

A TARTALOMBÓL:

- Irinyi-verseny, 2024
- Adatok
a kémiaoktatásról
- Kémia a pórusokban
- Séta a tudomány körül
- Kelvin: folyó
és mértékegység
- Megjavítható-e a világ?



MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXXIX. ÉVFOLYAM • 2024. JÚNIUS • ÁRA: 950 FT



A kiadvány
a Magyar Tudományos Akadémia
támogatásával készült

nka

A lap megjelenését
a Nemzeti Kulturális Alap
támogatja
Nemzeti Kulturális Alap

Received: 5 October 2023 | Revised: 28 November 2023 | Accepted: 7 January 2024

DOI: 10.1002/aoc.7379

RESEARCH ARTICLE

Applied
Organometallic
Chemistry WILEY

Ruthenium complexes of new chiral phosphine-amine-ether ligands (Ru-PNO) for asymmetric hydrogenation – the role of backbone chirality in pincer ligand design

Zsófia Császár¹ | Zsanett E. Pörgye¹ | Evelin Tóth-Farsang² |
Margit Kovács³ | Attila C. Béneyi⁴ | József Bakos¹ | Gergely Farkas¹

A Megújuló Energiák Nemzeti Laboratórium létrehozását a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal támogatta az RRF-2.3.1-21-2022-00009 azonosító számú projekt keretében.



INTERNATIONAL JOURNAL OF HYDROGEN ENERGY 50 (2024) 236–253

Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

journal homepage: www.elsevier.com/locate/he



Review Article

A review on the factors of liner collapse in type IV hydrogen storage vessels

Dávid István Kis^{a,*}, Eszter Kókai^b

^a Department of Innovative Vehicles and Materials, GAMF Faculty of Mechanical Engineering and Computer Science, John von Neumann University, Izsáki St. 10, 6000 Kecskemét, Hungary

^b Department of Applied Sustainability, Széchenyi István University, Egyetem tér 1, 9026 Győr, Hungary

HIGHLIGHTS

- Hydrogen permeation and rapid decompression cause liner collapse in type IV tanks.
- Increased permeability of poly-

GRAPHICAL ABSTRACT



A Megújuló Energiák Nemzeti Laboratóriumot létrehozó intézmények: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Debreceni Egyetem, HUN-REN Energiatudományi Kutatóközpont, Miskolci Egyetem, Neumann János Egyetem, Pannon Egyetem, Pécsi Tudományegyetem, Széchenyi István Egyetem, Szegedi Tudományegyetem, HUN-REN Természettudományi Kutatóközpont.



A Magyar Kémikusok Egyesületének tudományos ismeretterjesztő folyóirata és hivatalos lapja

SZERKESZTŐSÉG:

Felelős szerkesztő: LENTE GÁBOR
KISS TAMÁS örökös th. főszerkesztő
Olvasószerkesztő: SILBERER VERA
Tervezőszerkesztő: HORVÁTH IMRE

Szerkesztőbizottság:

KEGLEVICH GYÖRGY,
a szerkesztőbizottság elnöke,
BÁLINT MÁRIA, BUZÁS ILONA,
DOMBRÁDY ZSOLT, FÁBIÁN ISTVÁN,
GREINER ISTVÁN, HANCSÓK JENŐ,
ifj. SZÁNTAY CSABA, KALÁSZ HUBA,
KISS TAMÁS, MERNYÁK ERZSÉBET,
SKODÁNE FÖLDES RITA,
SZÉPVÖLGYI JÁNOS, TÖMPE PÉTER,
ZÉKÁNY ANDRÁS

Szerkesztők:

ANDROSITS BEÁTA, DOBÓ DORINA,
KEGLEVICH KRISTÓF, KERTI GÁBOR,
NAGY GÁBOR, PAP JÓZSEF SÁNDOR

Szerkesztőségi titkár: SÜLI ERIKA

Kapják az Egyesület tagjai és a megrendelőik
A szerkesztésért felel: LENTE GÁBOR

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: SZABÓ JÁNOS ZOLTÁN
Nyomdai előkészítés: HORVÁTH IMRE
Nyomás: Europrinting Kft.
Felelős vezető: ENDZSEL ERNŐ
ügyvezető igazgató

Terjeszti a Magyar Kémikusok Egyesülete
Az előfizetési díjak befizethetők a CIB Bank
10700024-24764207-51100005 sz.
számlájára „MKL” megjelöléssel
Előfizetési díj egy évre 11 400 Ft
Egy szám ára: 950 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 és archivált számaink honlapunkon
(mkl.mke.org.hu) olvashatók

Index: 25 541
HU ISSN 0025-0163 (nyomtatott)
HU ISSN 1588-1199 (online)
DOI: 10.24364/MKL.2024.06

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



A Magyar Kémikusok Lapjának e havi száma újfent rendkívül gazdag tartalommal jelentkezik.

Az első cikk azt a rendkívül sajnálatos tényre mutatja be részletes statisztikai adatokkal, hogy milyen gyors ütemben csökkent a vegyész és vegyészmérnöki karokra jelentkezők száma az elmúlt évtizedben. Ennek számos oka van, amelyekről már többen értekeztek ennek a lapnak a hasábjain is. Ezek közül az egyik nagyon fontos elem az, hogy a fiatalok egyre inkább a virtuális világ felé fordulnak, és az „anyag” világ és ezzel párhuzamosan a természettudományok jelentősége egyre csökken. Pedig amíg mi magunk is anyagi lények vagyunk, nem tudjuk a kémiát, fizikát, biológiát megkerülni. Nem mindenütt van ez így, elég csak a kínai egyetemeken egyre növekvő színvonalára és az onnan kikerülő egyre jobb vegyészre gondolnunk.

szerepét, fizikát, biológiát megkerülni. Nem mindenütt van ez így, elég csak a kínai egyetemeken egyre növekvő színvonalára és az onnan kikerülő egyre jobb vegyészre gondolnunk.

Ez egyébként nem új keletű jelenség. Gyerekkoromban értelmiségi körökben egyáltalán nem volt szegynivaló a matematika, fizika vagy kémia nem tudása, annál inkább káros volt, ha valakinek az irodalmi, történelmi ismeretei hiányoztak. A helyzet azóta tovább romlott, mert ma már az utóbbiak hiánya sem kínos. Nehéz ma már elképzelni, hogy egy-egy új verseskötet megjelenése szenzációszámba ment akkoriban.

Ma az az általános megközelítés, hogy minek bármit is megtanulni, ott van az internet, pillanatok alatt megkereshetek akármit. Pedig a rengeteg ránk ömlő információból nem tudjuk kiválogatni azt, amiben valóban bízhatunk, ha nincsen jól megalapozott tudásunk az adott területen. Sokan azt gondolják, a mesterséges intelligencia végképp feleslegessé fogja tenni a tárgyi tudást, de a helyzet épp ellenkező, mert az most fog csak igazán felértékelődni. Hogyan tudjuk majd másképp eldönteni, hogy az interneten talált rengeteg valós és hamis adatból az MI által generált, meggyőzőnek látszó összefoglaló mely része megbízható és melyik nem? Az MI sok téren nagyon meg fogja könnyíteni az életünket, de csak valódi adatokból tud valódi értéket generálni, egyébként áttekinthetetlen káosz lesz az eredmény.

Sajnos, az egyébként üdvözlendő, kompetencia-alapú képzés ráerősít ezekre a tendenciákra. Az ismereteken alapuló, de a képességek, készségek fejlesztését, az alkalmazni képes tudást középpontba helyező oktatás is csak akkor működik, ha megvannak az alapismeretek. Ezeket pedig sajnos csak nagy erőfeszítéssel, hosszú, nehéz és nem túl szórakoztató tanulással lehet megszerezni. Nem elég a Wikipédiából kimásolni, mert az nem segíti az elmélyült analitikus gondolkodást.

A Magyar Kémikusok Lapja számomra az olyan tudományos ismeretterjesztő folyóirat modellje, amelynek egy ideális világban nagyon széles nyilvánosságot kellene kapnia. Ha csak ennek a számnak a tartalmát nézzük, látható, milyen sok alapvető fizikai és kémiai ismeret kerül szóba, ha érintőlegesen is: dózis-hatás összefüggés, a termodinamika II. főtétele, entrópia, abszolút 0 fok, reális és tökéletes gázok, Le Chatelier–Braun-elv stb. Az emberek nagy többségének ezek a fogalmak semmit sem mondanak, pedig ismeretük elengedhetetlen (lenne) a világban való tájékozódáshoz, a minket körülvevő jelenségek alapszintű értelmezéséhez. Ennek a tudásnak a hiánya vezet például a homeopátiás szerek tüdőkléséhez, vagy a „természetes = jó, mesterséges = rossz” címkézéshez és persze rengeteg lehetőséghez az emberek manipulálására.

Lapunk csak suttogás a szélviharban, de örülünk, hogy a kémikusok közösségének van egy ilyen tudományos ismereteket közlő és egyben rendkívül szórakoztató újságja!

Remélem, még sokáig!

Dombrády Zsolt
az MKL szerkesztőbizottságának tagja

TARTALOM

OKTATÁS		
Lente Gábor: Statisztikai adatok a kémiaoktatás helyzetéről		170
VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY		
Kémia a pórusokban. Beszélgetés Kalmár Józseffel		172
SÉTÁK A TUDOMÁNY KÖRÜL		
Keglevich Kristóf: Villachtól Bécsen át Salzburgig – Paracelsus nyomában Ausztriában		176
Hargittai István, Hargittai Magdolna: Tudomány körüli séta Berlin–Buchban		180
KITEKINTÉS		
Inzelt György: Kíról neveztek el? Mértékegység, amely egy folyó nevével viseli: a kelvin		184
KÖNYVISMERTETÉS		
Lente Gábor: Megjáráható-e a világ? (Érdi Péter, Sztvetelszky Zsuzsanna: Repair)		189
VEGYÉSZLELETEK		
Lente Gábor rovata		192
A HÓNAP KÉMIAI PUBLIKÁCIÓJA		194
EGYESÜLETI ÉLET		195
A HÓNAP HÍREI		196



Címlapunkon:
56. Irinyi János
Középiskolai
Kémiaaverseny,
Beszámoló a döntőről
a 196–198 oldalon.



Lente Gábor

Statisztikai adatok a kémiaoktatás helyzetéről

Az Oktatási Hivatal március 13-án hozta nyilvánosságra a felsőoktatásba jelentkezők statisztikai adatait a felvi.hu weboldalon. Ezzel egy időben az internetes adatbázis jelentős átalakításon ment át. 2023-ig a jelentkezések történeti adatai hozzáférhetőek voltak ugyan, de csak egyedi egyetemi karonként lehetett megnézni őket, így országos összesítéseket készíteni, s főként ezeket több évre visszamenőleg követni rendkívül időrabló keresést igényelt. Az idén bevezetett új lehetőségek sokkal könnyebben hozzáférhetővé tették az ilyen típusú számokat 2013-ig

visszamenőleg, ezért részletesebben is közöljük őket. A Magyar Kémikusok Lapja 2024 májusában már harmadszor mutatott be a címlapon ilyen adatokat, az előző két eset 2020 júniusában (felsőoktatási jelentkezések grafikonja), illetve 2018 márciusában (kémiát tanító tanárok korfája) volt.

Az **1. táblázat** a kémia alapszakra első helyen jelentkezők számának alakulását mutatja be az elmúlt bő tíz évben a különböző képzési helyeken. Ugyanilyen adatokat mutat be a **2. táblázat** a vegyészmérnök alapszak esetére.

1. táblázat. A kémia alapszakra első helyen jelentkezők száma (alap- és póteljárásban) intézményenként 2013 és 2024 között

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
DE	68	53	73	31	32	30	38	19	20	17	16	8
EKKE	13	5	3	8	4	2	7	6	10	8	2	2
ELTE	154	136	119	129	103	88	89	78	72	83	69	65
NYE	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
PE	33	33	21	36	19	17	16	5	9	11	14	11
PTE	17	25	19	18	14	9	21	5	6	11	8	12
SZTE	76	64	77	50	46	44	55	38	35	30	31	24
Σ	363	317	314	273	218	190	226	151	152	160	140	122

DE: Debreceni Egyetem; EKKE: Eszterházy Károly Katolikus Egyetem (Eger); ELTE: Eötvös Loránd Tudományegyetem (Budapest); NYE: Nyíregyházi Egyetem; PE: Pannon Egyetem (Veszprém); PTE: Pécsi Tudományegyetem; SZTE: Szegedi Tudományegyetem | *Forrás: felvi.hu*

2. táblázat. A vegyészmérnök alapszakra első helyen jelentkezők száma (alap- és póteljárásban) intézményenként 2013 és 2024 között

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
BME	276	291	270	213	241	223	235	203	177	180	198	200
DE	126	107	106	125	132	109	121	76	69	55	81	48
ME							27	25	21	33	28	18
PE	94	96	92	100	94	95	105	52	45	39	51	41
SZTE										12	31	27
Σ	496	494	468	438	467	427	488	356	329	319	389	334

BME: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, DE: Debreceni Egyetem; ME: Miskolci Egyetem; PE: Pannon Egyetem (Veszprém); SZTE: Szegedi Tudományegyetem | *Forrás: felvi.hu*

A két táblázat gyakorlatilag minden intézményben ugyanazt a tendenciát rajzolja ki egy kis időeltolódással. A kémia alapszakon fontos megjegyezni, hogy – noha a részletes, intézményenkénti számok ma 2013-tól elérhetőek – a korábbi évek feljegyzései alapján a jelentkezők teljes száma a 2011-es (460) és 2012-es (403) évre is ismert. Így kirajzolódik, hogy az első ugrásszerű csökkenés 2011 és 2013 között volt tapasztalható, majd a következő hasonló arányú fogyást 2020 hozta el; a köztes és a későbbi éveket a lassú erózió jellemzi inkább. Összességében 2011 óta az első helyes jelentkezések számának csökkenése 73%-ot tesz ki.

A 2020-as zuhanás vegyészmérnök alapszak esetében is megfigyelhető, ezért is került a jelenség éppen azon a nyáron a Magyar Kémikusok Lapja címlapjára. Ezt első ránézésre valószínűleg sokan a Covid hatásának tulajdonítanák, de valójában nem ez a helyzet: a felsőoktatási jelentkezések határideje 2020. február 15. volt, a járványügyi lezárások viszont csak márciusban kezdődtek. A vegyészmérnököknél a 2011-es teljes jelentkezési szám 502, a 2012-es pedig 519 volt, tehát itt 2019-ig inkább a stagnálás jellemző, majd a 2020-as mélypontot követően a 2023-as év kissé váratlan maximuma közjátéknak bizonyult, 2024-re viszont vissz-



szatért a szokásos csökkenő tendencia. A 2011-es évhez viszonyított fogyás itt 33%, tehát jóval kisebb, mint a kémia alapszak esetében. Ennek ellenére sokkal veszélyesebbnek tűnik a helyzet, mert vegyész-mérnök-képzés hagyományosan csak a Műegyetemen és Veszprém-ben volt. Debrecen csak a 21. században csatlakozott, a miskolci és szegedi képzés pedig az utóbbi öt évben indult. Így itt növekvő számú intézmény osztozik a csökkenő hallgatói létszámon. A kémia alapszak történetét másoló, második zuhanás az országos jelentkezési számokban minden bizonnyal olyan súlyos intézményi következményekkel jár majd, amelyet a kémia alapszak visszaesése (eddig) nem okozott. A két szak között az ipar amúgy legalább 30 éve nem tesz különbséget, gyakorlatilag felcserélhetőnek számítanak munkaerőpiaci szempontból. Ehhez képest érdekes apróság, hogy a finanszírozásban igen markáns különbség van: a vegyész-mérnök-képzés állami támogatása mindössze 65%-a a kémia alapszakénak.

A kémiához szorosan kötődő egyetemi szakok másik fontos csoportja a tanárképzés. Ennek nappali tagozatos, osztatlan (10 féléves) formája mára gyakorlatilag megszűnt, a tavalyi 19 első helyes jelentkezés után az ideji létszám 17. Meg kell jegyezni, hogy ennek az összeszámolását nagyban segítette, hogy a 2024-es adatok Excel-fájlból is letölthetők voltak, viszont az **1. és 2. táblázathoz** hasonló történeti tendenciák kirajzolásához a tényeket megismerni csak igen fáradságos munkával lehetne amiatt, hogy az adatbázis csak szakpárosításokat ismer, s külön számokat kémia-bármely tanár szakra egyáltalán nem közöl. Az ideji 17 fiatal közül tízen az ELTE budapesti képzésére, hárman-hárman Pécsre és Szegedre jelentkeztek, míg egy hallgató Szombathelyre menne. A választott társzak szerinti bontásban az látszik, hogy tízen a hagyományos biológia-kémia, hárman a kémia-matematika szakpárt választották, míg egy-egy diák a kémia-magyar, angol-kémia, kémia-német és kémia-történelem szakpárt jelölte meg.

A tanárképzésbe jelentkezők statisztikai adatai kivételesen alkalmasak a szándékos megtévesztésre. A 17 nappali tagozatos mellett a különböző levelező képzésekre ugyanis még 122 első helyes jelentkezés érkezett – vagyis már diplomás (többnyire tanárként dolgozó) emberek nagy számban szeretnének kémiatanári képesítést szerezni. Ennek egyik legfontosabb oka minden bizonnyal az, hogy jelenleg – más levelező képzésekkel ellentétben – ezt állami finanszírozással lehet megtenni. További érdekesség, hogy még a régebbi rendszerű, nappali tagozatos tanári mester-

3. táblázat. Kémia tanárszakra első helyen jelentkezők száma 2024-ben

	O	L2	L3	L4	L10
DE	0	13	0	0	0
EKKE	0	9	11	0	5
ELTE	10	27	0	0	0
NYE	0	10	9	1	0
PE	0	8	0	0	0
PTE	3	1	6	3	0
SEK	1	4	5	0	0
SZTE	3	10	0	0	0
Σ	17	82	31	4	5

DE: Debreceni Egyetem; EKKE: Eszterházy Károly Katolikus Egyetem (Eger); ELTE: Eötvös Loránd Tudományegyetem (Budapest); NYE: Nyíregyházi Egyetem; PE: Pannon Egyetem (Veszprém); PTE: Pécsi Tudományegyetem; SEK: Eötvös Loránd Tudományegyetem Savaria Egyetemi Központ (Szombathely); SZTE: Szegedi Tudományegyetem;

O: osztatlan, nappali tagozatos képzés (10 félév); L2: két féléves levelező képzés; L3: három féléves levelező képzés; L4: négy féléves levelező képzés; L10: tíz féléves levelező képzés | *Forrás: felvi.hu*

képzésbe is akadt három első helyes jelentkező az országban (egy Szegeden, kettő az ELTE-n). A levelező képzésekből négy különböző időtartamú is létezik: 2, 3, 4 és 10 féléves. Ezek friss jelentkezési számait mutatja be a **3. táblázat**.

A jelentkezési adatok értelmezéséhez fontos (lenne) tudni, hogy jelenleg hány kémiatanár dolgozik Magyarországon, illetve évente várhatóan hányan mennek nyugdíjba közülük. Ami biztos: még ha a levelezőket is figyelembe vevő, erősen torzított számot használjuk, és azt feltételezzük, hogy mindenki szerez diplomát, a számok akkor sem elegendőek a közoktatás jelenlegi színvonalának fenntartáshoz. Sajnos az ennél pontosabb elemzést lehetetlenné teszi az adatok (szándékosan használhatatlanná tett?) nyilvántartási módja. Az Oktatási Hivataltól közérdekű adatigényléssel lehet igen részletes táblázatokat is kérni a „kémiatanárok” korfájáról: a 2021-es és 2022-es nyers adatokat mutatja be a **4. táblázat**.

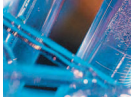
4. táblázat „Kémiatanárok” korfaadatai 2021-ben (2021.10.01. állapot) és 2022-ben (2022.10.01. állapot).

Változás: a 2022-es adatból levonva a 2021-es, egy évvel fiatalabbak számát | *Forrás: Oktatási Hivatal, közérdekű adatigénylés*

Életkor	2022	2021	Változás
23	4	5	4
24	9	9	4
25	21	24	12
26	30	33	6
27	33	27	0
28	30	17	3
29	22	25	5
30	24	14	-1
31	13	15	-1
32	13	17	-2
33	18	14	1

Életkor	2022	2021	Változás
34	16	29	2
35	26	32	-3
36	41	46	9
37	48	48	2
38	53	46	5
39	48	53	2
40	48	73	-5
41	78	87	5
42	93	101	6
43	92	98	-9
44	92	120	-6

Életkor	2022	2021	Változás
45	131	113	11
46	124	119	11
47	117	128	-2
48	135	112	7
49	112	162	0
50	153	137	-9
51	133	160	-4
52	162	164	2
53	171	152	7
54	158	176	6
55	167	127	-9



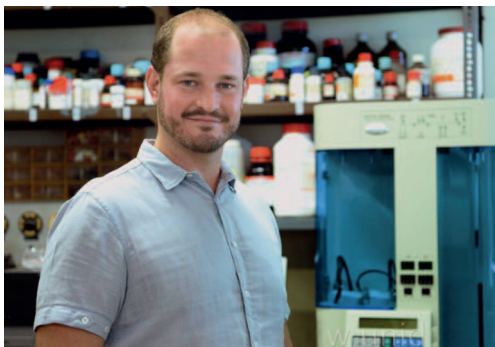
Életkor	2022	2021	Változás
56	121	112	-6
57	117	110	5
58	108	121	-2
59	112	117	-9
60	120	135	3
61	124	116	-11
62	108	107	-8
63	88	83	-19
64	76	74	-7
65	48	38	-26

Életkor	2022	2021	Változás
66	34	22	-4
67	27	21	5
68	22	16	1
69	12	16	-4
70	13	11	-3
71	11	1	0
72	3	3	2
73	4	6	1
74	7	2	1
75	3	4	1

Életkor	2022	2021	Változás
76	5	1	1
77	1	3	0
78	4	2	1
79	2	1	0
80	1	1	0
81	2	0	1
82	0	1	0
83	0	0	-1
84	0	1	0
Σ	3588	3608	

A táblázat adataiból az derül ki, hogy 2021 és 2022 között mindössze hússzal csökkent a kémia tanárok száma, noha a nyugdíjazási kort ennél lényegesen többen érték el, s a 30 évesnél fiatalabbak utánpótlása jóval csekélyebb volt. A legfurcsább azonban az utolsó oszlopban szereplő adatsor, ez az egy korcsoportba esők számának változását mutatja egy év alatt (tehát például a 2022-ben 48 évesek számából kivonjuk a 2021-ben 47 évesek számát). Ez a mutató igen jelentős, elsőre érthetetlen fluktuációra utal. A legkézenfekvőbb magyarázat az, hogy valójában az adatok nem a kémia tanárok, hanem a kémiát tanító tanárok számát mutatják. Mára

egészen általánossá vált ugyanis, hogy sok iskolában nincsen kémia szaktanár, ezért a „kémia”-órákat ilyen képzés nélküli pedagógusok tartják. Közöttük a természetes fluktuáció sokkal nagyobb lehet, mint a tényleges kémia tanárok között. Ezt az értelmezést megerősíti, hogy ugyanilyen jellegű adatsort 2018-ban az Oktatási Hivatal még „Kémiát tanító pedagógusok korfája” címmel adott ki, ahogy az a Magyar Kémikusok Lapja 2018. márciusi címlapján is szerepel. Így a statisztikai nyilvántartás módja eleve lehetetlenné teszi azt, hogy a közoktatásban dolgozó, szakképzett kémia tanárok számáról hivatalos forrásból adathoz lehessen jutni.



Kémia a pórusokban

Beszélgetés Kalmár Józseffel

A beszélgetés annak a Horizont-programnak a kapcsán szerveződött, amelyben üreszközökhez fejlesztenek aerogél-alapú hőszigetelő anyagokat a Debreceni Egyetemen. Kalmár József az egyetem Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszékének habilitált docense. Tavaly elnyerte a „kiválók között is legkiválóbb” Bolyai-ösztöndíjasoknak járó Bolyai-plakettet, korábban az MTA Kémiai Tudományok Osztályának ifjúsági Polányi Mihály-díját. Aerogél-

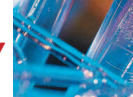
kutatásai tíz évvel ezelőtt kezdődtek. Ekkoriban szerezte meg PhD-fokozatát – nem akárhogy: létezik egy köztársasági elnöki határozat – írta témavezetője, Lente Gábor – kizárólag arról, hogy Kalmár József kitüntetéses doktor, az avatási ünnepségnek pedig mindössze két „dolga” volt: öt kitüntetéses doktort, Habsburg Györgyöt az egyetem díszpolgárává avatták.

2004-ben érettségiztem, de Lente Gábort már korábbról ismertem, mert segített felkészülni országos és nemzetközi kémiai versenyekre – mondja Kalmár József. – Akkor már eldőlt, hogy vegyész szakra jövök a Debreceni Egyetemre. Amint az első félével végeztem, megkérdeztem Gábort, hogy kutathatnék-e a csoportjukban. Ő igent mondott, így az egyetem öt éve és a PhD-képzés alatt végig velem dolgoztam, tőle és a csoport vezetőjétől, Fábíán Istvántól tanultam. Mentoraimmal mindig összetett folyamatok mechanizmusát akartuk megérteni, ezt a fajta gondolkodást ők szeretették meg velem. A PhD-munka alatt egy évet az Egyesült Államokban tölthettem, ahol hasonló témán dolgoztam. Amikor hazajöttem, sajnos nem volt státusz az egyetemen. Két évig fejlesztőként dolgoztam a Teva Gyógyszergyárban – ahol az ipari szemlélettel ismerkedtem meg. Ott is kémiai kutatás lett a feladat, de ipari körülmények között, határidőre dolgoztunk, és az anyagi, jogi-szabadalmi szempontok is előtérbe kerültek, amiből sokat tanultam. Két év elteltével Fábíán István visszahí-

vott a Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszékre, ahol éppen volt egy betöltetlen állás. Ők akkor már néhány éve vizsgálták az aerogéleket, így a javaslatára ebbe a munkába kapcsolódtam be 2014 júniusában.

Milyen anyagok az aerogélek?

Nem egy anyagról van szó, hanem egy anyagcsaládról. Többféle aerogél létezik aszerint, hogy mi adja az alapvázat. Az a közös a „családtagnakban”, hogy mindegyik nagyon porózus: egy aerogéltömb térfogatának csak 10 százaléka, de előfordul, hogy csak 2–3 százaléka a szilárd anyag. A hézagokat, azaz a pórusokat levegő tölti ki – innen származik az elnevezés. Ezek a világ legkisebb sűrűségű szilárd anyagai. Egyes szilika- (szilícium-dioxid-) aerogélek ránézésre olyanok, mint az áttetsző füst, emiatt fagyott füstnek is hívják őket. Az aerogélekben a pórusok nanométeresek, és a különleges tulajdonságok részben éppen abból származnak, hogy az anyag nanostrukturált. Extrém kicsi a hő-



vezetésük, gázokat, folyadékokat is meg tudnak kötni, ugyanakkor a pórusrendszerük átjárható, mint a mosogatószivacs, ezért szűrőként vagy akár szeparációs membránként is használhatjuk őket. A vázalkotó anyagok változatosak, ezek határozzák meg az aerogélek tulajdonságait. A szilika-aerogélból álló tömb például szilárd, de törékeny, viszont bioanyagokból, akár már zselatinból is ellenálló, jól megmunkálható aerogélek születhetnek. Mostanában a szintetikus polimerekből készült aerogélek iránt is nagy az érdeklődés. Egy poliimid aerogél például hajlékony, nagy teherbírási, magas hőmérsékleten is stabil szigetelőanyag lehet.



Kapton, kevlár és funkcionizált szilika-aerogél-tömbök

Milyen rendszereket vizsgálnak a laborban?

Engem főként az érdekel, hogyan befolyásolják az egész halmaz, azaz az aerogél tömbtulajdonságait a nanoszinten és a molekuláris szinten megjelenő szerkezeti elemek. Emellett tervezett funkcióval rendelkező aerogéleket is próbálunk csinálni, például olyanokat, amelyek értékes fémvegyületeket – palládium-, platina-, ezüst-, aranyvegyületeket – kötnék meg vizes oldatból, vagy katalitikusan aktívak a célzott reakciókban. Gyógyszerhatóanyag hordozására is nagyon jók az aerogélek, mert a pórusokba juttatott hatóanyagot akár elnyújtottan, akár nagyon gyorsan is le tudják adni adott feltételek mellett. Emellett új fizikai, kémiai, nagyműszeres jellemzési módszereket dolgozunk ki a tulajdonságaik értelmezésére.

Az anyagtudományi kutatásokban általában igyekeznek minél több új anyagot kifejleszteni, de annak a megértésére, hogy a legalapvetőbb szerkezeti jellemzők hogyan befolyásolják a makroszkopikus tulajdonságokat, kevésbé indítanak kutatásokat. Éppen ezért „szeretnek” bennünket az európai partnerek, mert mi ezt tudjuk beletenni a közös kalapba.

Említette az előbb a gyógyszerhatóanyag-bevitelt: szinte a napokban publikálták egy olyan rendszer kidolgozását, amely alkalmas lehet a hatóanyag tüdőbe „repítésére”.

Szakkifejezéssel élve „pulmonális gyógyszerhatóanyag-bevitel”-ről beszélünk, amikor a hatóanyagot közvetlenül a tüdő belsejébe akarjuk juttatni. Olyan mikrométeres aerogél-gömböcskéket állítottunk elő, amelyek nem tapadnak össze és nagyon hatékonyan porlaszthatók. Ezek a kis szemcsék 10-20 mikrométeresek, de az „aerodinamikai méretük”, amely megszabja, hogy meddig jutnak le a tüdőbe, az 5 mikronos tömör gömbökének felel meg! Ez a speciális hatás részben annak köszönhető, hogy a porózus aerogélnak a felületén is girbe-gurba csatornácskák vannak.¹

Hogyan készül ez az aerogél?

Az alapanyag egy alginátsó. Az alginátok karboxilcsoportokat is tartalmazó poliszacharidok, amelyeket barnamoszatokból vonnak ki – ezeket főleg a Távol-Keleten termesztik. Az alginátsókat a mezőgazdaságban és az iparban is felhasználják; Magyaror-

szágon eddig egyetlen helyen találkoztam velük: a Pick Szegegyárt olyan ujjnyi vastag kolbászt, amelynek a műbele kalcium-alginátsóból készül.

Alginátsóval akár a saját konyhánkban is gyárthatunk például csinos joghurtgömböket – mert a kalcium segíti a gélesedést (ahogy a molekuláris gasztronómiai leírások „tanítják”).

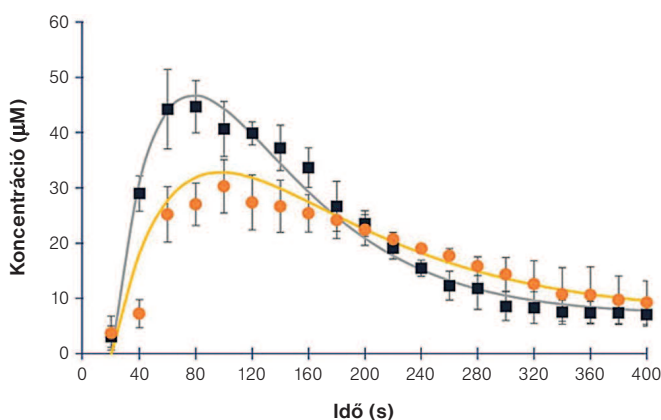
Igen, kalciumionokkal térhálósítjuk a szerkezetet. Meleg vízben feloldja az ember a nátrium-alginátot, beletesz egy kevés kalcium-sót, és az oldat zselésedik. Ionotróp gélesítésnek hívjuk ezt a folyamatot.

A laboratóriumban nehezebb dolguk lehet, mert mikrométeres méretű gömböket kell előállítaniuk.

Ezért beleporlasztjuk a nátrium-alginát-oldatot egy kalcium-só-oldatba. És ehhez nemcsak pneumatikus porlasztást használunk, hanem a porlasztófej meg rezeg is.

Hogy még kisebb gömböket kapjanak?

Igen, és hogy még jobban szabályozzuk a folyamatot. Ez is újdonság, mérnöki fejlesztés eredménye. A kicsi golyókat utána úgy kell kiszárítani, hogy ne essenek össze – éppen ez az aerogél készítésének trükkje. Ehhez a vízből átvisszük őket egy olyan oldószerbe, amelyben szintén duzzadnak, de ezt szuperkritikus szén-dioxiddal maradék nélkül ki lehet mosni. A szén-dioxid eltávolítása után megkapjuk a lyukacsos, száraz golyókat. Utána betöltjük a pórusokba a hatóanyagot, esetünkben a beklometazon-dipropionátot (BDP). Ezt a szert általánosan használják asztma kezelésére. Nagyon rosszul oldódik vízben, de ha betöltjük az aerogélbe, akkor nem vesz fel kristályos formát, így a vízben szinte kirobban a hordozóból. Kvázitúlteltett oldatot ad a tüdőszöveten egy bizonyos ideig.



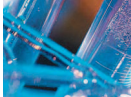
A BDP gyors felszabadulása a kalcium-alginát-aerogél hordozóból kétféle BDP-tartalom esetén (a négyzetek, illetve a körök a mért adatok; a folytonos görbék egy kinetikai modell alapján számított értékeket mutatnak; <https://doi.org/10.1016/j.cej.2024.149849>)

Egyre több gyógyszeripari kísérletben töltenek porózus hordozókba hatóanyagot azért, hogy ott amorf formában maradjon. Az amorf hatóanyag a kioldódása során gyakran túlteltett oldatot képez, amelyből lassan válik ki a kristályos hatóanyag.

Mi lesz az alginátsóval?

Megduzzad, gélt ad, majd feloldódik, idővel lebomlik. Teljesen biokompatibilis, nem okoz gyulladási reakciót a szervezetben, ezt is teszteltük.

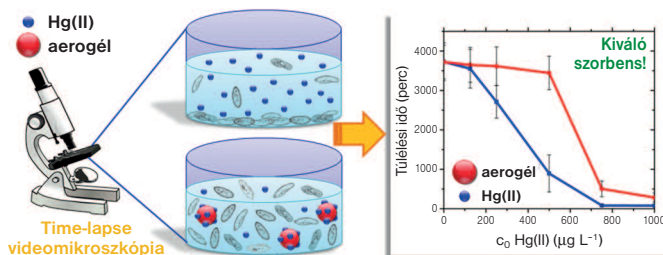
¹ <https://doi.org/10.1016/j.cej.2024.149849>



Korábban szóba került már a fémvegyületek megkötése is – és megint eszünkbe jut a konyha: egy higanyeltávolítási eljáráshoz szilika-zselatin hibrid aerogéleket állítottak elő, Dr. Oetker zselatinból...

Háztartási zselatinnal még mindig kísérletezünk, mert nagyon jó az affinitása a nehézfémvegyületekhez.

A hibrid aerogélt a laboratóriumi vizsgálatok mellett egy „öko-toxicológiai modellrendszeren” is teszteltük. Ez azt jelenti, hogy papucsállatkák túlélését követtük, mert a papucsállatkák meglehetősen érzékenyek a higanyszennyezésre. Amikor higanyt adtunk a kultúrához, kezdtek elhullani az állatkák, de ha volt mellettük aerogél, akkor jóval nagyobb higanykoncentrációnál érvényesült csak a toxikus hatás.²



A szilika-zselatin aerogél a papucsállatka-kultúrában megköti a higanyvegyületeket, így nagyobb higanykoncentráció mellett is túlélnek (<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.130019>)

Egy újabb munkában célzottan módosítottuk ezt a hibrid alapvázat: egymáshoz közeli karboxilcsoportokat építettünk be. Ez az új gél nagyon erősen és szelektív módon köti a vízben oldott palládium(II)vegyületeket, még erősen savas közegben, 2-es pH-n is. Azért fontosak az ilyen szorbensek, mert a palládium egyrészt nagyon-nagyon mérgező, el kell távolítani például a gyógyszeripari folyamatokban, másrészt nagyon drága, tehát akár egy-két százalék palládiumot is érdemes visszanyerni az ipari hulladékok feldolgozása során.³

Térjünk vissza arra, amit a beszélgetés elején említett: az anyagszerkezeti tulajdonságok vizsgálatára.

Ez az, ami engem a legjobban izgat: hogyan határozza meg a szerkezet a pórusos anyag tulajdonságait. Azt szeretnénk megérteni, többek között, hogy ha egy szilárd gél kölcsönhatásba kerül egy folyadékkal, például vízzel – ami azért fontos, mert a gyógyszerhordozók, katalizátorok, szorbensek általában vizes közegben működnek –, hogyan indul meg a felület hidratációja, hogyan telnek meg a pórusok, és ez a folyamat hogyan befolyásolja magának az aerogélnak a tulajdonságait. Meg tudtuk mutatni, hogy kicsi vízfelvételnél – mondjuk, 20-30 százalék relatív páratartalom mellett – egyes biopolimer és szintetikus polimer aerogélek először keményebbek lesznek, de ha még több vizet vesznek fel, akkor puhulnak. Ez azért nagyon érdekes, mert egy környezeti hatásra nemlineáris választ kapunk. Néha a magyarázat mégis viszonylag egyszerű. Képzelnünk el egy láncpolimerekből álló nanoszálát, amelyet hidrogénkötések tartanak össze. Amíg viszonylag kevés vízmolekula épül be ebbe a rendszerbe, ezek

még erősítik is a hidrogénkötés-hálózatot. Ha viszont sok vizet kap a rendszer, akkor a víz és a polimer mintegy szilárd oldatot képez, amittől csökken a hálózatra jellemző nyomószilárdság.⁴

A vízzel való kölcsönhatás jellege az aerogélek felhasználását is alapvetően befolyásolja. A kalcium-alginát gyógyszerhordozó esetében a víz kölcsönhatása olyan erős az alginátalapvással, hogy a víz lényegében leszorítja a hatóanyagot, amely így hamar oldatba kerül, még mielőtt az aerogél megduzzadna és a pórusok bezáródnának.

Olyan szilika-zselatin hordozókkal is „játsoztunk”, amelyekben az összetétellel egyenletesen változik az aerogél duzzadása. Ha kevés a zselatin, akkor a hibrid gyorsan leadja a hatóanyagot, ha sok a zselatin, akkor a duzzadt gél csapdázza, ami végül lassú kioldódást eredményez.⁵

Milyen vizsgálómódszereket használnak?

Mindig két szinten kell gondolkodni: molekuláris szinten – egészen a másodlagos kölcsönhatások és a polimerek kémiai szerkezetének szintjén – és az alapváz nanométeres méretskáláján. Ehhez a másodikhoz inkább fizikai eszköztárat kell használnunk, például kisszögű szórás kísérleteket. Nagyon erős kapcsolatot építettünk ki a HUN-REN Energetikatudományi Kutatóközpont Neutronspektroszkópiai Laboratóriumában Dudás Zoltánnal és Len Adéllal. Egyedülállóak azok a neutronszórás kísérletek, amelyekben a nedves váz torzulását tudjuk felderíteni nanométeres skálán. Molekuláris szinten a kölcsönhatásokat és egyes esetekben a váz átrendeződését általában nem klasszikus folyadékfázisú NMR-módszerekkel vizsgáljuk. Ezeket Bányai István professzor honosította meg Magyarországon, tőle tanultunk. A szilárd fázisú NMR-vizsgálatokat is szeretnénk továbbfejleszteni, ezen egy olasz csoporttal dolgozunk együtt.

Ha tehát összehozzuk a különböző módszereket, képet kapunk arról, hogy mi történik a rendszerben a molekuláris szintről a nanométeres méretskáláig haladva. A modellünket megpróbáljuk összeegyeztetni a tapasztalt makroszkopikus tulajdonságokkal – akár a mechanikai tulajdonságokkal, akár például a hatóanyag-leadással. Ezek után igyekszünk mechanizmust javasolni, próbáljuk megérteni a rendszer működését, hogy jobban tervezhető, javítható legyen.

A tervezéshez most lehetőség nyílt a Horizont-programban.

Igen, bár a mi Horizont-programunk tisztán ipari fejlesztés. Az Európai Bizottság, az Európai Űrügynökség (ESA) és az Európai Védelmi Űgynökség (EDA) kijelölték az EU stratégiai autonómiájának megteremtéséhez kritikus fejlesztési irányokat.⁶ Ebben szó szerint szerepel az az igény, hogy az EU-ban létre kell hozni olyan aerogélfejlesztő és -gyártó helyeket, amelyek kiszolgálják az űripárt. Ennek kapcsán kiírtak egy Horizont-pályázatot hőszigetelő megoldások fejlesztésére, amelyhez a Német Légügyi és Űrkutatási Központ (DLR) szervezett egy konzorciumot, és bennünket is meghívott – mert az EU-ban egyedül nekünk volt kellő tapasztalatunk szintetikus polimer aerogélekkel.

Az EU legnagyobb űreszközyártói, a Thales Alenia Space és az ArianeGroup definiálták a megoldandó problémákat és specifikálták az elvárt tulajdonságokat: előírták például a hőszigetelő megoldásokra vonatkozó vastagságot, sűrűséget, hőáteresztő és infraszugázás-visszaverő képességet. A partnerektől, köztük tőlünk várják az ennek megfelelő új anyagokat. A mi polimer aerogéljeink szerencsére teljesítik az elvárásokat, de még csak a kis léptéknél tartunk. A program harmadik évének a végére, másfél év múlva, olyan minőségű és méretű anyagokat kell produkál-

² <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.130019>

³ <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2022.156026>

⁴ <https://doi.org/10.1021/acsami.0c17012>, <https://doi.org/10.1002/admi.202300109>

⁵ <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2020.01.016>

⁶ https://defence-industry-space.ec.europa.eu/joint-task-force-jtf-evolution-powering-strategic-autonomy-space-2023-05-10_en



nunk, amelyeket már a valós, űrbelivel megegyező körülmények között tesztelhetnek.

Titok, hogy milyen polimerekről van szó?

Nem, mert ez a stratégiai célokról szóló dokumentumokban is megjelenik, és a NASA is már régóta dolgozik ilyen anyagokkal: tipikusan kapton és kevlár polimerekkel; mindkettőt a DuPont fejlesztette ki. A kevlárt jobban ismeri az ember, kaptonnal általában narancssárga vagy citromsárga fóliák, szigetelőszalagok formájában találkozhatunk, főként az elektronikában, űrtechnikában. Egyes polimidek nagyon kicsi és nagyon nagy hőmérsékleten is szinte ugyanolyan mechanikai tulajdonságokat mutatnak: nem kristályosodnak, nem lesznek ridegek, nem lágyulnak. Ha ezekből (például kaptonból) készítünk aerogélt, akkor óriási mértékben javulhat a hőszigetelő tulajdonságuk.

Egyik nyilatkozatában említette, hogy a lapokat bevonatolni, majd rétegezni kell, így kerülnek fel az űreszközre.

A rétegzés a projekt egyik alrendszerének elvárása. A műholdakról készült fotókon rendszerint csillogó narancssárga fóliákat látunk: ezek többrétegű (multilayer, MLI) szigetelések; elsősorban alumíniumozott kaptonrétegekből állnak: együtt jobb az infragaszárzás-visszaverő képességük. Nekünk ehhez hasonló, de jobban teljesítő megoldással kell előállnunk.



A Cassini űrszondát 24 rétegű borítás védte, köztük alumíniummal bevont kapton (NASA)

A projektben kísérleti üzem felállítása is szerepel – gondolom, a méretes darabok előállítását miatt.

Igen, nekünk monolitokat kell gyártanunk. Ezeket egy darabban kell kiszárítanunk, ezért viszonylag nagy térfogatú, professzionálisan szabályozott reaktorokra van szükségünk, amelyek működtetése „félüzemi” rendszert igényel. Ez már készen áll az egyetemen: programozható, jól szabályozható, nagy teljesítményű berendezések, amelyek megfelelnek az elvárt ipari normáknak.

Esetleg gyártásra is használják majd a félüzemet, ha befejeződik ez a program?

Számítunk rá. Európában még csak kis startup aerogélgártó cégek vannak, amelyek egy-egy alapanyagra, például szilikára vagy egy adott polimerre szakosodnak, de mostanában már felmerül az igény, hogy a speciális alkalmazásokra is folyamatos üzemű,

ipari termelőhelyeken állítsanak elő aerogélt. Áthidaló megoldásként Németországban, Jülichben épül egy kísérleti üzem 800 literes szárítókapacitással, ami nagyon nagy szám. Ha ezután Európában valaki üzemésíteni akar egy adott folyamatot, de hiányzik hozzá a megfelelő technikai háttér, akkor ott „bérfejlesztésben” meg lehet vizsgálni egészen a léptéknövelés végéig, hogy üzletileg rentábilis-e a gyártás, és ha igen, akkor ki lehet vinni a technológiát egy új cégbe, ahol megvalósul a folyamatos termelés. Egyelőre viszonylag kicsi ez a piac, és az európai felhasználók eddig az Egyesült Államoktól, Kínától vették meg azt, amire szükségük volt. Mivel az aerogélek stratégiai anyaggá válnak, Európának is szüksége lesz önálló gyártókapacitásra.

A hétköznapi szintjén is megjelennek már az aerogélek?

A vegyiparban egy évtizede jelen vannak, de egyre közelebb kerülnek a hétköznapiakhoz. A jelenlegi globális piacot egymilliárd dollár körülire teszik, ami nem nagy: egy közepes méretű gyógyszercéznek ötmilliárd dollár körül lehet évente az árbevétele. Az aerogéleket hőszigetelő anyagként használják például, de főleg ipari méretű desztillálókolonnák, speciális csővezetékek esetében, leginkább az olajiparban, a polimeriparban, az építőiparban is megjelentek az aerogél hőszigetelőtömbök, de ezek annyival drágábbak a hagyományosnál, hogy csak műemlékekhez, speciális gyárakhoz, „zéróenergiás” házakhoz érdemes őket használni.



Az aerogéllapok – az akkumulátor hőszigetelése mellett – az akkumulátoregységek potenciális hőmegfűtésének átterjedését is megakadályozzák (jiosaerogel.com)

A szokásos tíz- vagy húszcentis hőszigetelő réteg helyett aerogélből egy-két centi is ugyanazt a teljesítményt nyújtja.

Az akkumulátoripar óriási fejlődése magával fogja húzni az aerogélipart is, mert az autókban lévő cellablokkok szigetelésében, elválasztásában nagy előny, ha könnyű és vékony aerogéllapokat használnak. Kínában úgy nyolc éve létrehoztak egy óriási üzem: ez az IBIH Advanced Materials most a világ legnagyobb aerogélgártója; a debreceni CATL akkumulátorgyárba is szállít majd aerogélpaneleket. Találkoztunk a képviselőikkel, akik azt mondták, egyelőre a logisztikát tudják csak megoldani, de a jövőben megfontolják gyártóüzem létesítését is Magyarországon. Néhány éven belül óriási keresletnövekedés várható az aerogélek iránt. Részben ezért, részben pedig a gyógyszeriparban, a körforgásos gazdaságban és a katalízisben rejlő, még kiaknázatlan lehetőségek miatt az IUPAC 2022-ben a legígéretesebb kutatási irányok közé sorolta az aerogélek fejlesztését.⁷ sv

⁷ <https://iupac.org/iupac-2022-top-ten/>



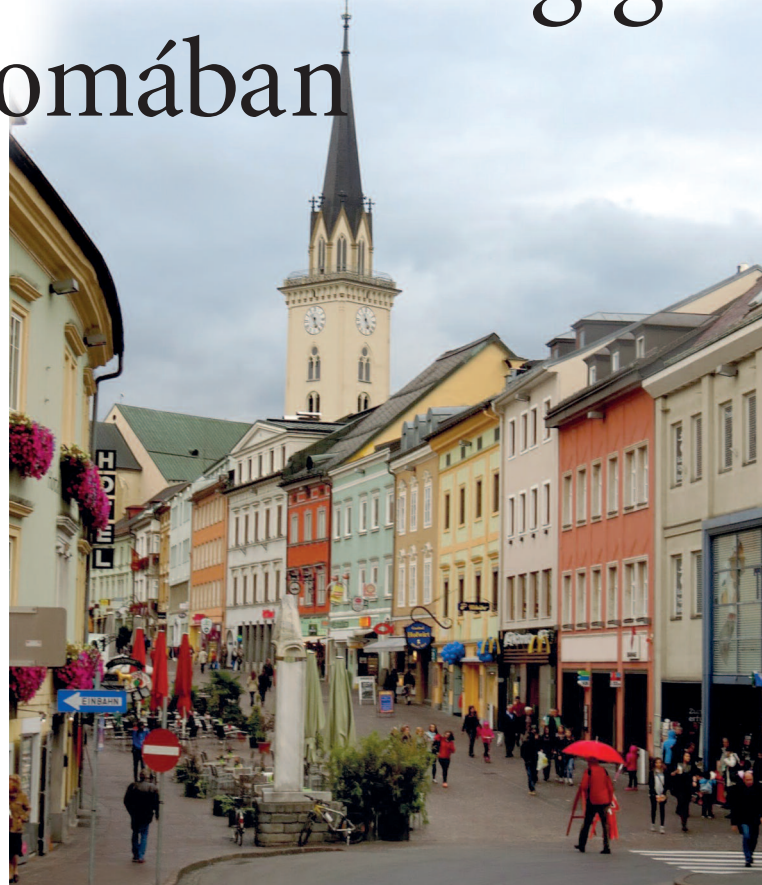
Keglevich Kristóf

■ Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium | keglevich@fazekas.hu

Villachtól Bécsen át Salzburgig – Paracelsus nyomában Ausztriában

A karintiai Villach elsősorban nem kulturális és természettudományos emlékeinek köszönhetően népszerű turisztikai célpont, hanem gyönyörű földrajzi környezete teszi azzá. A Dráva felső folyásánál települt várost minden irányból az Alpok bércei veszik körül, a legtöbbször egy magashegyi túra vagy egy közeli sípálya elérése miatt csupán átutaznak rajta. E sorok írója is egy iskolai sítábornak köszönhetően jutott el Villachba 2024 februárjában. Agyrázkódás gyanújával minden nap legalább egy, de jellemzően több diák is bekerült a helyi kórházba, amely a városközpont közvetlen közelében fekszik. Az egyik betegszállítást kihasználva szabadságotam magam fél napra, hogy megnézzem a nevezetességeket, és rájöttem, milyen szép is Villach történeti városmagja. Nem nagy, egy nap alatt kényelmesen megtekinthető a számos római kori emléket őrző városi múzeum, a legkiemelkedőbb műemlék, a Szent Jakab-templom és a többi látnivaló. Bár 1945-ben az amerikai bombatámadások igen nagy pusztítást végeztek a középkori óváros területén, a Jakab-templomtól a Dráva hídjáig futó főtérről nyíló szűk, sikátoros utcácskák sora és a környező régi házak belső, árkádos reneszánsz udvara ma is ódon hangulatot áraszt.

Ilyen patinás épület a főtér 18. szám alatti toszkán palota is, amelynek belső, négyzetes, nyitott árkádos udvara a Paracelsus-



Villach főtere

hof nevet kapta. Itt töltötte gyermekkorát Philippus Theophrastus Aureolus Bombastus von Hohenheim, ismertebb nevén Paracelsus (1493–1541). A Paracelsus nevet csak 1530 körül vette fel, ennek jelentése vitatott. Egyesek állítják, a Hohenheim név görögösítésével „gyártotta”, más feltételezések szerint azt jelenti, Celsus

A villachi Paracelsus-udvar és a híres jatrokémikus dombormúve (a két plasztika közül a bal oldali)





– a Kr. u. 1. században élt római orvos – felett álló. A reneszánsz meggyőződés szerint minden dolog zsinórmértéke a klasszikus, görög-római előzmény. Paracelsus névvalasztása mutatja, tisztában volt azzal, hogy tanai forradalmasítják a galénoszi, a testnedvek arányát vizsgáló orvoslást. A 16–17. századi jatrokémia (orvosi kémia) egyik első és legismertebb képviselője Paracelsus. A jatrokémia jócskán bővítette a gyógyszerként használható anyagok körét, és ezeket a gyógyszereket megkísérelte koncentráltan, tisztán előállítani.

Paracelsus a vándor humanisták életét élte, felnőttként nem tartózkodott hosszasan egyazon helyen. Ez a „tudományos séta” a híres csodaorvos-filozófus vándorútjának a mai Ausztria területére eső helyszíneit mutatja be. Paracelsus egyébiránt több alkalommal járt Magyarországon is. Életútjának modern szemléletű, magyar nyelvű összefoglalását Bobory Dóra *Batthyány Boldizsár titkos tudománya* című könyvének egy fejezete nyújtja, amely a vonatkozó nemzetközi szakirodalmat is citálja (L’Harmattan, 2018, 121–131).

A későbbi jatrokémikus Einsiedelnben, Schwytz kantonban (a mai Svájc területén) született ismeretlen anyától és egy Wilhelm Bombastus von Hohenheim nevű nemesembertől. Saját visszaemlékezése szerint szerény körülmények között nevelkedett. Körülbelül tízéves korában Villachba került, ahol apja tanítóként dolgozott. Paracelsus első bányászati, ásványtani és botanikai ismereteit feltehetően apjának köszönhette. A 16. században több karintiai bánya a korabeli Európa bányászatának, fémkereskedelmének jelentős részét magához vonó Fugger család érdekeltiségébe tartozott, például a Villach közvetlen közelében fekvő Bad



A villachi városi múzeum földszintjén két terem állít emléket a 16. századi orvos-polihisztornak

Bleiberg tárnái is, ahol ólom- és cinkércet bányásztak, de ezüst is kinyerhető volt belőlük. A tinédzser Paracelsus a bányákban és az azokhoz kapcsolódó műhelyekben is dolgozott asszisztensként. Az 1510-es években az ezüstbányáiról ismert tiroli Schwazba is elvetődött, Sigmund Függer metallurgiai laboratóriumába.

Ezután egyetemjárásba kezdett: 1510 táján Bécs, Wittenberg, Lipcse, Erfurt és Ferrara egyetemén fordult meg. Bizonytalan, hogy a mesterfokozaton kívül szerzett-e más titulust, mindenestre önmagát orvosnak tartotta. Egy ideig a velencei seregben működött, majd Habsburg V. Károly regimentjében szolgált mint katonaorvos. Itt személyes tapasztalatokat szerzett a sebgyógyítás terén, nem visolygott a betegekkel való közvetlen kontaktustól, és a hagyományos orvoslás kérelhetetlen kritikussá vált. Egy ideig a bázeli egyetemen tanított (1527/1528). Innét polémiára hajlamos és nyers természete miatt kellett távoznia. Élete során bejárta szinte teljes Nyugat-Európát, azonkívül Rodoszon, Cipruson, Isztambulban, a Szentföldön és Egyiptomban is töltött némi időt.



Májustól októberig látogatható a Bad Bleiberg határában lévő Terra Mystica és Terra Montana bányászati kiállítás („élménybánya”). Előbbi geológiai jellegű, utóbbi a bányászok munkájára koncentrál. Paracelsus személyével a Terra Mystica foglalkozik



Paracelsus 1964-ben egy plasztikával díszített emlékművet kapott Bécsben, a belvárostól északkeletre, a Duna szigetén lévő Donauparkban

Paracelsus a betegségek okát nem a testnedvek rossz egyensúlyában látta, mint Galénosz, hanem külső okokat tételezett föl. Meglátása szerint nemcsak növényekből készíthetőek gyógyhatású szerek, hanem ásványi anyagokból is. Ez a vélekedése is hozzájárult a hagyományos felfogást követő orvosokkal és patiká-



Paracelsus egy feltehetően Augustin Hirschvogel 1540. évi metszete alapján készült olajfestményen

riusokkal való viszonya megromlásához. Például a megfelelő dózisban adagolt higany segítségével sikereket ért el a vérbaj gyógyítása terén, viszont szembekerült a már említett nagy hatalmú Fuggerekkel, ugyanis az általuk Amerikából importált guajakfa kérgéből főzött tinktúrát is szifiliszellenes szerként forgalmazták. Paracelsus a szennyezésmentes hatóanyag előállításával összefüggésben a laboratóriumi gyakorlatot is az orvosi munka fontos részének vélte.

Híres megállapítása szerint a mérgező hatás csak a dózistól függ: „Mi az, ami nem mérge? Minden dolog mérge és semmi nincs, ami nem mérgező. Egyedül az adagon múlik, hogy valami nem mérgező.” (*Was ist das nit giftt ist? Alle ding sind giftt und nichts ohn giftt. Allein die dosis macht das ein ding kein giftt ist.*) Megjegyzendő, hogy Paracelsus vonatkozó, *Sieben defensiones* című műve először németül jelent meg (két évtizeddel szerzője halála után, 1564-ben), a közismert *sola dosis facit venenum* (csak az adagon múlik, hogy valami mérgező-e) szállóige fordítás. Paracelsus bázeli egyetemi előadásait is németül tartotta, nem latinul, amivel megbotránkoztatta professzortársait. Ez a törekvése, az anyanyelvi kultúra fejlesztése a reformáció egyik általános célkitűzése volt.

Számomra – középiskolai tanár lévén – Paracelsus tevékenységéből a dózis-hatás összefüggés a legfontosabb. Szempontot adhat többek között ahhoz a kérdéshez, hogy a placebohatáson túl várhatunk-e egyebet a hatóanyag híján lévő homeopátiás készítményektől. Érdekes módon a homeopáták is korai előfutárukat tisztelik Paracelsusban.

Ahhoz képest, hogy a középkor alkímistái az egy és egyetlen univerzális csodaszert akarták megtalálni, előremutatónak mi-

nősül az is, hogy Paracelsus és követői különféle gyógyszerek előállításán fáradoztak. Ugyanakkor egyes népi hiedelmek, babonák hatása alól Paracelsus sem tudta kivonni magát. Egyik találmányát, a „fegyverkenőcsöt” nem a fegyver által megsebzett testrésze, hanem a sérülést okozó fegyverre javasolta kenni bizonyos láthatatlan megfelelőek miatt.

Paracelsus 1524-ben Villachba látogatott, majd halála előtt két évre, 1538 és 1540 között ismét hazatért gyerekkori otthonába. Villach város 1538. május 12-i oklevele bizonyítja ezt, amelynek tárgya Paracelsus apjának elhunytja és az örökösödés. 1538 au-



A Bad Sankt Leonhardban álló Paracelsus-ház egy Lavant-völgyi forrástúra kiindulópontja



Paracelsus 1541. szeptember 21-én a salzburgi Fehér ló fogadóban (helyén ma a Kaigasse 8. sz. ház áll) diktálta végrendeletét



Paracelsus síremléke a salzburgi Szent Sebestyén-templomban



Paracelsus salzburgi szobra Josef Thorak alkotása (1943). 1952-től áll jelenlegi helyén, a Mirabell-park közelében



Az 1565-ben Frankfurtban megjelent *Opus chirurgicum* első oldala

gusztszásban és 1540 márciusában is igazolhatóan Karintiában tartózkodott. Megvizsgálta a Lavant folyó völgyében fakadó sávyányú vizek gyógyhatását. Ennek a munkásságának több forrás-ház állít emléket, ilyeneket például Bad Sankt Leonhard térségében láthatunk, ha letérünk a Grazot Klagenfurttal összekötő autópályáról.

1541-ben Paracelsus Salzburgba költözött, ott halt meg máig tisztázatlan körülmények közt. Az óváros több házában is van em-

léktáblája (a Platzl nevű téren, a Kaigasse egy házában, ahol végrendeletét írta és a Dr.-Wilfried-Haslauer-Platzon, ahol 1525-ben lakott). A salzburgi Szent Sebestyén-temetőben temették el, majd 1752-ben a temető szomszédságában álló templom barokk stílusúvá alakításakor az akkor létrehozott nekropoliszban kapott díszsírhelyet, közvetlenül a templom sírkertbe vezető kapujánál. A neves jatrokémikusnak 1952 óta áll szobra Salzburgban.

Paracelsus munkái többségét halála után nyomtatták ki, részben állandó vándorlásai miatt, részben pedig azért, mert a kiadók nem akartak öszs-zetűzésbe kerülni Paracelsus befolyásos orvos ellenfeleivel. Nyelvezete helyenként fellengzős, alkimista örökségként olykor misztikába hajló és goromba természetének megfelelően gyakran trágár. Ezt jól illusztrálja az alábbi, a *Paragranum* (1565) c. művéből származó idézet.

„Melyik tudós és tapasztalt ember keresné az orvost a külső látszatban? Semelyik sem; de ki keresi a külső látszatban? Az oktalan elme. Mire alapul mármint az olyan orvoslás, melyre egyetlen tudós sem kíváncsi; nem mutatkozik benne filozófia sem, nem tapasztalni benne alkimia sem, nem érezni benne erényt sem? S amiért elmondom, hogy minek kell meglennie egy orvosban, szerintük azért *Cacophrastusa* [a szar szószólója] kell változtatnom a nevemet, mikor pedig igazán *Theophrastusnak* [az isteni beszéd mestere] hívnak, fajtám és keresztelése-
sem okán.

Jól megértétek pedig, hogy miként tekintem az orvoslás alapját, mi mellett maradok és fogok maradni eztán is: a filozófiában, az asztronómiában, az alkimiaiban és az erényekben. Vagyis az első oszlop a föld és a víz teljes filozófiája; a másik oszlop az asztronómia és az asztrológia, a lég és a tűz két elemének tökéletes ismeretével; a harmadik oszlop pedig az alkimia, maradéktalanul, valamennyi eljárásával, tu-

lajdonságával és a négy nevezett elem mesteri uralásával; a negyedik oszlop pedig az erény, kísérője az orvosnak mindhalálíg, záróköve és támasztéka a többi három oszlopnak. S jól figyeljetelem rá, mert nektek is ebben a négy oszlopban kell jártasnak lennetek, vagy pedig látni fogja minden falu minden parasztja, hogy miben áll a tudományotok: abban, hogy a fejedelmet-uralkodót, a várost-országot egyedül sarlatánsággal gyógyíttjátok, s tudományotokról sem tudástok, sem igazságotok nincsen; s a feddés, amit kaptok, nektek, bolondoknak és képmutatóknak szól, nektek, állítólagos orvosoknak. De amiért én elfogadom ama négyest, ugyanúgy el kell fogadnotok nektek is, s nektek kell engem követnetek, nem nekem titeket. Nektek engem, *Avicenna*, *Galene*, *Razis*, *Montagnana*, *Mesue stb.*, nektek engem és nem nekem benneket, ti *Párizsból*, *Montpellier-ből*, ti *Svábföldről*, *Meissenből*, ti *Kölnből* és *Bécsből* valók, s ami még csak a Duna és a Rajna árja mentén fekszik, ti szigetetek a tengerben, te *Itália*, te *Dalmácia*, te *Szarmácia*, te *Athenis* s te *Görögföld*, te *Arabs* és te *Izraelita*. Nektek engem, s nem nekem titeket, nem marad közületek egy a leghátsó ficakban sem, akit nem fognak a kutyák lehugyozni. Én monarcha leszek, s enyém lesz a monarchia, én kormányozom a monarchiát és kötök szíjat a derekatokra. Hogy tetszik nektek *Cacophrastus*? Ennek a szarnak le kell mennie a torkotokon.”

(Paracelsus: *Paragranum*. Ford. Adamik Lajos. Bp., Helikon, 1989. 8–9.)

Hargittai István–Hargittai Magdolna

■ BME Szeretlen és Analitikai Kémia Tanszék

Tudomány körüli séta Berlin–Buchban

Berlin–Buchnak, Berlin egyik elővárosának fontos hagyományai vannak a tudomány művelésében; negatívak és pozitívak egyaránt. A közterületeken sok szobor található, köztük tudósok emlékének tisztelő mellszobrok. Négyet idézzünk meg: Hermann von Helmholtz, Walter Friedrich, Nyikolaj Tyimofejev-Reszovszkij és Max Delbrück, négy nagyon különböző, de ugyancsak érdekes tudományos pálya.

Buch városa korábban Brandenburg porosz tartomány része volt még a német egyesítés (1871) előtt és sokáig utána is. 1920-ban csatolták Berlinhez, és itt hozták létre 1928-tól a Kaiser Wilhelm Institut (KWI) kutatóintézet-hálózat agykutatással foglalkozó intézetét. Ennek első vezetői a híres tudós házaspár, Oskar Vogt (1870–1959) és Cécile Vogt-Mugnier (1875–1962) volt. Az intézet, amelyet a náci érában Hugo Spatz (1888–1969) és Julius Hellervorden (1882–1965) vezetett, aktívan részt vett a náci eugenikai és rasszista „kutatásokban”. A náci Spatz és Hellenvorden frissen kivégzett deportáltak agyával kísérletezett, és mindketten közreműködtek a náci hírhedt kényszerített eutanázia (Aktion T4 elnevezésű) programjában. Spatz alatt a főorvos Richard Lindenberg (1911–1992) volt, aki később a német légierő, a Luftwaffe vezető patológusaként szolgált. A háború után, egy sajátos ame-

rikai program keretében, az Egyesült Államokban folytatta pályáját. Ebben a programban német tudósokat, közöttük exponált náciakat importáltak az Egyesült Államokba.

1949 és 1990 között Berlin–Buch Kelet-Berlinhez tartozott. A német újraegyesítés óta nagyszabású nemzetközi tudományos és technológiai központtá fejlődött; ez ma a Max Delbrück Centrum für Molekulare Medizin székhelye. A parkosított kampuszon több, tudósok emléket állító mellszobor és más szobrok állnak, köztük absztrakt jellegű alkotások. Írásunkban négy mellszobrot mutatunk be, amelyek nemzetközileg is jelentős tudósoknak állítanak emléket.

Hermann von Helmholtz (1821–1894) német fizikus és orvos, a Magyar Tudományos Akadémia tiszteleti tagja (1872), óriás a természettudomány történetében. Elsősorban az energiameg-

Balra: Hermann von Helmholtz mellszobra (Adolf von Hildebrand, 1891), a Hermann Helmholtz-ház előtt. Jobbra: Hermann von Helmholtz domborműves portréja, amely az állatorvosi iskola (VII. kerület, István utca 2.) egyik vörös téglás épületének bejáratát díszíti (a szerzők felvételei)





maradással foglalkozó, elektrodinamikai, termodinamikai, hidrodinamikai kutatásait tartják számon, de sok más területen is voltak felfedezései. Foglalkozott például a szem és a látás matematikai modelljével, a térlátással és a színlátással. A szem vizsgálataira oftalmoszkópot készített, amiben az angol matematikus és feltaláló Charles Babbage megelőzte, de arról a szakemberek nem vettek tudomást, míg Helmholtz újítását széleskörűen alkalmazták. Esztétikával, a tudománynak a társadalomra gyakorolt hatásával és más filozófiai kérdésekkel is foglalkozott.

Berlin–Buchban található mellszobra csak egy a számos Helmholtz-emlékmű között. Egész alakos szobra áll például a berlini Humboldt Egyetem főbejárata előtt. Budapesten az állatorvosi egyetem egyik vörös téglás épületének homlokzatát díszíti egy domborműves Helmholtz-portré. Tanítványai közül sokan lettek nemzetközileg élvonalbeli tudósok. Eötvös Loránd (1848–1919) Heidelbergben tanult fizikát, ott is doktorált, és Helmholtz volt az egyik professzora. Helmholtznál járt tanulmányúton az orosz fiziológus Ivan M. Szecszenov (1829–1905), a jelenlegi vezető moszkvai orvostudományi egyetem névadója is. Ugyancsak tanítványai közé tartozott Kliment A. Tyimirjavez (1843–1920) orosz természettudós, ma a vezető orosz agrártudományi egyetem – mezőgazdasági akadémia – névadója. Helmholtz nevét viseli Moszkvában egy természeti kutatóintézet.



Walter Friedrich mellszobra (Maria Schockel-Rostowskaja, 1964) a Max Delbrück kommunikációs központ épülete előtt (a szerzők felvétele)

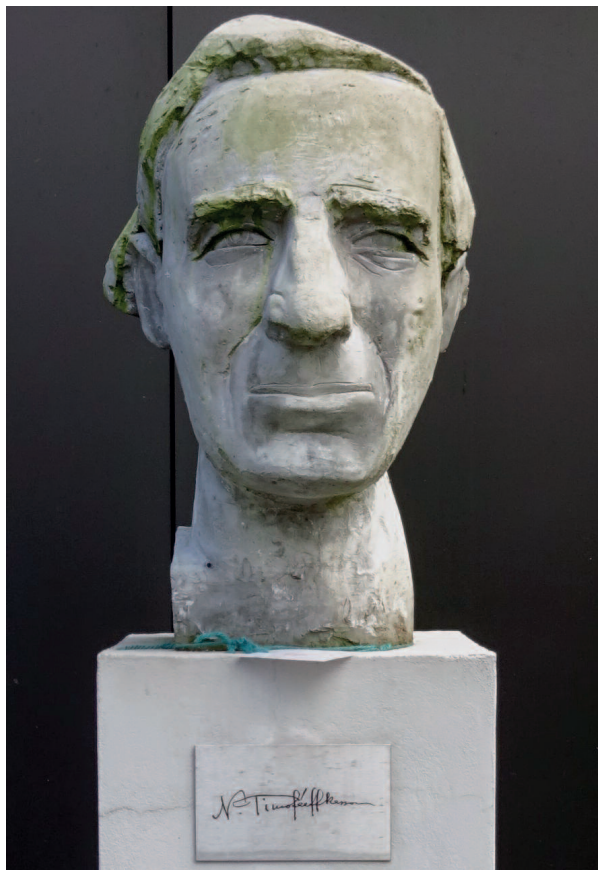
Walter Friedrich (1883–1968) fizikus a röntgenkrisztallográfia egyik úttörőjeként került a tudománytörténetbe. Paul Ewald (1888–1985) vetette fel először egy olyan új kísérlet lehetőségét, amely elindította a huszadik század egyik legfontosabb kutatási eszközét, a röntgenkrisztallográfiát. Ewald Göttingenben tanult, majd Münchenben az elméleti fizikai intézetben folytatta, és doktori disszertációjában az elektromágneses hullámok rezoná-

torok szabályos rendszerében történő terjedésével foglalkozott. Doktori értekezését 1912-ben védte meg. Még 1911 decemberében beszámolt Max Laue (1879–1960) docensnek kutatásairól, aki visszakérdezett: elképzelésében van-e korlát arra vonatkozóan, hogy az elektromágneses spektrum melyik tartományából használjanak fel sugárzást. Ewald azt felelte, hogy nincs ilyen korlát. Laue akkor megkért két fiatal kísérleti fizikust, Friedrichet, aki akkor posztdoktor volt, és Paul Knipping (1883–1935) doktoránst, hogy bocsássanak röntgensugarat egykristályra és nézzék meg, kapnak-e interferenciaképet. Laue két fontos *feltételezésre* támaszkodott, amikor javasolta ezt a kísérletet. Az egyik az volt, hogy a röntgensugár hullámtermészetű, a másik, hogy az egykristály építőelemei szabályos rendet alkotnak. A siker teljes volt. Laue ragyogó pályát futott be, nemcsak nagy fizikus lett, de emberi kvalitásai is példaképpé tették. Egyike volt azon kevés Németországban maradt nagy tudósoknak, akik mindvégig következetesen náciellenesek maradtak, és ezt egy-egy esetben bátor kiállással demonstrálta. Ami Laue nevét illeti, Laue és von Laue egyaránt szerepel az irodalomban. Amikor 1912-ben a mérőföldkő-jelentőségű kísérletet eltervezte, Laue volt. Amikor 1914-ben megkapta a Nobel-díjat, már von Laue. Időközben ugyanis apját örökletes nemességgel tüntette ki a császár. Laue 1914-ben kapott osztrák Nobel-díja teljesen megérdemelt volt. Hozzátehetjük azonban, hogy manapság már jobban figyelembe veszik a fiatalabb és alacsonyabb rangú munkatársakat, és lehet, hogy ma hasonló esetben a díjat hármójuk között osztanák meg. Ugyancsak szóba jöhetett volna a Nobel-kitüntetésre a később Amerikába emigrált Ewald, aki tevékeny alkotó maradt a röntgenkrisztallográfia területén, és a Nemzetközi Krisztallográfiai Unió egyik alapítója és vezetője lett.

Walter Friedrich eredetileg Genfben tanult zenét és fizikát, majd Münchenben folytatta, de már csak fizikával. 1911-ben szerezte meg a doktorátust Wilhelm Conrad Röntgen irányításával. Röntgen ugyanúgy, mint a fizikai intézetet vezető Arnold Sommerfeld, lehetetlennek találta az Ewald, majd Laue által javasolt kísérletet. A kísérlet sikere bizonyította a röntgensugárzás elektromágneses hullámtermészetét és azt is, hogy a kristályt felépítő atomok háromdimenziós szabályos rendet alkotnak.

1914-től Friedrich Freiburgban az egyetemi klinikán a röntgensugarak és a rádium gyógyászati alkalmazásaival foglalkozott. Megalapította az első német egyetemi biofizikai kutatóközpontot. 1921-ben egyetemi tanár lett, 1922-ben a berlini Humboldt Egyetemre kapott professzori kinevezést az orvosi fizikai tanszékre és igazgatói megbízást a sugárkutató intézet élére. A náci érában ember maradt, ismereteink szerint nem fertőzte meg a náciizmus. A háború után folytatta tudományos kutatásait, és amikor a kielezett politikai helyzetben lehetősége lett volna egy nyugati egyetemi állásra, inkább keleten maradt. Berlin–Buchban az akadémiai orvosbiológiai intézetet vezette, és sokat tett a városrész tudományos intézményeinek fejlődéséért. Ezeket a tevékenységeket egész aktív pályafutása alatt folytatta, de közben más tisztségeket is betöltött. 1949 és 1951 között a Humboldt Egyetem rektora, 1951 és 1956 között az NDK Tudományos Akadémiájának elnöke volt.

Paul Knipping 1913-ban fejezte be doktori tanulmányait Münchenben. A következő húsz évben ipari, tudományos és egyetemi fizikai laboratóriumokban dolgozott. Szinte azonnal Hitler uralomra jutását követően, 1933. május 1-én belépett a náci pártba és csatlakozott a náci rohamosztagához (Sturmabteilung, SA). Egy éven belül kinevezték egyetemi docensnek. 1935 októberében motorkerékpár-balesetben életét veszítette.



Nyikolaj Tyimofejev-Reszovszkij mellszobra a róla elnevezett épület előtt (Stefan Kaehne, 2006, a szerzők felvétele)

Nyikolaj Tyimofejev-Reszovszkij (1900–1981) Moszkvában született. Biológusnak tanult, de egyetemi tanulmányai a polgárháború idejére estek, és sohasem szerzett hivatalosan diplomát. Nyikolaj K. Kolcov (1872–1940) tanítványa volt, majd közeli munkatársaként a Kísérletes Biológiai Intézetben dolgozott. Kolcov tanítványai közül többen is vezető biológusok lettek a Szovjetunióban. Kolcov sorsa tragikus, bár a Szovjetunióban az 1930-as években nem szokatlan. Koholt vádak, letartóztatás, halálos ítélet, szabadlábra helyezés, újabb zaklatás és eljárás, végül szívinfarktus és halál követték egymást. Halálának hírére felesége öngyilkos lett. Tyimofejev-Reszovszkij pályája ragyogóan indult; oktatott és kutatott, elsősorban az akkor úttörő területtel, radiobiológiával foglalkozott. Az elsők között állapította meg, hogy nincs küszöbértéke az emberi szervezetre károsan ható radioaktív sugárzásnak, mert már a legcsekélyebb mennyiségben is lehet negatív következménye. Ezt Tyimofejev-Reszovszkij radiobiológiai paradoxonnak nevezte. A paradoxonnak megfelelően, az elsők között javasolta, hogy a röntgenorvosokat lássák el ólomból készült védőköténnyel. A továbbiakban genetikai kutatásokkal foglalkozott.

Az 1920-as években a szovjet biológusok még a világ élvonalához tartoztak a genetikai kutatásokban. Amikor együttműködési megállapodást kötöttek a szovjet–német tudományos kutatósokról, a szovjetek vállalták, hogy segítik a német genetikai kutatásokat. A németek az agykutatásokban vállaltak a szovjeteket segítő tevékenységet. A megállapodás keretében csatlakozott Tyimofejev-Reszovszkij Berlin–Buchban a KWI agykutatóihoz. Egykét évre tervezett tartózkodásából húsz év lett és csak 1945-ben tért vissza a Szovjetunióba, ahol időközben tönkretették a genetikai tudományát. Otthon fogolyként kezelték, de megengedték, hogy folytassa tudományos kutatásait. Kinevezték egy biofizikai

laboratórium élére Obnyinszkban, az ottani nagyszabású kutatóközpontban, ahol értékes munkát végzett a szovjet nukleáris program számára. Azt sohasem engedték meg, hogy Moszkvába költözzön. Obnyinszkban emléktábla emlékszik rá. Különösnek tűnhet, hogy alkalmasnak találták a felelős vezető beosztásra egy biztonsági szempontból érzékeny területen, de személyi szabadságát korlátozták. Ez azonban nem volt szokatlan a Szovjetunióban, ahol a száműzésre és a kényszermunkára ítélték közül sokan dolgoztak a légerekben létrehozott kutatóhelyeken, ún. sarkakban. Voltak köztük később neves szovjet tudósok és feltalálók, mint például a repülőgép-tervező Andrej Tupoljev vagy a szovjet űrprogram legendás vezetője, Szergej Koroljov. Amikor egy deportált újítását a szabadalmaztatáshoz hasonló eljárásra kellett bocsájtani, feltalálóként a titkosrendőrséget, a KGB-t jegezték be.



Max Delbrück mellszobra (Hans Scheib, 2003) a Max Delbrück kommunikációs központ épülete előtt (a szerzők felvétele)

Max Delbrück (1906–1981) német–amerikai biofizikus volt, aki nem annyira saját felfedezéseivel, mint a molekuláris biológiával foglalkozó kutatóközösségben kivívott vezető szerepével tűnt ki. Fizikusnak tanult Göttingenben. Lise Meitner munkatársaként Berlinben fontos eredményei születtek, amelyek nem is azonnal, csak jóval később nyertek igazolást. Érdeklődése fokozatosan a genetika felé fordult. 1935-ben Tyimofejev-Reszovszkijjal és Karl Zimmerrel együtt terjedelmes dolgozatban számolt be a génmutációval kapcsolatos vizsgálati eredményeiről: „Über die Natur der Genmutation und der Genstruktur.” A lényege ma triviálisnak hangzik, de akkor úttörő jelentőségű



Egy 1932-ben Koppenhágában rendezett fizikai konferencia résztvevői – sok akkori és későbbi tudós nagysággal a képen.

Az első sorban balról jobbra: Niels Bohr, Paul Dirac, Werner Heisenberg, Paul Ehrenfest, Max Delbrück, Lise Meitner. Delbrück sohasem volt önbizalom híján. A fényképet Wendy Tellertől, Teller Ede lányától kaptuk. Teller Dirac mögött kissé takarva látható

volt. A gének különleges, 37 Celsius-fokon folyamatosan fenn tartott stabilitásával foglalkozott. A szerzők szerint ez a gének kémiai stabilitására utal, és ennek megfelelően a géneket molekulák építik fel. A cikke évekig senki sem figyelt fel, kivéve Erwin Schrödinger, aki hangsúlyosan emlegette Delbrücket *What Is Life?* című, 1944-ben megjelent, rendkívül nagy hatású könyvecskéjében. Delbrück szerepeltetése ebben a könyvben szinte misztikus érdeklődést ébresztett azok között a kutatók között, akik a következő években egyre növekvő számban kapcsolódtak be a genetika tudományába.

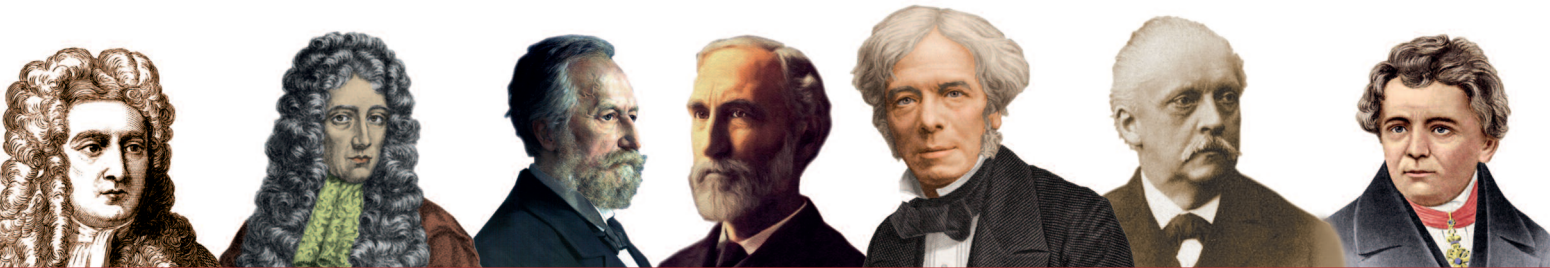
Delbrück 1937-ben elhagyta Németországot, és Rockefeller-ösztöndíjjal az Egyesült Államokban folytatta életét és kutatásait. Mint sok más kutatóra, magára Delbrücre is nagy hatással volt Schrödinger könyve. Schrödinger aperiodikus kristályról ír, amelyben felismerhetjük az öröklést hordozó DNS-t, akkor azonban még nem derült ki ez a szerepe. Nem sokkal a könyv megjelenése után publikálta Oswald T. Avery és két munkatársa azokat a kísérleti bizonyítékokat, amelyek szerint az addig unalmasnak hitt DNS az öröklés hordozója, de ezt még évekig csak nagyon kevesen fogadták el. Schrödinger könyve ezután is évekig úgy maradt népszerű, és benne Delbrück is, hogy még nem volt általánosan elfogadott nézet az öröklés anyagának természetéről. Delbrück és szerzőtársainak említett munkája is hozzájárult Berlin–Buch Delbrück-kultuszának kialakulásához.

A Rockefeller-ösztöndíj lejártával Delbrück a Vanderbilt Egyetemen oktatott. Az 1940-es években együttműködésbe kezdett az

Indiana Egyetemen dolgozó Salvador E. Luria menekült olasz biológussal. Ez a duó bővült ki a St. Louis-i Washington Egyetemen munkatársával, Alfred D. Hershey-vel. Hárman alakították ki a fágokkal foglalkozó kutatási irányzatot. A fágok baktériumokat megfertőzni képes vírusok. Ez a kutatási irány sok tehetséges fiatal kutatót vonzott hozzájuk, nem utolsósorban Delbrück megnyerő személyisége miatt. Köztük volt például James D. Watson, aki doktori képzését az Indiana Egyetemen kapta, és később Francis Crickkel együtt a DNS kettőshélix-szerkezetének felfedezésével lett világhíres. A fág csoport rendszeresen tartott nyári iskolát a Cold Spring Harbor Laboratóriumban, és meghatározó szerepet játszott abban, hogy a molekuláris biológiai módszerek teret nyertek a modern amerikai és nemzetközi kutatásokban. 1947-től Delbrück a California Institute of Technology (CalTech) biológiai professzora volt – és maradt élete végéig.

Delbrück eredményesen inspirált másokat, kiváló kritikus volt, integritása pedig megkérdőjelezhetetlen. Óriási tekintélyre tett szert. 1969-ben Delbrück, Hershey és Luria élettani vagy orvostudományi Nobel-díjat kapott „a vírusok szaporodási mechanizmusára és genetikai szerkezetére vonatkozó felfedezéseikért”. Delbrück Nobel-előadásában, jellemző módon, nem kutatási eredményekről beszélt, hanem olyan témákat feszegetett, mint például a fizika és a biológia, a test és a lélek, a művész és a tudós közti kapcsolat. A megjelentetett előadás függelékéként egy 1937-ből származó, még Berlinben írt tanulmányát közölte az élet rejtélyéről.





KIRÓL NEVEZTÉK EL?

Inzelt György

■ ELTE Fizikai Kémiai Tanszék

Mértékegység, amely egy folyó nevét viseli: a kelvin

Nem is akármilyen mértékegységről van szó, hanem a hét alampennyiséghez tartozó alampértékegység (a másodperc, a méter, a kilogramm, az amper, a kelvin, a mól és a kandela) egyikéről. A kelvint, akkor még Kelvin-fok névvel 1954-ben vették be az Általános Súly- és Mértékügyi Konferencia (Conférence générale des poids et mesures, röviden CGPM) 10. konferenciáján, majd 1967-ben, a 13. konferencián a fok mellőzését javasolták, és egyszerűen kelvin lett a mértékegység neve. A CGPM-et azért hozták létre, hogy nemzetközi szervezatként a mértékegységek ügyét tartsa kézben, így azok nevét, jelét, definícióját megadja, ami azután a részt vevő országokban törvénnyé válik. Az első ülésre 1889-ben került sor, és a méteregyezményhez csatlakozó országok vettek részt rajta. Még 1875-ben létrehozták a Nemzetközi Súly- és Mértékügyi Hivatalt (Bureau international des poids et mesures), és ennek a munkáját a konferencia felügyeli. Például az első konferencia határozata alapján a szervezet székhelyén, Sèvres-ben helyezték el a platina-irídium ötvözetből készült tömegetalont.

Az egységek definíciói folyamatosan változnak, fokozatosan kivezették a konkrét anyaghoz (például a víz tulajdonságaihoz) kapcsolódó meghatározásokat, utoljára éppen a kilogramm maradt. Az egységek közötti kapcsolatban folyamatosan megjelennek az egyre pontosabb mérések eredményei is [1–5].

A termodinamikai hőmérséklet (T) mértékegysége a kelvin; jele: K. (A hőmérséklet jele, a T betű a latin *temperatura* szóból származik.) A hő fokáról először Boyle írt 1670-ben. A latin *temperatura* szót körülbelül ugyanilyen értelemben Galilei használta. A „term” a görög θερμός (thermosz), illetve latin hő, hőmérséklet szóból származik. A hő és a hőmérséklet megkülönböztetése az első hőmérők, tulajdonképpen hőmérsékletmérők megalkotása után alakult ki a 17. században. A „thermo-dynamics” (termodinamika) szót William Thomson használta először [7, 8].

A szakszavakat a legtöbb nyelvben – mivel évszázadokig a latin volt a tudomány nemzetközi nyelve – a latinból (vagy a görögből) alkották. Így van ez a magyarban is, kivéve azokat, amelyek a különböző nyelvújítási hullámok után megmaradtak. Ilyen például a hőmérséklet, amiben benne van a hő mérése is. Ez a szó véglegesen csak a 19. század végen nyert teret. Than Károly

először a „hőmérsék” szót használta hőfok-értelemben, de azután áttért a hőmérséklet szóra.

A kelvin elnevezését a hőmérséklet mértékegységére az indokolta, hogy William Thomson javasolta az abszolút hőmérsékleti skála bevezetését 1848-ban [6].

Saját és mások mérései alapján állapította meg az anyag természetétől független abszolút nulla pontot, és a skála tulajdonságait [7]. Különösen Henri Victor Regnault (1810–1878) adatait használta fel. Regnault kiváló kémikus és fizikus volt, a termodinamika egyik úttörője, aki főleg a gázokkal kapcsolatos méréseivel vált a legismertebb tudósok egyikévé. Az ő tiszteletére lett a gázállandó jele $R = N_A \cdot k = 8,31446261815324 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$, ahol N_A az Avogadro-állandó és k a Boltzmann-állandó [8].

Azt meg kell jegyeznünk, hogy az abszolút nulla pont létét már többen felvetették a 18. és a 19. század folyamán is. Így például Amontons 1702-ben vagy Carnot 1824-ben, aki $-267 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra becsülte az értékét. Lomonoszov 1744–1749 között így írt „Elmélkedések a meleg és a hideg okáról” (Meditationes de caloris et frigoris causa) munkájában: „Továbbá nem lehet olyan nagy sebességű mozgást megjelölni, amelynél gyorsabban ne képzelhetnénk el. Mint-hogy ez joggal vonatkozik a hóképző mozgásra is, így a melegnek, amelyet mozgásnak tekintünk, nincs végső, lehetséges legnagyobb mértéke. Ezzel szemben a mozgást addig csökkenthetjük, amíg a test teljes nyugalomba nem kerül, és ezt a mozgás további csökkentése nem követheti. Szükségszerű tehát, hogy a hidegnek létezzék végső határa, amely a részecskék forgó mozgásának teljes megszűnésében áll, és ennek tulajdonítható.” Azok, akik a hőt az anyag részecskéinek mozgásával magyarázták, ezzel a logikával jutottak el az abszolút nulla ponthoz [10, 11].

A Kelvinről elnevezett hőmérsékleti skálát abszolút skálának hívjuk, a 0 kelvin ($-273,15 \text{ }^\circ\text{C}$) az abszolút nulla hőmérséklet, aminél kisebbet nem tudunk elérni. 1 kelvin a hőenergia (kT) $1,380649 \times 10^{-23} \text{ J}$ értékkel való változásának felel meg. Ugyanis 2019-ben újra definiálták az SI-alapegységeket, a Boltzmann-állandó értékét rögzítették, $k = 1,380649 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$ ($\text{m}^2 \text{ kg s}^{-2} \text{ K}^{-1}$), és a kelvin meghatározása a Boltzmann-állandó alapján történik. A korábbi definíció szerint a kelvin a víz hármaspontja termodinamikai hőmérsékletének 273,16-ad része.

A joule (jele J) az energia, a munka és a hő származtatott SI-egysége, $J = N \cdot m = m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$, ami James Prescott Joule (1818–1889) angol fizikus, a termodinamika egyik nagy úttörője nevét viseli. Jelentős közös munkáik voltak William Thomsonnal, azaz a későbbi Lord Kelvinnel. Szimbolikus, hogy kettőjük neve együtt a Boltzmann-állandó mértékegysége.

Az állandók is változnak. Az IUPAC *Green book*jának 1993-as, tehát 30 évvel korábbi kiadásában a $k = 1,380658 \times 10^{-23} J \cdot K^{-1}$ értéket találjuk, tehát k 1,00000651-szer nagyobb volt. Nem igazán jelentős eltérés, de egy alapvető állandó lehetőleg ne változzon.

Nagyon sok hőmérsékleti skála létezik (Rømer, Fahrenheit, Celsius, Rankine, Delisle, Réaumur stb.) A Kelvin-skála a Celsius-skálán alapul, amennyiben 1 kelvin változás az pontosan megfelel 1 foknak a Celsius-skálán.

Heike Kamerlingh Onnes (1853–1926, fizikai Nobel-díj: 1913) holland fizikus, az alacsony hőmérsékletű technikák kutatója, a hélium cseppfolyósítója, a szupravezetés felfedezője a Joule–Thomson-hatást (lásd később) kihasználva 1,5 K hőmérsékletet ért el 1908-ban. 1913-ra már $-271,86$ °C-nál, 10 év után $-272,1$ °C-nál tartott. E nemes versenyben hosszú ideig Kürti Miklós (Nicolas) (Budapest, 1908 – Oxford, 1998) volt a rekorder, aki 1956-ban a mikrokkelvinig jutott el [12, 13]. Jelenleg már a pikokelvinnél ($-273,149999999962$ °C) tartanak a tudósok. Ezt az eredményt brémai kutatók érték el 2018-ban, és a *Physical Review Letters* 2021. évi augusztus 30-ai számában publikálták.

A kelvinről mindenhol azt írják, hogy a mértékegység Lord Kelvinről kapta a nevét. Ez így igaz, őt tiszteljük meg ezzel, ahogy más kiemelkedő tudósokról is van elnevezve mértékegység. Ilyen például az Ampère (amper), Hertz (hertz), Newton (newton), Pascal (pascal), Joule (joule), Watt (watt), Coulomb (coulomb), Ohm (ohm), Siemens (siemens), Tesla (tesla), Becquerel (becquerel) vagy kis változással Volta (volt), Faraday (farad).

A gond az, hogy hősünk William Thomson néven született, és ezen a néven vált nagy tudóssá is. A róla elnevezett elméletek, egyenletek, eszközök: Joule–Thomson-effektus, Thomson–Planck-tétel, Thomson-tétel, Thomson-képlet (a rezgőkör rezgésideje), Thomson-jelenség (hőelektromos hatás), Thomson-híd, Thomson-féle tükrös galvanométer stb. is eredetileg a Thomson nevet viselték, bár ma már gyakorta Kelvin néven emlegetjük ezeket is. Csak néhány kivétel van, amikor jogosan használhatjuk a Kelvin nevet, mert azok akkor születettek, amikor Thomson már lord volt, ilyen a Kelvin-próba vagy a Kelvin-szonda.

Joule–Thomson-effektus

A reális gázok [14] hőtani tulajdonságainak eltéréseit a tökéletes gázok tulajdonságaitól Joule és Thomson vizsgálta. A reális gázok kiterjedéskor lehűlnek vagy hőt vesznek fel a környezetükből. Ennek oka, hogy míg a tökéletes gázoknál nincs kölcsönhatás a molekulák között, a reális gázoknál van. Ezen a jelenségen alapulnak a hűtőgépek és a légkondicionáló berendezések, valamint erre épül a gázok cseppfolyósítása is. Az adiabatikus Joule–Thomson-effektust a **Joule–Thomson-együtthatóval** jellemzik [15, 16].

Thomson- vagy Thomson–Planck-tétel (termodinamika)

A termodinamika második főtételének egyik megfogalmazása.

„A hő nem alakítható teljes mértékben munkává semmilyen ciklikus folyamaton keresztül.”

„Lehetetlen olyan gépet, berendezést készíteni, amely minden más változtatás nélkül egy hőtartályból (például a légkörből vagy a tengerek vizéből) elvont hőt teljes egészében munkává alakítaná át.”

Thomson-híd

Elektromos ellenállást mérő hídkapcsolású műszer, amely nagyon kis ellenállások mérésére is alkalmas. Négy kivezetése van, két árammérő és két voltmérő kivezetés. Hasonló, mint a Wheatstone-híd, de még két ellenállást tartalmaz [17, 18].

Thomson-képlet

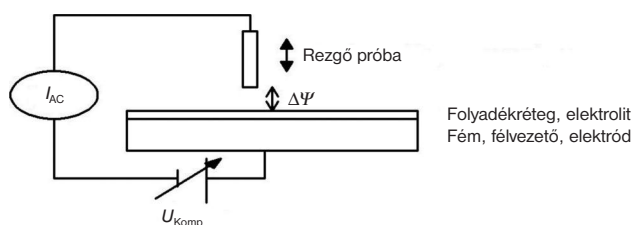
A rezgőkör egy tekercsből (L induktivitás), egy kondenzátorból (C kapacitás) és egy ellenállásból (R) álló elektromos áramkör, amely külső energia hatására rezgésbe, oszcillációba hozható.

Az eszköz oszcilláló működése azon alapul, hogy a benne található tekercs és kondenzátor egymással periodikusan energiát cserél, míg az ellenálláson ohmikus veszteség keletkezik.

A rezgőkörnek van sajátfrekvenciája (rezonanciafrekvenciája, f_r), amelyen a rezgőkör magára hagyva is képes rezegni. A legnagyobb rezgési amplitúdó a rezonanciafrekvencián mérhető. Erre vonatkozik Thomson képlete [19]: $f_r = 1/2\pi (LC)^{1/2}$.

Kelvin-próba (szonda) és a pásztázó Kelvin-szonda

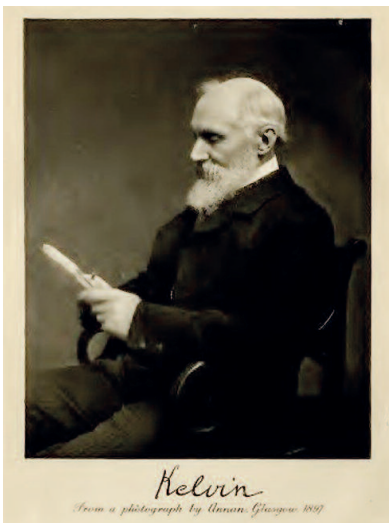
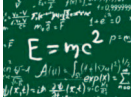
A Kelvin-szonda (a Kelvin-féle rezgőkondenzátoros kontaktpotenciál-mérés) [20, 21] fémek és félvezetők kilépési munkájának mérésére szolgáló mérési technika. Mivel a kilépési munkát felületi folyadékfilm, adszorbeált részecskék, korrózió által létrejött oxidok befolyásolhatják, ezek helye és eloszlása is megállapítható. A tüben végződő szondával, amit korszerű, precíz mozgatórendszerek visznek végig a felület felett (pásztázás), a vizsgált felület kilépésmunka-változásai nagy térbeli felbontással meghatározhatóak. A tü (például Ni-Cr ötvözetből) és a vizsgálandó felület kondenzátort képez. A rezgés során a kapacitás változik, ami változással (I_{AC}) eredményez. Ennek nagysága a potenciálkülönbségtől függ, ami egy külső kompenzáló feszültséggel szabályozható, illetve nullára csökkenthető (**1. ábra**).



1. ábra. A Kelvin-szonda egyszerű mérési rajza. $\Delta\Psi$ a mért kontaktpotenciál (Volta-potenciálkülönbség) a minta és az állandó, külső potenciállal (Ψ) rendelkező szonda között. I_{AC} és U_{komp} az árammérésre és a feszültségszabályozásra szolgál

William Thomson, 1866-től Sir William Thomson, 1892-től Baron Kelvin of Largs in the County of Ayr (Lord Kelvin of Largs)

William Thomson (Belfast, 1824. június 26. – Netherhall, Skócia, 1907. december 17.) (**2. ábra**) [22–26] apja, James Thomson (1786–1849) [27] egy gazdálkodó fia volt, majd a Royal Belfast Acade-mical Institution matematikatanára lett. Édesanyja, egy glasgow-i



2. ábra. Kelvinről készült fénykép (1897)

kereskedő lánya, Margaret Gardner (1794–1830) 1817-ben férjhez ment James Thomsonhoz, akitől négy fia és három lánya született. William (a második fiú) még csak hat éves volt, amikor anyja meghalt. Az idősebb fiút, akit szintén Jamesnek hívtak, és Williamet apjuk tanította otthon. 1832-ben idősebb James Thomstont 1832-ben matematikaprofesszornak nevezték ki Glasgow-ba. Bár az apa és a gyerekek is Írországból születtek, a család skót volt. 1801-ben – évszázadokig tartó háborúk és felkelések után – megalakult az Egyesült Királyság, Nagy-Britannia és Írország közös államalakulata. A család csak 1833-ban költözött, mert az apa a ki-nevezés évében elkapta a kolerát. Az első kolerajárvány Indiából indult. Több év alatt érte el Európa nyugati részét, Magyarországon 1830-ban pusztított. Az apa, aki a második kolerajárványt már nem élte túl, komoly szerepet játszott az oktatás korszerűsítésében a glasgow-i egyetemen, különösen a természettudományos és mérnöki oktatás bevezetésében. Két rendkívüli matematikai tehetséget mutató fia, James és William már 12, illetve 10 éves korában megkezdte a tanulást a Glasgow-i Egyetemen, mert az egyetem már ilyen ifjú korban lehetőséget adott a kiváló diákoknak. Itt is megállták a helyüket, amit a különböző területeken – a görög fordításoktól az csillagászatig – kapott díjak is bizonyítanak. 1839-től kezdve a fiúk londoni, majd németországi és hollandiai tanulmányutakra mentek, ahol a nyelvtanulás volt az elsődleges cél.

William nagyra tartotta Fourier munkásságát. Ezzel kapcsolatban jelent meg első két cikke. 17 éves volt akkor. A közleményeket P. Q. R. álnéven jegyezte, mert az Egyesült Királyságban még Newtont kellett mindenben követni [28–30]. Nem sokkal ezután publikálta harmadik cikkét, ami később nagy hatással volt Maxwellre. William útja ezután a Cambridge-i Egyetemre vezetett. Kiváló tanulmányi és kutatási eredményeit az egyetem leg-rangosabb díjaival ismerte el. 1845-ben felvette a kapcsolatot Faraday-vel, megadta az elektromos indukció matematikai leírását, és felhívta Faraday figyelmét a fény, valamint a mágneses és az elektromos jelenségek közötti lehetséges kapcsolatra. 1845-ben ösztöndíjjal Párizsba ment Henri Victor Regnault laboratóriumába.

3. ábra. Joule Thomsonnak írt egyik levelének borítékja (a Glasgow-i Egyetem könyvtára; <https://www.gla.ac.uk/myglasgow/library/files/special/exhibns/Kelvin/joule.html>)

1946-ban megbízták a Glasgow-i Egyetem Természetfilozófiai Tanszékének vezetésével. Bár hívták más egyetemekre, itt oktatott és kutatott egész pályafutása alatt. Hírnevét először a matematikában alapozta meg azzal a módszerrel, amelyet ma Kelvin-transzformációnak hívunk [31].

1847-től kezdett mélyebben foglalkozni a ter-

modinamikával, amihez Joule előadása a British Association for the Advancement of Science éves konferencián adott ösztönzést. Ekkor kezdődött kettőjük rendkívül gyümölcsöző együttműködése is, aminek eredménye azután számos nagy fontosságú jelenség felfedezésében és jelentős gyakorlati alkalmazásokban nyilvánult meg. Thomson sok emberrel folytatott levelezést, csak Joule-lal száznál több levelet váltott, ami igencsak fellendítette a brit posta forgalmát Glasgow és Manchester között (3. ábra).

Az első sorokban ez írja Thomson: „Csináltam egy szemléltetőeszközt az előadásomhoz, amellyel bemutatom az Ön azon felfedezését, hogy a vas mágnesezésénél, illetve demágnesezésénél hő keletkezik” (4. ábra).



4. ábra. Thomson Joule-nak írt levelének első lapja 1855.

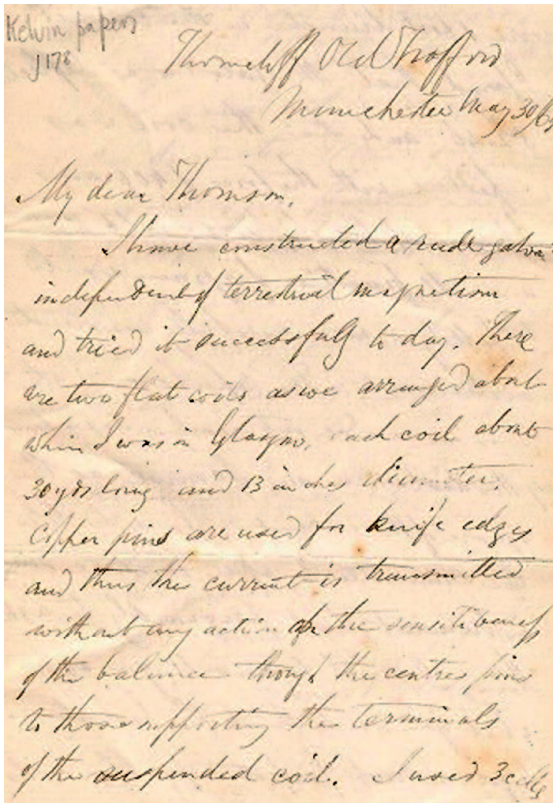
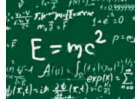
február 15. (a Glasgow-i Egyetem könyvtára; <https://www.gla.ac.uk/myglasgow/library/files/special/exhibns/Kelvin/joule.html>)

Az első sorokban ezt írja Joule: „Egy olyan egyszerű galvanométert szerkesztettem, amelyik független a Föld mágneses hatásától, és ma sikerrel ki is próbáltam.” (5. ábra)

Joule győzte meg Thomstont, hogy a kalorikus elmélet nem jó, a hő, az elektromos energia és a munka átalakíthatók egymásba.

Thomson 1852 szeptemberében feleségül vette gyermekkori szerelmét, Margaret Crumot (1827–1870), aki sokat betegeskedett, és fiatalon elhunyt. Másodszer 1874-ben nősült, ekkor Frances Blandyt (1837–1916) vette el.

Termodinamikai munkássága megalapozta tudományos tekintélyét az Egyesült Királyságban, majd szerte a világon. Összesen 650 tudományos cikket publikált. Az 1850-es évek közepétől fordult a gyakorlati feladatok felé, 70 szabadalmat nyújtott be. Oroszlánrészt vállalt olyan feladatok megoldásában, mint a tenger alatti távírókábel kialakítása. Ezekből a munkáiból gazdagodott meg, és a nemesi rangjait (Viktória királynő 1866-ban lovaggá ütötte, majd 1892-ben báró rangra emelte) is inkább ezek-



5. ábra. Joule Thomsonhoz írt 1865. május 30-i levelének első lapja (a Glasgow-i Egyetem könyvtára; <https://www.gla.ac.uk/myglasgow/library/files/special/exhibns/Kelvin/joule.html>)

nek a munkáinak köszönhetette, mint az alap kutatásban elért kiemelkedő eredményeinek. Ugyanis a Birodalomnak tett szolgálatai tekintetében az Atlanti-óceánt átszelő távírókábel – amellyel hetek helyett órák alatt elérték az óriási gyarmatbirodalom legtávolabbi szegletét is – nagyobb súllyal esett a latba. Ő lett az első tudós, aki a Lordok Házának tagja lett.

Thomson 1854 októberében levelet kapott George Gabriel Stokestól (1819–1903), amelyben felkérte, hogy mondjon vélemény Michael Faraday kísérleteiről az Atlanti-óceánt átszelő távírókábel kapcsolatban. Faraday ugyanis kimutatta, hogy a kábel felépítése befolyásolja az üzenetek továbbításának sebességét (sáv szélesség problémája). Thomson egy éven belül kidolgozta azt az elméletét, amely sokat javított a kábel működésén és gazdaságosságán [32–34]. Számításokkal határozta meg a kábel felépítését, a vezető és a szigetelő ideális méreteit stb. Hosszú viták után elfogadták a javaslatát, és bevásárolták az Atlantic Telegraph Company igazgatótanácsába. A következő években Thomson ezen az ügyön dolgozott, részt vett a kábeleket fektető hajóutakon is. Sok vitája volt Wildman Whitehouse-zal (1816–1890), a projekt vezetőjével, aki egyébként foglalkozására nézve orvos volt, az elektrométernökséget csak mellékfoglalkozásként űzte. Az ő vezetése alatt létesített kábel 1858-ban tudott már üzeneteket közvetíteni Írország és Newfoundland között, de három hét után tönkrement, mert túl nagy feszültséget adtak rá.

1866-ben sikerült a nagy terv, amiben Thomsonnak rengeteg munkája volt: ez magában foglalta az elméleti számításokat éppúgy, mint a műszerek és eszközök tervezését. Thomson 1866. november 10-én avatták lovaggá a projekt többi vezetőjével együtt. Ezután két tapasztalt távírószakértővel, Cromwell Fleetwood Varley (1828–1883) mérnökkel és Fleeming Jenkin (1833–1885) professzorral társaságot alapított: a társaság sorra fektette le tenger

alatti kábeleit, már más országoknak (például a franciáknak) is dolgozott, ezzel óriási jövedelemre téve szert.

Kelvin nagyon sok más témával is foglalkozott. Például a légköri elektromossággal, az atomelmélettel (örvényelmélet), a tengeri irányító fejlesztésével, a Niagara-vízeséshez tervezett elektromos erőművel, az elektromosság egységeinek szabványosításával, a Föld korával, a Naprendszer kialakulásával. Ezekkel mind nem tudunk e helyütt foglalkozni, de egy gyönyörű természeti jelenséghez is kapcsolódó elméletre kitérünk. Ez a **Kelvin–Helmholtz-instabilitás**, amely a turbulencia egyik formája, és akkor jön létre, ha két egymáson mozgó, nem keveredő fluidumfelület között sebességkülönbség van. Például ilyen lehet a víz felszíne és a szél között. Az instabilitás a víz felszínén megjelenő hullámokban jelentkezik. Ez a jelenség időnként látható az égen is.

A Kelvin–Helmholtz-felhők

Amikor két különböző sűrűségű, egymáshoz képest mozgásban lévő légréteg találkozik, a Kelvin–Helmholtz-instabilitás hatására fodrozódó felhőformák (6. ábra) jönnek létre.



6. ábra. Kelvin–Helmholtz-felhők Budapesten 2016. április 20-án (Időkép/Rippel Erik felvételének részlete)

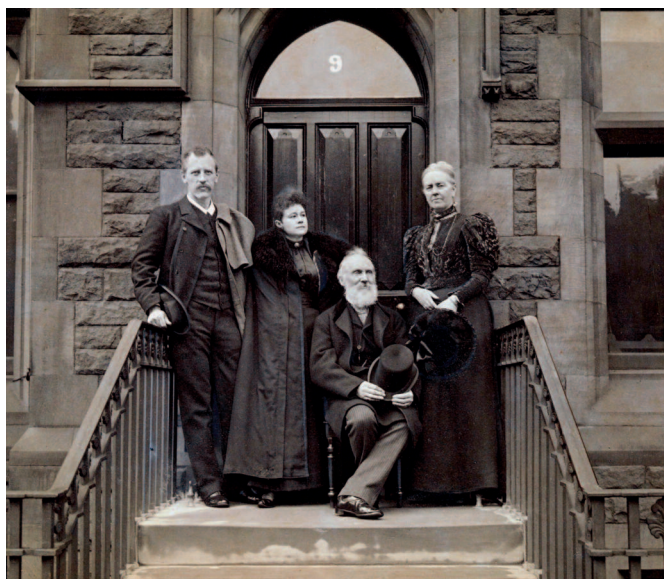
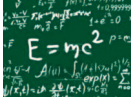
Thomson kiváló tudósként a tudóstársadalom már korábban elismerte, de ekkorra már gyakorlatilag mindenki ismerte a nevét az újságokból. A 19. század emblematikus személyisége lett, aki – mint tudós, feltaláló és gazdag vállalkozó – egy személyben megtestesítette a kor ideálját. Saját hajót is vásárolt. Második feleségét is innen kérte meg távírókapcsolat útján.

1899-ben visszavonult a tanítástól, de kutatásait élete végéig folytatta.

Rengeteg tudóssal és más híres emberrel volt kapcsolata. Példaként megemlíthetjük a kor egyik hírességének, Nansennek látogatását Kelvinéknél otthonában, amit fénykép őrzött meg az utókornak (7. ábra).

Fridtjof Nansen (1861–1930) norvég tudós (zoológus, tengerkutató) volt. Hírnevét sarkkutatóként szerezte, diplomataként szerepe volt Norvégia függetlenségének kivívásában, de emberek százai köszönhették neki sorsuk jobbra alakulását vagy akár életüket is. Az I. világháború után alakult Nemzetek Szövetségében (League of Nations) ő szervezte félmillió hadifogoly hazatérését 30 különböző országba. Még nevezetesebb tette volt, hogy a hontalanná vált embereknek iratokat szerzett (Nansen-útlevél), valamint az oroszországi és ukrajnai éhezőkön segített a Vöröskereszt és más szervezetek bevonásával. Mindezekért a tevékenységeiért ő kapta az 1922-es Nobel-békedíjat. A díjjal járó pénzeszeget segélyezésre fordította.

Kelvin is kaphatott volna Nobel-díjat, de nem kapott. Talán azért, mert túl sok mindenért kaphatott volna vagy éppen azért, mert a tiszta tudomány területéről kirándult a gyakorlati alkalmazások vidékére. Legnevesebb tanítványa, John William Strutt,



7. ábra. Fridtjof és Eva Nansen 1896-ban a Kelvin házaspárnál
(Fridtjof Nansen-archívum, Norvégia Nemzeti Könyvtára)

3rd Baron Rayleigh (1842–1919) viszont elnyerte az 1904-es fizikai Nobel-díjat. Az 1906. évi fizikai Nobel díjat Joseph John Thomson (1856–1940), az elektron felfedezője kapta, de ő csak névrakona William Thomsonnak, aki nagyon sok más tudományos elismerést kapott. Magyarországi elismerését jelzi, hogy a Budapesti Egyetem díszdoktora (1895/96), illetve 1873. május 21-én a Magyar Tudományos Akadémia külső tagja is lett. Rayleigh 1914. május 7-ben lett az MTA külső tagja, még az I. világháború kitörése előtt.

Lord Kelvin és a Kelvin folyó

Az angol nemesi rangok dzsungelében nem merülünk el. A lord nemesi előnevet mindenki ismeri. A loaf ward (óangol hlafweard) „cipőőrző” kifejezésből származik, a középkori földesurak ugyanis alattvalóik kenyéradói voltak. Modern jelentése: úr, főúr, főnemes, főrend. A nemesi előnév általában a birtok(ok), neve, tehát helységnevé, a folyónevek ritkák.



8. ábra.
A Kelvin folyó a glasgow-i Kelvingrove Parknál
(fotó: F. McWalter, 2004)



9. ábra.
William Thomson Netherhall nevű háza Largsban
(Cassier's Magazine, 1899, 16. kötet)

A Kelvin a Clyde folyó egy mellékfolyója, elfolyik a Glasgow-i Egyetem mellett is (**8. ábra**).

A teljesebb, Lord Kelvin of Largs névben egy város neve is benne van, amelyik 53 km-re Glasgowntól, a Clyde torkolatánál található. Itt volt William Thomson Netherhall nevű háza (**9. ábra**), amely így nemesi kúria lett.



IRODALOM

- [1] BIPM (20 May 2019). Mise en pratique for the definition of the kelvin in the SI. BIPM.org. 2022. február 18.
- [2] SI Brochure: The International System of Units (SI) – 9th edition. BIPM. 2022. február 21.
- [3] SI base unit: kelvin (K). bipm.org. BIPM. 2022. március 5.
- [4] A Turning Point for Humanity: Redefining the World's Measurement System. Nist. 12 May 2018. 2022. február 21.
- [5] Kelvin: Introduction. National Institute of Standards and Technology (NIST). 2018. május 14.
- [6] W. Thomson, On an Absolute Thermometric Scale Founded on Carnot's Theory of the Motive Power of Heat, and Calculated from Regnault's Observations. Philosophical Magazine (1848) 33, 313–317. Lásd Kelvin's Mathematical and Physical Papers, Volume I. Cambridge University Press, 1882; 100–106, újra közölve in J. Kestin (ed.): 1976, 52–58.
- [7] W. Thomson, An Account of Carnot's Theory of the Motive Power of Heat; with Numerical Results deduced from Regnault's Experiments on Steam. Mathematical and Physical Papers, Cambridge University Press, 1849, 113–164.
- [8] 2018 CODATA Value: molar gas constant. The NIST Reference on Constants, Units, and Uncertainty. 2019. május 20.
- [9] W. Thomson, On the Dynamical Theory of Heat Part V. Thermo-electric Currents. Transactions of the Royal Society of Edinburgh (1854) 21/1, 123.
- [10] Inzelt Gy., Kalandozások a kémia múltjában és jelenében (kémiai esszék). Vince Kiadó, Budapest, 2003. 83–134.
- [11] Inzelt Gy., Természettudomány háborúban és békeidőben, Kémikusok, Találmányok, Felfedezések. Typotex, 2020. 42–46.
- [12] N. Kurti, F. N. H. Robinson, F. E. Simon, D. A. Spohr, Nuclear Cooling. Nature (1956) 178, 450–453.
- [13] N. Kurti, Towards the Microdegree Absolute Temperature Range. Science Progress (1957) 179/45, 401–417.
- [14] Inzelt Gy., A Van der Waals-egyenlet, van der Waals-erők, Eötvös-törvény. Magyar Kémikusok Lapja (2023) 78, 80–82.
- [15] Erdey-Grúz T., Schay G., Elméleti fizikai kémia, II. kötet, Tankönyvkiadó, 1962, 634–644.
- [16] Radnai Gy., A Joule–Thomson-effektus. Fizikai Szemle (1985) 35, 306–313.
- [17] W. Thomson, PART I. New Electrodynamic Balance for resistances of short bars or wires. In: Measuring the resistances of short lengths of wire by Wheatstone's Balance. Philosophical Magazine (1862) 24, 149–162.
- [18] F. Wenner, Four terminal conductor and the Thomson bridge. Bulletin of the Bureau of Standards, 1912.
- [19] Simonyi K., Elméleti Villamosság, Tankönyvkiadó, 1991.
- [20] Lord Kelvin, V. Contact electricity of metals. The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science (1898) 46 (278) 82–120.
- [21] Kelvin probe In: Electrochemical Dictionary, 2nd, Revised and Extended Edition In A. J. Bard, G. Inzelt, F. Scholz (eds.), Springer-Verlag Heidelberg Dordrecht London New York, 2012, 529–530.
- [22] A. Gray, Lord Kelvin: an account of his scientific life and work. London, J. M. Dent & co.; New York, E. P. Dutton & Co, 1908.
- [23] S. P. Thompson, The Life of William Thomson, Baron Kelvin of Largs, I. és 2. kötet, MacMillan and Co., London, 1910, 914.
- [24] A. Russell, Lord Kelvin: His Life and Work. T. C. London, E. C. Jack. London, T. C. & E. C. Jack; New York, Dodge Publishing Co., 1912.
- [25] C. Smith, M. N. Wise, Energy and Empire: A Biographical Study of Lord Kelvin. Cambridge University Press, 1989.
- [26] D. Saxon, Physics World, 2007. december 17. <https://physicsworld.com/a/in-praise-of-lord-kelvin/>
- [27] J. J. O'Connor, E. F. Robertson, James Thomson. MacTutor archive, 2005. http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Biographies/Thomson_James.html
- [28] P. Q. R., On Fourier's expansions of functions in trigonometric series. Cambridge Mathematical Journal (1841) 2, 258–262.
- [29] P. Q. R., Note on a passage in Fourier's 'Heat'. Cambridge Mathematical Journal (1841) 3, 25–27.
- [30] P. Q. R., On the uniform motion of heat and its connection with the mathematical theory of electricity. Cambridge Mathematical Journal (1842) 3, 71–84.
- [31] W. Thomson, Extraits de deux lettres adressées à M. Liouville. Journal de mathématiques pures et appliquées (1847) 12, 256–264.
- [32] W. Thomson, On the theory of the electric telegraph. Mathematical and Physical Papers, Cambridge University Press, 1855, 61–76.
- [33] W. Thomson, On Peristaltic Induction of Electric Currents. Mathematical and Physical Papers, Cambridge University Press, 1855, 77–91.
- [34] Thomson, W. Letters on telegraphs to America. Mathematical and Physical Papers, Cambridge University Press, 1856, 92–102.



Lente Gábor

Megjavítható-e a világ?

Carlo Pedersoli (művésznévén Bud Spencer) *80 év alatt a Föld körül* című önéletrajzi kötetéből kiderül, hogy életében elég sokat foglalkozott kémiával, és fiatalkorában dolgozott a festékiparban is. 1962-ben saját vállalkozást akart indítani: egy német feltaláló speciális összetételű lakkját akarta meghonosítani Olaszországban, amely egyetlen mázolás után is évekig változatlanul kitartott. Tehát lényegében egy örök életű festékről volt szó. Először egy olyan barátjával osztotta meg az ötletet, aki a zebracsíkok felfestéséért felelt egy olasz hivatalban; az ő reakciója és Bud Spencer ebből levont következtetése ez volt:

„Istenem, Carlo-Carlo! Hát hol élsz te? Félévente újrafestetem a zebrákat, és ebből egész jól megélek. A legcsekélyebb mértékben sem kételkedem a terméked minőségében, de épp ezért a legcsekélyebb mértékben sem érdekel: egy örökké tartó festék tönkretenne!”...

Nos, ez volt Carlo Pedersoli „életre szóló festékvállalkozásának” története, az elejétől a végéig: a halhatatlanság olyan dolog, amire mi, emberek vágyunk ugyan, de a termékeinknek már nem kívánjuk.

Ez a kis történet jutott eszembe, amikor kezembe vettem Érdi Péter és Sztvetelszky Zsuzsanna *Repair. Hogyan hozhatjuk rendbe az elromlott tárgyakat, kapcsolatainkat és társadalmunkat* című könyvét. A mű eredetileg 2022-ben a Springer nemzetközi kiadónál jelent meg angolul (<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-98908-8>), magyar fordítását Gyárfás Vera készítette el, hazánkban a Typotex Kiadó adta ki 2023-ban (https://www.typotex.hu/book/12984/erdi_peter_sztvetelszky_zsuzsanna_repair).



Érdi Péter



Sztvetelszky Zsuzsanna

Az első szerző vegyész: 1970-ben szerzett diplomát az Eötvös Loránd Tudományegyetemen, doktori fokozata (1981) és akadémiai doktori címe (1991) is magyar. A Wikipédia szerint jelenleg számítógépes agykutató, 2002 óta az egyesült államokbeli Michiganben a Kalamazoo College Henry Luce-professzora. Lapunk 2020-ban már publikált ismertetőt egy korábbi, *Rangsorolás* című könyvéről (Magyar Kémikusok Lapja, 2020, 75, 244). Nevét az idei első szám is megemlíti (Magyar Kémikusok Lapja, 2024, 79, 6), mert a mind a mai napig magyar kiadású *Reaction Kinetics*,



Mechanisms and Catalysis tudományos folyóirat legelső számában az egyik cikk szerzői között volt.

A szerzőtárs, Sztvetelszky Zsuzsa 1992-ben szintén az ELTE-n szerzett diplomát magyar nyelv és irodalom, valamint könyvtár és informatika szakon, *A pletyka pszichológiája* című doktori értekezését 2011-ben védte meg a Pécsi Tudományegyetemen. Jelenleg HUN-REN Társadalomtudományi Kutatóközpont munkatársa, illetve adjunktus a Károli Gáspár Református Egyetemen.

A könyv helyenként kivételesen személyes hangulatú, saját emlékekből táplálkozik. Ilyenkor a szöveg egyes szám első személyre vált, így növelve a mondanivaló hitelességét, de a két szerző miatt mindig megnevezi, melyikükről van szó. Az ilyen emlékek természetesen gyakran Magyarországhoz kötődnek, s az eredeti angol kiadás miatt lényegesen több háttérinformációt kapunk, mint egy átlag magyar olvasó igényelné. A mű rendkívül jól strukturált: hat lényegi fejezetre oszlik, mindegyikben található alfejezetek és három számmal azonosított al-alfejezetek is, s még ezeken belül is vannak részcímek – már számozás nélkül. Minden egyes fejezet rövid összefoglalóval kezdődik, ebben a szerzők a rész legfontosabb mondanivalóját foglalják össze egyetlen bekezdésben.

Az első fejezet címe *Bevezetés*, de igazából ezt az olvasónak elhinnie nem szabad: noha valóban a mondanivalóhoz szánt előzetes információk vannak benne, ezek – ellentétben az ugyanilyen című könyvfejezetek 99%-ával – nagyon is lényegi dolgok, nem lehet egyszerűen átlapozni rajtuk. Talán ebben a fejezetben található a legsűrűbben személyes emlékek, a legtöbb ilyen az eldobható társadalom fogalmának fokozatos kialakulásához kapcsolódik. Az egyik al-alfejezet címe „Tervezett elavulás”, ennek olvasásakor jutott leginkább eszembe Bud Spencer előbb megidézett története. A jelenséggel kapcsolatban nekem is erős személyes érzéseim vannak. Miért nem lehet a modern mobiltele-



fonokban akkumulátort cserélni? Az érintőképernyőt vajon azért találták fel, hogy a számítástechnikai eszközöket gyakrabban kelljen kidobni? Az elektromos eszközök töltésének csatlakozóproblémája pedig már annyira nyomasztóvá vált, hogy az az Európai Unió döntéshozóinak is feltűnt. De miért nem tehetnek a törvényalkotók további lépéseket ebbe az irányba? Valaha létezett Magyarországon jogszabályi kötelezettség arra, hogy a forgalmazott háztartási gépekhez a gyártó tartalékalkatrészeket is árusítson, ez az európai uniós csatlakozással, az akkori jogharmonizáció részeként szűnt meg. Miért nem lehetett úgy harmonizálni, hogy az EU veszi át a szigorúbb szabályozást? Ilyen kérdések valószínűleg mindenkiben felmerültek már, s ugyancsak mindenki tudna példát mondani arra az észveszejtő jelenségre, hogy egy-egy eszköz javítása drágább, mint egy új beszerzése. Hová lett itt a józan megfontolás? Elsöpörte a közgazdaság-tudomány katasztrófális tévedése, a folyamatos növekedés igénye?

A második fejezet címe: „A sohasem létezett aranykor”. Sokakban tartja magát az a legenda, hogy vagy a saját életében, vagy még az előtt volt olyan korszak, amikor minden jobb volt. Az érzések áthatóbbak, az ízek intenzívebbek, az emberi kapcsolatok tartalmasabbak, a politikusok őszintébbek voltak. Amikor ezeket a sorokat írom, Ukrajnában és a Közel-Keleten is háború zajlik, a kémianárook és az egyetemek kémiai szakokra jelentkezők száma minden korábbi mélypont alá csökkent, a benzinár egyre csak emelkedik, Brazília pedig már 22 éve nem nyert labdarúgó-világbajnokságot. Hát nem jobb volt az 1990-es években? A világ egyik legnagyobb problémája akkor látszólag az amerikai elnök félrelépéseinek száma volt, s a magyar rendszerváltás utáni időszak zűrzavaros lehetett ugyan, de olyan reményekkel volt tele, amelyekről ma már senki sem álmodik. És persze én is fiatalabb voltam néhány évtizeddel. Nem csoda hát, ha egyre inkább az az érzésem, hogy az idő előrehaladtával elromlott valami. Bárcsak tudnám, hogyan lehetne megjavítani!

A harmadik fejezet („Miért siklanak félre a dolgok?”) azokról a mechanizmusokról szól, amelyek a dolgok el- vagy megromlásához vezetnek. A dolog lehet egy elektromos kütyü, két ember szerelme, de akár egy egész társadalmi rendszer is. A fizika törvényei, különösen a termodinamika második főtétele szerint a dolgok a világban visszafordíthatatlanok: az entrópia növekedésébe akár a kopás, az avulás vagy a kiegészítés is belefér. A rész végén az is kiderül, hogy a szerzők nagyon aggódva szemlélik az emberiség egyre fokozódó polarizálódását.

A negyedik, „A »normalitáshoz« visszavezető utak” című fejezet tartalma látszólag ellentétes az előzővel. Azokat a lehetőségeket mutatja be, ahogy bizonyos dolgok – persze a fizika törvényeit még mindig meg nem sértve – mintegy önmagukat megjavíthatják, vagyis váratlan kilengések után visszatérhetnek eredeti, gyakran vágyott állapotukba. A kémikusok számára itt minden bizonnyal nagyon ismerős lesz majd a Le Chatelier-elv (Magyarországon még Braun nevét is hozzá szokták tenni az elnevezéshez). Ezt elsősorban kémiai egyensúlyokra fogalmazták meg, de szellemisége kiterjeszthető biológiai rendszerekre és társadalmi folyamatokra is. Az elv mögött lévő működési módokban nagyon fontosak a pozitív és a negatív visszacsatolások is, ezekről részletesebben is olvashatunk a kötetben. A fejezet egyik kulcsfogalma a reziliencia, amely nagyjából azt tükrözi, hogy egyes rendszerek mennyire képesek feldolgozni a változásokat és a zavarokat, mennyire képesek megőrizni a belső működési formákat az időnként akár szélsőségesen is ingadozó külső paraméterek terében. A reziliencia épületek, személyek és emberi közösségek között is az egyik legalapvetőbb feltétele a túlélésnek.

Az ötödik fejezet címe: „Az új normalitáshoz vezető utak”. Ha a zavar túllép egy bizonyos határértéket, akkor már a legreziliensebb rendszerek sem képesek visszatérni eredeti állapotukba, s a valóság visszafordíthatatlanul megváltozik. Az ilyen változások egyik legfeltűnőbb sajátossága a kritikus pontok létezése, amelyek egyik fő problémája, hogy a bonyolult rendszerekben a pontos elhelyezkedésüket nem lehet előre jelezni. A klímaváltozással kapcsolatban például egy több ezer tudósból álló nemzetközi szervezet számos paramétert figyelembe véve dolgozott ki különböző modelleket, de a 2024-es valóság mintha még a legpesszimistább jósolatoknál is borzasztóbb lenne ilyen szempontból. Meglehetősen emberiség is ilyen, negatív fordulópont felé araszol, s ha átlépi, akkor már mindegy, hogy csak egy hajszállal került túl rajta, vagy esetleg nagy lendülettel korlátokat is áttört. A szerzők azonban szeretnék azt hinni (és láthatóan hiszik is, másként aligha írtak volna könyvet), hogy az emberekben lévő mérhetetlen jó szándék révén mégis elkezdődött az átmenet az eldobható társadalomból a rendbe hozható társadalomba.

Az utolsó, „Hozzuk rendbe a világot!” című fejezet egyéni cselekvésre sarkall. A globális igazságtalanság lesújtó terhét cipelve is tanulnunk kell a történelemből, önstabilizáló rendszereket kell létrehozunk. A könyv legfontosabb üzenetét az utolsó oldalak félreérthetetlenül, „A rendbe hozás elvei” címmel foglalják össze, amelyek a következők:

„1. A) Hozd rendbe! B) Cseréld le! C) Készíts valami újat!

2. A rendbe hozással meghosszabbítjuk a dolgok élettartamát, pénzt takarítunk meg és csökkentjük az ökológiai lábnyomunkat.

3. A rendbe hozás fejleszti a képzeletünket, a kritikus gondolkodásunkat és a kreativitásunkat.

4. A rendbe hozással fölfedezhetjük a tárgyakat, az anyagokat, a folyamatokat és még sok minden mást.

5. Amit rendbe hozunk, azt gazdagítjuk is. A rendbe hozott tárgy egyedivé válik, és ez az unikum túlmutat a mindenkori dívaton.

6. A rendbe hozás önállósít: kevésbé leszünk kiszolgáltatva a gyártóknak.

7. Amit rendbe lehet hozni, azt rendbe is kell.”

Így legyen!

A könyvhöz kapcsolódó podcastok:

https://www.typtotex.hu/podcast/12984/155/hogyan_javitsuk_meg_a_vilagot_

https://www.typtotex.hu/podcast/12984/151/az_eldobo_tarsadalom_megjavitasa



Repair

Részlet

2.1 Az aranykor mítosza: a múltba révedés

A könyv lényegi részét azzal kell kezdenünk, hogy áttekintjük, milyen volt „a kor, amikor még nem siklottak félre a dolgok”. Hogy miért? Az elemi logika azt diktálja, hogy ha most rendbe kell hozni a dolgokat, akkor valamikor régen még jól működtek, tehát ezek szerint a jövőben is ehhez az állapothoz kellene visszatérnünk. A válság pillanataiban (hónapjaiban és éveiben) jól esik hinni abban, hogy majd visszatérhetünk ahhoz a bőséghez és békéhez, amelyet az aranykorban élvezhetett. A cinikusabb lelkiállagúak ugyanakkor felvethetik, hogy egy sohasem létezett aranykorra gondolunk.

Ebben a fejezetben áttekintjük az aranykor eszméjét, azét a legendás korét, amikor mindenki békében, harmóniában, stabili-



tásban és jólétben élt. A „harmónia” szó ebben az esetben olyan állapotot jelent, amikor az emberek hasonlóan gondolkoznak a dolgokról, vagy legalábbis a véleményük nem okoz súlyos, tartós konfliktust másokkal és mások közösségeivel. Sokan tudattalanul érzik vagy tudatosan hiszik, hogy egyéni szinten, a saját életünkben és kollektív szinten, a társadalmi csoportokban is fennállt valaha egy tökéletes létállapot. Az egyének élettörténetében egészen a gyermekkor kezdetére nyúlik vissza a paradicsomi állapot meghatározott időszakának keresése és ismerete. Sokan úgy érezzük, hogy a gyermekkor aranykora az alsó tagozat volt (ez az elképzelés a gyermekpszichiátriai szakirodalomban is feltűnik). A társadalomtörténetben az aranykorba vetett hit ókori forrásokra vezethető vissza. Az egyéni és a történelmi emlékezet együttes hatása folytán sokan úgy érezzük, hogy mindig akad az életünk valamely dimenziójában javítani- és fejleszteni való. Ezért jut gyakran eszünkbe, hogy jó lenne visszatérni egy korábbi állapothoz – amely vagy létezett, vagy nem.

Az emberiség teljes eddigi története során a veszélyes világban küzdött a túlélésért. Kezdetektől a fantáziánkhoz folyamodtunk, hogy megpróbáljuk megérteni a bolygónk hol kegyetlennek, hol nagylelkűnek látszó életét. A nehézségekkel való megküzdés egyik módja, hogy történeteket mesélünk egymásnak, és ezekkel próbálunk értelmet adni a nagyobb léptékű változásoknak. A mítoszok szerint a béke korából származunk: akkor még nem változtak az évszakok, senkit nem fenyegetett a hideg, az éhezés és a magány, és az istenek is szerettek mindenkit. A képzeletünk segítségével igyekszünk visszaszerezni az összetartozás érzését, amelyről úgy véljük, hogy valaha az osztályrészünk volt. Az ókori mítoszok – amelyek minimum az ókori költő, Hésziodosz idejéig nyúlnak vissza – segítenek megérteni, hogy hol a helyünk a világban. Mindannyian tudni szeretnénk, honnan származunk. Mivel az emberiség első pillanatai a távoli őskor homályába vesznek, mítoszokat alakítottunk ki az őseinkről: ezekre nem feltétlenül jellemző a történelmi hűség, de segítenek megérteni a mai viszonyulásunkat a környezethez, másokhoz és a szokásainkhoz. Hangsúlyozzuk, hogy a mítosz nem álhír, hanem megszentelt mese, amely magyarázattal szolgál az emberi tapasztalatokra. Mégis tudatosan és tudattalanul is arra vágyunk, hogy újraépítsük vagy újra felfedezzük a letűnt tökéletes világot.

Az ember természetes vágya, hogy rendezett világban éljen: hiányzik nekünk ez az élet. A korai mítoszok egy (remélhetőleg) egykor létezett világot tükröznek: a béke világát, amelynek lakói feszültségek nélkül töltötték az időt egymás mellett, és mindenki harmóniában élt a természettel és az istennel egyaránt. Amikor az emberek eltávolodtak az istenektől, a tökéletesség is elveszett számukra. A képzeletükre hagyatkozva próbáltak visszatalálni: így született meg először az aranykor elképzelése.

Széles körben elterjedt nézet, hogy a klasszikus görög és római kor az emberiség aranykora volt, az ember, a Föld és a természet akkor még harmóniában élt. Ha azonban kicsit is górcső alá vesszük a dolgot, mindjárt kiviláglik, hogy a görögök és a rómaiak éppen olyanok voltak, mint mi: makacsok és önzők, kevés hajlandósággal a problémák megoldására. Jared Diamond írja *A harmadik csimpánz felemelkedése és bukása* című könyvében: „Ma már világos, hogy az iparilag fejletlen társadalmak is kipusztítottak fajokat, tönkretettek élőhelyeket, és ezzel több évezredre veszélyeztették a maguk létét.” Majd kifejti, mennyire hamis az az érvelés, amely szerint a fehér, férfi, domináns kultúra civilizálta az új területeket. Sokkal pontosabb azt mondani, hogy a fehér ember megjelent az őslakosok földjén – ahol az emberek sokszor harmóniában éltek a természettel –, és átvette az ural-

mat, minek következtében tönkretette ezt a harmonikus kapcsolatot. Diamond több példát is említ: amikor a britek megjelentek Új-Zélandon, számos állatfajt kihalásba kergettek, a portugálok pedig gyakorlatilag elpusztították Madagaszkárt, amikor partra szálltak. Diamond úgy véli, hogy az újításnál mindig eljön az a pont, ahol a dolgok hosszú távon rosszabbra fordulnak a társadalom számára.

Szerinte meg kell vizsgálnunk a gyarmatosított területek őslakosait, és megnézni, milyen harmóniában éltek (és némelyek élnek még ma is) a természettel. A történelem legfejlettebb társadalmában élünk, de vajon a mi társadalmunk él a legjobban? Tulajdonképpen ez az egyszerű kérdés lenne számunkra a legfontosabb, és olyan válaszokat kell találnunk rá, amelyek segítenek az embernek, hogy életben maradjon ezen a bolygón. ●●●

Z-szakosok találkozója Érdi Péterrel

2022-ben indult először a Z-szak néven reklámozott tanári képzés, hivatalosabb nevén természettudomány-környezettan kötött szakpár. A magyar felsőoktatásban egyedülálló, hogy Weiszburg Tamás, az Eötvös Loránd Tudományegyetem professzora országos konzorciumot szervezett a képzés gondozására, amelyben jelenleg nyolc képzési hely vesz részt (Budapest, Debrecen, Eger, Nyíregyháza, Pécs, Szeged, Szombathely és Veszprém). A képzés koordinálásába beletartozik a kapcsolattartás és a csapatépítés már a középiskolások jelentkezéstől kezdve, a közös terepgyakorlatok szervezése, a képzésben részt vevő oktatók közös, online képzése, illetve a tantervi anyagok, felvételi követelmények egyeztetése és megosztása.

Március 27-én délután a Z-szak leglelkesebb oktatói és hallgató számára az Eötvös Loránd Tudományegyetemen Érdi Péterrel, a *Repair* című könyv egyik írójával szerveztek beszélgetést. A találkozó létrejöttének fő oka az volt, hogy a szerző a Kalamazoo College-ban olyan, integrált szemlélettel próbál elsősorban bölcsész fő érdeklődésű hallgatóinak természettudományos ismereteket közvetíteni, amelynek a meghonosítása a Z-szak egyik fő céljának számít. A beszélgetésen az országos konzorciumi partnerek közül öt képviselői voltak jelen.

A mintegy kétórás program a kölcsönös bemutatkozások után nagyrészt kötetlen beszélgetésből állt, s a végén Érdi Péter minden érdeklődőnek dedikálta *Repair* című könyvének magyar kiadását.

Lente Gábor





TÚL A KÉMIÁN

Példaképi erő az egyetemi oktatásban

Régóta ismeretes, hogy az egyetemi hallgatók számára jelentős motivációs forrás lehet a természettudományok tanulásához egy olyan példakép, akinek hasonló szociológiai-társadalmi háttere van. Az ilyen háttér-információk egy része azonban alkalmas a közösségi megbélyegzésre is (például szülői háttér, szexuális beállítottság vagy földrajzi-nemzetiségi hovatartozás), így gyakran titokban marad. Egy 1250 természettudományos professzort és 2400 diákot megvizsgáló tanulmányban a túlzott aggodalomra hajlamos lelkiállatra, illetve az első generációs értelmiségiekre vonatkozó elemzéseket végeztek. Azt tapasztalták, hogy a hallgatók között nagyobb arányban voltak jelen ezek a sajátságok, de az oktatók nagyobb százalékban titkolták őket. A tanulmány szerint az ilyen, többnyire a tanított tárgyhöz nem kapcsolódó információk megosztása sok hallgató számára segítség lehet a saját problémái megoldásában.

CBE Life Sci. Educ. 23, 9. (2024)



Szintetikus heparin



A véralvadást gátlóként elterjedten használt heparint manapság sertések beléből nyerik. Ennek az a kockázata, hogy ha az állatok között járványos betegségek terjednek, akkor le kell állítani a gyártást, ami már eddig is halálesetek százejait okozó, hamisított termékek terjedésének nyit utat.

Az új módszer a heparin prekursor-molekuláját *Escherichia coli* baktériumokból nyeri ki, majd több enzimmegkatalizált lépés segítségével a sertésekben termelődő változathoz nagyon hasonló termékelegyet készít. Ilyen alapokon elvileg új, az eredetinel terápiaiban hasznosabb készítményt is elő lehet állítani.

Proc. Natl. Acad. Sci. USA 121, e2315586121. (2024)

Ha észrevétele vagy ötlete van ehhez a rovathoz, írjon e-mailt Lente Gábor rovatszerkesztőnek: lenteg1206@gmail.com. A rovatszerkesztő korábbi írásait is tartalmazó blog elérhető a következő internet-oldalon: http://lenteg.ttk.ptke.hu/ScienceBits/index_magyar.html

BICENTENÁRIUM



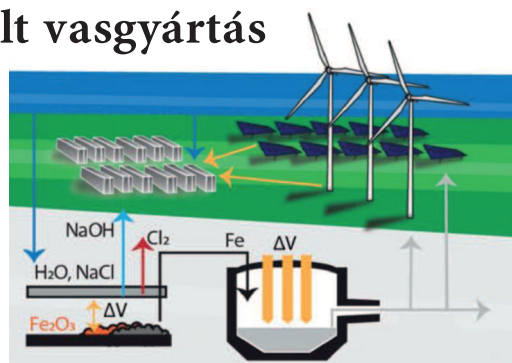
Julius v. Braun, Otto Bayer: Ortho-Hordenin *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft Vol. 57*, pp. 913–914. (1924. június 11.)

Otto Bayer (1902–1982) német ipari kémikus volt. Azt a kutatócsoportot vezette az IG Farben cégnél, amely 1937-ben felfedezte, hogyan lehet poliuretánt előállítani poliizocianátokból és polioloiból. Nem volt tagja a Friedrich Bayer (1825–1880) kereskedő által 1863-ban alapított Bayer cég névadó családjának. Amikor a poliuretángyártás a második világháború után, az IG Farben feldarabolásakor a Bayerhez került, akkor Otto Bayer is az igazgatói tanács tagja lett. Számos kitüntetést kapott.

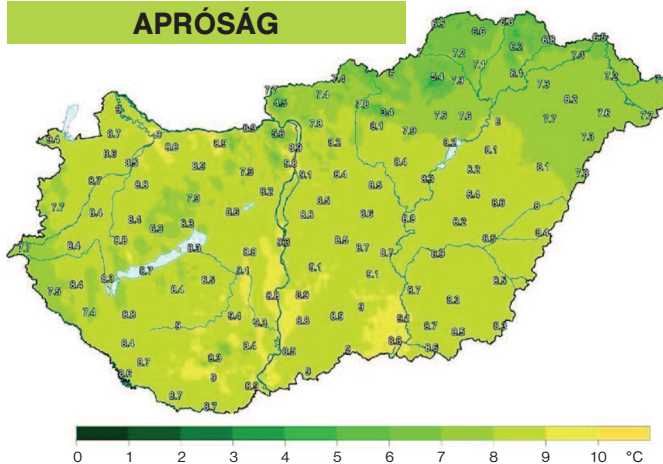
Újragondolt vasgyártás

A vasgyártás az emberi társadalom széndioxid-kibocsátásának mintegy 7 százalékáért felelős, ez nagyjából azonos a Föld összes személyautója által kipufogott mennyiséggel. Ezért igen jelentős fejlemény lenne, ha fokozatosan új alapokra helyeznék az iparágat. Ebbe az irányba mutat az a módszer, amely elektrolízissel, szén felhasználása nélkül, jóval alacsonyabb hőmérsékleten valósítja meg a reakciót két, korábban ismert folyamat összekapcsolásával. Az első vas-oxidok redukciója elemi vassá nátrium-hidroxid elektrolitban, míg a második a klóralkáli folyamat, amely nátrium-kloridból állít elő klórgázt és nátrium-hidroxidot. Az eljárás akár nagy léptékben is versenyképes lehet akkor, amikor a megújuló energiaforrásokból származó elektromos áramból felesleg van.

Joule 8, 714. (2024)



APRÓSÁG



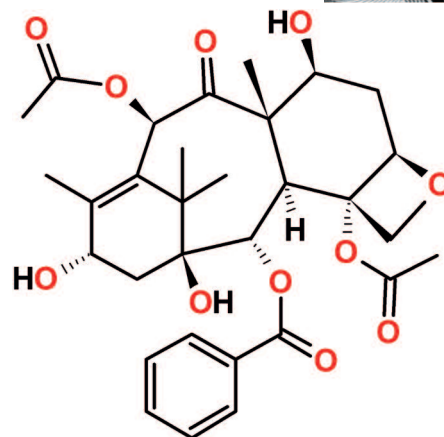
1900 és 2023 között Magyarországon mindössze hat olyan március volt, amikor a havi középhőmérséklet meghaladta a 2024 februárjában mért értéket.



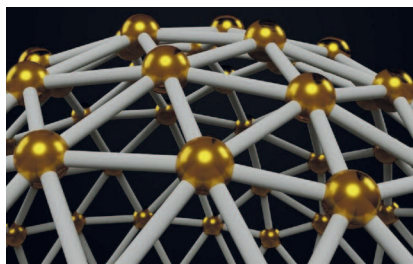
A HÓNAP MOLEKULÁJA

A baccatin III ($C_{31}H_{38}O_{11}$) a Taxol kereskedelmi nevű, eredetileg tiszafafajokban azonosított rákellenes szer bioszintézisének egyik legfontosabb köztiterméke. Nemrég azonosították a reakciósor kulcslépését és annak katalizátorát: ebben a taxán-oxetanáz I enzim létrehozza a kémiai szerkezet legjellegzetesebb részét, az egy oxigénatomot tartalmazó négytagú gyűrűt.

Science 383, 622. (2024)



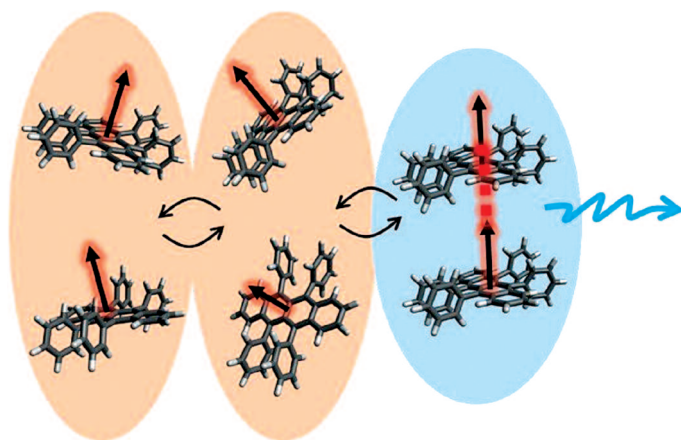
Molekuláris mágnesek mesterséges intelligenciával



A molekuláris mágnesek általában olyan koordinációs vegyületek, amelyek mágneses polarizációja a külső körülményekkel megváltoztatható. Egy japán kutatócsoport mesterséges intelligencia felhasználásával készített programja hatékonyan képes előre

jelezni a fémkomplexek mágneses tulajdonságait. A betanításához nyolcszáz, az irodalomban fellelhető, ismert kristályszerkezetű, szaléntípusú ligandumot tartalmazó vegyületet használtak. Ezután az eljárás sikerrel azonosította a Cambridge-adatbázis mintegy húsz ezer hasonló szerkezetéből azokat, amelyek valóban molekuláris mágnesek.

IUCrJ 11, 182. (2024)

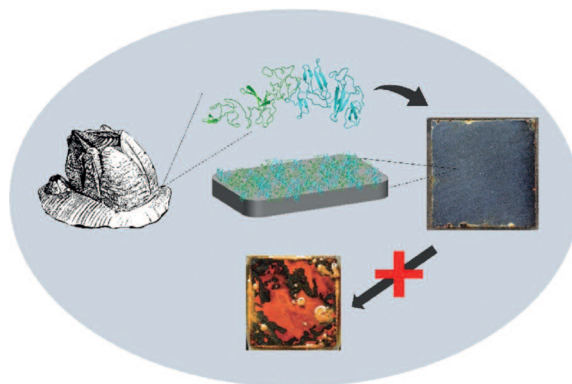


Fotonfelezési sebesség

Néhány kivételes vegyület érdekes sajátossága, hogy egy infravörös foton elnyelése után gerjesztett állapotba jut, s egy másik, ugyancsak gerjesztett állapotú molekulával kölcsönhatva kétszer akkora energiájú fotont bocsát ki. Ez a frekvenciakettőzéshez (vagyis fotonfelezéshez) hasonló folyamat nagyon jelentősen javíthatja a napelemek hatékonyságát, mert szélesebb spektrális tartományra terjeszti ki a napsugárzás energiájának hasznosítását. Egy új tanulmányban ESR-vizsgálatok segítségével követték a folyamatot rubrént és egy fényérzékeny tiofénszármazékot tartalmazó, kivételesen nagy hatékonyságáról ismert rendszerben. Az eredmények szerint a két gerjesztett molekulának nagyjából egy nanoszekundum ideje van arra, hogy hasonló orientációt vegyen fel és kölcsönhatásba lépjen. Az eredmények tanulságai valószínűleg más rendszerek fejlesztéséhez is fontos segítséget adnak.

J. Phys. Chem. Lett. 15, 2966. (2024)

Fémvédő fehérjék

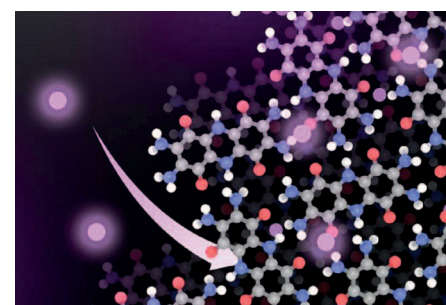


A tengeri gerinctelen állatok már így is sok ihletet adtak a tudóstársadalomnak például új ragasztók kifejlesztéséhez. A kacs lábú rákok (*Cirripedia*) alosztályágának vizsgálata a korrózióvédelemhez nyújtott új ötleteket. A tengervíz általában igen erőteljesen hat az olajfúrótornyok szerkezeti anyagaira. A vegyipar által előállított védőbevonatok gyakran mérgező anyagokat bocsáthatnak ki a környezetbe. Az élete nagy részét fémfelületekre tapadva töltő *Megabalanus rosa* fajból viszont környezetbarát, a felületekre igen erősen tapadó fehérjét sikerült izolálni, amelynek komoly korróziógátló hatása is van. Az anyagot genetikailag módosított baktériumokkal nagyobb mennyiségben is elő lehet állítani.

Commun. Mater. 5, 11. (2024)

Fémmentes katód

A lítiumakkumulátorok katódanyagának fejlesztése fontos feladat. Nemrég egy olyan új, fémet nem tartalmazó lehetőségéről számoltak be, amelynek lényege egy tetraamino-benzokinnon-alapú, egyszerűen, költségkímélően és nagy mennyiségben is előállítható szerves vegyület. A segítségével készíthető akkumulátor töltéssűrűsége $306 \text{ mAh g}^{-1}_{\text{katód}}$, energiasűrűsége $765 \text{ Wh kg}^{-1}_{\text{katód}}$, élettartama pedig meghaladja a 2000 feltöltési ciklust: ezek az értékek jobbakként, mint a ma használatos kobalt- vagy nikkellapú katódok esetében. A speciális, réteges szerkezetű anyag más szerves katódoktól eltérően jól vezeti az elektromos áramot, és nagyon rosszul oldódik a lítiumakkumulátorokban használt elektrolitokban.



ACS Cent. Sci. 10, 569. (2024)



Válogatás

Az MTA Kémiai Tudományok Osztálya által kiválasztott aktuális három publikáció közül az elsőben a szerzők a lágy mágneses hidrogél teljesítményének szabályozási módját írják le, a második szerzői a Taylor–Aris-diszperzió fehérjealapú gyógyszerek elektroporlasztásos ionizációs tömegspektrometriával történő közvetlen elemzéséhez való alkalmazását (TADA–MS) ismertetik, a harmadik közlemény szerzői pedig megmutatják, hogy reverzibilis foszfor-foszfor kötésaktiválás lehetséges egy három foszfort tartalmazó [3]ferrocenofán esetében.

Perczel András

az MTA rendes tagja, osztályelnök

Mágneses hidrogél alapú rugalmas aktuátor: tervezés, tulajdonság és alkalmazás

Chemical Engineering Journal, 2023

https://www.researchgate.net/publication/368959073_Magnetic_hydrogel-based_flexible_actuators_A_comprehensive_review_on_design_properties_and_applications

Yuan He¹, Jie Tang¹, Yang Hu¹, Sen Yang², Feng Xu^{3,4}, Miklos Zrínyi⁵, Yong Mei Chen¹

¹College of Bioresources Chemical and Materials Engineering, National Demonstration Center for Experimental Light Chemistry Engineering Education, Shaanxi University of Science & Technology, Xi'an, PR China

²School of Physics, MOE Key Laboratory for Nonequilibrium Synthesis and Modulation of Condensed Matter, State Key Laboratory for Mechanical Behavior of Materials, Xi'an Jiaotong University, Xi'an, PR China

³The Key Laboratory of Biomedical Information Engineering of Ministry of Education, School of Life Science and Technology, Xi'an Jiaotong University, Xi'an, PR China

⁴Bioinspired Engineering & Biomechanics Center (BEBEC), Xi'an Jiaotong University, Xi'an, PR China

⁵Laboratory of Nanochemistry, Department of Biophysics and Radiation Biology, Semmelweis University, Budapest, Hungary

A mágneses aktuátorok térben és időben szabályozott manipulációt tesznek lehetővé. Bemutatjuk a lágy mágneses hidrogélek teljesítményének szabályozását, mechanikai erősítő mechanizmusát, valamint mesterséges ujjak, izmok, katéterek, csillók/mikropillérek, mikrofogók, mikrozelepek, mikromotorok, mikrorobotok újszerű alkalmazásainak módját.

Fehérjék analízise közvetlen injektálásos elektroporlasztásos tömegspektrometriával nagy mátrixtartalmú mintákból: a Taylor–Aris-diszperzió alkalmazása

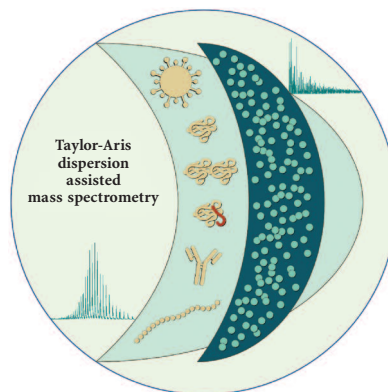
Angew. Chem. Int. Ed., 2024

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/anie.202318225>

Ruben Szabó, Cynthia Nagy, Attila Gáspár

Department of Inorganic and Analytical Chemistry, Institute of Chemistry, University of Debrecen, Hungary

A Taylor–Aris-diszperzió fehérjealapú gyógyszerek elektroporlasztásos ionizációs tömegspektrometriával történő közvetlen elemzéséhez való alkalmazását (TADA–MS) ismertetjük. Az elemzés során nincs szükség a fehérje előzetes tisztítására, elválasztására a minta nem MS-kompatibilis mátrixanyagaitól. A mód-



szer új megközelítéssel segítheti a natív fehérjék elemzését, hiszen a fehérjéket natív körülmények között vezethetjük a tömegspektrométerbe.

Változtatható koordinációs módok és egy P3 egység reverzibilis P–P kötésaktiválása átmeneti-fém-karbonilekkel

Advanced Science, 2024

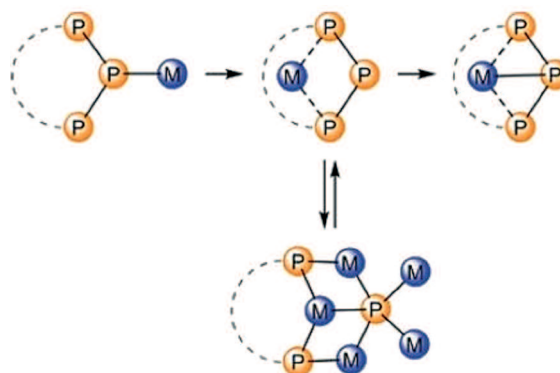
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/advs.202306805>

Roman Franz¹, Dalma Gál², Clemens Bruhn¹, Zsolt Kelemen², Rudolf Pietschnig¹

¹Institute for Chemistry and CINsaT, University of Kassel, Germany

²Department of Inorganic and Analytical Chemistry, Budapest University of Technology and Economics, Hungary

Munkánk során megmutattuk, hogy reverzibilis foszfor-foszfor kötésaktiválás lehetséges egy három foszfort tartalmazó [3]ferrocenofán esetében. A P3 lánc P–P kötéseinek hasítása több lépésben játszódik le kobalt-karbonil jelenlétében, mely során különböző komplexálási módok figyelhetők meg. A folyamat megfordítható nukleofil vegyületek jelenlétében. A folyamat reverzibilitása, valamint az egy foszfort tartalmazó egységek jelenléte felveti e vegyületcsalád alkalmazását P+–transzferreagensként.





XV. Környezetvédelmi Analitikai és Technológiai Konferencia (KAT2024) és 63. Magyar Spektrokémiai Vándorgyűlés (63. MSV)

Balatonszárszó, 2024. március 6–8.

A 2019. évi, Balatonszárszón összehangoltan szervezett 62. MSV és KAT2019 konferenciák zárásakor a szakmai előkészítő bizottságok elnökei és tagjai kifejezték reményüket, hogy Egyesületünk Környezet-analitikai és Technológiai Társasága és Spektrokémiai Társasága együttműködhet aktuális rendezvényeik azonos helyszínén, azonos időben történő megszervezésében.

A 2017-ben Debrecenben, majd 2019-ben Balatonszárszón párhuzamosan szervezett KAT és MSV konferenciák programjai az utóbbi évek fejlődését tükrözték: a környezetvédelemben széles körben alkalmaznak olyan új mérés technikákat, amelyek bemutatására a spektrokémiai szekciók előadásaiban számíthatunk, ugyanakkor a spektrokémikusok figyelme is jelentős mértékben fordul környezetünk állapotának vizsgálata, környezetvédelmi problémák felé.

2021-ben csupán a virtuális térben lett volna lehetőség az aktuális konferenciák összehangolt megszervezésére. Figyelembe véve a rendezvények jellegét, a szervezők úgy döntöttek, hogy e konferenciákat Egyesületünk személyes részvétellel rendezze meg. Erre 2024 márciusában kerülhetett sor, a balatonszárszói SDG (Soli Deo Gloria) Családi Hotel és Konferenciaközpontban. A társrendezvények lebonyolítására a korábbi, eredményesnek bizonyult gyakorlatot tartották szem előtt a szervezők: két önálló konferencia zajlott párhuzamosan, közös plenáris előadásokkal, poszterbemutatókkal, valamint külön-külön szervezett szekció-előadásokkal. A résztvevők érdeklődésüknek megfelelően hallgathatták bármely szekció előadásait.

A tudományos program előkészítésben, szervezésében az MKE Környezet-analitikai és Technológiai Társasága, Élelmiszer-tudományi Szakosztálya, Analitikai Szakosztálya, Spektrokémiai Társasága, valamint az MTA Spektrokémiai Munkabizottsága vett részt.

A fővédnökséget Raisz Anikó, az Energiaügyi Minisztérium környezetügyért és körforgásos gazdaságért felelős államtitkára vállalta el, aki plenáris előadással köszöntötte a résztvevőket.

A KAT2024 és a 63. MSV konferencia közös megnyitója keretében került sor a Török Tibor Emlékérem átadására. Az MKE Spektrokémiai Társasága 1999-ben alapította e díjat a magyar spektrokémiát megalapozó Török Tibor professzor életműve és emléke előtt tisztelegve olyan hazai és külföldi kutatók elismerésére, akiknek munkássága és iskolateremtő tevékenysége nemzetközi szinten is kiemelkedő. Az idei díjazott Kris-



A kitüntetett Kristóf János Ziegler Ildikóval, a Spektrokémiai Társaság elnökével

tóf János, a Pannon Egyetem Mérnöki Karának professor emeritusa volt.

A két konferencia keretében – összesen mintegy száz résztvevőnek – 14 közös plenáris, 40 szekció-előadás, valamint 9 poszter mutatta be a legújabb tudományos és gyakorlati eredményeket az alábbi szekciókban:

KAT2024: Élelmiszerminőség, élelmiszerbiztonság és a környezeti paraméterek; Analitikai módszerek a szennyezettség, illetve az összetétel meghatározására; Állapot-felmérési esettanulmányok; Innovatív kémiai és környezettechnológiai eljárások; Magyarország környezetvédelmi feladatai.

63. MSV: Biológiai rendszerek spektroszkópiái vizsgálata; Spektroszkópiái környezeti mérések és módszerfejlesztés; Analitikai alkalmazások.

Az érdeklődők figyelmébe ajánljuk, hogy a két rendezvény tudományos programja – beleértve az előadások kivonatait is – megtalálható a konferenciák honlapján:

<https://kat2024.mke.org.hu/>, <https://spektrokemia.mke.org.hu/>.

A szakmai előkészítő bizottságok tagjai ezúton is köszönetüket nyilvánítják az Egyesület Titkárságának az előkészítésben és a lebonyolításban végzett színvonalas, gondos, sokrétű munkájáért.

Buzás Ilona, Ziegler Ildikó



Raisz Anikó államtitkár asszony a rendezvényen

Tomasz Jenő (1935–2024)

Április 24-én elhunyt Tomasz Jenő, a kémiai tudomány doktora, a nukleotidkémia egyik első hazai művelője. SZBK-beli évei alatt az ő laboratóriumában dolgozott Karikó Katalin, aki 1997 karácsonyán így írt korábbi mentorának: „... Úgy tűnik, hogy még most is mindenki nukleotidokkal foglalkozik a kis csoportunkból, s erre igazán büszke lehet. Én meg vagyok sorsommal elégedve, s hálás vagyok magának, hogy elindított ezen a pályán.”

Tomasz Jenő cikkeivel, történeteivel többször találkoztunk a lapban; itt jelent meg 2019 áprilisában „Kutatópályám emlékezete” című írása is, amellyel most mi emlékezhetünk rá.



FOTÓ: KARIKÓ KATALIN, 1980



Az 56. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny döntője

Debrecen, 2024. április 5–7.

2019, 2022 és 2023 után 2024-ben, jelenléti helyszínként, negyedik alkalommal a Debreceni Egyetemen rendeztük meg az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny döntőjét. Ezúttal ismét az Egyetem téri Campuson voltunk, bár a szervezőket kihívás elé állította a Kémiai Épület felújítása és ennek következtében az egyik szárny lezárása: emiatt a laborfordulók és a zsűrimegbeszélések kivételével idén minden az Élettudományi Épületben volt.

A megnyitót április 5-én este tartottuk az Élettudományi Épület nagy előadótermében. Először *Várnagy Katalin*, az Irinyi-szervezőbizottság elnöke, a DE Kémiai Intézetének igazgatója köszöntötte a verseny diák résztvevőit, a felkészítő tanárokat, emellett a versenybizottság, a Magyar Kémikusok Egyesülete, valamint a helyi szervezőbizottság tagjait. „Gratulálok a diákoknak, hiszen eljutottak ideig, a legjobbak vannak az országos döntőben. Ez is mutatja, hogy még mindig van érdeklődés a kémia iránt, mely az egyik legszebb tudományág. Remélhetőleg a diákok tantárgy iránti szeretete sokáig megmarad és az a hivatástudat, melyet a felkészítő tanárok képviseltek, olyan példát mutathat a fiataloknak, hogy sokan a kémiantári pályát fogják választani” – hangsúlyozta Várnagy Katalin.

Kun Ferenc, a DE Természettudományi Karának dékánja kiemelte, hogy az intézményben zajló színvonalas képzésnek nagyban köszönhető, hogy már negyedik alkalommal rendezheti meg a kar a nagy múltú és rangos verseny döntőjét. „A nemzetközi szintű kutatómunkára épülő képzéseink a világpiacra is versenyképesek, a rendelkezésre álló erőforrásainkat a tudományos és az oktatási tevékenységekre alapozva az iparfejlesztés szolgálatba kívánjuk állítani. Erre az is garancia, hogy karunk már hetven éve jelen van a felsőfokú természettudományos szakemberképzésben. Büszkéek vagyunk arra, hogy oktatóink nemcsak tanítják, hanem művelik is szakmájukat, kutatásaik révén hozzájárulnak a tudományterület fejlődéséhez. Akik bejutottak a verseny döntőjébe, már biztosan nyertesek, hiszen ők a legkiválóbb diákok az országban, éveken át építhetnek majd azokból a tapasztalatokból, amiket itt szereztek” – mondta.

Puskás István alpolgármester köszöntőjében a természettudomány, azon belül a kémia fontosságát hangsúlyozta, és a fiatalok jövőformáló tevékenységére hívta fel a figyelmet. „Az ország legizgalmasabb városa ma Debrecen, ahol új történelmi léptékű perspektívák nyíltak, ebben a természettudományoknak is jelentős szerepük van, hiszen az elektromobilitásra épülő ipar fontos bázisa formálódik jelenleg is a városban. Emellett az innovációnak nagy jelentősége van a tudás hasznosításában, a fiatal tehetségek határozzák majd meg, hogy milyen irányba halad Debrecen” – tette hozzá az alpolgármester.

Mika László Tamás, a Magyar Kémikusok Egyesületének főtitkára köszönetét fejezte ki azoknak a szakembereknek, akik fenntartják a diákok érdeklődését, és azért dolgoznak, hogy a tudományterület általános megítélése pozitív maradjon. „A kémia jelen van a minket körülvevő világban, mindenhol találkozhatunk olyan jelenségekkel vagy eszközökkel, amik valamilyen kémiai folyamaton mentek keresztül. Ehhez képest a kémia népszerűsége korántsem töretlen. Szükség van olyan szakemberekre, akik úgy próbálják fenntartani a jólétet, hogy az energiaforrásokat, a környezetszennyezést, a nyersanyagigényeket kedvező irányba terelik. Ezek a kutatók a jövőben azok közül kerülhetnek ki, akik részt vettek a verseny döntőjében és ötleteikkel még csodálatosabbá tehetik a kémiát” – mondta a főtitkár.

Végül *Ósz Katalin*, a Versenybizottság elnöke köszöntötte a jelenlévőket és nyitotta meg a versenyt sok sikert és még több közös élményt kívánva diákoknak, tanároknak egyaránt.

Az idei kulturális program keretében a Debreceni Egyetem Zeneművészeti Karának két növendéke, *Bede Borbála* másodéves fuvolaszakos hallgató és *Erdős László* harmadéves fuvolaszakos hallgató klasszikus zenei előadását hallgathattuk meg. Az estét a diákok és a tanárok is ünnepélyes vacsorával zárták.

Másnap, április 6-án az Egyetem téri Campuson folytatódott a verseny az írásbeli és a gyakorlati fordulókkal. Az előző években már kipróbált és „bevált” menetrend szerint a 9. és 10. osztályos tanulók nem egyszerre írásbeliztek és laboroztak, hanem a 9. osztályosok az írásbelivel, a 10. osztályosok pedig a laborral kezdtek, majd a két csapat helyet cseréltek.

A versenyző diákok számára a délután már a pihenésről szólt. Ennek keretében – és a szép időjárásnak is köszönhetően – az egyetem botanikus kertjét, illetve a Nagyerdő parkosított részét látogathatták meg.

A javítást vállaló kísérő tanárok munkájának eredményeképpen estére részleges eredményhirdetésre kerülhetett sor. Hálásak vagyunk minden kollégának, aki részt vett a javításban.

A részleges eredményhirdetésre a versenybizottság összeállította azoknak a diákoknak a névsorát, akik a másnapi szóbeli fordulón részt vehettek. Emellett estére a részletes írásbeli és laborpontszámok is felkerültek a Debreceni Egyetem Kémiai Intézetének Irinyi-oldalára. A hagyományok szerint azonban ezt az eredményhirdetést mindig megelőzi egy izgalmas előadás – ezt idén *Fábián István*, a Debreceni Egyetem Szeretlen és Analitikai Kémiai Tanszékének professzora, az egyetem korábbi rektora tartotta *Csodavizek, csodások* címmel. Az előadó számos példán keresztül mutatta be, hogy az élet két nélkülözhetetlen anyagához, a vízhez és konyhasóhoz kapcsolódva milyen tévhitek, áltudományos állítások vannak a köztudatban és hogyan csapják be önjelölt „szakértők és tudósok” a vásárlókat. Az előadásában kémiai szempontból vizsgálta a homeopátia, a pi-víz, a himalája só és társaik állítólagos hatásmechanizmusát.

Az utolsó nap (április 7.) délelőtti szóbeli fordulóját az Élettudományi Épület nagy előadótermében rendeztük meg. A diákok előadásait pontozó zsűri elnöke *Mika László Tamás* egyetemi tanár, az MKE főtitkára volt, a zsűri tagjai *Bárány Zsolt Béla* kémiantanár, *Musza Katalin* kémiantanár, egyetemi docens, *Ósz Katalin* egyetemi docens, valamint *Várnagy Katalin* egyetemi tanár voltak. A szóbeli fordulón – ahogy azt már megszokhattuk – tartalmas, érdekes és remekül felépített 5–5 perces előadásokat hallgathattunk meg különböző stílusokban. Két Irinyi-plakettet elnyert diák, a II.A kategóriában versenyző **Biró Artúr** és **Simon János Dániel** (mindketten az ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium tanulói) azért nem tudtak részt venni a szóbeli fordulón, mert ők a *Kísérletes Tudományok Európai Diákolimpiáján* (EOES) képviselték hazánkat Luxemburgban, ahová az aznap délben Budapestről induló járattal utazott a csapat.

A szóbeli forduló – és így az egész rendezvény – az ünnepélyes eredményhirdetéssel és zárófogadással fejeződött be. Az idén harmadik alkalommal odaítélt, legjobb szóbeli forduló előadásért járó *Pálinkó István-díjat* a szóbeli forduló zsűrijének döntése alapján **Mohácsi Panna** (Érdi Vörösmarty Mihály Gimnázium, felkészítő tanára: *Homoki Árpád*) vehette át.



A verseny 9. és 10. osztályos *Irinyi-díjasa* 2024-ben a 9. osztályosok közül **Elek János** (Szegei Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, felkészítő tanárai: *Csúri Péter* és *Dr. Regdon Ibolya*), a 10. osztályosok közül pedig **Bauer Balázs Ábel** (Révai Miklós Gimnázium és Kollégium, Győr, felkészítő tanára: *Árki Csilla*) lett.

Az idei évben a debreceni önkormányzat különdíjat ajánlott fel a legeredményesebb versenyzőnek és kísérőjének, akik egy Debrecen–München–Debrecen repülőjáratra szóló jeggyel és a BMW müncheni gyárába és múzeumába szóló belépővel gazdagodtak: ezt az idei verseny abszolút győztese, a tavaly 9.-esként *Irinyi-díjat* nyert **Muraközi Péter** (Czuczor Gergely Bencés Gimnázium és Kollégium, Győr, felkészítő tanára: *Molnár Zsolt*) vihette haza.

Az egyes kategóriák élén végzők és a különdíjasok névsora lentebb olvasható (a kék színnel kiemelt versenyzők az *Irinyi-plakettet* is elnyerték):

I.A kategória

- Erdélyi Berta**, Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium (felkészítő tanár: *Albert Attila*)
- Perger Mátyás**, Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest (felkészítő tanár: *Elekné Becz Beatrix*)
- Czire Boróka**, Berde Mózes Unitárius Gimnázium, Székelykeresztúr (felkészítő tanár: *Rafai Dalma*)
- Szepesi Zoltán László**, Budapest V. Kerületi Eötvös József Gimnázium (felkészítő tanár: *Tóthné Tarsoly Zita*)
- Csatári Bence**, Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium (felkészítő tanár: *Albert Attila*)
- Asszonyi Pongrác**, Deák Téri Evangélikus Gimnázium, Budapest (felkészítő tanár: *Istványfyné Tomka Márta*)
- Major-Nemes Marcell**, Gödöllői Török Ignác Gimnázium (felkészítő tanárok: *Kalocsai Ottó*, *Karasz Gyöngyi*)
- Molnár Orsolya**, Deák Téri Evangélikus Gimnázium, Budapest (felkészítő tanár: *Tasi Zsuzsanna*)
- Keszte Ádám**, Budapest V. Kerületi Eötvös József Gimnázium (felkészítő tanár: *Tóthné Tarsoly Zita*)
- Szabó Sámuel**, Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium (felkészítő tanár: *Albert Attila*)

9. Borsi Attila, Kisvárdai Bessenyei György Gimnázium és Kollégium (felkészítő tanár: *Tóth Eszter*)

10. Tusnady Sára, Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium (felkészítő tanár: *Albert Attila*)

I.B kategória

- Elek János**, Szegei Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium (felkészítő tanárok: *Csúri Péter*, *Dr. Regdon Ibolya*)
- Rauf Máté Gábor**, Kaposvári Táncsics Mihály Gimnázium (felkészítő tanár: *Dr. Miklós Endréné*)
- Hetényi Lőrinc Attila**, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium (felkészítő tanár: *Czédulás Katalin*)
- György Paula**, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium (felkészítő tanár: *Sebő Péter*)
- Bálint Orsolya**, Keszthelyi Vajda János Gimnázium (felkészítő tanár: *Szabó Péter*)
- Oláh Ajtony Ambrus**, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, Budapest (felkészítő tanár: *Sebő Péter*)
- Rédling Máté Géza**, Kaposvári Táncsics Mihály Gimnázium (felkészítő tanár: *Dr. Miklós Endréné*)
- Juhász Krisztián József**, Földes Ferenc Gimnázium, Miskolc (felkészítő tanár: *Szepesiné Medve Judit*)

I.C kategória

- Gyöngyi Bercel**, BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum, Budapest (felkészítő tanárok: *Tóth Edina*, *Barabás Gergő*)
- Kreisz Levente**, Esztergomi Szakképzési Centrum Bottyán János Technikum (felkészítő tanárok: *Boros Éva*, *Szekeressné Czinege Erzsébet*)
- Takács Dániel**, Váci Szakképzési Centrum Boronkay György Műszaki Technikum és Gimnázium (felkészítő tanár: *Mocsári Nóra*)

Az I. kategóriában a *legjobb számításfeladat-megoldó Erdélyi Berta* volt. A *legjobb elméletifeladat-megoldó Erdélyi Berta*, **Szepesi Zoltán László**, **Tusnady Sára** és **Elek János** volt. A *gyakorlati (laboratóriumi) fordulóban hibátlan eredményt, maximális pontszámot* ért el **Pergel Mátyás**, **Keszte Ádám**, **Meczner Kristóf** és **Fábián Gergő**.

II.A kategória

- Muraközi Péter**, Czuczor Gergely Bencés Gimnázium és Kollégium, Győr (felkészítő tanár: *Molnár Zsolt János*)
- Bauer Balázs Ábel**, Révai Miklós Gimnázium és Kollégium, Győr (felkészítő tanár: *Árki Csilla*)
- Nagy Luca**, Révai Miklós Gimnázium és Kollégium, Győr (felkészítő tanár: *Árki Csilla*)
- Zólogy Csanád**, Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium (felkészítő tanár: *Keglevich Kristóf*)
- Bíró Artúr**, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, Budapest (felkészítő tanár: *Varga Bence*)
- Simon János Dániel**, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, Budapest (felkészítő tanár: *Varga Bence*)
- Soczó Panni**, Érdi Vörösmarty Mihály Gimnázium (felkészítő tanár: *Versits Livia*)
- Takách Máté**, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, Budapest (felkészítő tanár: *Varga Bence*)
- Bencze Kinga**, Gödöllői Török Ignác Gimnázium (felkészítő tanárok: *Kalocsai Ottó*, *Karasz Gyöngyi*)
- Együd András Buda**, Balassagyarmati Balassi Bálint Gimnázium (felkészítő tanár: *Hreskó József*)



11. Király Tamás-Gábor, Kölcsey Ferenc Főgimnázium, Szatmárnémeti (felkészítő tanár: *Átyim Erzsébet*)

11. Pillár Bence, Dunaújvárosi Széchenyi István Gimnázium (felkészítő tanár: *Garamszeginé Szücs Ildikó*)

II.B kategória

1. Csipkó Hanga Zoé, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, Budapest (felkészítő tanár: *Villányi Attila*)

2. Föld Milán, Batthyány Lajos Gimnázium, Nagykanizsa (felkészítő tanár: *Csörgicsné Balogh Edit*)

3. Mohácsi Panna, Érdi Vörösmarty Mihály Gimnázium (felkészítő tanár: *Homoki Árpád*)

4. Husznai Marcell, Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma és Kollégiuma, Pécs (felkészítő tanár: *Dr. Petz Andrea*)

5. Zámbó Luca, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, Budapest (felkészítő tanár: *Villányi Attila*)

6. Hasulyó Dorián, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, Budapest (felkészítő tanár: *Villányi Attila*)

7. Monok Péter, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, Budapest (felkészítő tanár: *Villányi Attila*)

II.C kategória

1. Füzy András Dávid, BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum, Budapest (felkészítő tanárok: *Barabás Gergő, Tóth Edina*)

1. Kutlán Dénes György, Debreceni Szakképzési Centrum Vegyipari Technikum (felkészítő tanár: *Nagy Attila*)

2. Bodó Ákos, Debreceni Szakképzési Centrum Vegyipari Technikum (felkészítő tanár: *Dr. Feketéné Kiss Judit*)

A II. kategóriában a *legeredményesebb elméletifeladat-megoldó*, valamint a *legeredményesebb (azaz hibátlan) számításfeladat-megoldó* is **Muraközi Péter** lett. A *gyakorlati (laboratóriumi) fordulón hibátlan eredményt, maximális pontszámot ért el Takách Máté és Tóth Hanga Katalin.*

Kiemelkedő tehetséggondozó munkájáért két felkészítő tanár kapott elismerést:

Árki Csilla (Révai Miklós Gimnázium és Kollégium, Győr)

Barabás Gergő (BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum, Budapest)

Kiemelkedő tehetséggondozó munkájukért a következő iskolák kaptak különdíjat:

Kaposvári Táncsics Mihály Gimnázium: Reanal-vegyszer-csomag

Deák Téri Evangélikus Gimnázium, Budapest: Richter-gyárlátogatás

Érdi Vörösmarty Mihály Gimnázium: Euroapi-gyárlátogatás

Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium: Bálint Analitika-gyárlátogatás

Révai Miklós Gimnázium és Kollégium, Győr: Egis-gyárlátogatás

Még egy alkalommal, jövőre, április 25–27. között Debrecenben, az Egyetem téri Campuson találkozunk. Mindenkit sok szeretettel várunk a jövő évi versenyre is!

A versenyről további információkat találnak a következő oldalakon:

- <https://www.irinyiverseny.mke.org.hu/>: az MKE Irinyi-oldala (innen letölthető a verseny története, a versenykiírás, az egyes fordulók feladatsorai és megoldókulcsaik, valamint fényképek);

- <https://kemia.unideb.hu/irinyi-janos-oroszagos-kozepiskolai-kemia-verseny-2024> – a Debreceni Egyetem Irinyi-oldala (ahol elérhető a gyakorlati forduló feladatsora és megoldókulcsa, a ver-

seny elméleti és gyakorlati fordulójának az összesített eredménye, fényképek, valamint információk a versenyhelyszínekről).

A program részben a Kulturális és Innovációs Minisztérium megbízásából a Nemzeti Tehetség Program által meghirdetett NTP-TMV-M-23-B-0040 azonosító számú pályázati támogatásból valósult meg.

A verseny kiemelt támogatója volt a Richter Gedeon Nyrt., Egis Gyógyszergyár Zrt., az Euroapi Hungary Kft. és Debrecen Megyei Jogú Város Önkormányzata. További támogatók: Aktiv Instrument Kft., Bálint Analitika Kft., LaborExport Kft., Merck Kft., Messer Hungarogáz Kft., Reanal Labor Vegyszerkereskedelmi Kft., Unicam Magyarország Kft.

Ósz Katalin, Várnagy Katalin

TÁMOGATÓK



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS
MINISZTERIUM



Nemzeti
Tehetség Program



RICHTER GEDEON

EUROAPI
Active Solutions for Health



DEBRECEN
MEGYEI JOGÚ VÁROS
ÖNKORMÁNYZATA



MERCK

MESSER
Gases for Life

REANAL LABOR
Vegyszerkereskedelmi Kft.

UNICAM
Magyarország Kft.

Karikó Katalin szegedi látogatása

Karikó Katalin Nobel-díjas kutatóbiológus április 9-én akadémiai székfoglalóját Budapesten megtartva, április 16-án és 17-én ismét Szegedre látogatott. A látogatás mottója, mint tavaly októberben ígérte, az volt, hogy elhozza Nobel-díját Szegednek. Tiszteletére az SZTE 16-án ünnepi ülést rendezett, amelyen az egyetem és a város vezetői mellett megjelent a látogatás fővédnöke, Sulyok Tamás köztársasági elnök is. A protokolláris eseményeket követően Karikó Katalin átnyújtotta a díj replikáját a Szegedi Tudományegyetem vezetésének. Ajándékát a professor asszony pályafutását bemutató állandó kiállításon helyezték el, a József Attila Tudományos és Informatikai Központ földszinti kiállítótermében. A Nobel-díj másolata mellett a díj teljes összegét (500 ezer USD, közel 200 millió HUF) is az egyetemnek adományozta. Mint mondta, bízik benne, hogy az adománya révén létrehozott támogatás arra inspirálja az oktatókat és a hallgatókat, hogy a legjobbak legyenek. Tervei szerint az általa alapított díjat minden évben egy-egy oktató-kutató, illetve egy hallgató kapja majd meg, az elismeréseket pedig személyesen szeretné átadni. Az adomány felhasználásának részleteiről az egyetem illetékesei a későbbiekben részletesen fogják tájékoztatni az érdekelteket, így lapunk olvasóit is.



Még 16-án délelőtt az egyetemi hallgatók számára korábban kiírt „A Szegedi Tudományegyetem és a Nobel-díj” ötletverseny eredményhirdetésére került sor; a nyertes pályázók Karikó Katalintól vehették át díjaikat. A világhírű kutatóbiológus ezután rendhagyó tanórát is tartott az SZTE Fűvészkertben, ahol felavatták a Tudós nők ösvényét. Másnap délután a Szegedi Akadémiai Bizottság és a Móra Ferenc Múzeum közös rendezésében már évek óta folyó, nagy sikerű „Akadémikusok nyakkendő nélkül” sorozat keretében beszélgetett vendégünkkel Duda Ernő professzor, aki szegedi kutatókorában volt Karikó Katalin egyik mentora, munkatársa. Azok, akik bejutottak a beszélgetésre, érdekes részleteket tudhattak meg a mára világhírűvé vált hajdani szegedi kutatóról, élettrajzi könyvében nem részletezett eseményekről, mozzanatokról. A beszélgetésről készült felvétel a SZAB YouTube-csatornáján megtekinthető (<https://youtu.be/ZTKys-H137c>). A sűrű program ellenére még arra is maradt idő, hogy Karikó Katalin a már elkezdett közös kutatás résztvevőivel egyeztesse a további feladatokat. Tartalmas látogatás volt. Legközelebb a nyár folyamán, előreláthatólag júliusban köszönhetjük újra a professzor asszonyt Szegeden. **KT**

Fenntarthatósági workshop a Műegyetemen

Április végén rendezték meg az első műegyetemi fenntarthatósági workshopot a „BME a fenntarthatóságért” panel szervezésében. A résztvevőket Levendovszky János tudományos és innovációs rektorhelyettes és Keglevich György szakmai vezető üdvözölte. Ezután került sor Aszódi Attila és Kaderják Péter előadására, majd kerekasztal-beszélgetésre, amelyet Szalay Zsuzsanna és Harmathy Norbert – az Energetikai és Vízügyek Csoport két vezetője – moderált.

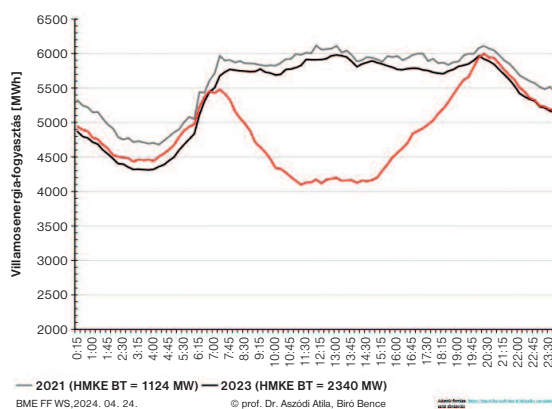
Aszódi Attila egyetemi tanár, a BME Természettudományi Karának dékánja arról beszélt, milyen szerep juthat az atomenergiának a környezet, a gazdaság és a társadalom szempontjából is „fenntartható világ” elérésében. Ebből a szempontból figyelemre méltó, hogy az európai döntéshozók ma már nem tartják elégnek a megújuló forrásokból származó energiát az EU energia-rendszerének stabil működéséhez, hanem a nukleáris és a földgázon alapuló energiatermelésre is számítanak.

Ezzel egybecseng az ENSZ éghajlatváltozási konferenciáján, a COP28-on tavaly novemberben született elhatározás: 2050-ig a háromszorosára kell növelni a „nukleáris kapacitást” (ami összesen kb. 1200 GW előállítását jelenti). Milyen eszközökkel érhető el ez a cél? A meglévő reaktorok üzemidejének meghosszabbításával (a

létesítmények akár 70–80 évig is üzemelhetnek), további, a mostanihoz hasonló, 1000–1200 vagy akár 1600 MW-os nyomottvízes reaktorok építésével, sok kis moduláris atomerőmű (SMR) telepítésével, amelynek felfutására kb. 2035-től lehet számítani (a nukleáris reaktorokról lásd Király Márton, Radnóti Katalin és Adorján Ferenc írásait az MKL 2023. júniusi, júliusi számaiban).

Sok országban már beindult az új erőművek, blokkok építése (érdemes megjegyezni, hogy a svéd energiapolitikai cél „100% megújuló”-ról „100% fosszilisenergia-mentes”-re változott; 2035-ig két új atomerőművi blokkot, 2045-ig 10 új blokkot terveznek). Magyarországon meghosszabbítják Paks I üzemidejét, 2035 körül várható egy 300 MW-os SMR telepítése és épül Paks II is.

Eközben meredeken emelkedik a naperőművek kapacitása – ami problémákat is felvet: nem megoldott az energiátárolás és az elektromos hálózat napszakoktól függő, ingadozó terhelése nagy gondot okozhat.



Jellegzetes „kacsagörbe” (piros): a háztartási méretű kiserőművek (HMKE) hatása a hálózati villamosenergia-fogyasztásra egy nap folyamán

Az előadás konklúziója: atomenergia-termelés nélkül még sokkal nagyobb lenne a hazai tárolói igény; az iparfejlesztéshez természetesen szükséges a Debreceni Ipari Centrum önmagában várhatóan 1000 MW teljesítményre tartó igényt), aminek karbonsemleges kielégítése nem képzelhető el atomerőművek nélkül; Paks I és Paks II mellett szükség lenne még legalább egy 1000–1200 MW teljesítményű atomerőműre: a „Tisza III” atomerőmű létesítése lenne az energiastratégia szempontjából jó megoldás – a megújuló energiaforrások használata mellett.

Kaderják Péter, a BME Zéró Karbon Központjának vezetője és a Magyar Akkumulátor Szövetség ügyvezetője, közgazdász, hangsúlyozta, hogy 2050-re Magyarország is el akarja érni a klíma-semlegességet: a cél megvalósítására a GDP 3-4%-át költi. A dekarbonizációban nagy szerepet játszik a villamosenergia-ipar, a közlekedés és a járműgyártás átalakítása.

Az elektrifikáció sok akkumulátort igényel, ezért az akkumulátorpiac erőteljes növekedés előtt áll, egyes vélemények szerint az akkumulátor lesz „az új olaj”. Az EU-ban 2030-ra 1000 GWh-nyi akkucellakapacitás-igényt prognosztizálnak, és ennek Magyarország az ötödét elégítheti ki. Sok kérdés merül azonban fel, például: van-e megoldás a számtalan műszaki, környezetvédelmi, egészségügyi problémára, többek között van-e elég erőforrásunk a gyárak kiszolgálására, létrejöhet-e a hazai hozzáadottérték-növelés és kompetenciafejlesztés.

Mindemellett, ahogy Aszódi Attila fölvetette az előadásokat követő beszélgetésben, ma még ismeretlen technológiák is fölmerülhetnek az energiaellátásban.

sv



Vegyipari mozaik

Döntöttek a részvényesek: 198 milliárd forint osztalékot fizet a MOL. A MOL Nyrt. éves közgyűlésén a vállalat részvényesei jóváhagyták az Igazgatóság jelentését a 2023. évi pénzügyi teljesítményről, valamint elfogadták az anyavállalati és konszolidált pénzügyi beszámolókat.

A közgyűlés elfogadta az Igazgatóság 198 milliárd forintos osztalékfizetési javaslatát, amely az előző évhez hasonlóan részvényenként mintegy 150 forint alaposztalékot jelent, ezenfelül a vállalat részvényenként mintegy 100 forint körüli rendkívüli osztalékot is fizet. 2023 kihívásokkal teli év volt, a MOL 1098 milliárd forint (3,1 milliárd dollár) tisztított, újrabeszerzési árakkal becsült EBITDA-t ért el, ami 38%-os csökkenést jelent a 2022-es évhez képest, de meghaladja a 2,8 milliárd dolláros éves iránymutatást. A vállalat adózás előtti eredménye 691 milliárd forint (1,9 milliárd dollár) volt, ami 40%-kal kevesebb az egy évvel korábbinál. Turbulens időszakot él az olajipar: a csökkenés elsősorban a nehéz makrokörnyezettel, a hektikus adószabályozásokkal és a kormányzati elvonásokkal magyarázható.

Az **Upstream** speciális tételek nélküli EBITDA-ja 339,9 milliárd forintot (953 millió dollárt) ért el 2023-ban, ami 59%-os csökkenést jelent 2022-hez képest a normalizálódó olaj- és gázárak következtében.

2023-ban a **Downstream** 472,4 milliárd forint (1328 millió dollár) tisztított, újrabeszerzési árakkal becsült EBITDA-t termelt, ami 44%-kal elmarad az előző évi teljesítménytől. Az alacsonyabb eredményt a Brent-Ural-felár szűkülése, a petrokémiai árreések jelentős csökkenése, valamint a magyarországi többletkiadások, így a Brent-Ural-adó és a bevételalapú többletadó okozta.

A **Fogyasztói Szolgáltatások** EBITDA-ja 102%-kal nőtt 2023-ban, és elérte a 244,8 milliárd forintot (695 millió dollárt), köszönhetően a lengyelországi és szlovéniai üzemanyag-töltőállomás-hálózat integrációjának, a nemüzemanyag-árrés organikus növekedésének és a 2022-ben több közép-kelet-európai országban bevezetett üzemanyagár-szabályozás megszűnésének.

A **Gáz Midstream** 2023-ban elérte a 93,8 milliárd forint (265 millió dollár) EBITDA-t, ami 54%-os növekedést jelent 2022-höz képest. Ennek oka a határkeresztesztő kapacitások iránti igény növekedése és a szabályozott tarifák kedvező alakulása volt.

A **körforgásos gazdaság területén** pedig a legnagyobb eredmény, hogy a MOHU, a MOL-csoport tagja megkezdte 35 évre szóló hulladékkoncesszióját Magyarországon, melynek keretében évi 4,5–5 millió tonna lakossági hulladék kezeléséért lesz felelős. A MOHU fenntarthatóvá teszi a hulladékgazdálkodást, 2035-ig 65%-ra növeli a hulladékok újrahasznosítását és megerősíti a régió újrahasznosítási iparát. (www.mol.hu)



A MOL átadta a régió legnagyobb kapacitású zöldhidrogén-üzemét. A MOL-csoport átadta Kelet-Közép-Európa eddigi legnagyobb, 10 megawatt kapacitású zöldhidrogén-üzemét Százhalombattán. A MOL évente 1600 tonna tiszta, karbonsemleges zöld hidrogén előállítására lesz képes, a technológia bevezetésével pedig új fejezetet nyit a hidrogéngazdaságban.

Az új százhalombattai üzemben az amerikai Plug Power 10 MW-os elektrolízáló egységével állítanak elő évente mintegy 1600 tonna tiszta, karbonsemleges zöld hidrogént. A 22 millió eurós beruházásnak köszönhetően több mint 25 000 tonna szén-dioxiddal csökken a Dunai Finomító karbonlábnyoma évente. Az

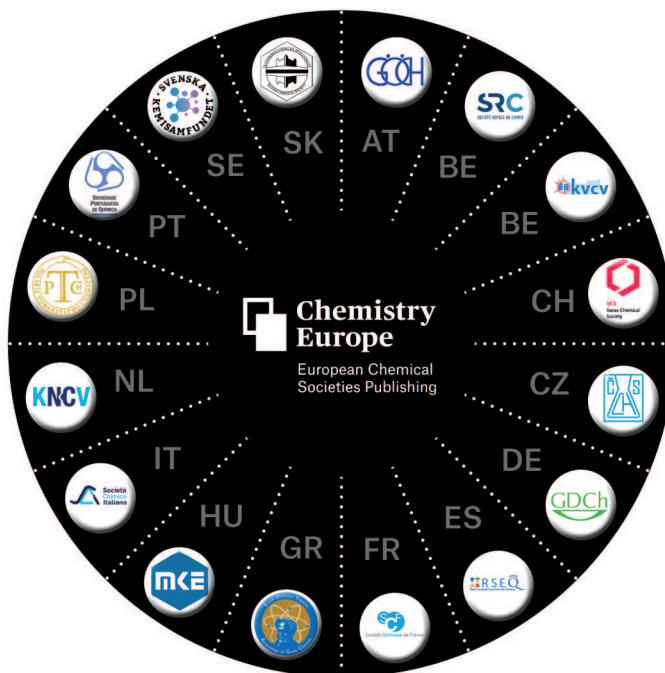


új technológiával fokozatosan kiváltható a földgázalapú gyártási eljárás, amely jelenleg a MOL-csoport teljes szén-dioxid-kibocsátásának egyhatodát teszi ki. Az új üzemben 2024 második felében indul el a termelés: a zöld hidrogént a MOL elsődlegesen saját hálózatában, az üzemanyaggyártás során használja fel.

A Plug Power elektrolízáló berendezése megújuló forrásból származó elektromos árammal bontja a vizet hidrogénné és oxigénné. Így egyáltalán nem képződik környezetszennyező melléktermék, sőt 1 tonna hidrogén előállításával 8–9 tonna tiszta oxigént is termel az üzem. Az amerikai cég innovatív és megbízható technológiát kínált a MOL számára: a tiszta hidrogén előállítására optimalizált hidrogéngenerátorok alkalmazásában közel 50 éves működési tapasztalat áll rendelkezésre. (www.mol.hu)



Új kőolajlelőhelyet tárt fel Tura közelében a MOL és az O&GD. A Tura-D-3 nevű kutat tavaly nyáron kezdték fúrni, és 2100 méter mélyen bukkantak az olajkészletre. A kút jelenleg naponta körülbelül 1000 hordó kőolajat ad, az O&GD és a MOL az 51%–49% tulajdoni hányad arányában osztoznak a kitermelt mennyiségen. Ez a MOL számára napi körülbelül 500 hordót je-





lent, ami a MOL-csoport 2023-as átlagos napi kőolajtermelésének körülbelül 1%-a és a MOL magyarországi kőolajtermelésének 5%-a. (<https://mol.hu/hu/>)



Napelempark épül a debreceni BMW autógyár területén. 320 ezer négyzetméter napelempanelt helyeznek el, ebből 187 ezer négyzetméternyi a gyárépületek tetején, a többit a földön. Hetven futballpálya-nagyságú területre hetvenegyezer panel kerül, amely 43 megawattos teljesítményével évente húszezer háztartás energiaigényét fedezné. A beruházás az autógyártás indulására, 2025 novemberére készül el.



Az autógyár működéséhez szükséges energiát, a tervek szerint, teljes mértékben megújuló forrásból fedezik, gondolkodásukban központi elem a biodiverzitás, zöldfalakat alakítanak ki a termelési területeken, papír felhasználása nélkül működnek majd, az éttermükben pedig semmiféle műanyagot nem használnak.

Debrecenben vizsgálják a geotermikus energiához kapcsolódás lehetőségét is az ipari övezetben, a város ezzel járulna hozzá a megújulóenergia-mixhez. (<https://www.tisztajovo.hu/megujulo-energiaforrasok/2024/04/12/napelempark-epul-a-debreceni-bmw-autogyar-területen>) **Dobó Dorina összeállítása**

MKE-HÍREK

Az MKE 2024. évi rendezvénytárára

Dátum	Rendezvény	Helyszín
Június 5.	2 nd Blue Danube PhD Symposium online conference	
Június 10–12.	Vegyészkonferencia	Eger
Június 24–26.	18 th European Symposium on Comminution & Classification	Miskolc
Augusztus	Varázslatos Kémia Nyári Tábor	
Augusztus 25–29.	International Conference on Green & Sustainable Chemistry	Budapest
Október 14–16.	Őszi Radiokémiai Napok	Balatonszárszó
November 14.	Kozmetikai Szimpózium	Budapest
November 26–27.	Hungarocoat Nemzetközi Festékipari Kiállítás és Konferencia	Budapest

MKE Vegyészkonferencia. 2024

2024. július 10–12.

Eszterházy Károly Katolikus Egyetem (Eger, Eszterházy tér 1.)

A rendezvény honlapja és online jelentkezés:

<https://vegykonf2024.mke.org.hu/>

Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk.

További információk: Schenker Beatrix, vegykonf2024@mke.org.hu

18th European Symposium on Comminution & Classification

Miskolc, 2024. június 24–26.

A rendezvény honlapja és online jelentkezés:

<https://esc2024.mke.org.hu/>

További információk: Schenker Beatrix, esc2024@mke.org.hu

International Conference on Green & Sustainable Chemistry

2024. augusztus 25–29.

Eötvös Loránd Tudományegyetem

(Budapest, Pázmány Péter sétány 1/a)

A rendezvény honlapja és online jelentkezés:

<https://icgsc2024.mke.org.hu/>

Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk.

További információk: cgsc2024@mke.org.hu

Hungarocoat Nemzetközi Festékipari Kiállítás és Konferencia

Budapest, 2024. november 26–27.

A rendezvény honlapja és online jelentkezés: <https://hungarocoat.hu/>

További információk: Schenker Beatrix,

beatrix.schenker@mke.org.hu

A legnépszerűbb szerzők a Magyar Kémikusok Lapjában. Az MKL 2023-as szavazásában 245-en vettek részt. A legtöbb szavazatot a következő szerzők kapták: Lente Gábor – 93, Csupor Dezső – 51, Inzelt György – 31, ifj. Szántay Csaba – 26.

A legnépszerűbb szerzők elismerésére kivételesen nem a Közgyűlésen, hanem egy későbbi időpontban kerül sor.

HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXXIX. No. 6. June

CONTENTS

<i>Statistical data on chemical education</i>	170
GÁBOR LENTE	
<i>Chemistry in the pores. An interview with József Kalmár</i>	172
VERA SILBERER	
<i>From Villach through Vienna to Salzburg – Following in the footsteps of Paracelsus in Austria</i>	176
KRISTÓF KEGLEVICH	
<i>Memorials in Berlin–Buch</i>	180
ISTVÁN HARGITTAI and MAGDOLNA HARGITTAI	
<i>Whom is it named after? A unit named after a river: Kelvin</i>	184
GYÖRGY INZELT	
Book review	
<i>Repair by Péter Érdi and Zsuzsa Szvetelszky</i>	189
GÁBOR LENTE	
<i>Chembits</i>	192
GÁBOR LENTE	
<i>Publication of the month</i>	194
<i>The Society's life</i>	195
<i>News of the month</i>	196



Megbízható Mennyiségi Meghatározás

Minden komponens, mátrix és felhasználó esetében

A tudományos és üzleti célok elérése csak megbízható eredmények birtokában lehetséges.

A felhasználási területtől függetlenül a Thermo Scientific™ TSQ hármass kvadrupol tömegspektrometriás rendszerei kiemelkedő precizitást biztosítanak a mennyiségi meghatározási feladatokra. Nagy felbontású SRM üzemmód, robusztusság, megbízhatóság és érzékenység egy készülékben, mely segítségével minden felhasználó a mérendő komponenstől vagy a mátrixtól függetlenül megbízható mérési eredményekhez juthat.



Thermo Scientific™ TSQ Altis™
hármass kvadrupol tömegspektrométer



Thermo Scientific™ TSQ Quantis™
hármass kvadrupol tömegspektrométer



Thermo Scientific™ TSQ Fortis™
hármass kvadrupol tömegspektrométer

További információk:

thermofisher.com/confidentquantitation

Kizárólagos képviselő:

UNICAM Magyarország Kft.
1144 Budapest, Kőszeg utca 25.
Telefon: +36 1 221 5536
E-mail: unicam@unicam.hu
Web: www.unicam.hu

UNICAM