mégis távozik, és kiharcolja magának a Hallei Egyetem kémia intézetének igazgatói állását. Sajnos azonban a II. világháború eseményei Ziegler kutatásait is beárnyékolják.

Nem sokat gondolkodik, és Franz Fischer utódként elfogadja a Kaiser Wilhelm Institut für Kohlenforschung igazgatói székét (a mai Max Planck Intézet elődje), Mülheim an der Ruhrban. Szerencsére (és az intézet bölcs döntésének hála) teljes kutatási szabadságot kér és kap, a szabadalmi jogokat pedig magának tarthatja meg. Ennek a szerencsés alkunak eredményeképp 1958-ra éves jövedelme már több millió dollárra rúg! Két évig Halle (családja egyelőre itt marad) és Mülheim között ingázik, végül a szovjetek által elfoglalt területről felesége és gyermekei is Mülheimbe menekülnek. Az itteni pozíciója mellett 1947-től az Aacheni Műszaki Főiskola tiszteletbeli tanára is. 1949-ben segít újjászervezni a Német Kémikusok Szövetségét, amelynek három éven át elnöki tisztségét is betölti.

Ziegler elég szabadon értelmezi a szénhez kapcsolható témaköröket, és tulajdonképpen kiépíti az egyik legnagyobb fémorganikus kutatóközpontot. Az itt elért számtalan eredményt gyakran csak „Mülheim–Ziegler chemistry”-ként emlegetik. A polietilén kis nyomású katalitikus előállítása átütő erejű sikert hoz. A módszer kidolgozása tulajdonképpen két dolognak köszönhető: kisebb részben annak a szerencsés ténynek, hogy a mülheimi intézetben korlátlan mennyiségben érhető el a szén-gázból kivont etilén (még a Fischer-féle időknek hála), nagyrészt pedig a 30

éven át tartó összetett és szisztematikus kutatómunkájának, amelynek során óriási területeket jár be. Bevezeti a fizikai kémiai módszereket a szerves kémiai reakciók mechanizmusának vizsgálatába, tanulmányozza a szerves gyököket (nagyrészt Gomberg százádeleji eredményeiből kiindulva), Ruzicka módszereit meghaladva nagy tagszámú gyűrűs molekulákat szintetizál, fémorganikus vegyületeket kutat. A kirakó darabjai végül a helyükre kerülnek, és megszületik a Ziegler-, majd a Ziegler–Natta-katalizátorok sora (legismertebb talán a titán-klorid–trialkil-alumínium kombináció), amelyekkel kis nyomáson lehet hosszú szénláncú polimereket kapni. 1963-ban Nattával megosztva kémiai Nobel-díjjal ismerik el felfedezései jelentőségét.

Idősebb korában sokat utazik, gyakran bérelt magángéppel repül. Egyik ilyen, unokájával tett utazása után beteg lesz, rá egy évre, 1973-ban éri a halál Mülheimben. Munkássága alatt nagyjából 150 doktorandusz szerez fokozatot nála. Nobel-díja ma a Max Planck Institut für Kohlenforschung folyosóját díszíti, mivel a kémiai szabadalmaiból tehetőssé lett kutató a medált az intézetnek adományozta. Sikereinek titka talán abban gyökerezett, hogy képes volt az eredmények után menni, függetlenül attól, hogy azok összhangban voltak-e korábbi elképzeléseivel. A kutatást mindig is a társadalom számára hasznosítandó tudás forrásának tekintette. Nemcsak maga, hanem munkatársai anyagi biztonságát is szem előtt tartotta. A Karl Ziegler-díj ma az egyik legnagyobbra értékelt német kitüntetés a kémia területén.

(Forrás: C. E. H. Bawn, *Biogr. Mem. Fell. R. Soc.* 1975, 21, 569–584.)

HENRY TAUBE (1915. NOVEMBER 30.), A „SASKATCHEWANI SRÁC”.

Szülei a mai Ukrajna területéről Kanadába kivándorló, német nemzetiségű földművesek. Gyerekkori élménye, amint apja a pré-



ri földjéből nyílhegyeket szánt ki; ezekből igazi gyűjteményt halmoz fel. Egész életére kellő muníciót kap apja példáján okulva, akit mindenki csak „őszinte Sam Taube”-ként ismer a környéken. Erről így vall: „[Apám] mindig állta a szavát és ezért úgy érzem, hogy nagyban befolyásolta életemet és tudományos munkásságomat. Bár gyakran csalódtam kudarcot vallott ötleteim miatt, megtanultam, hogy ne csapjam be magam, ne akarjak valótlan dolgokat látni, ne hagyjam figyelmen kívül a tudományt.”

Mivel anyanyelve a német, a University of Saskatchewan elsőéves hallgatójaként szinte csak olvasással tölti idejét, hogy minél jobban megtanuljon angolul. Már beiratkozása is rendhagyó. Eredetileg angol főszakra szeretne jelentkezni, de nem boldogul az úrlappal. Így aztán egyik társát kéri meg bizalmasan, hogy ő jelentkezett-e már. Mivel az il-



lető éppen a kémia szakra írja jelentkezését, ezt mutatja meg Henrynek, végül így lesz belőle is vegyész. Az MS-diploma megszerzése során életre szóló tapasztalatot szerez témavezetője mellett: hogyan nem szabad kutatást vezetni? Fiatal mentora ugyanis alig érdeklődik a kísérletek részletei iránt (itt egyébként fotokémiával), csak az foglalkoztatja, hogy a karrierje szempontjából fontos cikk megszülessen. Taube hosszú hónapokat tölt a reagens tisztításával, mert meg van győződve, hogy ez a dolog kulcsa. Témavezetője persze korholja emiatt, sürgeti, hogy ehelyett inkább a mérésekkel törődjön, ne pazarolja ilyesmire az idejét. Szerencsére Taube bírja a „kiképzést”, és végül a tanszékvezető (Thorvaldsen) közbenjárására Lewis meghívja a Berkeleyre PhD-hallgatónak (Thorvaldsen és Lewis csoporttársak voltak az MIT-n, és megegyeztek, hogy akit Thorvaldsen ajánl, azt Lewis befogadja doktorandusznak.) Igaz, hogy Taube Louis Hammett nagy tisztelője, és a Columbiára szeretne menni, de kap az alkalmon és végül nem bánja meg.

A Berkeley-n William Bray keze alatt dolgozik, jobban mondván szabad kezét kap kutatásaiban. Hidrogén-peroxid és ózon reakciójában a Bray korábbi publikációjában közölt elképzelésnek ellentmondó tényeket tár fel, ezúttal azonban – hozzá hasonlóan őszinte – témavezetője elfogadja eredményeit. 1940-ben PhD-fokozatot szerez, majd egy év instruktori munka után üzenet várja: a Cornellén kapott állást. Debye ekkoriban tanszékvezető a Cornellén, és mivel Lewis jó kapcsolatot ápol vele, szívesen felfogadja Taubét.

Ide már feleségével érkezik 1941-ben. A laborban hivatalosan még mindig nem a maga ura, de főnöke nem is igazán tudja, hogy mivel foglalkozik. Hallgatói nincsenek, így hosszú órákat tölt kísérletezéssel. Főcsoportbeli elemek redoxireakcióit vizsgálja, különös tekintettel az oxigénatom-átadással járókra. Egyike az első kutatóknak, akik izotóphelyettesítéssel próbálják feltárni a reakciók mechanizmusát. Részletesen vizsgálja a reaktív oxigénvegyületeket, a hidroxilgyököt és a szingulett di-oxigént.

1946-ban kerül Chicagóba, ahol szervetlen és fizikai kémiát oktat, s a tanítva tanulni elv alapján bővíti ismereteit az átmeneti-fémek terén. Felfigyel arra, hogy óriási különbségek vannak az egyes fémkomplexek ligandumcserereakcióinak sebességei között. Megszületik a szubsztitúcióval szemben labilis és inert fémion definíciója. Mérési módszereket dolgoz ki a ligandumcserereakciók sebességének, valamint az oldatbeli ionok koordinációs számának meghatározására, a belső szférás redoxireakciók kö-

vetésére. A Berkeley-n töltött kutatói szabadsága alatt születik a *Chemical Reviews*-ban megjelenő összefoglalója az elektronkonfiguráció és szubsztitúciós sebességek összefüggéseiről. (Taube karrierje fordulópontjának tekintette a fémionokkal való munkájának kezdetét. Sokszor említi nagy halálával Frank Westheimert, egyetlen olyan kollégaként a chicagói időszakból, aki inspirálta, vagy egyáltalán csak érdeklődést mutatott munkája iránt.)

1962-ben kerül a Stanfordra, mivel éppen szervetlen kémikust keresnek. Ekkoriban kezd foglalkozni ruténiumkomplexekkel. Ez a munka vezet el a külső és belső szférás redoxireakciók és a π -vizsontkoordináció fontosságának jobb megértéséhez. Fontos felfedezései a vegyes vegyértékű fémkomplexek és a kis molekulák (N_2 , H_2O és H_2) aktiválására alkalmas ruténium- és ozmiumkomplexek vizsgálatát is jelentősen előreviszik. Ő az első, aki paramágneses komplexeket NMR-rel vizsgál, és rávilágít az ionpárképződés jelentőségére a komplexek reakcióiban. Az elektrontranszfer reakciók vizsgálatáért 1983-ban kémiai Nobel-díjjal tüntetik ki, 1981-ben Linus Pauling-díjat nyer, majd 1985-ben a Priestley-érem következik. 1986 után mint professor emeritus dolgozik a Stanfordon, de egészen 2001-ig a kutatásban is aktívan részt vesz. Emellett lelkes gyűjtő (szinte minden érdekli), és zeneszerető ember. A tudományon kívül is elképesztően széles az érdeklődési területe. 2005. november 16-án, kaliforniai otthonában éri a halál.

Több mint 200 hallgatónak volt témavezetője, 600-nál több tudományos közlemény és egy könyv szerzője. Olyannyira szeretett hipotéziseket felállítani, hogy hallgatói néha megtréfálták, és kitalált kísérletek eredményét mutatták be neki. Persze, miután megvolt a magyarázat, közölték vele, hogy csak beugratták. Záróként álljon itt, mit üzent a fiatalabb generációnak egy interjú során: „A tanácsom az, hogy mindig a munkára koncentráljatok, és ne a vágyaitok hajszoljanak benneteket. [...] Engem mindig inkább az érdekelt, hogy mi történik [egy kísérlet során] mintsem, hogy pusztán cikkeket publikáljak. Mindannyiunknak vannak elképzelései, amelyekről szeretnénk bizonyítani, hogy helyesek. De meg kell tanulnunk, hogy vannak korlátaink. Vannak persze önkéntelen hibák...”

(Henry Taube többek között az MTA tiszteletbeli tagja és a Debreceni Egyetem díszdoktora is volt.)

(Forrás: P. C. Ford, *Coord. Chem. Rev.* 2005, **249**, 275–279.; C. Creutz, P. C. Ford, T. J. Meyer, *Inorg. Chem.* 2006, **45**, 7059–7068.)



ROBERT J. LEFKOWITZ

BRIAN K. KOBILKA

Nobel-díj, 2012

Október második hetében ítélték oda az idei Nobel-díjakat. A kémiát Robert J. Lefkowitz (Duke Egyetem) és Brian K. Kobilka (Stanford Egyetem) kutatóorvos nyerte el a G-fehérje kapcsolt receptorok vizsgálatáért. A díj ünnepélyes bejelentésekor a telefonon felhívott Lefkowitz professzor elmondta: egyáltalán nem tudta, hogy ma az ő nevük hangzik majd el, azt viszont tudta, hogy munkájuk Nobel-díjat érdemelhet.

A fizikai Nobel-díjat Serge Haroche (Collège de France) és David J. Wineland (Országos Műszaki és Szabványügyi Intézet, NIST) kapta olyan kísérleti eljárások kidolgozásáért, amelyek elősegítik az egyedi

kvantumrészecskék tulajdonságainak megismerését és a részecskék „manipulálását”. Eredményeik a nagyon pontos atomórák megalkotásában és a kvantumszámítógépek fejlesztésében is hasznosíthatók.

A hét első napján az orvosi-fiziológiai Nobel-díjakat hirdették ki. Sir John B. Gurdon (Cambridge-i Egyetem) és Shinya Yamanaka (Kiotói Egyetem) azt fedezte fel, hogy az érett sejtek „visszaprogramozhatók” embrionális – pluripotens – sejtekké. Ezekből számos sejtípus (például ideg-, bőr-, kötőszöveti sejt) alakítható ki, sokféle betegség gyógyítható. 15 éve John Gurdon eredményei nyomán született meg a híres klónozott bárány, Dolly.

Lipták András

(1935–2012)

A szénhidrátkémia nemzetközileg elismert kutatójának, Lipták András Széchenyi-díjas akadémikus egyetemi tanárnak, Debrecen város díszpolgárának a halálával pótolhatatlan veszteség érte a magyar tudományos életet. Nagy nemzetközi elismertséget kiváltó tudományos és magas színvonalú, lelkiismeretes oktatói munkájával, valamint sikeres tudományos-vezetői tevékenységével fél évszázada hazánk szellemi felemelkedésén fáradozhatatlanul munkálkodott. Emlékét tisztelettel megőrizzük.



Lipták András 1935.

november 6-án Székelyen született. Általános iskolai tanulmányait a szülőfalujában kezdte meg, majd Nyíregyházán folytatta, és 1954-ben a Debreceni Református Kollégium Gimnáziumában érettségizett. 1957-ben nyert felvételt a Debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetem vegyész szakára, ahol 1961-ben kitüntetéssel végzett. Ezt követően Bognár Rezső akadémikus munkatársaként életre szóló barátságot kötött a szerves vegyületek kémiájával, munkássága a szénhidrátok területére koncentrált. Egyetemi doktori értekezésének (1966) témája is e vegyületcsohadhoz kapcsolódott. A természetben is előforduló O- és N-glikozidok optikai forgatóképességének oldószefüggését vizsgálva eredményes munkájával hozzájárult a hazai kiroptikai spektroszkópia alapjainak lerakásához. 1967-ben az egyetem Természettudományi Karán folyó molekuláris szemléletű biológiaoktatást bevezetve Nánási Pál professzorral a Biokémiai Tanszék alapította meg, és tudományos érdeklődése a szénhidrátok kémiájának széles területét felölelve egyre inkább a biológiailag aktív oligoszacharidok kémiai szintézise és biológiai hatásuk közötti összefüggések feltárása felé fordult.

1974-ben a kémiai tudomány kandidátusa, 1983-ban pedig a kémiai tudomány doktora lett. 1984-ben egyetemi tanári kinevezést kapott a KLTE Biokémiai Tanszékére, melyet 1988 és 2000 között tanszékvezetőként irányított. A vezetésével folyó eredményes szénhidrát-kémiai kutatások támogatására az MTA tanszéki kutatócsoportot létesített, melynek munkáját 2005-ig irányította. Ezt követően a Szénhidrát-kémiai Kutatócsoport a vezetésével a Debreceni Egyetem Szerves Kémiai Tanszékére került, ahol Lipták András akadémikus tudásának legjavát adva professzor emeritusként segítette a munkánkat.

Szénhidrátok és származékaik szintézisének a legnehezebb feladata a megfelelő védőcsoport-stratégia és kapcsolási módszer megválasztása, illetve az adott célvegyülethez legjobban használható eljárás kidolgozása. Az elmúlt négy évtizedben ezen a területen Lipták akadémikus kutatócsoportjában hatalmas ismeretanyag gyűlt össze, különösen a benzilidén-acetál és -ketál típusú védőcsoportok kialakítását és regio- vagy (és) sztereoselektív felnyitását illetően. Szintetikus szempontból további jelentős előre-

lépést jelentett, hogy a közelmúltban sikerült e sztereoselektív védőcsoport-stratégiát a szénhidrátok dioxán és dioxolán típusú (2-naftil)metilén(NAP) acetáljaira is kiterjeszteni.

A 90-es évek végén vált ismertté, hogy a szénhidrát-fehérje adhézió alapuló fontos biológiai folyamatokban a szénhidrátok karboxil- vagy szulfátészter-csoportjai és a fehérjék bázikus csoportjai között kialakuló ionos kölcsönhatásoknak meghatározó szerepük van.

Ilyen szénhidrátszármazék például a szialil Lewis X, amely gyulladásozó folyamatokban (pl. *Helicobacter pylori* által okozott gyomor- és nyombélfekély kialakulásában) játszik meghatározó szerepet. Hatásának eddig feltárt molekuláris háttere alapján Lipták András joggal feltételezte, hogy egy megfelelően kiválasztott mimetikum potenciális gyógyszer lehet e megbetegedések kezelésében.

Ebben a reményben először Lipták akadémikus munkatársával a szialil Lewis X pszeudotetraszacharid mimetikumának szintézisét oldotta meg, melyben a szialil Lewis X A részét szulfonsavmetil-csoportot viselő heptulózszal, a glükózamin-egységet (C) pedig, mint hídmolekula, etilenglikollal helyettesítették. E vegyület szintézise során szerzett tapasztalatokra támaszkodva kezdtek a heparin antitrombinkötő-pentaszacharid részéhez kapcsolódó szulfonsav-mimetikumok szintézisével foglalkozni.

A heparin a gyógyászatban legelterjedtebben használt vérárvadásgátló, glükózamin- és hexuronsav- (D-glükuronsav és L-iduronsav) egységekből felépülő polianionos lineáris polisacharid, amely a sejtek felületén és az extracelluláris mátrixban proteoglikánok formájában fordul elő és a fehérjékhez kötődve szabályozza azok biológiai működését. A kötődésért szulfátészter- és karboxilcsoportjai, valamint az aminosavak bázikus csoportjai között kialakuló erős ionos kötések a felelősek. Az 1980-as években a DEFGH egységekből álló pentaszacharidként azonosították azon minimális részét, amely az antitrombin-III fehérje (AT-III) aktiválásával a vérárvadásgátló hatását kifejti. Arixtra néven a francia és holland kutatók által 55 lépéses kémiai szintézissel nyert analógja vérárvadásgátló gyógyszerként 2001 óta már forgalomban van, és a nem glikozaminoglikán típusú Idraparinux antikoagulánsról pedig a közelmúltban közölték, hogy az aktivitása és felezési ideje nagyobb a természetes pentaszacharidénál, így az a heparinnál is hatékonyabb vérárvadásgátló. A fenti előzmények alapján kézenfekvő volt olyan oligoszacharidok szintézisét is megkísérteni, melyekben az Idraparinux D és F glükózegységeiben lévő szulfátészter-csoportokat egyenként a bioizoszter metánszulfonsav-csoportok helyettesítik. Fáradtságos munkával a szulfonátometil analógjainak szintézisét sikerült megvalósítani. A legnehezebb szintetikus feladatot a különböző helyzetben szulfonometilezett H és F egységek glikozil-akceptorként történő előállítása jelentette, melynek során a már fentebb is említett NAP-védőcsoport-stratégiát alkalmaztuk sikerrel.

Kimagasló tudományos teljesítményének elismeréseként Lipták András az MTA 1990-ben levelező tagjává, 1998-ban pedig rendes tagjává választotta. 1997-ben az Európai Akadémia tagja lett.

Nemzetközileg is elismert tudományos munkája és iskolateremtő oktatói tevékenysége mellett széles körű tudányszervezői tevékenységet is végzett. 1987–1988 között a KLTE TTK dékánhelyettese volt. 1989–1990 között az egyetem tudományos rektorhelyetteseként végzett lelkiismeretes munkát. 1990–1993 között, a rendszerváltás után, első szabadon választott rektora-



ként emelte egyetemünket az európai egyetemek sorába. 1993–1997 között az OTKA alelnökeként, 1996–1999 között az MTA Kémiai Osztályának elnökeként, végül 1997–2005 között az OTKA elnökeként végzett áldozatos tudományosvezetői munkájának is köszönhető, hogy az elmúlt 20 évben hazánkban jól átlátható, demokratikusan és pénzkímélő módon működő, etikusan gazdálkodó kutatásfinanszírozási rendszer (OTKA) alakult ki.

Pályafutása során számos rangos hazai és nemzetközi elismerésben részesült. A teljesség igénye nélkül e helyütt csak a Zemplén Géza-díjat (1989), a Szent-Györgyi Albert-díjat (1993), a Széchenyi-díjat (1995), az Európai Akadémia tagjává választását (1996), a Szilárd Leó professzori ösztöndíjat (2000), a Doctor Honoris Causa Universitatis Oradea (2000) és a Debrecen Város Díszpolgára (2001) kitüntetést említem meg.

Tudományos munkásságát kétszázal is több rangos hazai és nemzetközi folyóiratcikkben közölte. A „Handbook of Oligosaccharides” (CRC Press, 1990) sorozatban megjelent Synthetic Oligosaccharides I–III. kötetek szerzője. Munkásságára kétezret is meghaladó elismerő hivatkozást kapott.

A fentebb röviden felsorolt eredmények, úgy gondolom, igazolják, hogy Debrecenben a Bognár akadémikus által örökölt hagyott „Zemplén-iskola” a szénhidrátkémia területén Lipták András akadémikus irányításával nemcsak tovább élt és virágzott, hanem számos újabb eredménnyel gazdagította a tudásunkat és tette nemzetközileg is elismertebbé a magyar szerves és gyógyszerkémiai kutatásokat. Meggyőződésem, hogy ezek jó lehetőséget adtak a hallgatóknak a szintetikus szerves kémia elmélyültebb művelésére. E kutatások alaptudományi jellegük mellett többnyire biológiailag aktív vegyületek előállítására és hatásuk szerkezeti feltételeinek meghatározására irányultak, ezáltal Lipták András áldozatos munkájának köszönhetően munkatársai megélhették a felfedező gyógyszerkutatás örömeit is.

Önzetlen segítségéd, jóindulatod és emberséged hiányozni fog! Nyugodj békében!

Antus Sándor

Kováts Ervin (1927–2012)



Svájcban, életének 85. évében elhunyt sz. Kováts Ervin, az MTA külső tagja, a Lausanne-i Műszaki Egyetem Kémiai Intézetének ny. professzora, dékánja, a zürichi egyetem egykori tanára, a Veszprémi Egyetem volt kutatóprofesszora, a kromatográfia világhírű művelője.

Kováts sz. Ervin 1927. szeptember 29-én született Budapesten, 1949-ben szerzett vegyészmérnöki diplomát a Bu-

dapesti Műszaki Egyetemen. Tanulmányait a zürichi műszaki egyetemen (ETH) folytatta, ahol második vegyészmérnöki diplomát, majd 1953-ban PhD-fokozatot szerzett a szerves és fizikai kémia területén.

Ezt követően lett az ETH-n a Nobel-díjas L. Ruzicka által vezetett szerves kémiai kutatólaboratórium munkatársa, majd egyetemi tanára. Az itt folytatott analitikai és szerves kémiai munkája tette világhírű kutatóvá. Csoportjával a világon elsőként alkalmazta a gázkromatográfiát a növényi eredetű illóolajok kémiai szerkezetének teljes körű megismerésére, izolálására. Az általa leírt 127 vegyület közül csak 47-et ismertek korábban. A kémiai szerkezet és a kromatográfiás retenciók közötti összefüggések felismerése, szisztematikus vizsgálata, a Kováts-féle retencióindex-rendszer kidolgozása máig ható szemléletváltozást eredményezett az analitikai, a felületi és a szerkezeti kémiában. E munkájának jelentőségére utal, hogy a kutatást leíró két publikációja is a „Citation Classics” besorolást érdemelte ki.

1967-ben a Lausanne-i Műszaki Egyetem Kémiai Intézetének professzora lett, ahol az általa megalapított Műszaki Kémiai Laboratórium a kémiai elválasztástudomány, a folyadék- és gázkromatográfia világszerte ismert műhelyévé vált. 1986-ban az egyetem vegyészmérnöki kara dékánjának választották. Soknemzetiségű laboratóriumában az általa meghívott és kiválasztott munkatársak, PhD-hallgatók a kromatográfia szinte minden elméleti és gyakorlati területén kiemelkedő eredményeket mutattak fel. A retenció elméletek kidolgozása, a fázis-kölcsönhatási molekuláris elméletek fejlesztése és alkalmazása, a monodiszperz kromatográfiás fázisok szintézise és alkalmazása sorolható ide. Laboratóriumában a Nobel-díjas A. J. P. Martin is vendégprofesszorként dolgozott. Kováts professzor kutatói aktivitása, érdeklődése rendkívül széles körű és innovatív volt: az elválasztásokat megalapozó fizikai kémiai folyamatoktól, a termodinamika, az adszorpció, a szerves szintézisek, az illatanyagok kémiáján, a szilikagél és a paraffinok szerkezeti kémiáján át a kemometriáig terjedt. Magas elismertségű publikációinak száma meghaladja a százat, európai és svájci szabadalmainak száma 26. A magyar tudományosság évtizedeken át tartó állandó támogatása kiemelt szerepet játszott vezetői szemléletében. Laboratóriumában állandóan jelen voltak általa meghívott magyar ösztöndíjasok, vendégkutatók, munkatársak, akiket fontos feladatokkal, projektekkel bízott meg. Kiemelkedő egyénisége volt a nemzetközi kromatográfiás körökben egyöntetű elismerésük jeléül „the Hungarians”-nek nevezett szakmai-baráti csoportnak.

1994-től a lausanne-i egyetem professor emeritusa, majd párhuzamosan a Veszprémi Egyetem kutatóprofesszora, később emeritus professzora. Megalapította a Pro Arte Chimica Helvetico-Pannonica Alapítványt, amely a svájci–magyar egyetemi, akadémiai kutatást és oktatást segítette, finomkémiai ipari együttműködést támogatott.

Tudományos munkájának elismeréseként az MTA külső tagnak választotta, az Université d’Aix-Marseille és a Veszprémi Egyetem díszdoktorrá avatta. A Tswett Medal, a Martin Award, a Halasz Medal birtokosa volt; ezeket a nemzetközi kromatográfiás tudományos szervezetek adományozták. A Helsinki Egyetem és a Budapesti Műszaki Egyetem emlékéremmel tüntette ki. Szigorú és következetes kutatói hitvallása, pályafutása példamutató az elkövetkező kémikusgenerációk számára.

Hajós Péter – Dallos András



TÚL A KÉMIÁN

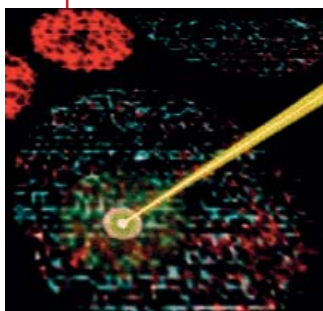
Fosszilis elefántnyomok

Nagyjából hétmillió éve egy elefántcsorda sétára indult az Arab-félsziget sivatagában. Kirándulásuk hosszan tartó nyomot hagyott maga után: elemzéséből az ormányosok viselkedésére is tudtak következtetni a 21. században francia, amerikai és német tudósok. A 260 méter hosszú megkövült nyomsorra az Arab Emírátságokban találtak rá, s benne összesen 14 különböző *Proboscidea* egyedet azonosítottak; ezek a ma élő elefántok (*Elephas* és *Loxodonta*) ősei. A nőstények egy tapasztalt vezért követve csoportban mozogtak, míg a nyomok tanúsága szerint a hímek magányosan vándoroltak. Úgy tűnik, ilyen szempontból az elefántok viselkedése keveset változott az elmúlt néhány millió évben.

Biol. Lett. 23, 670. (2012)



Eredetiségvizsgálat tömegspektrometriás képkalkotással



A jó minőségű kereskedelmi termékek hamisítása egyre nagyobb ipari problémává válik: gyógyszerek és repülőgép-alkatrészek esetében akár emberi életet is veszélybe sodorhat. Egy amerikai kutatócsoport az eredetiségvizsgálatot megkönnyítő módszert dolgozott ki a közelmúltban. A tintasugaras nyomtatókban használt tintába arany-

nanorészecskéket kevertek, s ezzel az eljárással a felületen egyfajta vonalkódot hoztak létre. Ezt a jelet lézerdeszorpciós ionizációs tömegspektrometriával lehet olvasni, amelynek nagy előnye más, hasonló célra alkalmas módszerekkel szemben, hogy a mintát nem kell megsemmisíteni a mérés során. Az eljárás megfelelő ligandumok beépítésével akár még tovább fejleszthető. A módszer legjelentősebb hátránya, hogy a tinta feljuttatása rostos szerkezetű felületekre – így például pénzek papírára – még nem oldható meg kifogástalanul.

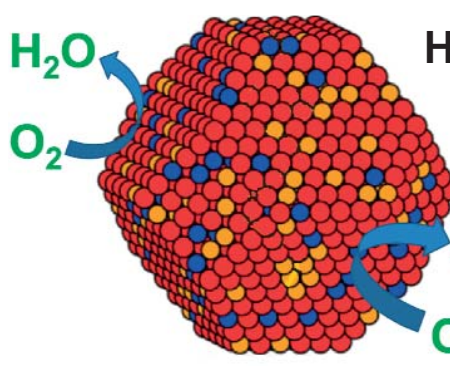
Chem. Commun. 48, 4543. (2012)



CENTENÁRIUM

W. J. V. Osterhout: Some Chemical Relations of Plant and Soil *Science* Vol. 36, pp. 571–576. (1912. november 1.)

Winthrop John Vanleuven Osterhout (1871–1964) amerikai biológus volt. Az általános fiziológia atyjaként tartják számon, alapítója és 45 éven át szerkesztője volt a *Journal of General Physiology* című folyóiratnak. A fizikai kémia biológiai alkalmazásai terén végzett úttörő munkát. Közei barátai közt tartják számon Theodore Richardst, az első amerikai tudóst, aki kémiai Nobel-díjat kapott.



Három a katalitikus igazság

Egy közelmúltban kifejlesztett, háromkomponensű fémötvözet oxigénaktiváló katalitikus tulajdonságai lényegesen kedvezőbbnek bizonyultak az erre a célra jelenleg szokásosan használt palládium- vagy platina-alapú anyagoknál. Ilyen katalizátorokra tüzelőanyag-elemekben és fém-levegő típusú elemeknél is nagy szükség van. Az új katalizátorokban is fontos a platina, de az ötvözőanyagok már jóval olcsóbb fémek: vas, kobalt és nikkel különböző kombinációkban. Ezek részletes vizsgálata azt mutatta, hogy a nagyjából Pt₆CoNi összetételű anyagból készített 6 nm átmérőjű részecskék katalitikus aktivitása minden jelenleg ismert anyagét felülmúlja.

J. Phys. Chem. Lett. 3, 1668. (2012)

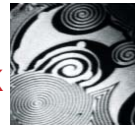


Meteorit-kiralitás

A NASA szakemberei a kanadai Tagish-tó beagyott felszínére 2000-ben lezuhant meteorit vizsgálatával új lendületet adtak a biológiai kiralitás Földön kívüli ere-

detét hirdető elméletek híveinek. Szerves anyagok, köztük az aminosavak is gyakran kimutathatók az ilyen meteoritokban. A legújabb vizsgálatok szerint a Tagish-meteoritban az *L*-aszparaginsav nagy fölöslegben van jelen tükörképi párjához képest (40–60% enantiomerfelesleg), az alanin ugyanakkor közel racém elegyként található meg ugyanazokban a mintákban. Az aminosavak izotópeloszlásának elemzése arra utal, hogy a vegyületek nem földi eredetűek. A meteorit vizsgálata alapján valószínűsíthető, hogy egykor a radioaktivitása által termelt hő miatt folyékony víz is létezhetett rajta hosszabb ideig.

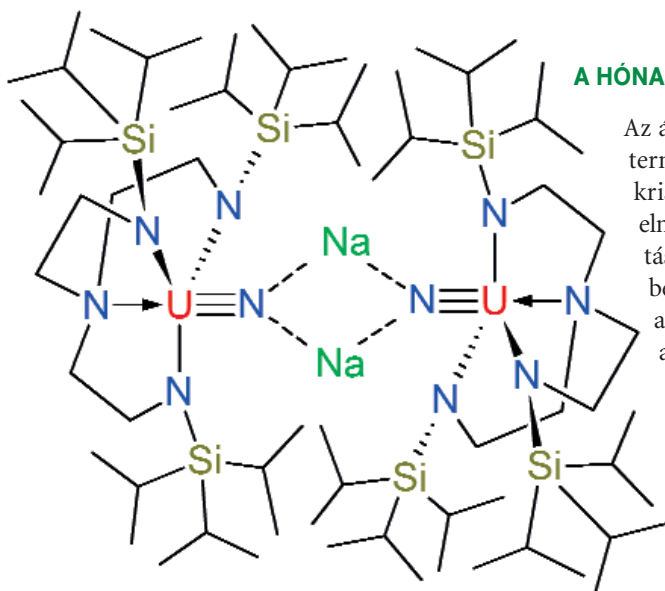
Meteorit. Planet. Sci. 47, 1347. (2012)



A HÓNAP MOLEKULÁJA

Az ábrán látható nátriumhidas urán(V)-nitrid dimer ($C_{66}H_{150}N_{10}Na_2Si_6U_2$) a terminális urán-nitridek első olyan példája, amelynek molekulá szerkezetét kristallográfiai módszerrel is meghatározták. Az ilyen típusú vegyületek elméleti érdekességét az 5f és 6d pályák részvétele adja a kötések kialakításában. Gyakorlati jelentősége is van a molekulának: az atomerőművekben jelenleg elterjedten UO_2 formájában használják a hasadóanyagot, azonban ennek kedvezőbb alternatívái lehetnek az $(U \equiv N)_n$ típusú, nitrid-alapú kerámiák.

Science 337, 717. (2012)



Vesta-spektroszkópia

A Vesta naprendszerünk legnagyobb törpebolygóinak egyike, átmérője nagyjából 500 km. A Dawn űrszonda a közelmúltban megközelítette és kémiai szempontból is megvizsgálta az eddig ismeretlen égitestet. A felszín látható és infravörös spektrumában szilikátásványokat sikerült azonosítani. Az összetétel alapján valószínűsíthető, hogy a Földön howardit-eukrit-diogenit meteoritokként számon tartott kődarabok a Vestából kiszakadva keletkeztek valamikor. A spektroszkópiai megfigyelések alapján azt is megállapították, hogy a törpebolygó keletkezésekor még olvadt állapotban volt, s a megszilárdulás során diogenitben gazdag belső, majd eukritban gazdag külső kéreg is keletkezett.

Science 336, 697. (2012)

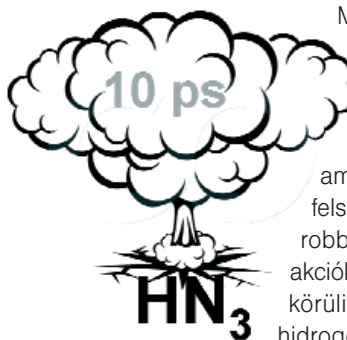


IDÉZET

„Hihetetlen, hogy mindez még az én életemben megtörtént.”

Peter Higgs (sz. 1929) elméleti fizikus, a Higgs-bozon felfedezésének bejelentéséről.

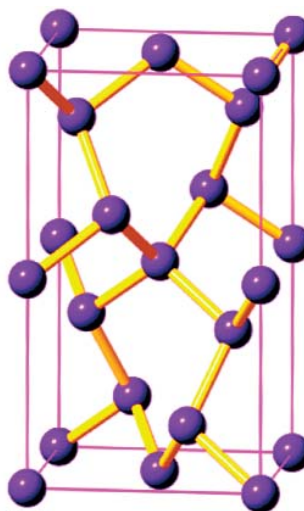
Robbanássebesség



Molekuladinamikai számítások tanúsága szerint az azidok robbanása közben olyan sebességgel játszódnak le a kémiai reakciók, amely megközelíti az elméleti felső határokat. A hagyományos robbanóanyagok esetében a reakciók általában néhány ns (10^{-9} s) körüli idő alatt mennek végbe. A hidrogénazid (HN_3) robbanásának becsült ideje azonban mindössze 10 ps (10^{-11} s), s ez már a molekularezgések időskálájával egyezik meg. A számítások arra utalnak, hogy más nitrogénalapú, igen instabil detonátorok (pl. N_4 és N_5) robbanási sebessége is hasonló lehet. Ennél gyorsabb folyamatok csak kivételes esetekben fordulhatnak elő az ultragyors fotonindukált reakciók között.

Phys. Rev. Lett. 109, 038301. (2012)

Allotrópújdomság



Kínai tudósok a közelmúltban a szénsoport elemeinek új allotrópjait fedezték fel. A szén esetében a gyémánt, a grafit, a fullerének, a szénnanocsövek és a grafén már jó ideje ismertek. A szilíciumnak és a germániumnak is több különböző kristályszerkezetű formája létezik. Az új allotrópok egy CALYPSO (Crystal structure Analysis by Particle Swarm Optimization) nevű módszerrel találták meg. A szerkezet a T12 allotróp nevet kapta, a tetragonális kristályosztályba tartozik, egy elemi cellájában 12 atomot tartalmaz, s a C, Si, és Ge esetében győződtek meg létezéséről. Az újonnan felfedezett fázisok nagy nyomáson (20 GPa körül) keletkeznek.

J. Am. Chem. Soc. 134, 12362. (2012)

HELYREIGAZÍTÁS. A 2012. július-augusztusi számban megjelent „Alkoholba fojtom bánatom...” című írás a *Drosophila melanogaster*t hibásan szűnyogfajnak nevezte, noha az valójában ecetmuslica. A hiba megtalálásáért köszönetet mondok Keszei Ernő professzor úrnak. Lente Gábor

Ne legyenek meglepetések!

WearCheck olajdiagnosztikán alapuló gépállapot-figyelés



A gépek kölcsönhatásban vannak a kenőanyagaikkal, így a kenőanyagok magukon viselik a berendezések üzemszerű vagy rendellenes viselkedésének nyomait. A gépek működése szempontjából nélkülözhetetlen kenőanyagokra tehát további szerepet oszthatunk. Rendszeres vizsgálatukkal nyomon követhetjük a gépek állapotát, tudomást szerezhetünk kezdődő meghibásodásokról és megelőzhetjük a költségesen javítható, halmozódott károsodásokat.

A kenőanyagok számos olyan információt hordoznak, amelyekből nemcsak a kenőanyag használat közbeni állapotára, hanem a kent berendezések, gépek állapotára is következtethetünk. A WearCheck koncepció lényege, hogy az olajcseppben rejtett diagnosztikai információkat célirányos vizsgálatok segítségével megfejtse, értelmezze és az állapotfigyelésen alapuló karbantartás szolgálatába állítsa. A kenőanyagok fizikai és kémiai tulajdonságainak mérőszámai, azok változásának intenzitása, a kenőanyagba kerülő szennyezők fajtái és mennyisége, a kopásrészecskék jellege és arányai mind olyan fontos információk, amelyekből következtetni lehet a gépek helyes vagy rendellenes működésére, a kenőanyagok helyes vagy helytelen megválasztására, illetve további használhatóságára.

A WearCheck gépállapot-figyelés által nyújtott előnyök

- Lehetőség nyílik a választott kenőanyagok alkalmasságának ellenőrzésére.
- Kockázatok nélkül, maximálisan kihasználható a kenőanyagok műszaki teljesítőképessége az olajcserék optimális időpontban történő elvégzésével.
- Az állapotfigyeléssel támogatott olajcsere-periódus alkalmazása költségcsökkentő és termelékenység-növelő hatású.
- A károsodások korai szakaszában a gépek állapotáról szolgáltatott információk segítségével megelőzhetők a költségesen javítható nagymértékű meghibásodások.

- Az olajdiagnosztika nagymértékben képes hozzájárulni a karbantartáshoz kapcsolódó feladatok eredményességének vagy hiányosságainak megítéléséhez.
- Az olajdiagnosztika elősegíti, hogy a felhasznált kenőolaj mennyisége – ebből fakadóan az ártalmatlanításra váró használt olaj mennyisége – se több, se kevesebb ne legyen az indokoltnál.
- A folyamatosan jó állapotban tartott gépek élettartama megnövekedik, pótlásukról később kell gondoskodni.

WearCheck vizsgálat minden gép- és berendezéstípusra alkalmazható, amely működéséhez kenőolajra van szükség. A módszer egyaránt eredményesen használható a közlekedés és szállítás, az energia-termelés, a gépipari, műanyag- és gumiipari, élelmiszer-ipari, könnyűipari tevékenység, vagy akár a bányászat területén. Az olajminták fizikai és kémiai vizsgálatait természetesen a gép- és olajtípus jellegétől függően kell megválasztani.

WearCheck Magyarországon

A vizsgálati eredmények értékelése, és a következtetések levonása nagy gyakorlatot és szakértelmet igényel, amelyhez egyaránt szükség van a gépek és a kenőolajok alapos ismeretére. A MOL-LUB Kft. az olajdiagnosztikán alapuló gépállapot-figyelés közép-európai úttörőjeként 1997 óta működtet korszerű olajvizsgáló laboratóriumot. A laboratórium indulásától kezdve tagja a WearCheck International szakmai szövetségnek, és ezzel a háttérrel világszínvonalú szolgáltatást nyújt partnerei számára.

Az elmúlt 15 évben a gyakorlat igazolta, hogy az olajdiagnosztikán alapuló gépállapot-figyelés költségei többszörösen megtérülnek; a gépek üzemeltetési költségeinek csökkenése, megbízhatóságuk és rendelkezésre állási idejük növekedése pedig hozzájárul a vállalatok versenyképességének növekedéséhez.



KISDEÁK LAJOS
a MOL-LUB Kft. kenéstechnikai
szolgáltatásának vezetője





EuCheMS

NEWSLETTER

November 2012

Successful 4th EuCheMS Chemistry Congress in Prague

Around 1800 chemists from 57 countries around the world congregated on Prague for the 4th EuCheMS Chemistry Congress from 26 to 30 August. The diverse and star-studded programme featured nine plenary speakers, among whom Nobel laureates held a narrow majority. In between there were 12 parallel sessions ranging from traditional disciplines like organic synthesis and inorganic materials to adjacent fields including life sciences and the history of chemistry.

In the opening lecture, Jean-Marie Lehn (Strasbourg, France) laid out his ideas regarding what he describes as the key question in chemistry, namely: "How does matter become complex?" Lehn's early work on supramolecular chemistry has created some amount of chemical complexity using non-covalent interactions and designed assembly mechanisms. With his more recent work, however, he has aimed to create chemical systems that can adapt to the environmental situation by selecting one out of several possible reactions. Lehn coined the term "Constitutional Dynamic Chemistry" (CDC) for this approach which could in principle lead to levels of complexity that rival biological systems.

Like Lehn, Roger Tsien (San Diego, US) is a Nobel laureate widely known for a specific body of work (variations and applications of fluorescent proteins similar to the Green Fluorescent Protein) and keen to move beyond the confines of this field. Tsien presented recent work from his lab on methods for imaging of nerve signals with the help of molecular wires and of cancer tissues during surgery. Tsien emphasized that guidance by fluorescence labelling can facilitate complete removal of an early-stage tumour, which is the most effective and cost-efficient way to treat cancer. While the use of the fluorescent proteins that made Tsien



Jean-Marie Lehn gave a plenary lecture in Prague.
(photos: Jozo Rabara, EuCheMS/CCS)

famous would require gene transfer and are therefore unsuitable for human patients, his new fluorescent dyes can be specifically introduced into cancer tissues without genetic manipulation.

David Milstein (Rehovot, Israel) held this year's EuCheMS lecture, which chimed in with the theme of sustainability and green chemistry also well-represented in the parallel sessions. Using a new approach to bond activation with the help of pincer-type metal complexes, his group has developed a whole range of new catalytic reactions running under benign conditions and without harmful waste products, including some leading to industrially relevant products such as caprolactam, which is used in the production of nylon 6.

Participants who held out to the very end of the conference were rewarded with an inspiring talk from Robert Grubbs (Pasadena, US), who won the Nobel prize for his part in the development of olefin metathesis. Grubbs has recently expanded the range of this reaction to the production of complex polymers such as graft or brush polymers, which can be fine-tuned for their optical properties. Like Lehn, he uses relatively simple chemistry to create levels of complexity that we would otherwise only find in biological systems.

Michael Gross, www.michaelgross.co.uk

Solemn opening ceremony

The 4th EuCheMS Chemistry Congress was opened with a varied and entertaining ceremony on Sunday afternoon. After short remarks of the EuCheMS representatives Pavel Drasar (local chair), Jitka Ulrichova (president of the Czech Chemical Society), Josef Michl (chair of the scientific committee) and EuCheMS president Ulrich Schubert, Tatsumi Kazayuki and Hubert Mandery conveyed the greetings of IUPAC and Cefic to the audience in the well packed congress hall.

The next section of the opening ceremony was dedicated to recognizing scientific achievements. First, the European Sustainable Chemistry Award was presented to Marc Taillefer (Montpellier, France). Next the Gesellschaft Deutscher Chemiker awarded the August-Wilhelm-von-Hofmann-Denkünze to Sason Shaik (Jerusalem, Israel) and Martin Quack (Zurich, Switzerland). Jean-Marie Lehn honored five young Czech scientists with an award named after him and sponsored by the French company Rhodia. The Czech Chemical Society presented their highest scientific award, the Hanus Medal, to Juri Zolotov (Moscow, Russia) and Reiner Salzer (Dresden, Germany). Finally, the Royal Society of Chemistry presented its Supramolecular Award to Jerry Atwood (Columbia, Missouri, US). This part of the ceremony was concluded by an impressive performance of the choir "Prague Little Bell".

The first scientific highlight followed, the plenary lecture by Nobel Laureate Jean-Marie Lehn (see left). A welcome reception, generously sponsored by BASF, and a concert by the Czech Collegium marked the end of this remarkable opening of the congress.

Wolfram Koch, w.koch@gdch.de



Opening remarks by local chair Pavel Drasar (right).

Young investigators in Vienna

The 4th Young Investigators Workshop took place on 23 to 25 August in Vienna, Austria, as a parallel event to the 4th EuChemS Chemistry Congress in Prague. It was sponsored by the Organic Division of EuChemS and organised by Marko Mihovilovic and Michael Schnürch from Vienna University of Technology.

The workshop brought together young investigators selected by their member society to be among the rising stars. The lectures were of high quality and spanned broad aspects of fundamental and applied chemistry.

In all, 34 young investigators from 23 countries participated. The core is focused on Europe but representatives from North and South America as well as Asia attend by special invitation. An African representative is expected in the future. The next workshops should be in France associated to the European Symposium on Organic Chemistry (ESOC) 2013 and then in 2014 on Cyprus just before the 5th EuChemS Chemistry Congress in Istanbul.

Additional sponsors of the workshop included Anton Paar, Apollo Scientific, Boehringer Ingelheim, Büchi Labortechnik, FCIO, Thieme Verlag, Austrian Chemical Society (GÖCH), Gilson, Ilmvac, Shimadzu, Sigma-Aldrich, Springer, Thermo-Scientific and VWR.

Jay Siegel, jss@oci.uzh.ch

<http://investigator.ias.tuwien.ac.at>

Green chemistry in Venezia

A workshop on green and sustainable chemistry was held at the Università Ca' Foscari Venezia, Italy, on 8 June. The outcome of the workshop, entitled "The Recommendation for Future Actions in Research and Developments", summarises the discussions and is available at www.unive.it/nqcontent.cfm?a_id=134047. nm

More about the 4th EuChemS Chemistry Congress

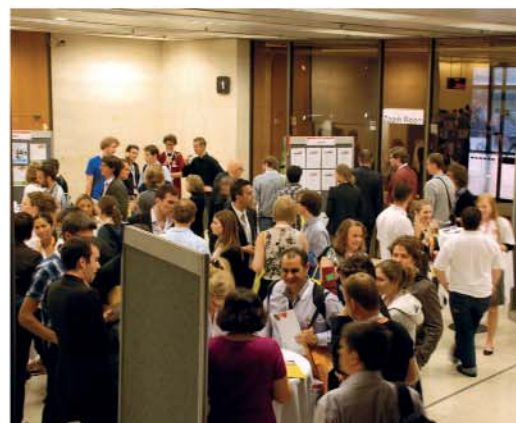


Career Days in Prague

The European Young Chemists Network (EYCN) represents the needs of the young members of EuChemS all across Europe. In August, EYCN was given the opportunity to build on its success seen at previous congresses and to hold its own satellite event at the 4th EuChemS Congress in Prague: "EYCN Career Days: Making chemistry work for you". The programme, aimed at furthering the careers of young chemists, was kicked off with a Science Speed Date session, organised by the GDCh Careers Service. Over 300 young chemists talked to representatives from companies BASF, Bayer and Evonik about jobs or job vacancies and to managers from the American Chemical Society and the Royal Society of Chemistry about careers in event management, networking or publishing. They also got advice from the German Research Foundation DFG and Contact Singapore about ways to find funding and employment in Europe and Asia.



Building soft skills: talk on scientific writing at the Career Days in Prague. (photos: EYCN)



At the Science Speed Date session.

The programme also involved a series of talks aimed at building the soft skills of young chemists – talks on ethics in science, scientific writing and using social media – and two CV clinics with human resources and recruitment specialists from Evonik giving advice on job applications, cover letters, interviews and correcting CVs. These CV clinics filled up very quickly and ran over time to accommodate each of the participants.

The reception of the EYCN programme was overwhelmingly positive, both from participants and from the congress organisers. The EYCN programme for the 5th EuChemS Congress in Istanbul hopes to be even bigger and better! For more information check our website or follow us on Facebook to see photos from Prague.

Aurora Walshe, aurora@eycn.eu
www.eycn.eu

SCF awarded bi-national prizes

In June the Société Chimique de France (SCF) awarded its bi-national awards to chemists from Germany and Spain. The prizes are awarded on biennial basis in conjunction with other national societies.

The French-German Prize Georg Wittig-Victor Grignard (with the Gesellschaft Deutscher Chemiker) was awarded to Klaus Müllen, Director of the Max-Planck-Institute for Polymer Research in Mainz, for his

outstanding contribution to various fields of chemistry, including molecular and polymeric materials.

The French-Spanish Prize Miguel Catalán-Paul Sabatier (with The Real Sociedad Española de Química) was awarded to Santiago Alvarez Reverter, University of Barcelona, for his remarkable work in theoretical chemistry and the introduction of new concepts in coordination chemistry. SCF/ks

New chair of the Working Party on Chemistry for Cultural Heritage

Rocco Mazzeo follows Kim Simonsen as chair of the Working Party on Chemistry for Cultural Heritage.

Rocco Mazzeo is professor of chemistry for cultural heritage at the University of Bologna and director of the two year international master degree programme in science for the conservation-restoration of cultural heritage at the same university. He is also head of the Microchemistry and Microscopy Art Diagnostic Laboratory located at the Ravenna Campus of the University of Bologna.

After graduating in chemistry he became a staff member of the Italian Ministry of cultural heritage and was then responsible for the science for conservation programme at ICCROM, the intergovernmental organisation devoted to the study and preservation of cultural properties worldwide.

Some of his most important international projects were the establishment of the Xian Centre for the Restoration of Cultural Relics in China in 1998, the research study coordinated by Unesco on the North Korean Koguryo dynasty (37 B.C. to 668 A.D.) mural paintings and the coordination of the first European Ph.D. in science for conservation funded by the Marie Curie VI Framework Programme.

Mazzeo is the author of numerous scientific papers published within both national and international peer reviewed scientific journals. His main research interest and expertise deal with the application of infrared spectroscopy to the study of painted artworks and archaeological and artistic metal alloys.

Rocco Mazzeo

rocco.mazzeo@unibo.it

New chair of the Division of Chemistry in Life Sciences

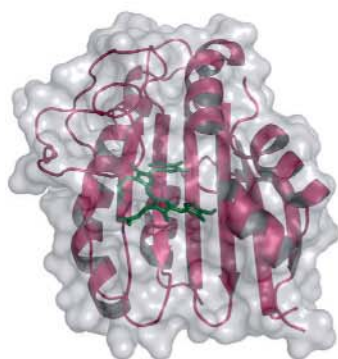
Paola Turano follows Henryk Kozlowski as chair of the EuCheMS Division of Chemistry in Life Sciences.

Paola Turano received her Ph.D. in chemical sciences at the University of Florence in 1993. She became a researcher in chemistry at the faculty of sciences at the same university in 1997, and associate professor of general and inorganic chemistry in 2002.

The main topics of her research activity are: development and application of solution and solid state NMR approaches for the characterization of biomolecules, mainly focusing on paramagnetic metalloproteins and high molecular weight systems; characterization of protein-protein functional interactions and protein-small molecules interactions in drug design; structural biology of proteins involved in iron metabolism; NMR-based metabolomics and biobanks.

Turano is a member of the Scientific Committee of the Da Vinci European Biobank, author of about 80 publications in peer reviewed journals plus numerous book chapters. She has received the Raffaello Nisini Medal 2003 of the Inorganic Chemistry Division of the Italian Chemical Society.

www.cerm.unifi.it/people/paola-turano



Enzyme model: Solving protein structures is one aspect of chemistry in life sciences. (figure: RUB)

Obituary Ivano Bertini

Ivano Bertini died on 7 July 2012 at the age of 71. Born in Pisa, Italy, he obtained his Ph.D. in chemistry from the University of Florence in 1964 and further degrees honoris causa



from the Universities of Stockholm, Ioannina and Siena. He was full professor at the University of Florence from 1975 until he retired in November 2011.

As a member of the Academia Europaea and the Italian Accademia dei Lincei, he served the Italian Chemical Society as president of the Division of Inorganic Chemistry from 1987 to 1990, and then as vice president (1990 to 1992), president elect (1992), president (1993 to 1995) and past president (1996 to 1999) of the society. He was chair of the EuCheMS Working Party of Chemistry in Life Sciences and then chair of the Division of Chemistry in Life Sciences. He has contributed to the establishment of bioinorganic chemistry through the foundation of the Society of Biological Inorganic Chemistry and of the *Journal of Biological Inorganic Chemistry*.

After first studies on theoretical and physical inorganic chemistry mainly by paramagnetic NMR, his interests turned towards bioinorganic chemistry, studying the structure-function relationship of metalloproteins through biophysical methods. In 1990 he transformed his lab in an NMR lab for structural biology for metalloproteins. A few years ago he established a metabolomic group with a dedicated NMR instrumentation. He is author of about 700 research articles and solved more than 150 structures of proteins.

In 1999 he founded the present Center of Magnetic Resonance (CERM) of the University of Florence. The Center constitutes a major NMR infrastructure in life sciences. Flanking institutions and spin off laboratories have flourished around CERM in the fields of biotechnology and drug discovery thanks to his inspiring action.

Paola Turano, turano@cerm.unifi.it

BioNMR at its best in Italy



The 12th Chianti/Instruct Workshop on BioNMR took place in Montecatini Terme, Italy, from 17 to 22 June. The Chianti Workshop series was initiated in 1984 within the new framework of the activities of Instruct (Integrated Structural Biology Infrastructure, www.structuralbiology.eu). The tradition of the Chianti Workshop is based on electron and nuclear relaxation: this is what has made it so distinctive among the many existing magnetic resonance conferences. Magnetic resonance of systems with unpaired electrons plays a key role in structural biology.

Trying to combine the new spirit with the old tradition, the two co-chairs Ivano Bertini (University of Florence) and David Fushman (University of Maryland) designed a scientific programme including sessions on dynamic nuclear polarization (DNP), solid state NMR, advancements in solution NMR relaxation and in-cell NMR. A special session was held on bio-imaging techniques, covering approaches synergic to NMR such as cryo-EM, cryo-electron tomography, correlated light and electron microscopy and soft X-ray tomography.

About 120 scientists attended the workshop, where 44 lectures and 63 posters were presented. The workshop was an ideal stage for advertising the opportunities offered nowadays by the hyperpolarization techniques. The increasing impact of solid state MAS-NMR in structural biology was apparent from the many outstanding talks. The novel approach of sedimented protein NMR was presented together with some initial case applications. The workshop was sponsored by EuChemS and organised by the Magnetic Resonance Center (CERM) of the University of Florence, Fondazione Sacconi and Instruct, also in collaboration with the EC project BioNMR and the COST Action EuroHyperPol.

Paola Turano, turano@cerm.unifi.it
www.cerm.unifi.it/chianti12

Events 2012

14 – 16 November 2012, Prague, Czech Republic
EuChemS 7th International Conference on Chemical Reactions in Foods, www.crf2012.eu

Events 2013

9 – 11 May 2013, Karlsruhe, Germany
112th Bunsentagung (Annual German Conference on Physical Chemistry)
www.bunsen.de/bunsentagung2013.html

10 – 12 June 2013, Barcelona, Spain
5th European Conference on Chemistry for Life Sciences, <http://5ecclsbarcelona.com>

3 – 5 July 2013, Limerick, Ireland
5th Eurovariety in Chemistry Education Conference
www.eurovariety2013.ul.ie

25 – 29 August 2013, Warsaw, Poland

Euroanalysis, the European Conference on Analytical Chemistry
www.euroanalysis2013.pl

1 – 5 September 2013, Sopron, Hungary
9th European Conference of Computational Chemistry
www.euco-cc9.mke.org.hu

11 – 13 September 2013, Leipzig, Germany
EuChemS conference Flavors & Fragrances 2013
www.gdch.de/flavorsfragrances2013

Events 2014

31 August – 4 September 2014, Istanbul, Turkey
5th EuChemS Chemistry Congress
www.euchems-istanbul2014.org

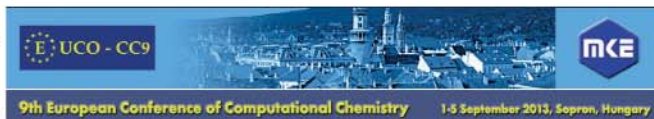
9th European Conference of Computational Chemistry

The 9th edition of the European Conference of Computational Chemistry (EuCo-CC) is ahead of us and will take place on 1 to 5 September 2013. It is the second time that this series is taking place in Hungary: after Budapest in 2000 it will be Sopron, right at the Austrian border. Sopron is an old town with significant wine production. Thus, it is not only the excellent science which will make this trip worth considering.

The EuCo-CC series is organised by the Division of Computational Chemistry (DCC) of EuChemS. Here computational chemistry should be understood in a broad sense. Our goal is to represent all fields in chemistry

where heavy computation is required. Therefore the topics of this conference are diverse but the computational technology gives a common background. We hope that contributions from each different field will have impact on others, i.e. we will learn from each others results. The local organisers and the members of the DCC hope to welcome you in Sopron.

Péter G. Szalay, chairman of EUCC-CC9
szalay@chem.elte.hu
www.euco-cc9.mke.org.hu



EuChemS Newsletter



Newsletter coordinator: Karin Schmitz

Please send all correspondence and manuscripts to k.schmitz@gdch.de

Editors: Wolfram Koch (responsible), Karin Schmitz, Uta Neubauer, Frankfurt am Main
Advisory board: Wolfram Koch (Chair, Germany), Luis Oro (Spain), Giovanni Natile (Italy), Nineta Majcen (EuChemS Secretariat), Ulrich Schubert (Austria), Marie-Claude Vitorge (France), Paola Turano (Italy), Viktor Milata (Slovakia).

Layout: Jürgen Bugler, Frankfurt am Main

Production: Nachrichten aus der Chemie

Publisher: Gesellschaft Deutscher Chemiker on behalf of EuChemS

Postfach 900440, D-60444 Frankfurt am Main
euchems@gdch.de

EuChemS General Secretary: Nineta Majcen, Avenue E. van Nieuwenhuysse 4, B-1160 Brussels
secretariat@euchems.org
www.euchems.org

EuChemS is registered as "Association internationale sans but lucratif" (AISBL, international non-profit association), AISBL-Registered office: Avenue E. Van Nieuwenhuysse 4, B-1160 Brussels



Gyógyszerkémiai és Gyógyszer-technológiai Szimpózium 2012

Az MTA Szerves és Biomolekuláris Bizottságához tartozó Gyógyszerkémiai és Gyógyszer-technológiai Munkabizottság évenként szervezett tudományos szimpóziumát idén szeptember 13–14-én rendezte Debrecenben.

A rendezvény, melyen 100 fölötti résztvevő 22 egyetemi, akadémiai és ipari kutatóhelyet képviselt, nyugodtan tekinthető a hazai gyógyszerkutatás egyik legszélesebb körű fórumának. A találkozózt a Munkabizottság új elnöke, *Greiner István* nyitotta meg. Megemlékezett a Munkabizottság előző elnökéről, *Hermecz István* akadémikusról, aki 2011. október 9-én távozott közülünk.

A „Magyar Gyógyszerkutatásért” díjat *Fülöp Ferenc* akadémikus, az Alapítvány a Magyarországi Gyógyszerkutatásért közhasznú szervezet kuratóriumának elnöke és *Takácsné Novák Krisztina* professzor, alapító adta át *Tuba Zoltánnak*, a Richter Gedeon nyugalmazott kutatójának.

A szimpóziumon 25 előadás hangzott el gyógyszerkémiai és gyógyszer-technológiai témákból. 15 előadást gyógyszerész kari egyetemi intézetek és a BME munkatársai tartottak, míg az iparból a Richter 5, az Egis 2, az Alkaloida, a Servier, a NanGenex 1–1 előadással szerepelt.

A hely szellemének megfelelően debreceni előadók is szép számmal járultak hozzá a szimpózium sikeréhez. Elsőként *Herczegh Pál* professzor mutatta be a DEOEC Gyógyszerkémiai Tanszékén folyó eredményes antibiotikumkutatást. Influenzavírus-ellenes hatással bíró, új risztocetin aglikonok előállításáról és sokoldalú vizsgálatáról adott áttekintést. Előadást tartott tanszéki utódja is: *Borbás Anikó* professzor korábbi munkahelyén, a DE Szerves Kémiai Tanszékén végzett kutatásait foglalta össze az újabb véralvadásgátló pentaszacharidok szintézisének területéről. Az Alapítvány által, pályázat alapján díjazott PhD-munka

szintén e kutatócsoporthoz köthető. A 100 ezer forintos kutatási támogatást és a kitüntető oklevelet *Herczeg Mihály* vehette át, majd ismertette az indaparinax-analógok előállítása terén elért eredményeit. Az előadást néhai témavezetőjének, *Lipták András* akadémikusnak, a debreceni szénhidrát-kémiai iskola neves képviselőjének ajánlotta. *Vecsernyés Miklós*, a DEOEC Gyógyszer-technológiai Intézetének igazgatója a sejtkultúrák módszerek (többek között a Caco-2 eljárás) helyét és jelentőségét mutatta be a gyógyszerfejlesztésben, kitérve a sejtalapú rendszerekkel való munka sajátosságaira és nehézségeire is. Az intézet további két munkatársa a ciklodextrinekkal végzett vizsgálatokról adott számot: *Váradai Judit* a szilimarin oldékonyságának CD-k segítségével kiváltott növeléséről beszélt, míg *Ujhelyi Zoltán* az alfa-CD-származékok citotoxicitási profiljuk megállapítása céljából folytatott Caco-2 vizsgálatát ismertette.

A gyógyszer-technológia témakörébe tartozó előadások közül a teljesség igénye nélkül kiemelem, hogy *Révész Piroska* professzor kiváló áttekintést adott az intranazális gyógyszerbevitel lehetőségéről és beszámolt a SZTE Gyógyszer-technológiai Intézetében végzett sikeres fejlesztésről, melynek során meloxicám-tartalmú intranazális készítményt fejlesztettek szisztémás hatás elérése céljából. *Konta Melinda* (Richter) érdekes előadást tartott az elektromos nyelv alkalmazásáról az ízfédés vizsgálatára száiban széteső tabletták fejlesztése során, míg *Demeter Ádám* (Richter) a radiprodil (RGH-896), egy fázis II-ig jutott originális molekula polimorfia-vizsgálata során nyert tapasztalatairól számolt be. A generikus kutatás egy lehetséges útját vázolta *Mra-vik András* (Egis) az antidiabetikus hatású kristályos vildagliptin: ZnCl₂ (1:1) komplex előállításának és morfológiai vizsgálatának bemutatásával.

A gyógyszerkémia tárgyú előadások között *Kövesdi István* (Egis) a tadalafil példáján át azt igazolta, hogy VCD (vibrációs cirkuláris dikroizmus) optikai spektroszkópiával is lehet abszolút konfigurációt meghatározni, ami különösen előnyös, ha nem sikerül az általánosan használt rtg-módszerhez egykristály fej-

Tuba Zoltán nyerte a 2012. évi Magyar Gyógyszerkutatásért Díjat

Az Alapítvány a Magyarországi Gyógyszerkutatásért közhasznú társaság kuratóriuma az alapítók képviselőivel egyetértésben, a kimagasló hazai gyógyszerkutatási, -fejlesztési eredményeket elérő és/vagy a magyar gyógyszerkutatás érdekében kifejtett kiemelkedő közéleti szerepet betöltött személy eredményeinek elismerésére 2006-ban megalkotta a MAGYAR GYÓGYSZERKUTATÁSÉRT díjat.



A 2012. évi Magyar Gyógyszerkutatásért díj nyertese **dr. Tuba Zoltán**, a Richter Gedeon Vegyészeti Gyár Nyrt. kutatója, a szteroidkémiai kutatás nyugalmazott vezetője. A magyar gyógyszerkutatás területén folytatott, több évtizedes munkája nyomán szteroidkémiai iskola alakult ki a Richterben, mely meghatározó módon hozzájárult a gyár eredményességéhez.

Tuba Zoltán 1959-ben került az akkori Kőbányai Gyógyszerárugyár kutatólaboratóriumába, ahol bekapcsolódott a szteránváz vegyületek kutatásába. 1979-től 1999-ig a társaság szteroidkémiai kutatólaboratóriumának vezetője. Vezetése alatt céltudatos és eredményes kutatócsoport alakult ki.

Fő munkaterülete a biológiaiilag aktív eredeti vegyületek kutatása. Az originális gyógyszerhatóanyagok kidolgozása területén a Richter és Magyarország egyik legsikeresebb kutatója, nevéhez három eredeti gyógyszer feltalálása kötődik. Az eredeti kutatás mellett generikus

hatóanyagok kutatása és fejlesztése területén is kiváló eredményeket ért el. Munkásságával alapvetően hozzájárult ahhoz, hogy ma a világ gyógyszerpiacán a Richtert azon néhány cég között tartják számon, amely a legkülönbözőbb szteroid hatóanyagok ipari méretű előállítására képes.

Fontosabb kutatási területei és eredményei: vízdékonny kortikoszteroidok kutatása (originális készítmény: Depersolon); gyulladásgátló hatású ritka földfém-komplexek kutatása (originális készítmény: Phlogosam); neuromuszkuláris blokkolók kutatása (originális készítmény: Arduan, USA: Arpilon, az első USA-ban törzskönyvezett magyar originalitás); szteroid-vinil-halogenidek szintézise és reakciói, 5 α -reduktáz inhibitorok kutatása (finaszterid és analógjai); fogamzásgátlók hatóanyagainak szintézise (etinodiol-diacetát, noretiszteron-észterek, hidroxiprogesztéron-kapronát, dezogesztrel, etonogesztrel, gesztodén, norgesztimét, norelgesztromin); progesztéron-receptormodulátorok kutatása.

Tudományos eredményeit 70 publikációban és több mint 100 tudományos előadásban ismertette. Kiváló feltalálói tevékenységét 63 szabadalom demonstrálja.

Alapítvány a Magyarországi Gyógyszerkutatásért kuratóriuma

A korábbi díjazottak: Szántay Csaba (2007), Knoll József (2008), Pallos László (2009), Korbonits Dezső (2010), Bajusz Sándor (2011).



EGYESÜLETI ÉLET

lesztése. *Martinek Tamás* docens az SZTE Gyógyszerkémiai Intézetében foldamerekkel végzett munkáról számolt be. A téma igen izgalmas és világszerte nagy erővel folyik, mert ezekkel a felcsavarodásra képes szintetikus láncmolekulákkal fehérje-fehérje kölcsönhatás vizsgálható. A kutatócsoportban az Alzheimer-kórral összefüggésbe hozható béta-amiloiddal való kölcsönhatás vizsgálata céljából dendrimerekhez kapcsolt foldamereket tervezetek és állítottak elő. *Greiner István*, a Richter kutatási igazgatóhelyettese előadásában a gyógyszerkémia és biotechnológia kapcsolatát elemezte, rámutatott a markáns különbségekre, de hangsúlyozta a meglévő azonosságokat is. Példákkal illusztrálta, miként járulhat hozzá a klasszikus értelemben vett gyógyszerkémiai tudás a biotechnológiai úton előállított nagymolekulák gyógyszerfejlesztéséhez. A szimpózium utolsó előadását *Hohmann Judit*, az SZTE Farmakognóziai Intézetének tanszékvezető professzora tartotta, aki egy általuk több évvel ezelőtt felfedezett természetes vegyület, az ingenol-3-angelát közelmúltbeli gyógyszerrel válásának érdekes történetét ismertette. A korábban toxicitás miatt mellőzött vegyületből egy külföldi cég PICATO[®] néven, napozás során kialakuló keratózis kezelésére fejlesztett ki dermális készítményt. Így a felfedezés, ha nem is itthon, de végül hasznosult.

A rendezvény zárszavában *Greiner István* köszönetet mondott az előadóknak, a szervezésben részt vevő *Faragó Krisztinának* és *Gudics Ágnesnek*, valamint *Völgyi Gergelynek*, és nem utolsósorban a szimpózium szponzorainak: a Cyclolab Kft.-nek, az Egis Gyógyszergyár Nyrt.-nek, a Richter Gedeon Nyrt.-nek és a TEVA Gyógyszergyár Zrt.-nek.

Takácsné Novák Krisztina

MKE-HÍREK

Konferenciák, rendezvények

Kozmetikai Szimpózium 2012

BUDAPEST, BARA HOTEL, 2012. NOVEMBER 22.

A kozmetikai tudományok aktuális kérdései

Témák: új ható- és segédanyagok, természetes kozmetikumok, öregezés elleni trendek. technológiai és szerkezeti kérdések, klinikai és hatékonysági vizsgálatok

TOVÁBBI INFORMÁCIÓK: Schenker Beatrix, beatrix.schenker@mke.org.hu
Online jelentkezés a www.mke.org.hu honlapon keresztül, a rendezvényeknél.

XXIII IFATCC International Congress

International Federation of Associations of Textile Chemists and Colourists



2013. május 8–10.
Budapest, Hotel Danubius Health Spa
Resort Margitsziget
Online regisztráció:
<http://www.ifatcc2013-budapest.hu>

Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk!

TOVÁBBI INFORMÁCIÓK: Schenker Beatrix, info@ifatcc2013-budapest.hu

International Symposium on Fluorous Technologies 2013 (ISOFT'13)

2013. június 2–5.

Budapest, Eötvös Loránd Tudományegyetem

Online regisztráció: <http://www.isoftware13.mke.org.hu>

Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk!

TOVÁBBI INFORMÁCIÓK: Bondár Mónika, isoftware13@mke.org.hu

9th European Conference of Computational Chemistry (EuCo-CC)



2013. szeptember 1–5.

Sopron, Hotel Sopron

Online regisztráció:

<http://www.euco-cc9.mke.org.hu>

Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk!

TOVÁBBI INFORMÁCIÓK: Bondár Mónika, euco-cc9@mke.org.hu

6th International k0 Users' Workshop



2013. szeptember 22–27.

Budapest, Hotel Gellért

Online regisztráció:

<http://www.6thk0-user-workshop.mke.org.hu>

Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk!

TOVÁBBI INFORMÁCIÓK: Bondár Mónika,

6thk0-user-workshop@mke.org.hu

HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXVII. No. 11. November 2012

CONTENTS

<i>Hygroscopicity of fertilizers</i>	326
WERNER GYÖRFFY	
<i>Miniaturization and automation in analytical chemistry. Steps on the road from the test tube to the integrated microfluidic lab-on-a-chip</i>	330
TIBOR BRAUN	
Bruckner Room Lecture	
<i>Highly efficient continuous flow chemical transformations: elimination of protecting groups, deuteration, and organo-catalysis</i>	336
ISTVÁN MÁNDITY	
Bookreview	
<i>(Drive and curiosity by Istvan Hargittai; reviewed by GÁBOR NÁRAY-SZABÓ)</i>	338
<i>Risking reputation. Conducting polymers</i>	339
ISTVÁN HARGITTAI	
<i>From Manhattan Project to Big Bang. An hour with Nobel Prize-winner Roy C. Glauber</i>	344
VERA SILBERER	
<i>Dear Colleagues!</i>	346
JÓZSEF CSERTI	
<i>Chemistry calendar (Edited by JÓZSEF SÁNDOR PAP)</i>	348
<i>Obituaries</i>	350
<i>Chembits (Edited by GÁBOR LENTE)</i>	352
<i>EuCheMS Newsletter, November 2012</i>	355
<i>The Society's Life</i>	359



KEDVES KÖZÉPISKOLÁS DIÁKOK!

Idén ismét a **Junior Freshhh**-re, őszi természettudományos vetélkedőnkre invitálunk Benneteket.

Molli és Frisco kalandjaiban vehettetek részt az előző években, tavaly a rejtélyes körülmények közt eltűnt Zsiga bácsi hollétére derült fény, ami alatt Molli és Frisco egyben fel is készült arra a természettudományos versenyre, melyen most tanúbizonyosságot tesznek tudásukról... az előzőeknek tehát több kihívásra számíthatok a kémia, fizika és matematikai logika világából, de belekóstolunk a biológiába és földrajzba is.

A vetélkedő segíthet Nektek is a természettudományos versenyekre vagy az érettségire való felkészülésben, vagy

egyszerűen képviseljétek iskolátokat, és játsszatok értékes nyereményekért!

Hogyan játszhatok?

Szerezz magad mellé két hasonló érdeklődésű középiskolás barátot, és regisztráljatok a www.junior.freshhh.net oldalon november 18-án éjfélig!

Miből áll a verseny?

1. Online vetélkedő november második felében
2. Élő döntő december 13-án a MOL százhalombattai Dunai Fiumitójának területén

Bővebb információ és jelentkezési feltételek:

www.junior.freshhh.net

junior@freshhh.net

Kérjük, továbbítsd ezt a felhívást társaidnak, barátaidnak, és népszerűsítsd a MOL-lal a természettudományokat!

Üdvözlettel:

Molli és Frisco,

valamint a **Junior Freshhh Támogató Csapata**



HÍREK

Kinevezte új felsővezetőit a MOL Magyarországon. A MOL nemrég bejelentett vállalatirányítási átszervezési programjának, a GLOCAL-nak keretében kinevezte a MOL Magyarország négy új felsővezetőjét. Október 1-jétől Fasimon Sándor a MOL-csoport teljes magyarországi operatív működéséért felelős vezetőként, Dorogházi Krisztina pénzügyi vezetőként, Pethő Zsolt downstream ügyvezető igazgatóként, Szakál Tamás pedig upstream ügyvezető igazgatóként vezeti a MOL magyarországi leányvállalatát. Mind a négy szakember korábban a MOL-csoportnál volt vezető beosztásban.

A MOL-csoport Kutatás-termelés új ügyvezető igazgatójának kinevezéséig Molnár József vezérigazgató gyakorolja a pozícióval együtt járó jogokat és kötelezettségeket.

Pethő Zsolt új feladatköre mellett továbbra is betölti a TVK Nyrt. vezérigazgatói pozícióját. (MOL)



Megduplázta kísérleti gyártási kapacitását az Egis. Magyarországon két gyártóbázisa van az Egisnek, Budapesten és Körmenten. Körmenten szeptember elején avattak fel új analitikai fejlesztő laboratóriumot. Az Egis alapvetően generikus gyógyszergyártó, az originális termékek értékesítésén belüli részaránya a legutóbbi lezárt pénzügyi évben mindössze 3 százalék volt. Az Egis üzleti tevékenysége (fejlesztés és kereskedelem) elsősorban a szív- és érrendszerre, a központi idegrendszerre, illetve a légzőrendszerre ható gyógyszerekre összpontosít, de fo-



lyamatosan szélesíti profilját, egyre nagyobb szerephez jutnak például az onkológiai készítmények. A Celltrion-megállapodás révén a termékpaletta új elemekkel bővül majd.

Az Egis árbevétele a legutóbbi teljes üzleti évében közel 130 milliárd forint volt, amelynek 9 százalékát, mintegy 11,6 milliárd forintot innovációra és kutatás-fejlesztésre fordított. Éves árbevételének mintegy háromnegyede exportból származik. Termékeit több mint hatvan országba exportálja, a magyarországi bázisa mellett további 18 országban van saját képviselete. A cég magyarországi gyáraiban és külföldi irodáiban csaknem négyezer főt foglalkoztat. Az együttesen 7 milliárd forint összköltségű beruházással több mint 50 új munkahely létesült. Hodász István, az Egis vezérigazgatója az avatóünnepségen elmondta, a 3500 négyzetméter alapterületű gyógyszer-technológiai fejlesztő és kísérleti üzemből az Egis kétszeresére növelte a kísérleti gyártási kapacitását. Az elmúlt 20 évben 130 milliárd forintot fordított beruházásokra és ennek 40 százalékát, több mint 50 milliárd forintot az elmúlt 4 évben, azaz a gazdasági válság 2008-as kitörése óta. A vállalat évi több mint 10 milliárd forintot fordít kutatás-fejlesztésre. Az üzem 3,7 milliárd forintba került és 226 millió forint kormányzati támogatásban részesült. Az 5500 négyzetméteres analitikai fejlesztési laborépület 3,3 milliárd forintból épült fel, és itt kapott helyet az analitikai laboratórium, ez a projekt az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósult meg, az elnyert támogatás 97 millió forint. (MTI, Portfólió)

Banai Endre

membraPure

Water Purification Systems • TOC Analyzer • Chromatography

INNOVATÍV TECHNOLÓGIA
KLASSZIKUS MÓDSZERREL



ARACUS

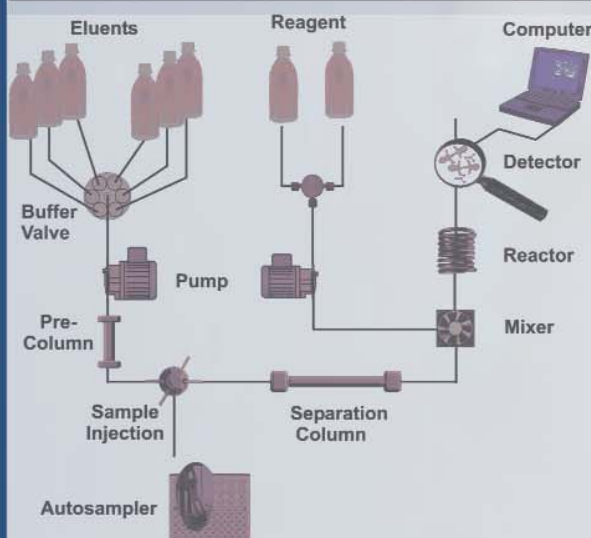
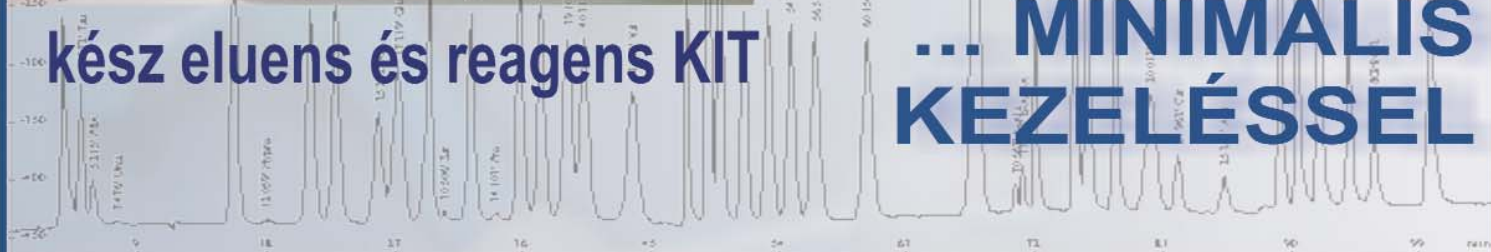
AMINOSAV ANALIZÁTOR



MAXIMÁLIS PRECIZITÁS ...

... MINIMÁLIS KEZELÉSEL

kész eluens és reagens KIT



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

