

A TARTALOMBÓL:

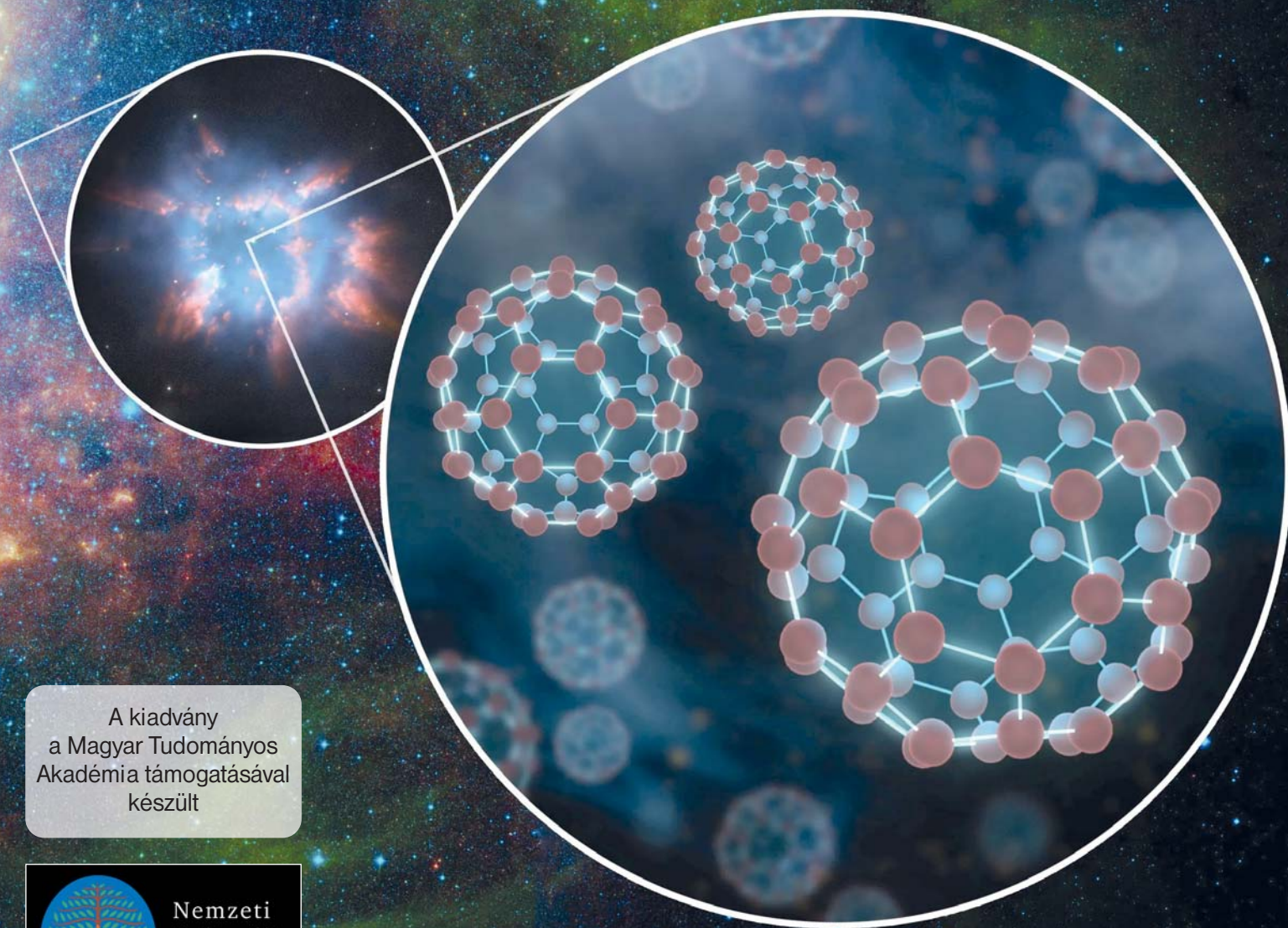
- Szövegek a kémiaórán: az olvasástól az alkotásig
- Aranylúd-díj a ciszplatin rákellenes hatásának felfedezéséért
- Természettudomány karácsonyi vacsorához
- Goltberg Ferenc kékfestő-manufaktúrája



MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXXX. ÉVFOLYAM • 2025. DECEMBER • ÁRA: 1450 FT

Karácsonyi kémiatudomány



A kiadvány
a Magyar Tudományos
Akadémia támogatásával
készült



Nemzeti
Kulturális
Alap

Meghívó

TÁJÉKOZTATÓ FÓRUM

AZ MTA KÉMIAI TUDOMÁNYOK
OSZTÁLYA ÚJ DOKTORI
KÖVETELMÉNYEIRŐL
ÉS AZ MTA DOKTORI ELJÁRÁSRÓL



A RENDEZVÉNY IDŐPONTJA:

2025. december 5., 10 óra

HELYSZÍN:

MTA titkársága (1051 Budapest, Nádor u. 7.)
földszint 29-es terme

ONLINE

Join Zoom Meeting

<https://us02web.zoom.us/j/81998324072?pwd=tRjHedUXWI4il7iv9lBnwy1PkqRIh7.1>

Meeting ID: 819 9832 4072

Passcode: 934920

PROGRAM

Az MTA Kémiai tudományok Osztálya felülvizsgálta és módosította az MTA doktori követelményrendszerét, melyet az MTA Doktori Tanácsa elfogadott.

A fórum célja, hogy a változtatások részletes bemutatásával segítséget adjon a beadáshoz a jövőbeli pályázók számára. A fórumon ismertetjük a minimumkövetelményeket, továbbá a habitusvizsgálat szempontrendszerét, és válaszolunk a felmerülő kérdésekre.

A terem korlátozott befogadóképessége miatt kérjük, hogy aki személyesen kíván részt venni, az regisztráljon a következő linken:
<https://mta.hu/esemenynaptar/5940>

Nyulászi László

a Kémiai Doktori Bizottság elnöke

Lente Gábor

a Kémiai Doktori Bizottság társelnöke



MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXXX. évf., 12. szám, 2025. december



A Magyar Kémikusok Egyesületének tudományos ismeretterjesztő folyóirata és hivatalos lapja

SZERKESZTŐSÉG:

Felölös szerkesztő: LENTE GÁBOR
KISS TAMÁS örökös tb. 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,
KALÁSZ HUBA, KISS TAMÁS,
MERNYÁK ERZSÉBET, SKODÁNÉ
FÖLDES RITA, ifj. SZÁNTAY CSABA,
SZÉPVÖLGYI JÁNOS, TÖMPE PÉTER,
ZÉKÁNY ANDRÁS

Szerkesztők:

DOBÓ DORINA, KEGLEVICH KRISTÓF,
KERTI GÁBOR, KOVÁCS LAJOS,
NAGY GÁBOR, PAP JÓZSEF SÁNDOR

Szerkesztőségi titkár: KOCOR ERIKA

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

Szerkesztőség: 1106 Budapest,
Fehér út 10. (White Office)
Tel.: 36-20-214-0808
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 15 950 Ft
(MKE-tagoknak: 9000 Ft)
Egy lapszám ára: 1450 Ft. Külföldön terjeszti
a Batthyány 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:
KOCOR ERIKA

Magyar Kémikusok Egyesülete,
1106 Budapest, Fehér út 10. (White Office)
Tel.: 36-20-214-0808,
e-mail: mkl@mke.org.hu

Aktuális és archivált számaink honlapunkon
(<https://mkl.mke.org.hu/>) olvashatók

Index: 25 541
HU ISSN 0025-0163 (nyomtatott)
HU ISSN 1588-1199 (online)
<https://doi.org/10.24364/MKL.2025.12>

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



Az év vége közeledtével elkezdhetjük számba venni, mi minden történt az idei évben. Ha a Magyar Kémikusok Egyesülete háza táján nézünk körül, nagyon sok mindent felsorolhatnánk, hiszen igen mozgalmas év van mögöttünk. Számos olyan rendezvényünk volt, amely már korábban is az MKE égisze alatt zajlott, de az elmúlt években – többek között a Covid miatt is – kicsit a feledés homályába merült. Ezeknek a programoknak a megújítása, újbóli megszervezése nagyon jó visszhangot váltott ki a tagság körében, a várakozást messze meghaladta a népszerűségük. Ezek között említhetjük a februárban megrendezett Labor-technika Kiállítást és Analitikai Ankétot, a nyáron megtartott Varázslatos kémia táborokat és a Kémia tanári továbbképzést, tavasztól őszig a több szakosztály, szakcsoport konferenciájának, szimpóziumának megszervezését.

Hasonló módon ebben az évben „leporoltuk” a fiatalok konferenciátámogatási pályázatát is, ami több évvel ezelőtt igen népszerű és vonzó lehetőség volt a diplomázó és PhD-hallgatók, illetve fiatal kutatók körében. Idén újból, júniusban hirdettük meg az első pályázati kört, és 5 fiatal konferencia-részvételéhez nyújtott támogatást az egyesület. Ezekről a konferenciákról beszámolókat is olvashattunk a Magyar Kémikusok Lapjában. A második pályázati ciklust pedig most hirdettük meg. 2025. december 20-ig pályázhatnak az egyesület fiatal kutatói a következő évben megrendezésre kerülő bel- és külföldi nemzetközi rendezvényen való részvétel támogatására. Ezen belül is kiemelt figyelmet kap a EuChemS által szervezett nagy nemzetközi konferencia, a 10th EuChemS Chemistry Congress, amelyre 2026. július 12–16. között kerül sor Belgiumban, Antwerpenben.

December azonban nemcsak az idei év eseményeinek számbavételét jelenti, hanem készülődést az év végére, a karácsonyi ünnepekre. A megjelenő lapszám cikkei is ezt jelzik, hiszen a „Karácsonyi kémia-tudomány” rovatban olvashatunk különleges, játékos arcú molekulákról, és találunk természettudományos olvasnivalót a karácsonyi vacsorához is.

Emellett a lapszámban cikket találhatunk a XVIII. és a XX. század nagy felfedezéseiről és a magyar gyógyszer- és vegyipar fejlődésében szerepet játszó emberekről. Megismerhetjük a ciszplatin történetét, amelynek felfedezői „alapkutatás” keretein belül jutottak el a vegyület rákellenes hatásának felismeréséig, és így fejlesztették ki ezt a vegyületet mind a mai napig széles körben használt terápia készítménnyé. Ugyancsak színes képet kaphatunk a textilipar fejlődésében is fontos szerepet játszó kékfestő manufaktúra létrehozásáról és fejlődéséről. Megemlékezik a lap a száz évvel ezelőtt született Székér Gyuláról, aki vegyészként és politikusként is nagyon sokat tett a magyar energia-, vegy- és gyógyszeripar fejlődéséért.

És ha már a születésnapoknál járunk, meg kell említenünk Brücher Ernő professzort, a „ritkaföldfém-vegyületek tudósát”, akit 90. születésnapja alkalmából Debrecenben, egy szimpózium keretében köszöntöttek munkatársai, tanítványai és külföldi partnerei.

Természetesen számos más érdekes, figyelemfelkeltő cikket találunk még ebben a lapszámban, amit ajánlok akkor is, ha valaki el akar mélyülni a tudományban vagy a kémiaoktatás megoldandó feladataiban vagy egy kicsit könnyedebb olvasnivalót keres.

Ennek jegyében kívánok a lap minden olvasójának nyugalmas és örömteli készülődést a közeledő ünnepekre, és kellemes, békés karácsonyi ünnepeket és boldog újévet!

Debrecen, 2025. december

Várnagy Katalin

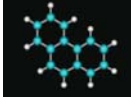
Várnagy Katalin
egyetemi tanár
az MKE főtítkára

TARTALOM

KARÁCSONYI KÉMIATUDOMÁNY	
Udvardy Antal: A molekulák játékos arca. Kémia a fantázia határán	354
OKTATÁS	
Pipics János: Szövegek használata kémiaórán: az olvasástól az alkotásig	360
KÖSZÖNTÉS	
Tóth Imre: Brücher Ernő köszöntése kilencvenedik születésnapján	363
TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTÉS	
Lente Gábor: Természettudomány karácsonyi vacsorához	364
VEGYIPAR- ÉS KÉMIATÖRTÉNET	
Kathó Ágnes: Aranylúd-díjat kaptak a ciszplatin rákellenes hatását felfedező tudósok	365
Kutasi Csaba: Goltberg Ferenc kékfestő-manufaktúrája	368
MEGEMLEKEZÉS	
Lente Gábor: Székér Gyula századik születésnapjára	371
VEGYÉSZLELETEK	
Lente Gábor rovata	374
A HÓNAP KÉMIAI PUBLIKÁCIÓJA	376
A HÓNAP HÍREI	377



Címlapunkon:
Karácsonyi és hétköznapi kémia-tudomány: „elektromos futball-labdák az űrben” (NASA/JPL-Caltech)



Udvardy Antal

A molekulák játékos arca

Kémia a fantázia határán

A kémia nem csupán a természet leírására, új vegyületek előállítására és az anyag tulajdonságainak megértésére szolgál, hanem a kreativitás és az esztétikum tudománya is. Hiszen egy molekula amellett, hogy hatásos, lehet egyben látványos, sőt játékos is. A szintetikus kémia és a modern nagyműszeres szerkezetvizsgáló módszerek (NMR, SCXRD stb.) fejlődése lehetővé tette olyan különleges szerkezetek létrehozását – akár tudatos tervezéssel –, amelyek formái már-már a képzőművészet határait súrolják vagy a mindennapi életünkben előforduló formákra hasonlítanak.

Írásomban bemutatom „a molekulák játékos arcát”. Azt, hogy a tudományos igény és a képzelet milyen izgalmas egységbe forrhat össze a kémia műhelyében, és miként válhat a kémia a tudomány és a művészet közös nyelvén.

A szén mesterséges allotrópjai és a szénhidrogének játékos szerkezetei

Az egyik legérdekesebb szerkezetű vegyületcsalád a fullerének [1]. Első képviselőjüket, a C_{60} -at negyven évvel ezelőtt írták le. A vegyület egyik elnevezése a buckminsterfullerén, de emlegetik még futballéknként is. A C_{60} -molekula zárt, ikozaédres szerkezete 12 öt-, és 20 hatszög alakú gyűrűből áll. A C_{60} névadásának történetéről és a molekula előállításáról a *Magyar Kémikusok Lapja* 2025. szeptemberi számában olvashatnak [2–3].

Mivel a fullerének – szemben a szén többi allotróp módosulataival – oldódnak egyszerű szerves oldószerekben (pl. a C_{60} lila színnel oldódik CS_2 -ben, **1. ábra**), lehetőségünk van röntgendiffrakciós szerkezetmeghatározásra alkalmas egykristályok növesztésére.



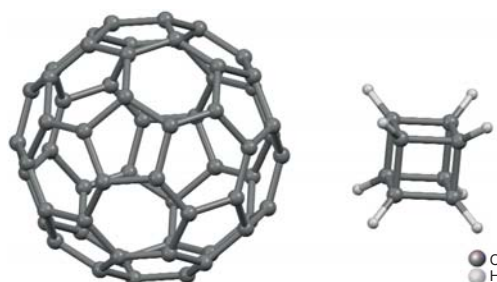
1. ábra. A C_{60} szén-diszulfidos oldata

A nagy szimmetriájú „labdák” folyamatos forgása miatt vagy alacsony hőmérsékleten kell mérni, vagy még célravezetőbb segédanyaggal összekristályosítani őket; a fullerének több szerves anyaggal képeznek kokristályokat.

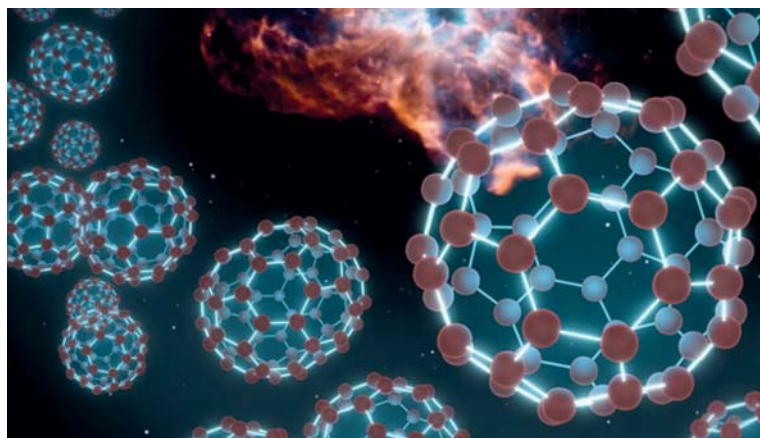
A HUN-REN Wigner Fizikai Kutatóközpontban kristályosították össze a C_{60} -at és a kockaszerkezetű kubánt (C_8H_8), így sikerült megszeliíteni a focilabdát [4] (**2. ábra**).

Természetesen – az itt bemutatott példán kívül – több kutató meghatározta a C_{60} szerkezetét, sőt több fullerénszármazékról is beszámoltak.

A Földön mesterségesen állították elő a fulleréneket, de néhány képviselőjüket (C_{60} és C_{70}) a világűrben is kimutatták a Spitzer



2. ábra.
A C_{60}
és a kubán
szerkezete

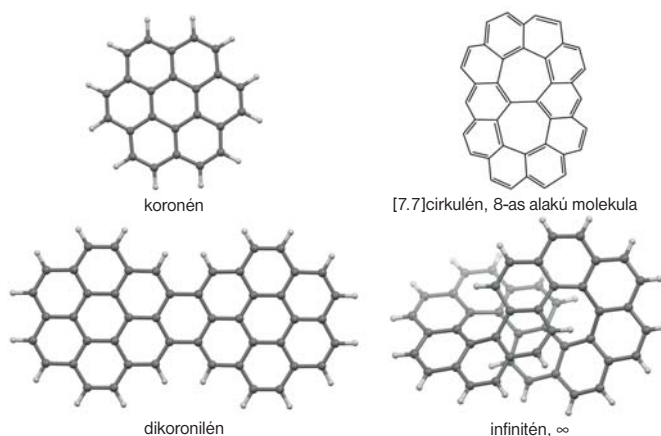


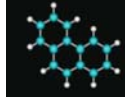
3. ábra. Fullerének a világűrben (NASA/JPL–Caltech)

űrteleszkóppal (**3. ábra**) [5]. Keletkezésükre még nincs teljes magyarázat, de az biztos, hogy hidrogénmentes közegre van szükségük.

Folytassuk a sort olyan vegyületekkel, amelyek szénből és hidrogénből állnak. A koronén, más néven szuperbenzol ($C_{24}H_{12}$, **4. ábra**), hét kondenzált benzolgyűrűből keletkező, síkalkatú molekula [6]. A sárga színű vegyület a természetben is megtalálható

4. ábra. A benzol néhány „származéka”





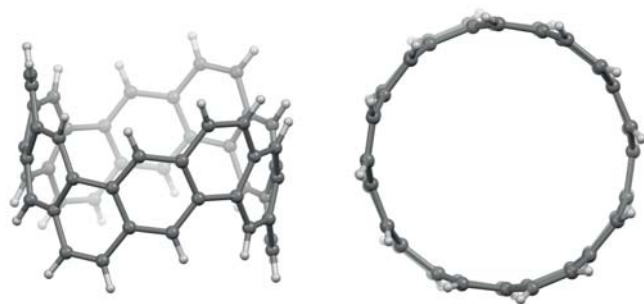
a karpatisványban. A vegyületet a kőolaj hirokrakolása során állítják elő, de a koronén ilyen körülmények között a 15 gyűrűs vörös színű dikoroniléné (C₄₈H₂₀, **4. ábra**) alakul át [7].

A nyolcas alakú [7.7]cirkulén-molekulát tíz benzolgyűrű „összszakcsolásával” hozták létre. A sárga porként elkülönített vegyület az elméleti megfontolások ellenére is meglehetősen stabilnak bizonyult. Szerkezetét eddig még nem határozták meg [8].

Tizenkét benzolgyűrű a matematikában használatos ∞ jel alakú molekulává kondenzálódhat, így keletkezik az infinitén (C₄₈H₂₄; a Staab–Vogtle–Diederich-nevezéktan szerinti neve: ciklo[c.c.c.c.c.c.e.e.e.e.e.e]-dodekakiszbenzol). A Nagojai Egyetem kutatói a vegyület szilárd fázisú szerkezetét is meghatározták (**4. ábra**) [9]. A ∞ vegyületről bővebben olvashatnak az MKL 2025. nyári számában [10].

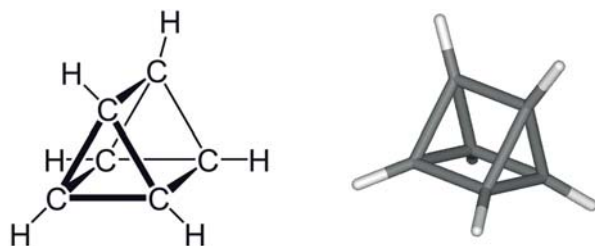
Az előző molekulával megegyező összegképletű [6,6]szén-nanobeltet (C₄₈H₂₄, ciklo[c.d.e.d.c.d.e.d.c.d.e.d]-dodekakiszbenzol) ugyancsak az infinitént előállító Itami és munkatársai szintetizálták (**5. ábra**). Ez a nanoöv 12 benzolegységből áll, és az infiniténhez hasonlóan a szerkezetét is meghatározták egykristály-röntgendiffrakciós vizsgálattal. A nanobelt átmérője 8,324 Å [11].

A hulahoppkarikához hasonlító nanoöv molekuláris gépek építőeleme lehet – főleg azért, mert ezek a vegyületek könnyen módosíthatók reaktív csoportokkal, így nagyobb vegyületeket is tervezhetünk.



5. ábra. A [6,6]karbon-nanobelt szerkezete
(a rendezetlen oldószermolekulákat nem tüntettem fel)

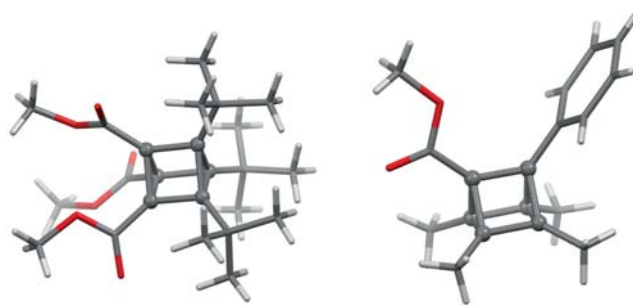
Régóta ismert a prizmán (**6. ábra**), amely a benzollal megegyező összegképletű (C₆H₆), ám eltérő szerkezettel és fizikai kémia tulajdonságokkal rendelkező vegyület.



6. ábra. A prizmán szerkezete

Ez a többgyűrűs szénhidrogén a benzolhoz hasonlóan folyadék, de jelentős különbség, hogy robbanásveszélyes; instabil vegyület. A prizmánt többlépéses reakcióssal lehet előállítani igen kis hozammal. Az alapvegyület hidrogénatomjait metilcsoportra cserélhetjük, és az így nyert hexametil-prizmán már stabilis. A prizmán-egykristály röntgenszerkezete nem ismert, még úgy sem, hogy más vegyülettel kristályosították volna össze.

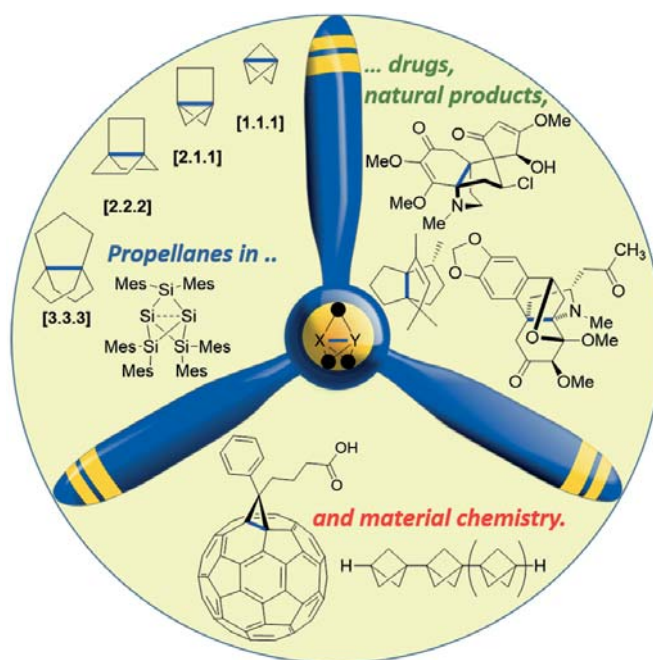
A **7. ábrán** olyan vegyületeket mutatok be, amelyek szerkezetében a prizmánrész felismerhető [14–15]. (A 3,4,5-trisz-tercier-butil-prizmán-1,2,6-trisz-karbonsav-metilészter (bal oldali modell)



7. ábra. Két szubsztituált prizmán származék szerkezete
(a hidrogéneket nem tüntettem fel, a prizmánrészeket golyókkal emeltem ki)

és az 1,4,5,6-tetrametil-2-fenil-3-(metoxikarbonil)-prizmán nevek nem a szabályos IUPAC-elnevezések.)

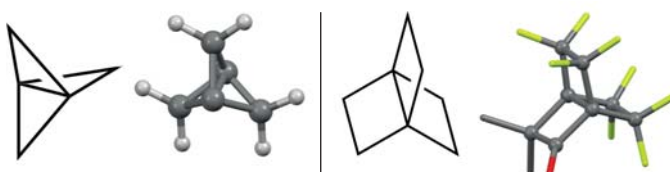
Ugyancsak figyelemre méltó szerkezetűek a propellerre hasonlító vegyületek. Meglepő, hogy ebbe a vegyületcsaládba közel 10 000 molekula tartozik, jelentőségükről az *Angewandte Chemie* is beszámol (**8. ábra**). Az összefoglaló grafikus absztraktján láthatjuk, hogy fullerénhez is kapcsoltak „propellereket” [17].

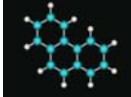


8. ábra. A „Propellanes—From a Chemical Curiosity to ‘Explosive’ Materials and Natural Products” közlemény grafikus összefoglalója [17]

Az alapegyület, az [1.1.1]propellán- (triciklo[1.1.1.0^{1,3}]pentán, **9. ábra**) nagyon érdekes szénhidrogén; számos ipari jelentőségű szintézis alapanyaga. A molekula három szénatomos gyűrűből

9. ábra. Két egyszerű „propeller” típusú vegyület.
Jobbra: az [1.1.1]propellán és molekulászerkezete;
balra: a [2.2.2]propellán és az 5,5,6,6,7,7,8,8-oktafluoro-3,3-dimetiltriciklo[2.2.2.0^{1,4}]joktán-2-on szerkezete





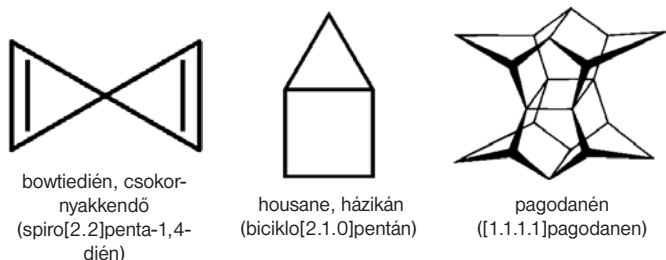
áll, amelyek egy C–C kötésen osztoznak, így erősen feszült szerkezetű, de még így is stabilisabb, mint a [2.2.2]propellán-(tricklo [2.2.2.0^{4,4}])oktán (9. ábra).

Az [1.1.1]propellánnak egykristály-röntgendiffrakcióval határozták meg a szerkezetét alacsony, 138 K hőmérsékleten. A vegyület ezen a hőmérsékleten stabilis, és a molekulák hőmozgásából származó „forgás” is lassítható: ez segíti elő szerkezete meghatározását [16].

A [2.2.2]propellánnak csak stabilizált származékai kristályosíthatók, a propellerszerkezet azonban így is felismerhető [18].

Számos hétköznapi dologra hasonlító szerkezetű szénhidrogént előállítottak már a kémikusok. Az itt bemutatott vegyületek kis tagszámú feszült gyűrűből épülnek fel (10. ábra).

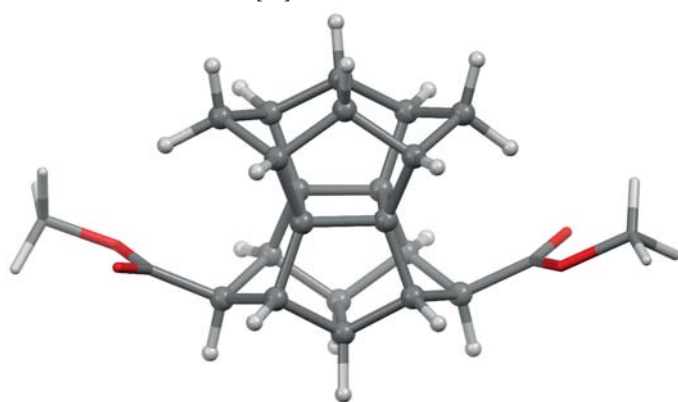
10. ábra. Érdekes szerkezetű szénhidrogének



A csokornyakkendőre hasonlító bowtiedién két kettős kötet tartalmazó spiro[2.2]penta-1,4-dién, még –100 °C alatt is rendkívül instabil [19].

A housane/házikán (biciklo[2.1.0]pentán) telített cikloalkán, amely formálisan egy háromtagú (ciklopropán) és egy négytagú (ciklobután) gyűrűből áll. Szobahőmérsékleten színtelen, rendkívül illékony folyadék, de a feszített gyűrűk ellenére is meglehetősen stabil anyag [20].

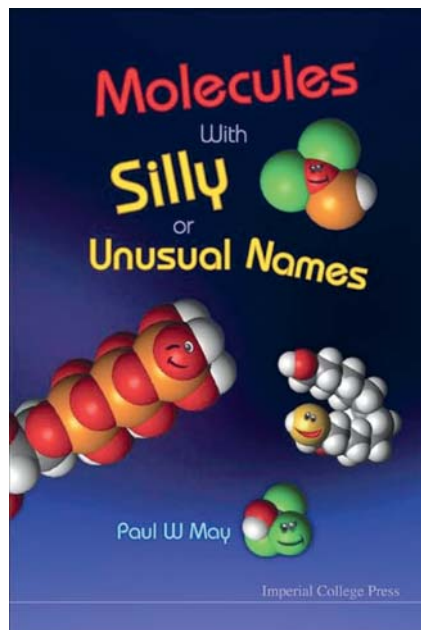
A pagodára hasonlító policiklusos szénhidrogént több lépésben állították elő, amelyek során több köztitermék szerkezetét is bizonyították egykristály-röntgendiffrakcióval. A 11. ábrán látható vegyület csak pár lépésre van a végterméktől, a „pagoda”-molekularészlet már látható [21].



11. ábra. Az [1.1.1.1] pagodanén szintézisének egyik köztiterméke

Ezeknek a többszörös gyűrűrendszerrel rendelkező anyagoknak az előállítása és a szerkeze is figyelemre méltó. Számos iparilag fontos vegyület előállítása során alkalmaznak olyan reakciólépéseket, amelyeket ezeknek az anyagoknak a szintézise során optimaláltak.

Az irodalom több ilyen szénhidrogénről is beszámol (pl. basketán, barrelén, fenestrán stb.), ezeket jól összefoglalja a *Molecules with Silly or Unusual Names* című könyv (12. ábra) [22].

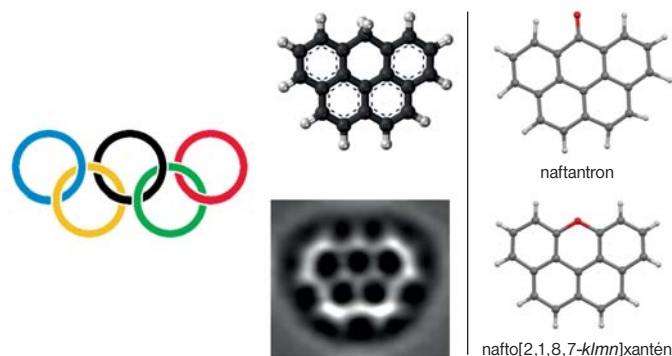


12. ábra. A bolondos nevű molekulákat összegyűjtő könyv borítója

Az olimpiai ötkarika története

A szerves kémikusok az olimpiai ötkarikához hasonlító molekulákat is előállítottak.

Az olimpicén ($C_{19}H_{12}$, 6H-benzo[cd]pirén, 13. ábra) szintézisét Anish Mistry és David Fox, a Warwick Egyetem vegyészai valósították meg. Az öt karikához hasonló vegyület ötlete 2010-ben, a londoni olimpia (2012) előtt merült fel. Az atomerő-mikroszkóppal készült felvétellel bizonyították a szintézis sikerességét és azt is, hogy a központi gyűrű nem aromás [24].

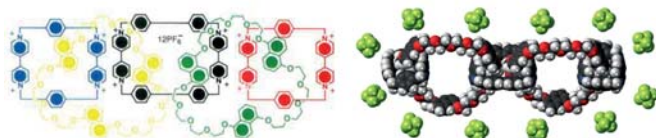
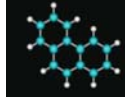


13. ábra. Az olimpiai ötkarika, az olimpicén modellje és atomerő-mikroszkóppal készült képe, a naftantron és a nafto[2,1,8,7-klmn]xantén vegyület szerkezete

Az olimpicén felülete szelektíven köt meg harci gázokat (klór, foszgén), így használhatjuk olyan érzékelőkben, amelyek ezeket a veszélyes vegyületeket jelzik számunkra [23].

Az ötkarikához hasonló vegyületeket korábban is előállítottak. 1976-ban számoltak be a naftantronról ($C_{19}H_{10}O$, 6H-benzo[cd]pirén-6-on, 13. ábra). Ez négy benzol- és egy olyan központi gyűrűből épül fel, amelyhez egy C = O csoport kapcsolódik [25].

Olyan molekulát is leírtak, amelynek esetében a központi gyűrűben a CH_2 -csoportot oxigénre cserélték ($C_{18}H_{10}O$, nafto[2,1,8,7-klmn]xantén). A vegyület szintézisééről már 1941-ben beszámoltak, de a szerkezetét nem támasztották alá spektroszkópai módszerekkel [26]. Az előbbieken bemutatott vegyületeknek meghatározták a molekulaserkezetét is (13. ábra).



14. ábra. Az olimpiádán szerkezete [27]

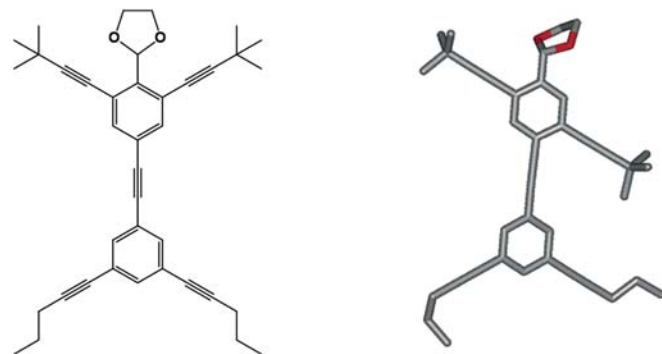
Az olimpiai ötkarikák egymásba kapaszkodnak, ami a Stoddart és kutatócsoportja által 1994-ben előállított olimpiadánban meg is valósul (14. ábra).

Az önszervező rendszerben öt, nagyszámú molekulából álló lánc kapcsolódik egymásba. A vegyület előállításának stratégiája bonyolult „molekuláris gépek” szintézisére is alkalmazható.

Nanoemberkék és eszközeik

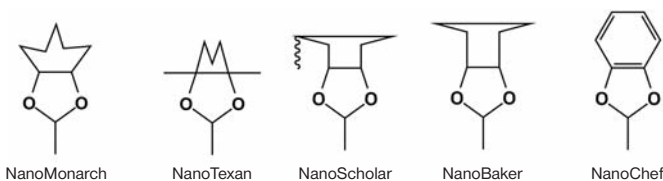
Sokan ismerik a NanoPutiakat: a vegyületcsalád tagjainak szerkezeti képletei emberekre hasonlítanak. James Tour kutatócsoportja a houstoni Rice Egyetemen 2003-ban tervezte ezeket az „emberkéket”, leginkább oktatási és tudomány-népszerűsítő céllal.

A családtagok mérete a nanométeres tartományban van (2 nm „magasak”), így joggal nevezték el őket a *Gulliver utazásaiból* megismert Lilliput lakói után. A család tagjainak előállítása – amely tudomány és művészet egyben – csaknem teljes mértékben lefedi a preparatív szerves kémiát [28]. A család gyermeke a NanoKid (15. ábra).



15. ábra. A NanoKid és Spartan programmal meghatározott szerkezete

A kutatók számos „fejet” is terveztek a Nanobirodalomhoz (16. ábra).

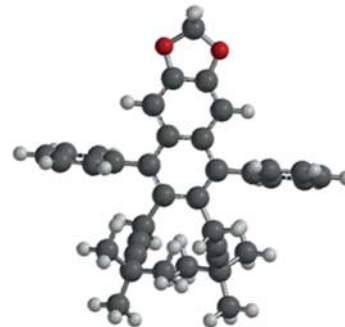
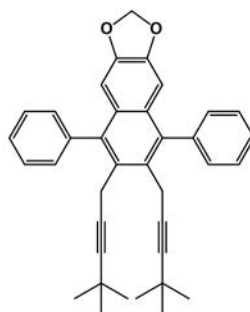


16. ábra. Fejek NanoPutban (van uralkodó, texasi cowboy, tudós, pék és szakács is)

2021-ben egy újabb nanométerű családot ismerhettünk meg: Naphthalemanékat (naftálembereket). Tanabe és kutatócsoportjának „emberkéi” többszörösen szubsztituált naftalinszármazékok (17. ábra) [29].

Láthatjuk, hogy a családok esetében a művészet és a tudomány különleges ötvözeete jött létre.

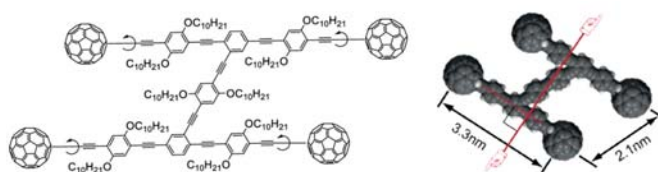
A nanoemberkék feltehetően NanoCarokkal járnak, amelyeket Tour és Kelly tervezett „neki” a Houstoni Egyetemen 2005-ben



17. ábra. Egy naftálember és Spartan programmal meghatározott szerkezete

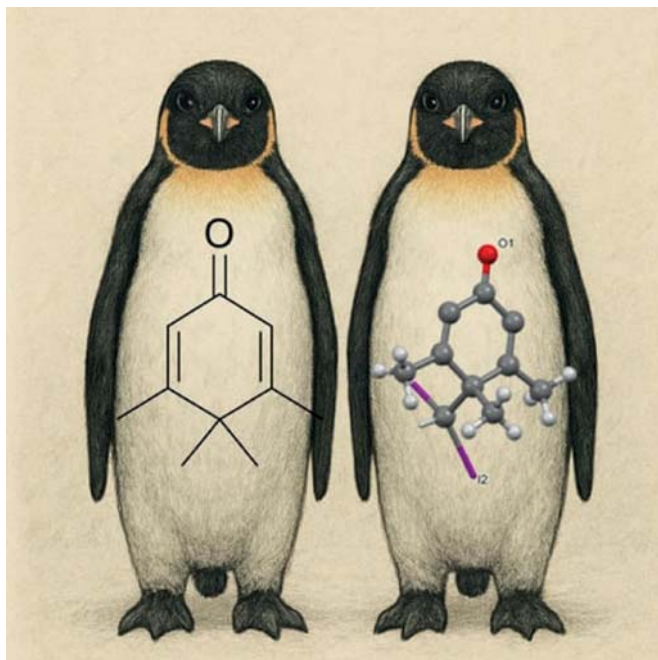
(18. ábra). Az autók minden kereke egy-egy C_{60} -molekula. A NanoCarok nem tartalmaznak molekuláris motort, de fullerénkerekeiken képesek „gördülni” a forró (200 °C-os) aranylemezeken – természetesen meghajtott NanoCarok [30].

Az előző vegyületek esetében nem készült egykristály-röntgendiffrakciós szerkezetmeghatározás.



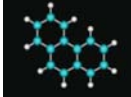
18. ábra. A NanoCar

A nanoemberek pingvineket is tarthatnak, ugyanis a sarkvidék legkisebb (pingvinon, $C_{10}H_{14}O$, 3,4,4,5-tetrametil-ciclohexa-2,5-dién-1-on) állataihoz hasonló vegyületről is beszámoltak a kutatók 1983-ban (19. ábra, balra).



19. ábra. A pingvinek

A pingvinonnak egyelőre nincs ugyan ipari felhasználása, kémiai szempontból viszont nagyon érdekes vegyület, amelynek még nem határozták meg a szerkezetét [31]. A 19. ábra jobb oldali pingvinjén látható vegyületnek – amelyet könnyen előállít-



hatunk, ha a jodoform és a 3,45-trimetil-fenol oldatát higany-gőzlámpával világítjuk meg – ismert a szerkezete [30].

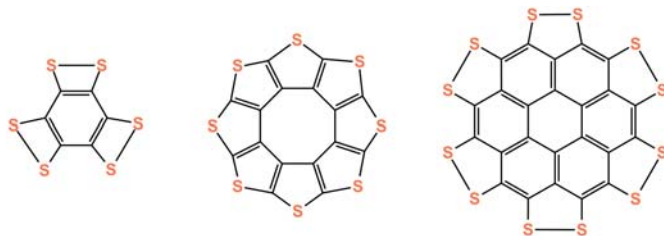
A „sulflower”, a piros kénvirág

Újabb érdekes molekula, amelynek esetében a szintetikus kémia és az esztétika kéz a kézben jár: a szintetikus kénvirág, azaz a „sulflower”. A molekula elnevezése a „sulfur” (kén) és a „flower” (virág) szavak összevonásából született, egyszerre utalva a kémiai összetételre és a látványos szerkezetre. A szénváz aromás gyűrűihez kénatomok kapcsolódnak, virágsziromra emlékeztető mintázatot formálva (20. ábra). A vegyületet bemutató közleményben a napraforgóra (talán a virág angol neve miatt: „sunflower”) asszociálnak a szerzők, de a „sulflower” vörös színű, így inkább egy szép dália virág juthat eszünkbe róla [33].



20. ábra. A „piros kénvirág” és a molekulák térbeli elrendeződése

A 21. ábrán a szintetikus kénvirágok fejlődését láthatjuk. A sor legegyszerűbb képviselőjét még nem írták le. A második a klasszikus, a 2006-ban előállított „sulflower”, amelynek szilárd fázisú szerkezete mellett az elméleti kémiai számítások is arra utalnak, hogy hidrogéntároló munkaanyagként jöhet szóba. A molekulák – nagy felületüknek köszönhetően – gyenge fizikai abszorpcióval képesek megkötni a hidrogéngázt, később a gáz a felhasználás helyén enyhe melegítéssel felszabadítható a hordozóból.



21. ábra. A „piros kénvirágok” fejlődése

A harmadik, S-S kötések tartalmazó molekulát 2016-ban állították elő, szilárd fázisú szerkezetét még nem határozták meg, felhasználása eddig nem ismert [34].

A Möbius-szalag

Sheldon Cooper, az *Agymenők* (The Big Bang Theory) sitcom kultikus elméleti fizikusa is többször beszél a Möbius-szalagról.

A Möbius-szalag különleges, egészen meglepő geometriai alakzat. Könnyen elkészíthetjük, ha egy papírcsik egyik végét félfordulattal megcsavarjuk (180°), majd összeragasztjuk a másik végével. Az így kapott szalagnak meglepő módon csak egy oldala és egy éle van. Ezért a Möbius-szalag ellentmond a hétköznapi tapasztalatainknak, hiszen a legtöbb tárgynak két oldala van – ennek viszont csak egy (22. ábra).



22. ábra.
Möbius-szalag

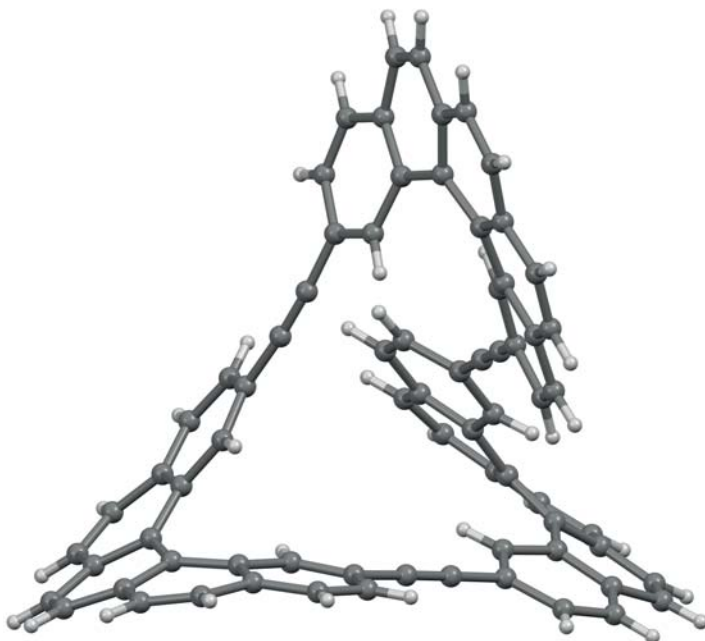
A művészetben is inspirációt jelent ez a forma: különleges formájú ékszerek és műtárgyak megalkotására ösztönöz. A Möbius-szalagot szimbólumokban és épületben is felismerhetjük (23. ábra).

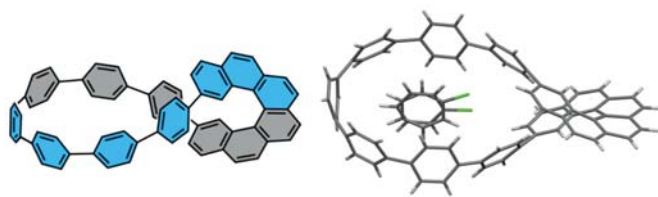
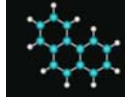


23. ábra. Az újrahasznosítás nemzetközi jelképe; a Google Drive szimbóluma (2012–2014); Möbius-szalagot formázó szobor (EGO3D); a NASCAR dicsőségcsarnok és múzeum (Charlotte, Észak-Karolina, USA)

És most nézzük a Möbius-szénhidrogéneket. 2020-ban Moore és munkatársai a 24. ábrán látható Möbius-szalag alakú trisz-((etinil)[5]helicén) szénhidrogénről számoltak be, amelynek a szerkezetét is sikerült meghatározni egykristály-röntgendiffrakciós módszerrel.

24. ábra. A trisz-((etinil)[5]helicén) szerkezete (a rendezetlen oldószermolekulákat nem tüntettem fel)





25. ábra. A [6]helicén-nanohurok szerkezete

Solomek és munkatársai előállították a Möbius-szalagszerű konjugált [6]helicén-nanohurkot (25. ábra). A vegyület szerkezetét is meghatározták röntgendiffrakciós módszerrel [36]. A [6]helicén-nanohurok csapdába ejt egy rendezetlen szerkezetű klórbenzol oldószer-molekulát. Könnyű belátni, hogy ez a szén-hidrogén jelentősen különbözik az 5. ábrán bemutatott nano-ötől.

Az elmúlt években számos Möbius-szalagra hasonlító vegyületet állítottak elő és jellemeztek a kutatók. Ezeknek a vegyületeknek a szintézise kulcsfontosságú a funkcionális anyagok fejlesztéséhez az anyagtudományban – elsősorban a nanotechnológiában, az elektronikában, az optikában –, valamint az orvosi-biológiai alkalmazásokban. Ezekről a Möbius-szalagra emlékeztető vegyületekről olvashatnak Gong 2025-ben megjelent összefoglalójában [37].

Az itt bemutatott példák is arra utalnak, hogy kémiai úton előállított vegyületeink nemcsak hasznosak, hanem sokszor érdekesek és szépek. Ezt szintén hónapról hónapra demonstrálják a Vegyész-leletek között ismertetett „hónap molekulái”. Ezekből kitűnik, hogy szintéziseink végterméke lehet szórakoztató is. ●●●

Köszönetnyilvánítás. A cikk megjelenését a Megújuló Energiák Nemzeti Laboratórium támogatta a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal RRF-2.3.1-21-2022-00009 azonosító számú projektjének ke-

retében. Köszönöm prof. dr. Lente Gábor egyetemi tanár (Pécsi Tudományegyetem) hasznos javaslatait. Hálámat fejezem ki Bara Gabriellának és Seprényi Kingának az írás gondos átnézéséért.

HIVATKOZÁSOK

- [1] Beck, M., Természeti Világa (1996) 127(11), 482–485.
- [2] Hargittai, I., MKL (2025) 9, 270–272.
- [3] Hargittai B., Hargittai I., MKL (2025) 9, 273–275.
- [4] Bortel G. et al., Cryst. Growth Des. (2020) 20(6), 4169–4175.
- [5] Cami, J. et al., Science (2010) 329, 1180–1182.
- [6] Fawcett, J. K., Trotter, J., Proc. R. Soc. Lond. A. (1966) 289, 366–376.
- [7] Goddard, R. et al., J. Am. Chem. Soc. (1995) 117, 30–41.
- [8] Yamamoto, K. Angew. Chem. Int. Ed. (1991) 30, 1173–1174.
- [9] Krzeszewski, M. et al., J. Am. Chem. Soc. (2022) 144(2), 862–871.
- [10] Lente, G., MKL (2025) 7–8, 216.
- [11] Povie, G. et al., Science (2017) 356, 172–175.
- [12] Groom, C. R., Acta Cryst. (2016) B72, 171–179.
- [13] Macrae, C. F. et al., J. Appl. Cryst. (2020) 53, 226–235.
- [14] Maier, G. et al. Chem. Ber. (1986) 119, 1111–1116.
- [15] Srinivasan, R. et al. J. Org. Chem. (1987) 52(6), 1167–1169.
- [16] Seiler, P., Helv. Chim. Acta, 1990, 73, 1574–1585.
- [17] Dilmac, A. M. et al. Angew. Chem. Int. Ed. (2017) 56, 5684–5718.
- [18] Junk, C. P. et al., Eur. J. Org. Chem. (2018) 3167–3179.
- [19] Billups, W. E., Haley, M. M., J. Am. Chem. Soc. (1992) 113(13), 5084–5085.
- [20] Criegee, R., Rimmelin, A., Chem. Ber. (1957) 90, 414–417.
- [21] Fessner, W. D. et al., J. Am. Chem. Soc. (1987) 109(15), 4626–4642.
- [22] May, P., Imperial College Press, July 2008, ISBN 978-1-84816-207-5
- [23] Sohail, U. et al., Mater. Sci. Semicond. Process. (2022) 144, 106620.
- [24] Mistry, A. et al., Chem. Eur. J. (2015) 21, 2011–2018.
- [25] Fujisawa, S. et al., Bull. Chem. Soc. Jpn. (1976) 49(11) 3454–3458.
- [26] Donovan, P. M., Scott, L. T., J. Am. Chem. Soc. (2004) 126(10), 3108–3112.
- [27] D. B. Amabilino et al., Angew. Chem. Int. Ed. (1994) 33, 1286–1290.
- [28] Chanteau, S. H., Tour, J. M., J. Org. Chem. (2003) 68(23), 8750–8766.
- [29] Ishikawa, S. et al., ACS Omega (2021) 6(48), 32682–32694.
- [30] Yasuhiro, S. et al., Nano Lett. (2005) 5(11), 2330–2334.
- [31] Hagenbruch, B., Hünig, S. Chem. Ber. (1983) 116, 3884–3894.
- [32] Cristoph, G. G., Feischer, E. B., J. Chem. Soc., Perkin Trans. (1975) 2, 600–603.
- [33] Chernichenko, K. Y. et al., Angew. Chem. Int. Ed. (2006) 45, 7367–7370.
- [34] Dong, R. et al., J. Am. Chem. Soc. (2017) 139(6), 2168–2171.
- [35] Jiang, X. et al., Am. Chem. Soc. (2020) 142, 6493–6498.
- [36] Malinčík, J. et al., Angew. Chem. Int. Ed. (2022) 61, e202208591.
- [37] Hu, B. et al., Pure and Applied Chemistry (2025)

<https://www.degruyterbrill.com/document/doi/10.1515/pac-2025-0482/html>

Chemistry Europe Fact Sheet

16 chemical societies, 15 European countries.
Family of high-quality scholarly chemistry journals,
covering a very broad range of disciplines.

Societies:
[www.chemistryviews.org/
chemistry-europe-member-societies/](http://www.chemistryviews.org/chemistry-europe-member-societies/)

Evaluate, publish, disseminate, and amplify the scientific
excellence of chemistry researchers from around the globe
in high-quality publications.

Hub:
www.chemistry-europe.org

Association

Mission

3 per year, free

Newsletter



Chemistry
Europe

Science
news
magazine

ChemistryViews

What is happening in
the global chemistry
community

www.chemistryviews.org/register/

www.chemistryviews.org

Fellows
Program

Award

Recognizes members for their outstanding
achievements.

Recognizes outstanding
contributions to chemistry.

www.chemistryviews.org/fellows/

www.chemistryviews.org/chemistryeuropeaward/



@ChemEurope

Hub:

www.chemistry-europe.org



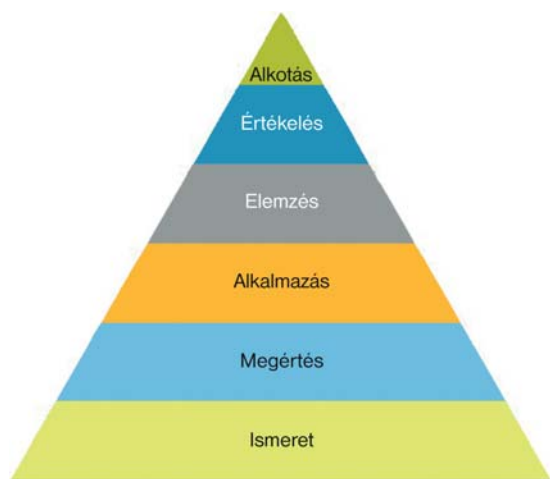
[linkedin.com/company/
chemeurope/](https://www.linkedin.com/company/chemeurope/)

Pipics János

pipics34@gmail.com

Szövegek használata kémiaórán: az olvasástól az alkotásig

Az írás-olvasás évezredek óta az emberiség egyik legfőbb tevékenysége volt, a képalkotás mellett a kultúra egyik alapja. A tanítás során is hagyományosan nagy szerepe volt a szónak, s bár a beszéd – elsősorban a magyarázat és a tanári visszajelzések miatt – még mindig fontos, az írott szövegekről hajlamosak vagyunk elfeledkezni, pedig a tankönyv és a füzet-vázlat továbbra is alapvető. A tanulóknak fogódzkodót jelentenek a tanulás során, nélkülük nincs mit megtanulni, vagyis a gyors képek irányába elmozduló világban a tanulás-tanítás során még mindig nélkülözhetetlen a nyelvi információátadás. A szaktudományok alapjait, életkorhoz igazított, de a korlátaik között érvényes modelljeit tanítjuk, a tananyagot azonban szövegekké fogalmazzuk, létrehozunk egy elmondható történetet, a matematikai összefüggések kimondható interpretációját. Ez részben akkor is igaz, ha felfedeztető jelleggel a diákok ismerik fel az összefüggéseket, hiszen ekkor nekik kell megfogalmazniuk a tapasztalatokat. Sokszor kérjük is az órán: „mondjuk ki együtt a törvényt” vagy „ismételjük el, mit is tanultunk”. Az oktatási célokra, tanulói tevékenységekre és tantervi követelményekhez alkotott Bloom-taxonómia (1. ábra) szerint a tanulási folyamat egyik alap lép-



1. ábra. A Bloom-féle taxonómia

(<https://ikt2csop.blogspot.com/2015/11/adigitalis-pedagogus-fegyvertara.html>)

csőfoka az emlékezés szintje, s efölött van a megértés és az alkalmazás [1]. Sajnos sokszor csak idáig jutunk el a tanítás során, de megfelelő irányból közelítve, jó tapasztalati, vizuális és nyelvi alapokkal, gondolkodtató feladatokkal eljuthatunk az elemzésig, értékelésig, alkotásig.

A tanulás során a gyerekek nem csak képet kapnak a világról, miközben előfeltevéseiket, tapasztalataikra épülő tévképzeteket

korrigáljuk, ilyenkor szavakat is adunk nekik a környezet leírására, megtanulnak az adott tudomány nyelvén beszélni és gondolkodni, miközben szövegértési képességük, kritikai gondolkodásuk és kifejezőkészségük fejlődik. Az álhírek és a módosított, AI által legyártott tartalmak korábban a gondolkodás, értelmezés és a pontos fogalmazás komoly előny, arról nem is beszélve, hogy a tudományos munkához mindez elengedhetetlen; ha nem tanítjuk meg a szövegek kezelését, csonkítjuk a jövő tudósait.

Az anyanyelvi nevelés éppen ezért fontos része a természettudományos oktatásnak is, különösen általános iskolában, még ha a tanárok sokszor nem is tudatosítják magukban. A nyelvi kompetencia fejlesztése sok hagyományos módszerrel egyáltalán nem időigényes, sőt, gesztusszerű hozzájárulás a magyar tananyaghoz. Ilyen módszer lehet a tankönyvi szövegrészlet felolvastatása, az önálló olvasás, a jegyzetelés, lényegkiemelés. A tanulás magasabb szintjén az értelmezést és elemzést ösztönzik a kulcsszó-kereső, kérdésfeltevő, a szövegből információt kerestető játékok, vagy ha egy tankönyvi állításnak a tagadását kell megfogalmazni, esetleg érvelni mellette, ellene. Ugyancsak hasznosak lennének a viták is, de talán már az is elegendő lenne, ha bizonyos esetekben engednénk a diákokat gondolkodni, és egy tanári kísérlet bemutatása előtt megkérdeznénk tőlük, szerintük mi fog történni.

A tananyag mennyisége és a limitált óraszám miatt mindezt sokszor nehéz kivitelezni. Joggal merülhet fel a kérdés a természettudományt tanító tanárban, hogy ha azt is nehéz megoldani, hogy kísérletek, élményszerűség, játék, motiváló légkör és feladatok, kompetenciafejlesztés, az alapfogalmak rögzítése, elmélyítése és elegendő gyakorlás mind legyen, illetve mindezen felül az osztályozáshoz elegendő, sőt annál több érdemjegyet is adjon, versenyre is tudjon készíteni és a lemaradókkal is foglalkozzon, akkor hogyan fér bele a nyelvi nevelés? A válasz azonban a tervezésben és a hajlandóságban rejlik. A nevelőtestületek együttműködése eredményezhet csak komplex fejlesztést; ha a tanórákat, tantárgyakat mereven elkülönítve kezeljük, akkor ne csodálkozzunk, ha a diákok is „dobozolni” fognak. A mesterségesen, szinte csak önmagunk, megnyugtatóra képzett „hidak” („emlékeztek, a múltkorai órán...” vagy „biztosan tanultátok történelemből...”) pedig sokszor inkább csak a tanórák között teremtenek kapcsolatokat a témakörök helyett. A valós tantárgyközi koncentráció kialakítására feladatok adnak lehetőséget, amelyek lehetnek érdekesek, motiválók vagy szimplán csak a megszokottól eltérőek, fejtorést okozó példák. Az ilyeneket meg lehet oldani kooperatív formában (párokbán, csoportokban), lehet társítani játékkal vagy simán lehet digitális környezetbe is helyezni. A szövegek használata ugyanis nem régimódi, visszafejlődő dolog, könnyen összeegyeztethető a digitális eszközök használatával, sőt



a képekkel, multimédiás elemekkel is [2]. Egy szövegre épülő feladat, könnyen lehet „menő” is, ha kreativitással, önkifejezéssel

Yo, gyűjtsd be a lángot, indul a show,
Lombikban bugyog, jön a reakció!
Láng alatt főzünk, mint egy tudós,
Minden kis reakció nálunk valós.
Cseppen a sav, figyelj, mi lesz,
A kémia élet, nem csak egy teszt!

2. ábra. Kémiáról szóló rapszöveg, generálta: ChatGPT (OpenAI, GPT-4, 2025. július 25.)

nem kíván pluszmunkát, csak annak tudatosítását, amit a tanárok eddig is csináltak, illetve a feladatok szintjén némi kreativitást. Az órarészletekbe néha belecsempészhető egy-egy tudományos, ismeretterjesztő vagy irodalmi szövegrész, tudománytörténeti forrás vagy éppen tankönyvi szöveg, de lehet használni képregényt, mémet, filmrészletet, dalszöveget stb. Nem muszáj azonban ragaszkodnunk a tantárgyhoz, kereshetünk olyan forrást is, amely más területekkel teremt kapcsolatot. Miért hasznos a tantárgyköziség? Azért, mert hidakat képez a másként külön tömbökben lerakódó információcsomagok között, s a kapcsolatok hálójával eszközt ad a tanuló kezébe a hétköznapi élet leírására, magyarázására. Az összefonódó természettudományok miatt nehezen találunk olyan hétköznapi jelenséget, amelyik tisztán csak a fizika, a kémia vagy a biológia témakörébe tartozik, az egyre fontosabb határterületek pedig eleve multidiszciplinárisak. Mindezek alapján a tantárgyközi kapcsolatok feltárásakor fontos olyanokat is figyelembe venni, amilyeneket talán nehezen képzelünk el: létezik lehetséges kapcsolat a kémia és az ének-zene, a testnevelés vagy éppen a magyar nyelvtan között. Kis túlzással úgy is mondhatnám, csak ott nincsen tantárgyközi kapcsolat, ahol nem csinálunk. A témában remek segítséget nyújtanak Csorba F. László testvéri tantárgyakról szóló cikkei [3], [4] és a Bánkuti Zsuzsával szerkesztett kötetük („Átmenet a tantárgyak között”) [5], de az interneten lehet találni természettudományos szövegtérkép-feladatlapot, illetve számtalan hasznos joggyakorlatot is.

Fontos persze az időzítés és a pedagógiai cél. A tanórák dramaturgiája nem törhető meg egy odacipelt versrészlettel, és a játékos olvasódi, még ha hasznos is, sem mehet a tantárgy tanulásának rovására. Érdemes ezeket az elemeket az alapfogalmak, összefüggések megtanítása, bizonyítása, elmélyítése és alapszintű gyakorlása utánra helyezni, amikor már az egyszerű behelyettesítéses számolásokon és tesztfeladatokon túl vagyunk, a diákok ismerik a szükséges fogalmakat és tudják őket használni. Ilyenkor tágíthatja a horizontot egy-egy tantárgyközi feladat, amiben szerepet szánhatunk a játéknak, az IKT-eszközöknek és akár a szövegeknek is. A nyelvi nevelés lehetőségei természettudományos órán az óra típusától és az adott óra szakaszától is függenek. Új ismeret feldolgozásakor a tankönyv, munkafüzet, füzet hármasa, a jegyzetek, a szóbeliség és az arra építő játékok segíthetnek. Utóbbiak jól használhatók (különösen koncentrációfejlesztő elemmel kombinálva, pl. gyertyaláng figyelése, mozgásos feladat beszéd közben stb.) órakezdesre, a motiváció növelésére vagy akár az új anyag megtanulása és a gyakorlás között, óra közepi átvezetésként is. A gyakorlóórákon, kiegészítő anyagoknál vagy az ismétlődően előforduló témaköröknél (melyek így jól használhatók rendszerezésre és kompetenciafejlesztésre) azon-

ban bevállalhatunk akár egy tantárgyközi projektet is. A következőkben nézzünk ilyeneket a kémia szemszögéből.

Első példám a kémia-történelem-irodalom hármas kapcsolatában értelmezendő. Jól használhatók ilyenre a kémiatörténeti szövegek, tudósok írásai is, itt azonban egy tudománytörténeti szempontból kiemelten jelentős 1792-es versből [6] mutatok egy idézetet. A szöveg kontextusa irodalmi (ki a szerző, milyen jelentős műfordítást és irodalomtörténeti munkát köszönhetünk neki?), történelmi (kinek az emlékére írta?, hol jelent meg?, mi köze van mindennek II. József és I. Ferenc uralkodásának szellemiségéhez?), valamint morális szemszögből is értelmezhető (tudósok felelőssége, társadalmi és művészetekre gyakorolt hatása). A legérdekesebb és a kémiához köthető szempont persze a szereplő anyagok és tulajdonságaik elemzése. Innen nézve a részlet egyfajta találós kérdésként, rejtvényként is felfogható.

„Ezt a' láthatatlan Aert, a' mely e' kerek Földet
Környül-veszi - és fen-tartya az állati életet. [...]
Mint egy meg-fogható testet, két részre el-bontyátok
'S azoknak káros vagy hasznos vóltokat jól tudjátok
Egyik része, az Állatnak felette egészséges,
Éltető az: de a' más rész dögleletes és mérges.
Ez a' mérges része pedig a' Plántát gyarapítja
Fel-nőteti, és mosolygó színekkel vidámittya” [6]

A vers kicsit nehezen olvasható, de megfejtése után rögtön feltehető a kérdés: miről szól? A levegő alkotóelemeinek megismerését mutatja be, egész pontosan két gáz, az oxigén és a szén-dioxid leírását tartalmazza korabeli megfogalmazásban, irodalmi kontextusban. A gázok élővilágra gyakorolt hatásai mellett jól használható biológiaórán is. Középiskolában, ahol a kémia kultúrtörténete is fontos adalék, mellékelhetjük az eredeti kiadáshoz fűzött lábjegyzeteket is. Azok írnak a „Principium oxygenum” gázról és az ennél nehezebb „Principium azoticum”-ról, amiben elalszik a gyertya. A forrás sok kutatót említ, szerepel köztük Lavoisier és Priestley. A témában, persze inkább általános iskolában, jó kiegészítés lehet Albert Barillé *Egyszer volt az ötlet* sorozatának Lavoisier életéről szóló epizódja. Ugyancsak jól használható a vers következő pár sora, amely a fotoszintézis egy látványos 18. századi leírása.

„Sőt, a' mit Ti! itt tsudáltok, ez az, hogy a' Plántában
Annak ki-nyúlt Ágaiban, vagy pedig a' Szárában
Vagynak oly titkos eszközök, a' melyekben a' mérges
Levegő, meg készítettik, 's leszsz olyan egészséges
Hogy abban az Állat élhet, szivhattya tüdejében [...]” [6]

Anyagok és tulajdonságaik persze számos irodalmi szövegben előfordulnak, regények, novellák, versek és drámák is kereshetők ezzel a szándékkal. Tanulságos, sőt akár vicces megközelítés is lehet a szaknyelv fejlődésének bemutatása egy kreatív feladattal: vajon a tanulók meg tudják állapítani, mi mit jelent? Itt főleg a nyelvújítás korának szavai jutnak eszünkbe (lásd az előző szöveg furcsa kifejezéseit), de ókori vagy középkori megnevezések, hétköznapi anyagok tájnyelvi variáció éppúgy izgalmasak. Ide kapcsolódhat és jó példa a kép és szöveg együttes használatára a képrejtvény vagy a tudományos mém, melyeket nemcsak keresni, hanem készíteni is lehet, sőt csökkenthetik a tanár és diák közötti generációs szakadékot, nem beszélve arról, milyen haszonnal járhat a humor tudatos, de a tudomány tekintélyét nem csökkentő alkalmazása.



Maradva az irodalomnál kereshetünk kortárs példát is, hátha a jelen alkotói jobban megragadják a diákokat a kötelező szagú klasszikusok és nehezen olvasható régi szövegek helyett. Szendrői Csaba 2019-es *Mintha muszáj lenne* című kötetének [7] első ciklusa például az „Állítólag kémia” címet kapta. Érdekes intellektuális játék lehet a versek tartalmát, a költői érzéseket és valóságinterpretációkat a biokémia és a fizika felől vizsgálni. A ciklus azt sugallja nekünk, hogy valami (talán az életfolyamatok, az érzések, érzelmek) csak a kémia játéka: ezt az „állítólag” szó árnyalja, hírszerűvé teszi. A szövegekben aztán sok a fizikával közös szakkifejezés, például hőtani vagy modern fizikai fogalmak és az anyagok részecske szerkezetére utaló képek (szublimál, szobahőmérsékletűre hűl, endoterm, atommag, mikrohullám stb.). Morális kérdésekre, jó beszélgetésekre vagy akár a gondolatok művészi kifejezésére is alkalmasak ezek a versek, de a hosszabb, projektszerű kifejtések inkább szakkörre valók. Ott eredményes lehet egy társasjáték-szerűen megszerkesztett feladatlap, a vers szövegéhez QR-kódos elérési út. Feladat lehet az értelmezés, szaknyelvi kifejezések kigyűjtése, gondolatok ábrázolása rajzzal. Különösen hasznos lehet, ha azt nézzük meg a diákokkal, hogy a költői szóhasználat megfelel-e a kifejezés tudományos jelentésének. A művészi szabadság miatt ez persze nem szükségszerű, de így lehet a kémia felől is olvasni a verseket, melyek a tudomány felől nézve akár el is játszhatók, „lefordíthatók” más művészeti ágakra.

Pontosabb példa erre az atommodellek témaköréből Kósa Eszter „Az elszakadásról” című verse. A vers szól energiamegmaradásról, kötési energiáról, nagyságrendekről és heisenbergi határozatlanságról, de végső soron az emberi kapcsolatokat vizsgálja a természettudományos kifejezésekkel, az érzelmeket a racionális tényekkel. A szöveg olvasható Kőrösi Imre *poeta.doc* című könyvében [8], amiben a költemény után egy rövid, jól használható elemzést is találunk („A magfizika költőisége”, 305–307. oldal). A hasonló munkák a tantárgyköziség mellett a tantárgyon belüli koncentrációt is erősítik, hiszen a tananyag több fejezete is felbukkanhat bennük.

Olvastathatunk persze más, nem használt tankönyvekből, tudományos munkákból is részleteket. Ekkor azt gyakoroltathatjuk, hogy a tanulók a megszokott, órán használt megfogalmazás helyett más formában is felismerjék a tanultakat. Jól használható ezek feldolgozásához egy szódominó játék, lyukas szöveg vagy akár szakirodalmi bingó (3. ábra) is. Választhatunk direkt a természettudományos tanuláshoz készült szövegeket is, akár tudományról készült meséket, fiataloknak írt ismeretterjesztő cikke-

ket, de meg is fordíthatjuk az irányt. Találhatunk a kémiához bármilyen módon kapcsolódó filmet, zenét, festményt vagy szobrot, amiről a tantárggyal kapcsolatos dolgok juthatnak a tanulók eszébe: ekkor az asszociációk megfogalmazása a feladat, a szakkifejezések pontos használatával. Különösen izgalmas, és a Bloom-taxonómia szerinti legmagasabb szinten áll az alkotás. Ilyen, ha a tanulók maguk alkotnak szöveget egy témában. Nem csak esszét írathatunk, készíthetnek vicces önéletrajzot egy tudósról, akár név nélkül is, hogy a többiek kitalálják, ki ő. Írhatnak dalszöveget, rapszöveget, verset, készíthetnek képregényt. Ezekhez jól használhatók a különböző színes papírok, kartonok és egyéb dekorelemek mellett a digitális eszközök is, képszerkesztő szoftverek, vagy akár a mesterséges intelligencia, amely megfelelő utasításokkal és korrekciókkal jó szövegeket képes létrehozni, s értelmes használatának megtanulása nagyon fontos a mai diákoknak, mégsem alkalmazzuk eleget tanórán. Az már csak pluszhaszon, hogy a kitekintés, kapcsolatteremtés és kompetenciafejlesztés mellett az ilyen tevékenységek osztályozhatók is, a szóbeli és írásbeli számonkérések mellett projektmunka- vagy gyakorlatifeladat-jegyet adhatunk rá változatosabbá téve az értékelést, igazodva a sokféle tanulási stílussal rendelkező tanulói csoportokhoz. Ha viszont szakkörre vesszük be, élményközpontú, kompetenciafejlesztő foglalkozásokat kapunk, melyek elősegítik a tudományos utánpótlás kinevelését.

Összességében elmondható, hogy a szövegeknek ma is nagy szerepük van a tanításban, akár írott, akár szóbeli formában alkalmazzuk őket, az érzékszervi észlelések és a konkrét, cselekvéses tapasztalatok mellett a harmadik nagy tartóoszlopot jelentik. Ötleteimmel ahhoz próbáltam hozzájárulni, hogy bátran és kreatívan használjuk őket olyan feladatokhoz, amelyek nem a tananyagot kérik számon, hanem annak felhasználására ösztönzik a tanulókat, és kapcsolatokat tudnak teremteni a gyönyörű, de absztraktsága miatt nehezen tanulható kémia és más területek között. A hozott példákat ugyan saját tehetséggondozó szakköröm feladatai, projektjei alapján állítottam össze, de érdemes nyitott szemmel keresni, kutatni és áttekinteni az online elérhető joggyakorlatokat is. Minden tanár a saját érdeklődése és személyisége szerint tud becsempészni más, élményszerű tartalmakat a foglalkozásaira, a lényeg, hogy az alapfogalmak pontos megtanításán és begyakorlásán túl tudatosan fejlesszünk minden kulcskompetenciát, így képezve talpraesett, érdeklődő diákokat.

Köszönetnyilvánítás: Köszönöm az MTA–ELTE Fizikatanítás Digitális Támogatással kutatócsoport és a Doktoranduszi Kiválósági Ösztöndíj Program támogatását.

IRODALOM

- [1] Bloom-féle taxonómia. https://www.srpszkk.hu/tamop412b/meres_ertekeles/bloomfle_taxonomia.html (utolsó megtekintés: 2025. 07. 25.)
- [2] Pípic J.: #feel the physics. A fizika tantárgyközi kapcsolatainak szöveggözpontú megközelítései: tehetséggondozó feladatok általános iskolásoknak [kézirat]
- [3] Csorba F. L.: Testvéri tantárgyak I. 2009. <https://ofi.oh.gov.hu/csorba-f-laszlo-testveri-tantargyak-i> (utolsó megtekintés: 2025. 07. 25.)
- [4] Csorba F. L.: Testvéri tantárgyak II. 2009. <https://ofi.oh.gov.hu/csorba-f-laszlo-testveri-tantargyak-ii> (utolsó megtekintés: 2025. 07. 25.)
- [5] Bánkúti Zs., Csorba F. L. (szerk.): Átmenet a tantárgyak között. A természettudományos oktatás megújításának lehetőségei, Oktatókutató és Fejlesztő Intézet. Budapest, 2011.
- [6] Segesvári I.: Meg-hal a' Bölts. Salamon, Magyar Kurir (1792) 37, Toldalék, 1–32.
- [7] Szendrői Cs.: Mintha muszáj lenne. Sclar, 2019.
- [8] Kőrösi I.: poeta.doc. Osiris, 2022, 304–307.

3. ábra. Szakirodalmi bingó [2]

1. Ki írta a szöveget? Hol (hogyan) jelent meg?	2. Jellemezd 5 kulcsszóval, hogy miről szól a szöveg!	3. Írj egy összefoglaló mondatot a szöveg egyik témaköréről!
4. Fejezd be az egyik mondatot! Szerintem érthető, jó szöveg, mert... vagy Szerintem nehezen érthető és olvasható a szöveg, mert...	5. Mikor keletkezett a szöveg? Hány éves?	6. Írj 3 kérdést a szöveghez! A válaszok a szövegben legyenek!
7. Idegen szavak a szövegből, minimum 3 (ha nincs annyi, mindet írd le, ha egy sincs, húzd ki!)	8. Válassz ki egy mondatot, és írd le a tagadását! Miért nem értelmes úgy? Indokold egy mondatban!	9. Tudományos, szépirodalmi vagy ismeretterjesztő a szöveg? Indokold 3 állítással!



Brücher Ernő köszöntése kilencvenedik születésnapján

“ErNO: A Fruitful Journey in the Lanthanide Chemistry” (Ernő: Eredményes pályafutás a lantanoida-kémiában) címmel a 90 éves Brücher Ernő professzor tiszteletére tanítványai és a Debreceni Egyetem (DE) Fizikai Kémiai és Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszékei 2025. szeptember 19-én nemzetközi tudományos szimpóziumot rendeztek a Debreceni Akadémia Bizottság székházában (<https://tab.mta.hu/debreceni-teruleti-bizottsag/esemenyek/er-no-fruitful-journey-lanthanide-chemistry>).

Csernoch László rektorhelyettes és Kun Ferenc dékán köszöntötték Brücher professzort, a kiemelkedő kutatót és oktatót, egykori tanszékvezetőt és dékánt. A program meghívott előadói, A. Dean Sherry (University of Texas at Dallas and UT Southwestern Medical Center, Dallas, USA) és Silvio Aime (Dept. of Molecular Biotechnologies and Health Sciences, University of Torino, Italy), a DE diszidoktorai, Mauro Botta, (Department of Science and Technological Innovation, Università del Piemonte

Orientale, Alessandria, Italy) és Fulvio Uggeri kutatási igazgató (Bracco Imaging SpA, Colletterto Giacosa, Italy) előadásaikban az évtizedeken átívelő együttműködés, a debreceni iskola eredményeinek, szerepének tükrében méltatták az ünnepeket. Ezt követően a tanítványok négy generációjának képviselőiben Bányai István professzor (DE), Jakab-Tóth Éva tudományos igazgató (Centre of Molecular Biophysics, Orléans, France, az MTA külső tagja), Baranyai Zsolt professzor, laborvezető (Bracco Imaging SpA, Trieste, Italy) és Garda Zoltán adjunktus (DE) villantotta fel jelenlegi munkájának kapcsolódását a diákevekhez. Brücher Ernő rövid előadásban („On the Rare Earth Metal Research in Debrecen”) kutatócsoportja kialakulását és főbb eredményeit vette számba, és megköszönte az ünneplést. A nap jó hangulatú, a legjobb érettségi találkozó hangulatát idéző bankettel zárult.

Tóth Imre



Csoportkép a szimpózium résztvevőivel a DAB épülete előtt, 2025. szeptember 19.

Brücher Ernő feleségével és tanítványaival



Természettudomány karácsonyi vacsorához

A Royal Institution karácsonyi előadásai a tudományos ismereteket izgalmas módon, látványos bemutatókkal és interaktív elemekkel teszik hozzáférhetővé mindenki számára, és évtizedek óta a tudományos ismeretterjesztés egyik legfontosabb eseményének számítanak. A 2024-es előadás-sorozat közép-pontjában a táplálkozástudomány állt, ez a karácsonyi ünnepi szokásoktól amúgy sem áll távol. Előadója a brit médiában Dr. Chris néven ismeretterjesztő szakértőként gyakran szereplő orvos, Christoffer Rodolphe van Hoogenhouck-Tulleken volt. De az is lehet, hogy szándékosan megtévesztették a hallgatóságot ikertestvérével, Alexander Gerald van Hoogenhouck-Tullekennel, aki szintén orvos és médiaszemélyiség. Bárki tartotta is a háromrészes előadás-sorozatot, elsősorban arra koncentrált, hogyan hat a táplálkozás az emberi test működésére és egészségére. A felvétel megtekinthető a Royal Institution hivatalos weboldalán: <https://www.rigb.org/christmas-lectures/watch-2024-christmas-lectures>.

Az első előadásban Dr. van Tulleken az étel útját követte a szájjüregtől a bélrendszerig, bemutatva a táplálkozás fiziológiai folyamatait. A közönség megtanulhatta, hogyan érzékeljük az ízeket, milyen szerepet játszanak az alapvető tápanyagok, és hogyan bontja le a szervezetünk a bevitt élelmiszert energiává. A bemutató során szemléltették a gyomor és a belek működését, a résztvevők pedig interaktív módon kapcsolódhattak be az eseményekbe. Az előadás rávilágított arra, hogy az étkezés nem csupán az ízek élvezetéről szól, hanem testünk egészségét és működését is alapvetően meghatározza.

A második rész a test és az étel kapcsolatára koncentrált. Az előadó részletesen ismertette, hogyan nyerünk energiát az ételből, és milyen mechanizmusok biztosítják a szervezetünk működését, külön kiemelve a mitokondriumok szerepét. A bemutató

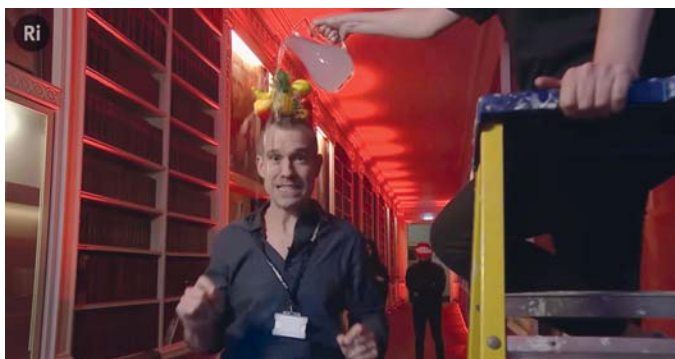
gyakorlati példákon keresztül ismertette a tápanyaghiány következményeit, illetve a táplálkozás hatását az emberi test felépítésére. Az előadás során a diákok láthatták, hogyan reagál a test különböző anyagokra, és hogyan lehet a táplálkozástudományt a mindennapi életben is hasznosítani: a betegségek jelentős része megfelelő étrend révén megelőzhető.

A harmadik előadás a táplálkozás evolúcióját és társadalmi hatásait helyezte előtérbe. Dr. Chris bemutatta, hogyan alakultak ki a mai étkezési szokások, milyen hatással volt rájuk az ipari élelmiszer-termelés, és miként befolyásolják a társadalmi és környezeti tényezők a táplálkozásunkat. A közönség megtudhatta, hogy az étkezés nemcsak a testünkre, hanem az egész bolygóra, az ott zajló folyamatok fenntarthatóságára is kulcsfontosságú hatással van. Az előadásban külön figyelmet kapott az is, hogyan használhatjuk a tudományos ismereteket a helyes étrend kialakításához, és miként lehet az egészségtudatos étkezést a mindennapi élet szerves részévé tenni. A mondanivaló szemléltetéséhez egy bő négy méter hosszú, szalagos tigrispiton is az előadó segítségével csúszott.

A 2025-ös karácsonyi előadás-sorozat különleges évfordulót jelent, hiszen a Royal Institution karácsonyi előadásai éppen 200 évesek lesznek. A jubileumi előadásokat Dr. Dame Maggie Aderin-Pocock, űrtudós és a BBC Sky at Night műsorvezetője tartja, s az űrkutatás legújabb eredményeit és a világegyetem megértésében történt forradalmi áttöréseket mutatja be. A közönség bepillantást nyerhet a James Webb Űrtávcső legújabb felfedezéseibe, és megismerkedhet a Hold és a Mars kutatásának legfrissebb eredményeivel. A részletek a Royal Institution hivatalos weboldalán olvashatók:

<https://www.rigb.org/2025-christmas-lectures>.

Lente Gábor





Kathó Ágnes

Aranylúd-díjat kaptak a ciszplatin rákellenes hatását felfedező tudósok

A politikusok körében fel-felvetődik, hogy felesleges az erőforrásokat az alapkutatásokra pazarolni, inkább a gyors haszonnal kecsegtető, alkalmazott kutatásokat kell támogatni. Ez a szemlélet tükröződik az Amerikai Egyesült Államok 2026-os költségvetési javaslatában is, melyben az ún. felfedező kutatásokra az előző évi összegnek csak kb. kétharmadát tervezik. Szerencsére, voltak/vannak más nézeteket vallók is: Jim Cooper, Tennessee állam egykori republikánus képviselője például néhány képviselőtársával együtt az alapkutatás fontosságát elismerő Aranylúd-díjat alapított [1]. Az erre való jelölés feltételeit egy korábbi, a kitüntetést részle-



THE
GOLDEN GOOSE
AWARD

tesebben bemutató cikkemből [2] idézem: „A díjra a szövetségi állam által támogatott, már lezárt projektek közül azok jelölhetők, amelyek igen jelentős tudományos, technológiai áttörést vagy társadalmi hatást váltottak ki, de a támogatás folyósításának idején a) ilyesmire még nem lehetett számítani; b) szokatlannak, vagy elsőre nevetségesnek tűntek a célok, és az eredmények értéke is kérdéses volt. Emellett olyan felfedezésekre is fel lehet hívni a figyelmet, amelyek a támogatott kutatások »melléktermékeként« képződtek. Ezek olyan megfigyelések, amelyek távol álltak a kutatások eredeti fókuszától, de a kutatók felismerték a szándékuktól eltérő észlelet jelentőségét (serendipity).”

A 2025. szeptember 16-i díjátadón bemutattak egy néhány perces filmet egy 2016-ban Aranylúd-díjat elnyert munkáról, amelyre

Aranyludak

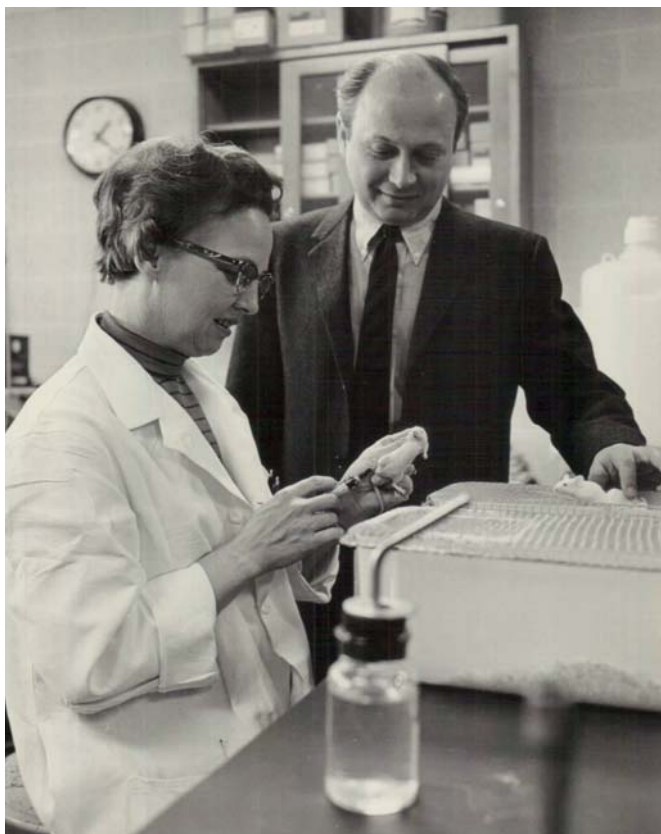


tökéletesen illik az idézet első mondatában leírt meghatározás. Sokan gúnyolták E. F. Knipling és R. C. Buschland pályázatát, melynek célja az amerikai rémálomként ismert parazita légy, a csavarféreg szerelmi életének tanulmányozása volt. A támogatásnak köszönhetően ki tudtak dolgozni egy nagyon furfangos módszert, amely alkalmas a – melevérű állatokra nézve roppant veszélyes – kártevőnek a kiirtására. A légy szaporodásának gátlására azt eszelték ki, hogy amennyiben az őshonos légypopulációnál lényegesen nagyobb számú, besugárással sterilizált változatot hímet bocsátanak szabadon, akkor a monogám természetű nőtények az egyetlen párzási tapasztalatukat meddő hímekre pazarolják. Az ún. „sterilizált rovar”- technika alkalmazásával az élszökődő 1966-ra teljesen eltűnt az Egyesült Államokból, ami óriási jelentőségű volt, mert a 20. század közepén a légy által okozott betegség megtizedelte az ország szarvasmarha-állományát [3]. Sajnos, 2025 májusában ismét találtak fertőzött állatokat az országban, és augusztusban egy El Salvadorból visszatért emberben is kimutatták a húsevő légy lárváját.

Az idézet második részében szereplő „serendipity” bemutatására igen alkalmas az a folyamat, melynek eredményeként a 2025. évben díjazott kutatók, Barnett Rosenberg (1927–2009), Loretta L. Van Camp (1926–2006) és Thomas M. Krigas (1939–2023) felismerték a ciszplatin gyógyászati jelentőségét. A felfedezést elindító gondolat a Michigani Állami Egyetem Biofizikai Intézetében dolgozó Barnett Rosenberg fizikus fejében született meg az 1960-as évek legelején. Megfigyelte, hogy az osztódó emlőssejtek mikroszkopikus képe hasonlít a mágneses erővonalaknak azon mintázatahoz, amely akkor alakul ki, amikor vasreszelékekhez mágnesrudat közelítünk. Felöltött benne, hogy külső elektromágneses tér befolyásolhatja-e a sejtek osztódását, és ezért a sejtek viselkedését elektromos áram jelenlétében tervezte vizsgálni laboratóriumi technikusának, Loretta Van Campnak a segítségével [4].

A kísérleti berendezésük kipróbálásához (emlőssejtek helyett) *Escherichia coli* baktériumokat használtak. Az 1965-ben megjelent *Nature*-cikkükben a szerzők szerencsés választásnak írták le azt is, hogy a) a baktériumok számára olyan fehérjementes tápoldatot választottak, amelyben NH_4Cl szolgált N-forrásként; b) az áram bevezetésére Pt-elektrodákat használtak (ezt a fémeket ui. mind kémiai, mind biológiai szempontból inertnek gondolták) [5].

Meglepetésükre az áram hatására a kezdetben rúd alakú baktériumok hosszú, spagettiszerű formát vettek fel. A hosszirányú méretük akár 300-szorosra is megnőtt, de osztódásuk elhanyagolható volt. Ha ezeket a megváltozott méretű baktériumokat friss (áram hatásától mentes) tápoldatba helyezték, akkor elindult az osztódásuk. Ezért kezdetben azt gondolták, hogy az elektromos áram szabályozza ezt a folyamatot. Később azonban felmerült, hogy az észlelt jelenségeket egy olyan anyag okozza, amely elektrolízis révén alakul ki a tápoldatban. A részecske azo-



Loretta Van Camp és Barnett Rosenberg

nosításában szerepe volt több végzős kémiaszakos hallgatónak, de elsősorban Thomas M. Krigasnak, aki részmunkaidőben Rosenberg laboratóriumában dolgozott.



Thomas M. Krigas egy későbbi felvételen

Hipotézisük ellenőrzésére folyamatos áramlású, baktériumok tenyésztésére alkalmas edényeket kapcsoltak össze, és azokba azonos minőségű, mennyiségű tápoldatot adtak. Az elsőben Pt-elektrodákat helyeztek el, míg a másodikba kerültek a baktériumok. Úgy vélték, hogy amennyiben az áram hatására az első edényben kialakul a feltételezett részecske (és elég hosszú az élettartama), akkor megjelenik az összekapcsolt másik edényben is. Az utóbbiban a baktériumok sajátos megnyúlása valóban bekövetkezett, de csak abban az esetben, ha folyamatosan oxigént (nitrogén- vagy héliumgáz nem volt alkalmas) is átbuborékolattak a rendszeren.

Arra gyanakodtak, hogy az elektrolízis során a tápoldatban valamilyen oxidálószer képződik. Ehhez az adott alapot, hogy az első edényben elhelyezett tápoldat jódkeményítő tesztje kezdetben negatív volt, de az elektrolízist követően már pozitív eredményt kaptak. Az általuk használt „C típusú” tápoldat sokféle Cl⁻, N- és S-tartalmú vegyületet tartalmazott, amelyekből számos oxid képződhet. Ezek kimutatásával is próbálkoztak, illetve egyes oxidokat a baktériumok tápoldatába is bejuttatták, de ilyenkor nem észlelték az élőlények sajátos megnyúlását.

Végül arra jutottak, hogy az elektród mégsem inert, hanem a platina kis része elektrolízis révén beoldódik a tápoldatba (max. 10 ppm Pt-t észleltek a kísérleti körülményeik között). [PtCl₆]²⁻ ionokat sikerült kimutatniuk, és ezért olyan tenyészeteket is vizsgáltak, melyek tápoldatához (áram bevezetése helyett) 10 ppm (NH₄)₂[PtCl₆]-t adtak. Kezdetben a baktériumok növekedési üteme lassult, de Loretta Van Camp megfigyelte, hogy a Pt-sót tartalmazó tápoldatok néhány nap múlva nagyon aktívak lettek a sajátos, hosszirányú növekedés kiváltásában. Különösen akkor volt ez jellemző, ha a tápoldatokat nem óvták a fény hatásától. Mindebből arra következtettek, hogy a [PtCl₆]²⁻ csak prekursor, és fény hatására átalakul a növekedést elősegítő és osztódást gátló származékká.

Különböző spektroszkópiai módszerekkel kimutatták, hogy a [PtCl₆]²⁻ és a tápoldat ammóniumionja közötti reakcióban ligandumcsere játszódik le. A képződő [PtCl₅(NH₃)]⁻ ionnak azonban nem volt érdemleges növekedést serkentő, illetve osztódást gátló hatása, de fény jelenlétében semleges vegyületté alakult. A [PtCl₄(NH₃)₂] *transz*-, illetve *cisz*-izomerjét egyaránt kipróbálták a tenyészetekben, de csak az utóbbi esetén észlelték a sejtek spagettiszerű megnyúlását, valamint osztódásuk gátlását [5]. Feltételezték azt is, hogy a Pt(IV)-tartalmú izomerek kismértékben redukálódnak, ezért a [PtCl₂(NH₃)₂] *transz*- és *cisz*-izomerjét is tesztelték, de ismét csak a *cisz*-változat esetén tapasztalták a sejt-osztódás gátlását [6].

A – ma már legtöbbször ciszplatinként emlegetett – *cisz*-[PtCl₂(NH₃)₂]-t 1845-ben fedezte fel Michel Peyrone, amikor megismételte a [Pt(NH₃)₄][PtCl₄] előállítására vonatkozó receptet. A PtCl₂ savas oldatához feleslegben adott ammóniát, de a kívánt zöld célvegyület mellett egy sárga színűt is észlelt. Eredményeinek értelmezése fejlődést okozott neki, hiszen mindkét termék ugyanazokat az elemeket tartalmazta, és az elemek aránya is egyező volt [7]. A rejtélyek megfejtéséhez Alfred Werner 50 évvel később végzett kísérletei, elméletei járultak hozzá, melyek tisztázták a Pt(IV)-, valamint Pt(II)-tartalmú komplexek szerkezetének különbözőségeit. Ő igazolta azt is, hogy a síknégyszetes [PtCl₂(NH₃)₂] geometriai izomerei közül a fehér színű a *transz*-, míg a sárga a *cisz*-változat [8].

A transzplatina viszonylag egyszerűen előállítható: a K₂[PtCl₄] és a feleslegben alkalmazott ammónia vizes oldatában [Pt(NH₃)₄]Cl₂ keletkezik. Az oldószer egy részének elpárologtatása után HCl-t adva az oldathoz *transz*-[PtCl₂(NH₃)₂] csapadék képződik. A szelektivitás alapja az, hogy a kloridionnak az ammóniáénál nagyobb a *transz*-hatása. Ennek következtében az elsődlegesen képződő [PtCl(NH₃)₃]⁺ köztitermékben a kloridionnal szemközti NH₃ a leglabilisabb, ezért ez a ligandum cserélődik halogenidre.

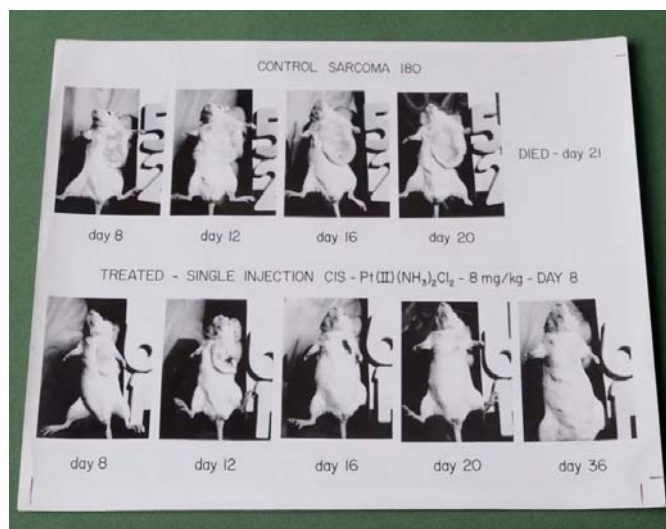
A ciszplatina szelektív előállításának első lépésében a K₂[PtCl₄]-t KI vizes oldatával K₂[PtI₄] vegyületté alakítják. Ebből ammónium-hidroxid hatására – a kloridénál erősebb *transz*-hatású jodid révén – *cisz*-[PtI₂(NH₃)₂] képződik. A csapadékot AgNO₃ vizes oldatával kezelik, és az AgI eltávolítása után kapott szűrlet *cisz*-[Pt(H₂O)₂(NH₃)₂]²⁺-ionjaihoz KCl-t adva jutnak el a sárga színű végtermékhez [9].

Míg a *cisz*-[PtI₂(NH₃)₂] halogenidjeinek cseréje csak Ag⁺ közvetítésével megy végbe, addig a ciszplatina vizes oldatában a Cl⁻ távozása spontán is lejátszódhat. Szerencsére, a vér viszonylag nagy Cl⁻-koncentrációja (kb. 100 mM) miatt a halogenid vízmolekulára való cseréje gátolt, azaz az intravénásan, sóoldatban beadott gyógyszer egy része változatlan formában közelíti meg a daganatos sejteket. Ezek belsejében azonban a Cl⁻ koncentrációja kisebb, mint a vérben (4–20 mM), ezért a ciszplatina akválódása



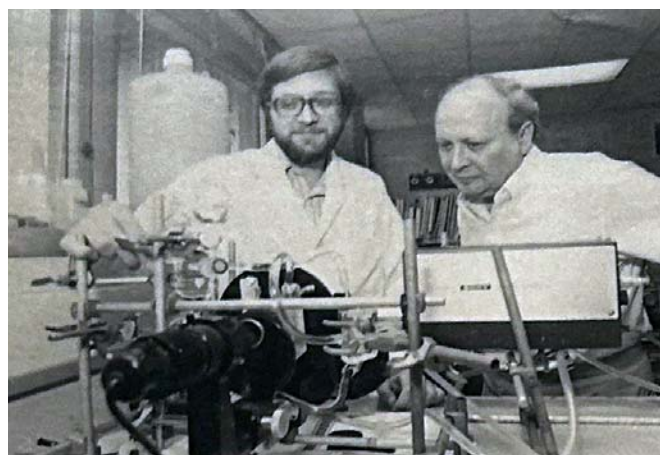
lejátszódhat. A kialakuló *cis*-[PtCl(H₂O)(NH₃)₂]⁺- és *cis*-[Pt(H₂O)₂(NH₃)₂]²⁺-ionok a sejtplazma nukleofil csoportjaival, például a proteinek SH⁻-csoportjaival vagy a nukleinsavak N-donor-atomjaival reagálnak. In vitro kísérletek bizonyították, hogy a nukleobázisok közül a guanin imidazolgyűrűjének 7-pozíciója a legnépszerűbb, majd az adenin N7-csoportja következik, és legkevésbé gyakori kötőhely a citozin vagy a timin bármely N-je. A *cis*-[PtCl(H₂O)(NH₃)₂]⁺-ionokkal csak monoadduktumok képződnek, de amennyiben azokból is távozik a halogenid, akkor intra- vagy interszálás keresztkötések is kialakulhatnak. Ezek a változások akadályozzák a DNS replikációját, és ez a sejtek osztódásának gátlásához vezet [10].

A kémiai kitérő után térjünk vissza a biológiai kísérletekhez! A szerzők már az 1965-ös *Nature*-ben megjelent cikkükben felvetik, hogy vajon mennyire általános a vizsgált Pt-komplexek sejtosztódást gátló hatása. Leginkább az érdekelte őket, hogy érvényesül-e ez a hatás a daganatos sejtek esetén is. A gondolatot tett követte, és szarkómás egerek véráramába juttatták be mind a [PtCl₄(NH₃)₂], mind a [PtCl₂(NH₃)₂] *cis*-izomerjeit. Ez igen eretnek cselekedet volt, hiszen a nehézfémek mindegyikét erős mérgeknek tekintették. Rosenbergék azonban megtalálták azt a dózist, amit még elviseltek a szarkómás egerek, és daganataik is pozitívan reagáltak: összezsugorodtak. Az egerek fél évvel később is egészségesek voltak, azaz a Pt-komplexek elpusztították a rákos sejteiket.



Kezelt és kontrollegerek

Mindkét *cis*-konfigurációjú Pt-komplexet elküldték a Nemzeti Rákkutató Intézetbe (NCI), ahol (különböző karcinogének által kiváltott) leukémiás egereket kezeltek velük. A Kemoterápiás Program keretében végzett kutatások különösen a Pt(II)-komplekszel igen jó eredményekhez vezettek, ezért 1972-ben a ciszplatinnal elkezdődhetek a klinikai vizsgálatok. Előrehaladott hererákos betegek kemoterápiás kezelése olyan sikeres volt, hogy más típusú daganatoknál is vizsgálták az új gyógyszer hatékonyságát. Az Élelmiszer- és Gyógyszerügyi Hatóság (FDA) 1978-ban nemcsak az előrehaladott hererák-, de petefészek- és hólyagrák gyógyítására is engedélyezte a ciszplatin alkalmazását. Sajnos, a betegek gyakran súlyos mellékhatásoktól (pl. zsibbadás, hányás, hallás- és vesekárosodás) szenvednek; ezeket a tüneteket részben kombinált kezelésekkel próbálják csökkenteni, részben kifejlesztették a ciszplatin különböző, kevésbé mérgező módosulatait (pl. karboplatin, oxaliplatin, szatraplatin) [11]. Ez a munka jelenleg is nagy erővel folyik, mert többféle probléma (pl. toxicitás által



Barnett Rosenberg egyik PhD-hallgatójával

(fotók: <https://www.goldengooseaward.org/01awardees/cisplatin>)

korlátozott dózis, rezisztencia, elégtelen hatékonyság bizonyos daganatok irányában) vár még megoldásra.

Rosenberg munkássága jó példa arra, hogy egy más területről érkező szakember – eltérő szemlélete révén – akár gyökeresen új irányokat adhat a kutatásoknak. Természetesen a kísérletek az elképzelttől távoli eredményekhez is vezethetnek, amelyek akár az eredetileg reméltől sokkal érdekesebbek és hasznosabbak is lehetnek. Ennek felismerésétől kezdve azonban még igen hosszú, zsákutcákkal teli út vár a kutatóra, akinek rengeteg elszántsággal, kitartással kell dolgoznia. Emellett meg kell győznie az új irány megalapozottságáról nemcsak a pénzt biztosító szervezeteket, de a társtudományok művelőit is, akiknek segítségével elengedhetetlen a sikerhez.

A tudományos munka értékének megítélésére többféle mutatót próbáltak/próbálnak bevezetni, de egyértelmű a jelzés akkor, ha az új ismereteket a társadalom is hasznosítani tudja. A rákkezelést alapjaiban átalakító ciszplatin érdemeit senki sem vitatja, hiszen segítségével nagyon sok ember épült már fel a betegségből. Különösen sokat jelentett ez a szer a 18–35 éves hererákos fiatal embereknek, akiknek a túlélési esélye 10%-ról 90%-ra nőtt.

Nem nyilvános, hogy az Aranylúd-díjra jelölt, a feltételeknek megfelelő kutatások közül milyen szempontok alapján hirdetnek győztest. A ciszplatin kiválasztásában talán az is szerepet kapott, hogy a bevezetőben említett kutatásfinanszírozási politika ellen egy igazán „ütős” eredménnyel szerettek volna érvelni. Elképzelhető azonban az is, hogy a kerek évfordulóra akarták felhívni a figyelmet: 60 éve jelent meg a *Nature* folyóiratban az a cikk [5], amelyben először számoltak be a Pt(II)-vegyület sejtosztódást gátló hatásáról.

Sajnos, a szerzők már nem vehették át az Aranylúd-szobrokat. Tudományos örökségük azonban velünk maradt, és reményt, esélyt ad a rákban szenvedők millióinak.

IRODALOM

- [1] <https://www.goldengooseaward.org>
- [2] Kathó Á., Magyar Kémikusok Lapja (2023) 78, 330.
- [3] <https://www.goldengooseaward.org/01awardees/screwworms>
- [4] Ghosh S., Bioorg. Chem. (2019) 88, 102925.
- [5] Rosenberg B., Van Camp L., Krigas T., Nature (1965) 205, 698.
- [6] Rosenberg B., Van Camp L., Grimley E. B., Thomson A. J., J. Biol. Chem. (1967) 242, 1347.
- [7] Kauffman G. B., Petinelli R., Doldi S., Hall M. D., Platinum Metals Rev. (2010) 54, 250.
- [8] Barry N. P. R., Sadler P. J., Pure Appl. Chem. (2014) 86, 1897.
- [9] Dhara S. C., Indian J. Chem., 8 (1970) 193-194
- [10] Lippard S. J., Science (1982) 218, 1075.
- [11] Muggia F. M., Bonetti A., Hoeschele J. D., Rosencweig M., Howell S. B., J. Clin. Oncol. (2015) 33, 4219.



Kutasi Csaba

Goltberg Ferenc kékfestő-manufaktúrája

Az 1755-ben született Goltberg Ferenc (a családnevet goltbergi szőlőjükről anyakönyvezték) sokévi vásározás után az óbudai – Lajos utcai – családi házban 1779-ben kelmeboltot létesített. 1784-ben, nagyjából 240 éve, az épület udvari földszintes részben kékfestő-műhelyt rendezett be. A mintás textilá előállításához nagy mennyiségű vízre volt szükség, ezt az udvari kút és a közeli Duna biztosította. A vásznak szárításához a ház előtti nagy mező (amely a folyópartig terült el) ideális helyszínül szolgált. Miután Goltberg Ferenc utazásai során a kékfestőmintázás folyamatait is rendszeresen tanulmányozta, tapasztalatokkal vágott bele az egyedi kelmek készítésébe. Ezzel kapcsolatban terjedt el a környéken a „blauhaxler” elnevezés, mert az indigó kéklábúvá tette a kékfestő-segégeket és -legényeket. Az óbudai szőlőmunkások és földművelők gúnyneve „braunhaxler” volt (napbarnított lábuk alapján).

Az alapító Goltberg Ferenc (a Goldberger név csak később alakult ki) által alapított kékfestő-manufaktúra a későbbi híres Goldberger-üzem kiinduló vállalkozása volt. A műhelyt 1810-től második fia, Sámuel vitte tovább, ő ezután az értékesítéssel foglalkozott, és a vándorkereskedelem mellett egy pesti üzlet nyitását is célul tűzte. 1834 tavaszán elhunyt Goldberger Ferenc, az üzemet továbbvivő Sámuel a gyárvezetésbe bevonta Fülöp fiát, aki kiváló tehetségű textilvegyészként az indigószínezés új módszerét szabadalmaztatta 1829-ben.



a pap (szigetelőpép) felvittele a fehér vászonra módlival (mintázó-szerszámmal)



a csillag-„fára” felfüggesztett mintázott vászon

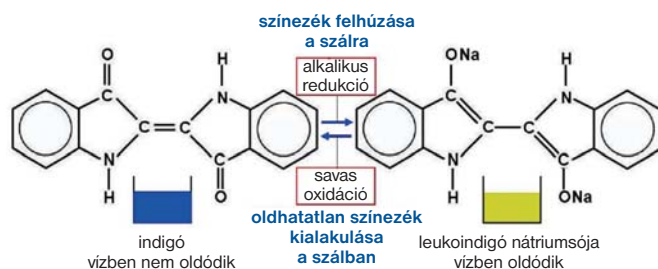


kékfestés utáni vászon



mosás, savazás, öblítés

A kékfestő-mintázás műveletei



Az indigó csávázási folyamata

A későbbi „Goldberger Sám. F és Fiai” cég elnevezésben az „F” betűt utalt a nagy zsenialitású manufaktúraalapító tulajdonos-vezetőre. A „Goldberger fiúk” új közkereseti társaságot hoztak létre, újabb épületeket létesítettek, tovább bővítették a gépparkot.



Az egykori Goldberger-gyár képe a vasvázás víztoronnyal (a nyílal jelölt egyemeletes épület a „dédház”, az egykori kékfestő-manufaktúra helye)

Időközben a legöregebb fivérnek – Károlynak – legidősebb Bertold nevű fia is beltart lett, aki a Goldberger család későbbi nagy híré vezetőjének, dr. Buday-Goldberger Leónak az édesapja volt. Bertold később elsőszülött Antal fiát (aki textilszakmában jártas vegyészdoktor volt) is bevonta az akkor már vállalatát terebélyes-



Buday-Goldberger Leó
(1878–1945)

sedett cég irányításába, azonban korai halála miatt Leó (a második fiú) követte őt. A jogi pályára készülő fiatal autodidakta módon kiválóan elsajátította a textilszakmát. Gyors és szakszerű döntései, fantasztikus munkabírása eredményeként négy évtizedig szolgálta a Goldberger Részvénytársaságot. Többek között korlátozásokat nehezen tűrő munkásságának köszönhetően 1918-ban vertikális vállalatát bővítette a Goldberger Sám. F és Fiai Rt.-t, amikor Kelenföld-Lágymányoson fonda és szövöde létesítésével megszüntette a kikészítőgyár kiszolgáltatottságát (a nyersvászon-piac kikapcsolása hallatlan előnyt jelentett).

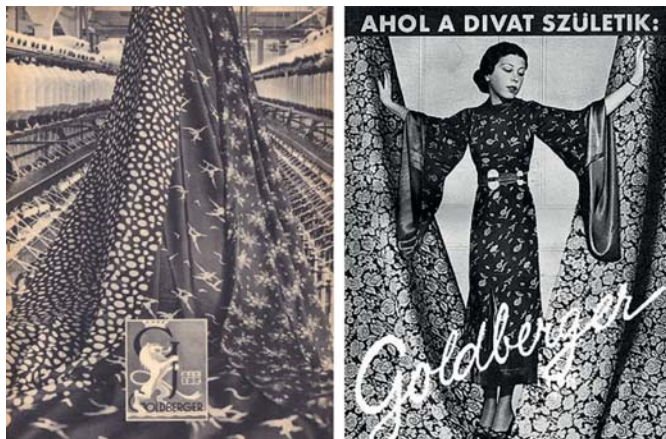
A manufaktúrából nyomó-kikészítőgyár

A 208 évig működő, nemzetközi hírű üzem történetéből csak a legfontosabbak:

1845-ben *Perrotin-gépet* vásároltak a kékfestőtarkázás gépesítésére, ezt továbbiak követték. 1856-ban beszerezték az első 30 lóerős gőzgépet.

A kézi filmnyomáson felül 1875-ben Prágából származó korszerű *hengernyomógéppel* és továbbiakkal gyarapodott a mintázógép-park.

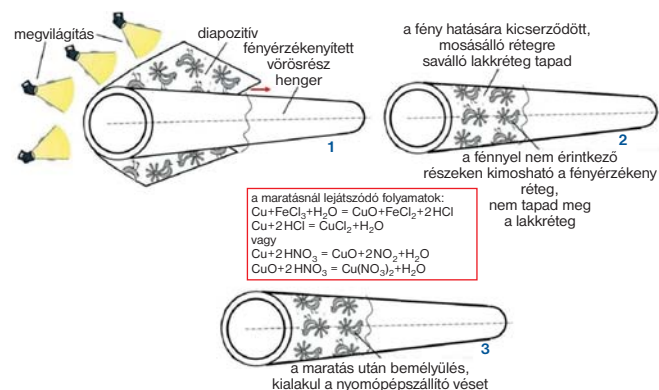
1900 elején áttértek a gépek *villamos hajtására*, először egy 350 lóerős Láng-gőzturbinával, villanyerőgépek beállításával. Az 1907-ben létesített épület tetején helyezték el a *vasvázás víztornyot*.



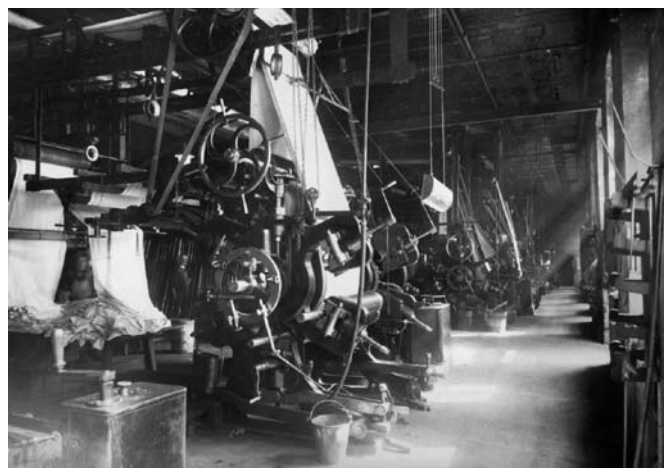
Egykori Goldberger-reklámok, alul a „Parisette” kelme reklámja

A „fényvésést” – a fototechnikai eljárással történő gyors nyomószerző-mintázást (fotogravúra, rollphoto) – *Tausz Sándor* (a Pallas Irodalmi és Nyomda Rt. sokszorosítóegységének vezetője) találta fel, és szabadalmát Goldberger Leó kizárólagossággal megvásárolta (a zseniális találmányban rejlő, textilnyomási hasznosítási lehetőséget felismerve). A vörösréz nyomóhenger felületére a mintázatot fényképészeti úton, fénymásolással vitték fel. Ennek érdekében az adott nyomószínhez tartozó – egy rapport ábrázolásával képzett – negatív filmről diaposzítívét készítettek, majd az ammónium-dikromát zselatinnal vagy polivinilalkohollal kevert oldatával, átvilágítással rámásolták a fényérzékenyített hengerre. A megvilágított – mintát nem hordozó felületek – kicserződtek, mosásállók lettek. Azokon a részekon viszont,

amelyet nem ért fény – a leendő bemélyítéseknek –, kimoshatóvá vált a fényérzékeny réteg. Ezután saválló lakkréteggel vonták be a henger felületét, amely csak a kicserzett helyeken tapadt meg, erre pedig védőréteget vittek fel. Vas(III)-klorid- vagy salétromsav-tartalmú fürdőben került sor a maratásra, a minta helyén kioldódó fém következtében kialakult a vésés. A marás befejezése után öblítésre, majd a védőréteg oldószeres eltávolítására került sor.



A fotogravúra elve



Hengernyomógépek a Goldbergerben

A műgyantás kikészítést szintén elsőik között vezette be Goldberger Leó, a *gyűrődésnek ellenálló* műselyem kelméket a Goldberger-gyár már 1935-től forgalmazta. A méterárú mechanikai méretállandósítására elsőként alkalmazták az egyik *szanforizálási* eljárást is.

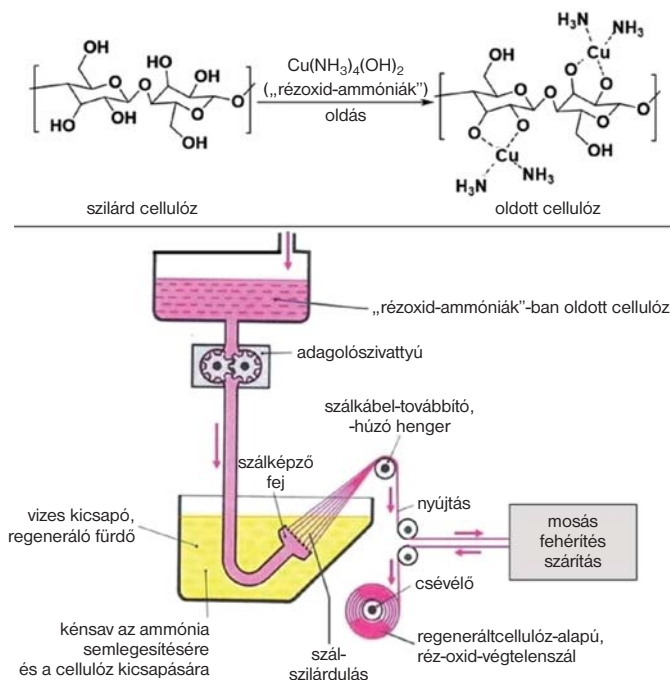
Szintén Goldberger Leó nevéhez fűződik a Műegyetemen 1938-ban létrehozott és támogatott *Textilkémiai Tanszék*. A Szerves Kémia és Technológia Tanszék elődje a Goldbergergyár elnök-vezérigazgatója és a Gyáriparosok Országos Szövetségének elnöke és családja által létrehozott alapítványnak köszönhetette megalakulását.

A II. világháború során az óbudai üzemben és a kelenföldi gyárban számos gép megsérült, tönkrement, hatalmas épületkárok keletkeztek. A helyreállítást követően a *Goldberger Nemzeti Vállalat* jelentős bér munka-tevékenységet végzett.

Az 1930-as évektől a *mesterséges szálanyagok* bevezetésére is sor került. A *Bemberg-műselyem* (más elnevezéssel réz-oxid-szál, szintén regenerált cellulóz) nemes fényű, puhán omló kelmék gyártására volt alkalmas. A mercerezett pamut és len láncfonalból és műselyem vetülékekkel szőtt, az akkori Párizs legszebb mintáival nyomott nagy sikerű kelmét „*Parisette*” fantázianévvel forgalmazták.



A réz-oxid-szál előállításának feltalálása több kémikus nevéhez fűződik. *Matthias Eduard Schweizer* svájci vegyész 1857-ben feltalálta a róla elnevezett reagenst $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{OH})_2]$, amely lehetővé tette a cellulóz oldását szálképzés céljára. *Louis-Henri Despeissis* francia kémikus 1890-ben szabadalmaztatott egy eljárást, majd *Schweizer* dolgozta ki a nagyüzemi szálgyártás feltételeit. Végül 1904-ben a *Johann Peter Bemberg* által alapított cég tökéletesítette a technológiát, innen származik a *Bemberg-selyem* elnevezés.



A cellulóz oldása, a mesterséges Bemberg-selyem előállításának menete

1949. március 26-án *államosították* az üzemet. 1950-ben két részre választották a Goldberger Nemzeti Vállalatot: Óbudán a *Goldberger Textilnyomó és Kikészítőgyár*, a Budafoki úton a *Kelenföldi Textilkombinát* működött tovább.

Hamarosan elkezdett működni a Goldbergerben Közép-Európa első *folyamatos fehérítő gépsora*. A több egységből álló berendezés létrehozásáért az alkotók, *Dr. Bonkáló Tamás* és *Dr. Rusznák István* 1954-ben Kossuth-díjat kaptak.

1962-től további *síkfilmnyomógépeket*, továbbá 8 és 10 *színes hengernyomógépet* szereztek be.

1963-ban megalakult a *Budaprint Pamutnyomóipari Vállalat*, az új szervezetben Goldberger Textilnyomógyár és Kelenföldi Textilgyár néven működött tovább a Goldberger. A kikészítőüzemben a szövetek előállítására alkalmas géppark mellett *kötött-hurkolt* kelmék kikészítésére alkalmas berendezések álltak üzembe, miután a lánchurkoló- és körkötőgépekkel kötött kelmék készültek Kelenföldön.

1969-től *rotációs filmnyomógépekkel* bővült az addig henger- és síkfilmnyomógépekből álló géppark. A kelenföldi fehérítő új, folyamatos, holland *Stork kötegfehérítő gépsorral* gyarapodott.

1974-ben megszűnt a szén- és pakurafűtés, ezután nagy teljesítményű *földgázfűtésű kazán* szolgáltatva a gőzenergiát. 1981-ben vállalaton belüli összevonás során a Goldbergerhez csatolták a *Pamutkikészítőgyárat*, végül az utóbbiban jellemző hengernyomást – ami időközben korszerűtlenné vált – megszüntették.

1989 első félévében a Budaprint Pamutnyomóipari Vállalat *előremenekülésnek tűnő* (inkább hitt) *szervezetváltozást* hajtott végre. A központi apparátus abbahagyta az üzletkötési, import nyers-

kelme- és segédanyag-beszerzési, termelésirányítási, gyártás- és gyártmányfejlesztési, exportálási tevékenységét, azaz a hozzá tartozó *gyárak működtetésével* kapcsolatos feladatai 1989 II. félévétől teljesen *megszűntek* [az ezt követően létrejött Budaprint Rt. különböző szolgáltatásokkal (pl. ingatlanhasznosítás) és egyéb nem textiles tevékenységekkel foglalkozott]. A korábbi vállalati egységek főleg rt.-ként működtek tovább, így többek között a *Goldberger Textilművek Rt.* is, a kelenföldi üzemmel egyesülve.

Közismert, hogy 1991 szeptemberében a KGST (Kölcsönös Gazdasági Segítség Tanácsa) megszűnt, amelyben az elszámolás *klíring rubelben* történt [ezután a Szovjetunió utódállamai csak dollárért adtak gyapotot (pontosabban pamutot), viszont a készáru nem kívánták a korábbi átváltási arány szerint megvenni (érthető, hogy eszerint nem lehetett *szereződni*)]. Így a korábbi *rendeletállomány* mintegy *háromnegyede eltűnt*, az állami belföldi kereskedelem is összeomlott.

A megfelelő pénzügyi alapok nélkül megalapított és piaci problémákkal küszködő új vállalkozások értelemszerűen sorra csődbe mentek *megszűntek*, így a nagy hírű *Goldberger-üzem* 1992-ben *végleg befejezte* termelését.

A Goldberger Textilipari Gyűjtemény

A korábbi Textilmúzeum átalakításával, az Óbudai Múzeum Goldberger Textilipari Gyűjteménye gondozásában 2013. szeptember 12-én nyílt meg az az állandó kiállítás, amely a hajdani kékfestőből üzemmé, majd nagy hírű gyárrá válást *öt időszak* felölésével mutatja be.



Budapesten, a Lajos utca 136–138. szám alatt látogatható a Goldberger Textilipari Gyűjtemény

Az 1779–1828 közötti időszakot a Goltberg Ferenc által alapított *kékfestő manufaktúra* részbeni életre hívásával mutatják be.

A „*Családi manufaktúrából gyár*” feliratú teremrész az 1828–1875 közötti üzemtörténetet idézi fel.

Az 1876–1913 időszakot bemutató kiállítási egység bejáratánál a „*Mindent átható modernizáció: Goldberger Bertold és a negyedik generáció*” felirat fogadja az érdeklődőt.

Az 1913–1945 (ill. 1947-ig tartó) időszak gyártörténeti vonatkozásainál *Buday-Goldberger Leó* eredményes vezetői munkásságának egyes állomásai jönnek elő.

A *Goldberger-gyári história* 1947–1997 évek közötti bemutatóján (az üzem 1992-ig termelt, a felszámolás húzódott el) a „*Goldberger-gyár a tervutasításos rendszerben és a gyár felszámolása*” felirat olvasható.

IRODALOM

Geszler Ödön: A 200 éves Budaprint PNYV Goldberger Textilművek története, Budapest, 1984.

Kutasi Csaba: Textilipar Óbudán, Óbudai Anziksz, 2017.

Gáspár Emma–Kézdy Árpád: Kémiai technológia II., Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1984.

<https://www.oxfordreference.com/display/10.1093/oi/authority.20110803100447467>

Kutasi Csaba: Megnyílt a Goldberger Textilipari Gyűjtemény, Magyar Textiltechnika, 2013/4.



Szekér Gyula századik születésnapjára

Idén szeptember 24-én született száz éve Szekér Gyula, aki évtizedeken keresztül meghatározó szereplője volt a magyar ipar és tudomány világának. Életútja, amely a celldömölki vasutas családtól a kormányzati csúcsvezetői tisztségekig ívelt, nemcsak egy érdekes személyiség története, hanem egyben a huszadik századi Magyarország ipari és gazdasági átalakulásának lenyomata is. A *Magyar Kémikusok Lapja* 80. születésnapján köszöntötte őt (2005, 60. évfolyam, 8–9. szám), 2015 decemberében bekövetkezett halála után megemlékezést közölt róla (2016, 71. évfolyam, 3. szám).

Szekér Gyula Celldömölken született, tanulmányait a Pápai Református Kollégiumban végezte. 1949-ben a Pázmány Péter Tudományegyetemen szerzett vegyész diplomát, majd pályája kezdetén a Fémipari Kutató Intézetben dolgozott. Kandidátusi disszertációját 1953-ban védte meg az alumínium ipari elektrolízisének kérdéseiből, 1971-ben megszerezte a kémiai tudományok doktora címet is. 14 könyvet és több mint 150 publikációt jegyzett, de igazi tehetsége a kutatás és az ipari alkalmazások összekapcsolásában bontakozott ki.

Iparpolitikai pályafutását 1954-ben az alumíniumiparban kezdte, 1957-től a Nehézipari Minisztérium miniszterhelyettese lett, 1971 és 1975 között miniszterként volt tagja a magyar kormánynak. 1975 és 1980 között Lázár György mögött miniszterelnök-helyettesként a nemzetközi gazdasági kapcsolatok és az ipari fejlesztések egyik legfontosabb alakítója lett. Szekér Gyula nevéhez fűződik számos olyan ipari és energetikai nagyberuházás,



Szekér Gyuláról készült grafika

Szekér Gyula 1950 körül



amely ma is meghatározza Magyarország gazdasági arculatát: a Paksi Atomerőmű megépítése, a kőolaj- és földgázvezetékek országos hálózatának kiépítése, a Chinoi, az Egis és a Richter gyógyszergyári fejlesztései, a Dunai Kőolajipari Vállalat és a Tiszai Vegyi Kombinát felépítése, valamint a BVK kazincbarcikai PVC-gyártása és a szolnoki műtrágyatermelés bővítése. Mindezek mellett fontos szerepe volt a szintetikusszál-gyártás elindításában, a sajátbányai vegyiművek új termékeinek létrehozásában, valamint Székesfehérváron a Könnyűfémű kapacitásnövelésében. A magyar ipar fejlesztéséért kifejtett munkáját a rendszerváltás után is több ízben elismerték: a Magyar Vegyipari Szövetség 2003-ban a „XXI. Század Magyar Vegyiparáért” aranyéremmel tüntette ki. Szülővárosa, Celldömölk 2004-ben díszpolgárává avatta, 2005-ben a Magyar Gazdaságért Díjat kapta, 2015-ben Paks városa is Pro Urbe díjjal ismerte el.

Századik születésnapján úgy hajtunk fejet emléke előtt, hogy eredeti dokumentumokat mutatunk be pályafutásának egy olyan mozzanatáról, amely nem a vegyiparhoz, hanem a magyar nemzet érdekeinek szolgálatához kötődik. 1976. május 4-én 11:58 és 12:15 között Szekér Gyulát a Fehér Házban fogadta Gerald Ford elnök, és ez volt az az alkalom, amikor a magyar kormány képviselőjében a miniszterelnök-helyettes hivatalosan is megkérte az Amerikai Egyesült Államokat a Szent Korona visszaszolgáltatására. Tárgyalása végső soron sikeres volt: a korona 1978. január 5-én, már Jimmy Carter elnöksége alatt került vissza hazánkba.



Képsorozat Szeker Gyula és Gerald Ford találkozásáról

MEMORANDUM

THE WHITE HOUSE
WASHINGTON~~SECRET/SENSITIVE~~

MEMORANDUM OF CONVERSATION

PARTICIPANTS: President Ford
Gyula Szeker, Deputy Prime Minister of Hungary
Elliot Richardson, Secretary of Commerce
Brent Scowcroft, Assistant to the President for
National Security Affairs
Amb. Ferenc Esztergalyos, Hungarian Ambassador

DATE AND TIME: Tuesday, May 4, 1976
11:58-12:15 p.m.

PLACE: The Oval Office

President: I am very pleased you were able to accept Secretary Morton's invitation to visit. Is this your first visit to this country?

Szeker: Yes, it is.

President: How long will you be here?

Szeker: One week. We want to visit New York and Chicago. My heart is in industry, so I hope to see some of your industrial plants.

President: You will see much industry if you go to the Detroit area.

Szeker: This matter is connected with the fact that we would like to advance in the area of industrial cooperation. I think probably we can't be satisfied with the present level. We are a small country but our share of trade with the US is only 1%. Before the war it used to be 5%. We are working toward an increase.

President: I know the trade has been small, even though there has been some increase.

Szeker: We have started on this road. We cooperate on tractor production with Steiger and others. Agricultural cooperation is doing well. Secretary Butz visited Hungary last fall. There are a large number of possibilities here.

~~SECRET/SENSITIVE~~

CLASSIFIED BY Henry A. Kissinger
EXEMPT FROM GENERAL DECLASSIFICATION
SCHEDULE OF EXECUTIVE ORDER 11652
EXEMPTION CATEGORY 5 (B) (1, 3)
AUTOMATICALLY DECLASSIFIED ON Imp. to det.

~~SECRET/SENSITIVE~~

-2-

We feel also on the level of state relations and others, we should raise relations to a higher level.

I would like to raise two other points, if I may: We are aware of your great efforts to provide MFN. We would like very much to have it prevail.

President: We were very disappointed with the legislation which passed in 1974. We will have to get the legislation changed, but I don't think Congress will be in the mind to do it in 1976.

One point I would like to make -- I would hope we could work out broader cooperation in the area of scientific and cultural affairs between us.

Szeker: We very much hope that if not in '76, then in '77 the modification of the Act will take place.

President: We will be doing our best to change the law so we can expand cooperation with countries like Hungary.

Szeker: One final problem. Hungary has a 1000-year history. The Hungarian people are sensitively affected by the fact that the Hungarian Crown is in the United States. The Hungarian people have suffered much in many wars. Almost all our national treasures have been destroyed. We are on the path of marching armies and we have almost no relics of the 11th and 12th centuries. We have little earlier than the 15th and 16th centuries. The return of the Crown jewels would provoke a very positive response in the Hungarian people and I would ask you to find a way to get the Crown back to the people.

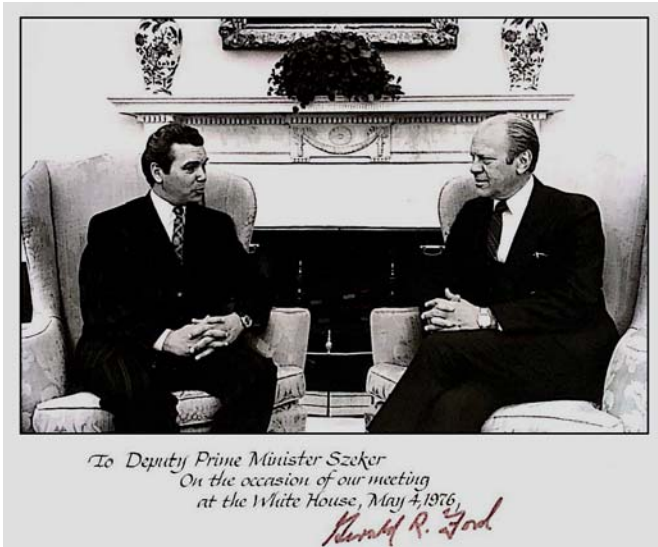
President: We understand your concern. We will look at the situation and see what can be done. I am not in a position to say yes at this time. We understand how important this is to your cultural heritage. I will look at the situation and communicate through the proper channels.

You are meeting with Secretaries Simon and Richardson today and you have met Secretary Butz already. They are very able men and we hope through them we can expand this relationship.

Szeker: Thank you very much.

~~SECRET/SENSITIVE~~

DECLASSIFIED
E.O. 12958, SEC. 3.5
NAC MEMO. 11/20/01, UNCLASSIFIED, DATE 11/20/01
BY: [signature]



Szekér Gyula és Gerald Ford dedikált fényképe



Szekér Gyula 1985 körül



Szekér Gyula és Elliot Lee Richardson amerikai kereskedelmi miniszter

Az itt bemutatott dokumentumok a Michigan államban lévő Ann Arborban található Gerald M. Ford Elnöki Könyvtár ma már nyilvános dokumentumaiból származnak. Az eredeti fényképsorozaton az is látható, hogy az amerikai elnök Szekér Gyula előtt és után kikkel találkozott. A megbeszélésről kézírással készült feljegyzés, ennek kétoldalas, gépelt változata látható itt. Kiderül belőle az is, hogy Henry Kissinger akkori külügyminiszter a „Sensitive” minősítést adta a dokumentumnak. Ez nem számított a szokásos titkosítási kategóriák közé, de a találkozó létrejöttének tényével együtt jól mutatja, hogy az amerikai kormányzat mennyire fontosnak ítélte az ügyet. Az amerikai álláspontot erről a magyar fél is elfogadta, Szekér Gyula az utat követő sajtótájékoztatón szót sem ejtett a koronával kapcsolatos tárgyalásokról. A korona visszaadása mellett a dokumentum másik fontos tartalma, hogy a magyar kormányt már ekkor MFN, vagyis „most favored nation” minősítés elérését tűzte ki célul az Egyesült Államokban.

A nevezetes 1976-os amerikai útról szűk harminc évvel később Szekér Gyula maga is megírta emlékeit a *História Magazinban* (2004, 26. évfolyam, 8. szám) „A korona hazatérésének előkészítése” címmel. Ebben a Fehér Házban tett látogatásról így írt: „Ford elnök szívélyesen fogadott. A megbeszélésen röviden érté-

keltem a magyar–amerikai kapcsolatok alakulását. Egyetértett azzal a felvetéssel, hogy a kapcsolatok további fejlesztése kívánatos lenne s ennek feltételei számos területen megvannak, különösen az ipari kooperációk és a mezőgazdasági, valamint a műszaki-tudományos együttműködés területén...

Kapcsolataink normalizálásának komoly teherteleként vettem fel a korona és a koronázási ékszerek ügyét. Röviden vázoltam Magyarországnak nehez, küzdelmes történelmét, hangsúlyoztam, hogy

történelmi emlékeink nagyrészt elpusztultak, kevés maradt belőlük. Elmondtam, hogy Szent István koronája a kezdetektől fogva a magyar nép óriási becsben tartott nemzeti ereklyéje, jogos tulajdona, amit szeretnénk visszakapni.”

Talán érdekes rámutatni a diplomáciában egyébként szokatlan aszimmetriára is, ami ezt a találkozót jellemezte: egy államfő hivatalosan találkozott egy olyan delegációvezetővel, aki egyértelműen nem tartozott hazája vezető politikai szereplői közé. Ennek oka minden bizonnyal az volt, hogy az amerikai fél fontosnak tartotta az enyhülést, s Magyarországon Szekér Gyula volt a legmagasabb szintű vezető, akinek politikai múltjában nem volt Washington számára elfogadhatatlan mozzanat.

Lente Gábor

Szekér Gyula és felesége síremléke





TÚL A KÉMIÁN

Lassabban öregedő demokráciák

Egy monumentális, 4 földrész 40 országának 161 981 állampolgárát egészségügyi szempontból felmérő tanulmány érdekes összefüggéseket talált: az öregedés jelei gyorsabban jelentkeznek olyan környezetben, ahol a demokratikus intézmények gyengébbek vagy az átlagos szociális egyenlőtlenségek nagyobbak. Már az is igen nagy kihívásnak bizonyult, hogy a különböző országokban



különböző módszerekkel gyűjtött adatokat együttesen elemezhetővé tegyék, ennek elősegítésére a mesterséges intelligenciára is támaszkodtak. Minden résztvevő adataiból összegyűjtötték az öregedés szokásos életkori jeleit, majd ezekből egy előre sokáig finomított modell segítségével látszólagos kort rendeltek ezekhez. A gyorsabb vagy lassabb öregedés mérőszámaként ezen látszólagos és a tényleges életkor közötti különbséget használták. Természetesen jóval kézenfekvőbb kapcsolatokat is feltártak: a magas vérnyomás, a hallássérülések és szívbetegségek voltak a legjelentősebb öregedésgyorsító tényezők. A folyamat lassulása a legszorosabban az iskolázottság mértékével korrelált.

Nat. Med. 31, 3089. (2025)

Csokoládé-mikrobiológia

A csokoládékészítés egyik lényeges részfolyamata a kakaóbabok fermentációja. Ez a bor- és sajt-készítés hasonló szerepű lépésétől eltérően spontán módon megy végbe, mikrobiológiai beavatkozás nélkül.



A Nottinghami Egyetemen kolumbiai ültetvények fermentálódó kakaóit vizsgálták meg, és DNS-analízis segítségével számos baktériumot azonosítottak, amelyek vélhetően szerepet játszanak a folyamatban.

Az eredmények alapján mikroorganizmusok különböző keverékeit készítették el, amelyekkel aztán beoltották a fermentáció előtti kakaóbabokat. A folyamat hőmérsékletét és idejét is optimalizálták, így a reprodukálhatóan finom csokoládé készítésére minden korábbinál megbízhatóbb módszert dolgoztak ki.

Nat. Microbiol. 10, 2130. (2025)

CENTENÁRIUM

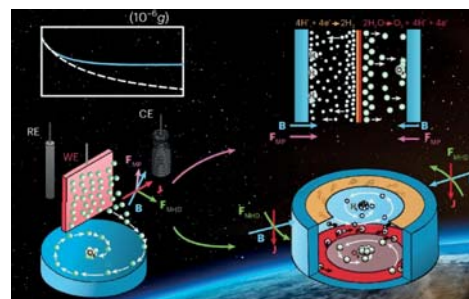


George S. Forbes, Stanley W. Glass, Raymond M. Fuoss: Oxidation potentials and equilibria in the system: chlorine, iodine, hydrochloric acid, water.
Journal of the American Chemical Society, Vol. 47, pp. 2892–2903 (1925. december 1.)

Raymond Matthew Fuoss (1905–1987) amerikai kémikus volt a Yale Egyetemen. Kutatásainak középpontjában az elektrolitok, polielektrolitok és polimerek álltak. Diplomáját a Harvardon szerezte, majd Münchenben volt ösztöndíjas. Róla neveztek el az ionpárok stabilitási állandójának elméleti számítására alkalmas Fuoss-egyenletet, illetve az elektrolitok vezetési sajátságainak előrejelzésére alkalmas Fuoss-Onsager-egyenletet.

Mágneses oxigénnel a Marsra

A hosszú távú emberi űrutazások lényeges kérdése az oxigénellátás biztosítása. Sok szempontból az egyik legkedvezőbb elképzelés, ha a légzéshez szükséges gázt menet közben is előállítják víz elektrolízisével. A súlytalanság állapotában azonban gondot okozhat, hogy a folyamat során az anódon keletkező oxigénbuborékok az elektród felszínére tapadnak. Egy új mérnöki ötlet az O_2 -molekula kivételes, paramágneses tulajdonságát kihasználva egy kereskedelmi forgalomban is kapható neodímium-mágnes segítségével oldotta meg ezt a problémát. Ezzel az egyszerű megoldással az elektrolízis energetikai hatékonyságát két és félszeresére növelték.



Nat. Chem. 17, 1673. (2025)

APRÓSÁG



Az USA Tennessee államában, egy lőszerraktárban 2025. október 11-én történt robbanásnak 16 áldozata volt.

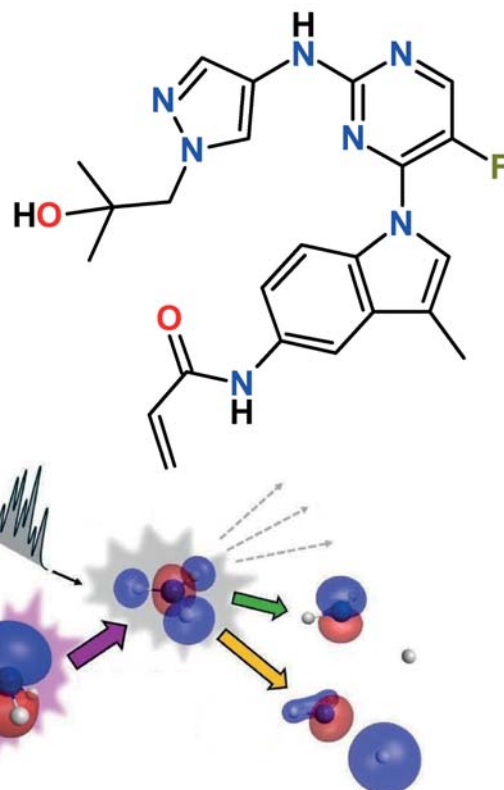
Ha észrevétele vagy ötlete van ehhez a rovathoz, írjon e-mailt Lente Gábor rovatszerkesztőnek: lenteg1206@gmail.com. A rovatszerkesztő korábbi írásait is tartalmazó blog elérhető a következő internet-oldalon: http://lenteg.ttk.pte.hu/ScienceBits/index_magyar.html



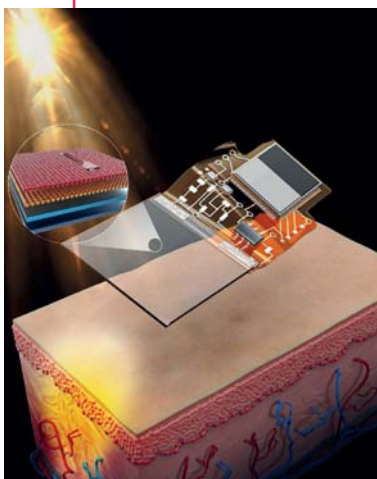
A HÓNAP MOLEKULÁJA

A TYRA-200 ($C_{23}H_{24}FN_7O_2$) gyógyszerjelölt molekulát 2025. augusztus 20-án mutatták be az Amerikai Kémiai Társaság megakonferenciáján az USA fővárosában. A molekulát a Tyra Biosciences cég fejleszté epehólyag-daganat kezelésére. Jelenleg a klinikai tesztek első fázisában tart a folyamat.

J. Clin. Oncol. 43, TPS646. (2025)



Napfényvédelem



A napozás szerelmesei minden bizonnyal sokra értékelik majd azt a bőrön viselhető, látható fényt áteresztő UV-detektort, amelyet a közelmúltban dolgoztak ki. Az eszköz lényege a több különböző fémvezető oxid kombinációjából készített fotodióda, amelyben a legfontosabb fémek az ón, a cink, a kobalt és a hafnium. A detektor a 340 és 350 nm közötti hullámhossztartományban kitűnő, mintegy 80 mA/W érzékenységgel ad jelet, ezzel együtt a látható fény több mint háromnegyedét átengedi. A mérési eredményeket akár egy okostelefon vagy okosóra is képes feldolgozni.

Sci. Adv. 11, aea7218. (2025)

Vegyértékelektronok mérése

A közelmúltban a Stanford Egyetem lineáris gyorsítójában használható, nagy teljesítményű röntgenlézer segítségével sikerült az ammóniamolekulában közvetlenül megfigyelni a vegyértékelektronokat. A részecskékben megfelelő hullámhosszú ultraibolya-lézer segítségével a nitrogén-hidrogén kötés disszociációját indították el, majd igen rövid idő elteltével röntgenlézer-impulzusnak tették ki a rendszert. A szórt sugárzás méréseiből néhány száz femtoszekundumos időtartományban következtetni lehetett a vegyértékelektronok mozgására.

Phys. Rev. Lett. 135, 083001. (2025)

Nanogyémántok

Az adamantán a nevét is arról kapta, hogy a gyémánt térrácsának egy fontos szerkezeti részlete található meg benne. Egy véletlen felfedezésnek köszönhetően a jövőben a tíz szénatomos molekula gyémántok valódi előállítására is hasznos lesz, s ehhez sem extrém nyomás, sem katalizátor nem szükséges.

Egy japán kutatócsoport fokozatosan amorffá váló adamantán elektrondiffrakciós tanulmányozása közben váratlan új jelet tapasztalt, amelyet nanoméretű gyémántkristályok képződésével lehetett a legjobban értelmezni. Így jöttek rá, hogy a vegyületet 80–200 keV-es elektronnalábbal vákuumban, 100 K hőmérsékleten besugározva 2–4 nm átmérőjű, hibáktól mentes gyémántkristályok jönnek létre. A kísérletek kiterjesztése azt mutatta, hogy semmilyen más szénhidrogénmolekula nem viselkedik így.

Science 389, 1024. (2025)

Ólmozott neandervölgyiek

Az ólom mérgező hatása nemcsak a Római Birodalom bukását segítette elő, hanem valószínűleg a neandervölgyiek kihalását is – erre a meglepő következtetésre jutott egy tanulmány a közelmúltban. A kutatók sok különböző emberelőd fogmaradványait vizsgálták meg, s a várákosásokat messze felülmúló mennyiségű ólmot találtak bennük. Ezért a következő lépésben agyszövetek biológiai modelljeinek nehézfém-érzékenységét tanulmányozták. A neandervölgyi génekkel készült változatban ugyanolyan mennyiségű ólom jóval nagyobb kárt okozott, mint a Homo Sapienstől származóban. Így a modern ember elődjében valamiféle spontán védőmechanizmus alakulhatott ki.

Sci. Adv. 11, adr1524. (2024)



Válogatás

Az MTA Kémiai Tudományok Osztálya által kiválasztott három publikáció közül az elsőben a szerzők létrehozták az eddig létező legkisebb potenciometriás ionérzékelőt, amely a természetes ioncsatornák működését leképezve egyetlen nanopóruson alapul. A második közlemény szerzői bemutatták, hogy a radioaktív hulladékok kezelése során szilárdításra használt cement szerkezetét hogyan befolyásolják a metakaolin és kőszénpernye adalékanyagok. A harmadik publikáció szerzői spektroszkópiai módszerekkel mutatták be, hogy az évjárat, a csapadékmennyiség, a napsütéses órák száma, valamint a hőmérséklet is nagymértékben befolyásolja a borok összetételét.

Perczel András

az MTA Kémiai Tudományok Osztályának elnöke

Egyetlen szilárd fázisú ioncsatorna mint potenciometriás nanoérzékelő

Advanced Functional Materials, 2025

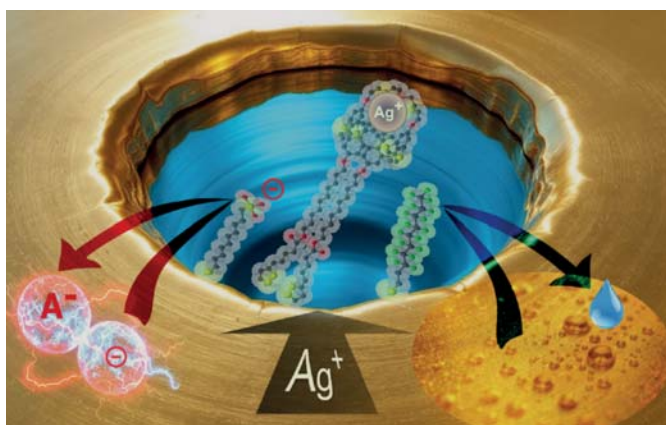
<https://advanced.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adfm.202519292?af=R>

Gergely T. Solymosi¹, Gyula Jágerszki¹, Levente Illés², Péter Fürjes², Róbert E. Gyurcsányi¹

¹ Chemical Nanosensors Research Group, Department of Inorganic and Analytical Chemistry, Budapest University of Technology and Economics, Hungary

² Institute of Technical Physics and Materials Science, HUN-REN Centre for Energy Research, Budapest, Hungary

A sejtek anyagcseréjében és kommunikációjában kulcsszerepet játszó ioncsatornák működését ellessze a kutatók megalkották az eddigi legkisebb, ionok mennyiségének mérésére képes potenciometriás nanoérzékelőt. Az emberi hajszálnál ezerszer vékonyabb, 20 nanométeres mesterséges ioncsatorna új lehetőségeket nyit az ionmérésben és az ionok szétválasztásában. Az arany nanopórus falát víztaszító, ioncserélő és szelektív ionkötő molekulákkal módosították, így első alkalmazásként lehetővé tették az ezüstionok szelektív felismerését és mennyiségi meghatározását.



Metakaolin és kőszénpernye hatása a Portland-cement korai hidratációjára és pórusszerkezetére

Cement and Concrete Research, 2025

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0008884625001474?via%3Dihub>

Vanda Papp^{1,2}, Ioan Ardelean³, Anna Bulátkó⁴, Krisztina László⁴, Attila Csík⁵, Róbert Janovics², Mónika Kéri¹

¹ University of Debrecen, Department of Physical Chemistry, Debrecen, Hungary

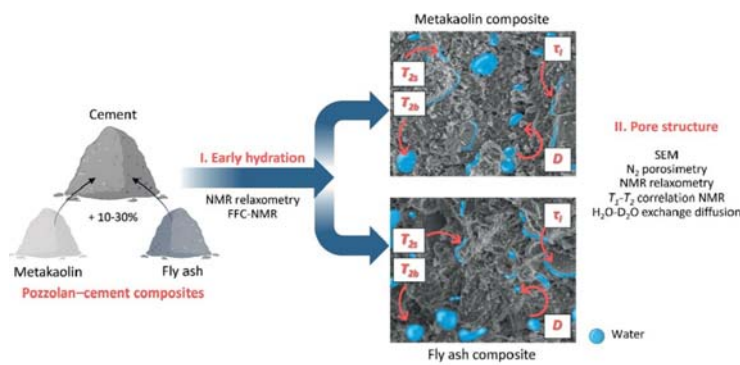
² Isotoptech Zrt., Debrecen, Hungary

³ Technical University of Cluj-Napoca, Department of Physics and Chemistry, Cluj-Napoca, Romania

⁴ Department of Physical Chemistry and Materials Science, Faculty of Chemical Technology and Biotechnology, Budapest University of Technology and Economics, Hungary

⁵ HUN-REN Institute for Nuclear Research, Debrecen, Hungary

A szerzők radioaktív hulladékok hatékony kondicionálása céljából metakaolin és kőszénpernye hatását vizsgálták a Portland-cement pórusszerkezetére NMR, SEM és N₂-porozimetria alkalmazásával. Az adalékanyagok hatására erősebb víz–szilárd felületi kölcsönhatást tapasztaltak a hidratáció során. A metakaolin növelte a CSH gél mennyiségét, így lassította a víz diffúzióját a megkötött kompozitban. A kőszénpernye befolyásolta a teljes hidratációt, és hatására nőtt a kötőanyag mikro- és makroporozitása.



Tokaji aszúborok összetételének időbeli változása

npj Science of Food, 2025

<https://www.nature.com/articles/s41538-025-00468-x>

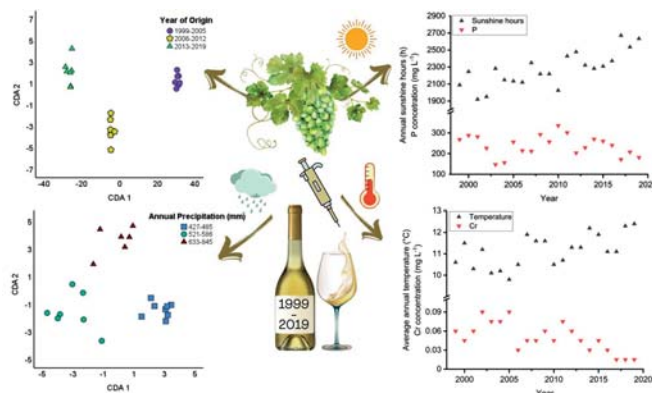
Ágota Ragyák^{1,2}, Zsófi Sajtos¹, Edina Baranyai¹, Elemér László³

¹ Environmental Analytical Research Group, Department of Inorganic and Analytical Chemistry, Faculty of Science and Technology, University of Debrecen, Hungary

² University of Debrecen, Doctoral School of Chemistry, Debrecen, Hungary

³ Isotope Climatology and Environmental Research Centre (ICER), Institute for Nuclear Research (ATOMKI), Debrecen, Hungary

A szerzők munkájuk során egy 21 évet felölelő, 1999 és 2019 között évente palackozott Tokaji aszúszorozat összetételét vizsgálták ICP-OES és FTIR-módszerekkel. Bizonyították, hogy az évszám, a csapadékmennyiség, a napsütéses órák száma, valamint a hőmérséklet is nagymértékben befolyásolja a borok összetételét. Eredményeik alapján az aszúk alkalmazhatók hosszú távú környezeti indikációra. Munkájuk rávilágít a boranalitika jelentőségére a klímahatások megértésében, a termelés optimalizálásában és a kulturális örökség megőrzésében.



Magyarok a XVII. Grand Prix Chimique kémiaversenyen

Dornbirn, Ausztria, 2025. szeptember 21–26.

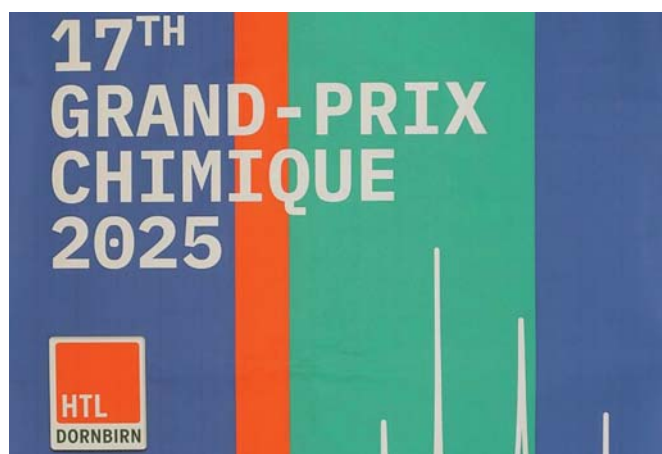
A **XVII. Grand Prix Chimique (GPCh)** nemzetközi kémiaversenynek idén Ausztria adott otthont Dornbirn városában.

Ezt a megmérettetést 1991 óta kétfévente rendezik meg *Dr. Wolfgang Flad* kezdeményezésére (Németország) mindig más európai országban, amin Magyarország már a kezdetek óta részt vesz megszakítás nélkül.

A GPCh a frissen végzett vegyésztechnikusok barátságos versengésére, a nemzetek közötti szakmai és tudományos kommunikációra, valamint az oktatásban alkalmazott jó gyakorlatok és módszertanok megosztására ad lehetőséget már több mint harminc éve.

Ezen a különleges nemzetközi megmérettetésen a versenyzők főleg a gyakorlati képességeikben mutathatják meg tehetségüket, de az utóbbi években az egész napos laboratóriumi munkafolyamatok mellett a versenyzőknek elméleti jellegű feladatokat is meg kellett oldaniuk.

A magyar tanulók a több mint három évtized alatt számos sikert értek el; 3 arany-, 5 ezüst- és 5 bronzérmet szereztek, vala-



mint számos 4–6. helyezést, ezzel is öregbítve a magyar vegyészközpont hírnevét.

Idén a versenyszorozat összetett és komplex válogatóval kezdődött meg, versenyfelelősi kihirdetésre. A végzős vegyésztanulók az *Országos Szakmai Tanulmányi Versenyen* több fordulón keresztül vettek részt, ahol egy interaktív elő-, majd egy gyakorlat-orientált válogató közép döntőt követően a *Szakma sztár* fesztivál keretében megrendezett döntőn mérettettek meg, ahol a nem-

Labormunka a nemzetközi verseny helyszínén





zetközi döntő elvárásainak megfelelően komplex preparatív, klaszszikus és műszeres analitikai feladatokat kellett megoldaniuk. A tanulókat egy független bizottság értékelte, melynek tagjai Miskolczi Szilágyi Andrea (Szegedi SZC Móravárosi Technikum és Szakképző Iskola), Jókainé dr. Szatura Zsuzsanna (Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem) és Laczkó László (SZIKKTI Labor Szilikátkémiai Anyagvizsgáló-Kutató Kft.) voltak.

A magyar válogatón részt vett tanulók közül a magyarországi és a nemzetközi versenybizottság végül két főt választott ki; **Doktor Tamás Zoltánt** és **Paulovszky Gergőt**. Mindkét tanuló a BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikumból érkezett, így szeptember végén ők utazhattak Dornbirnbe.

A nemzetközi döntőt 2025. szeptember 21. és 26. között rendezték meg, immár második alkalommal a *Höhere Technische Bundeslehr- und Versuchsanstalt Dornbirn* (HTL Dornbirn) (2011-ben már rendezett GPCh-t ez az intézmény). Idén kilenc európai ország (Ausztria, Horvátország, Csehország, Németország, Magyarország, Olaszország, Szlovákia, Szlovénia és Svájc) képviseltette magát országonként két, összesen 18 versenyzővel, egy mentorral és egy szakértővel. Sajnálatos módon a részt vevő országok létszáma évről évre csökken az országok eltérő szakképzési rendszerei, valamint a duális képzés elterjedése miatt.



A sikeres magyar versenyzők felkészítőikkel-kísérőikkel (balról jobbra: Fandel Richárd Gábor, Doktor Tamás Zoltán, Paulovszky Gergő és Nagy Katalin)



Prezentáció a verseny megnyitó ünnepségén

A XVII. GPCh-verseny szervezője, a nemzetközi zsűri tagja és a versenybizottság elnöke *Prof. DI Dr. mont. Rudolf Sams*, a HTL Dornbirn tanára volt. A nemzetközi bizottság örökös elnöke és a verseny egyik alapítója, *Prof. Alfred Mathis* (Franciaország) ismét jelen tudott lenni az idei megmérettetésen.

A két versenynapos döntőt megelőzően, a megnyitó ceremónia alkalmával a versenyzők előadásokat tartottak, ahol bemutatták hazájuk büszkeségeit, oktatási struktúráját, az iskolájukat, személyes motiváltságait és hobbijait. Itt még érzékelhető volt a résztvevők izgatottsága, de a magyar csapat kiválóan helyt állt prezentációjával és kiemelkedő előadáskészségével, mellyel a helyi sajtó figyelmét is felkeltette.

Az első versenynapon a versenyzőknek zöld kémiai preparatív feladatokat kellett megoldaniuk. A vanillinmolekulát kellett több lépésen keresztül szintetizálniuk izoeugenolból kiindulva, egy acilező, egy oxidáló és egy hidrolizáló reakciót alkalmazva. A vanillin izoeugenolból történő szintézise széles körben elismert zöld kémiai megközelítés, különösen értékes a hagyományos, gvajakolból vagy toluolból kiinduló petrolkémiai útvonalakhoz képest. Az alkalmazott módszer megújuló alapanyagot (szegfűszegolajból kinyert vagy ligninszármazékok depolimerizációjából szár-

mazó izoeugenolt) használt fel, és a zöld kémia 12 alapelvének több tételét is alkalmazta.

A második versenynapon két különálló feladatot kellett megoldaniuk a versenyzőknek: az egyik egy szabvány szerinti nitrátiontartalom-meghatározás volt vízmintából nátrium-szalicilláttal, színképzéses fotometriás módszerrel; a másik pedig ammóniumtartalom meghatározása volt egy szennyvízmintából Kjeldahl-módszerrel és sav-bázis visszatitrálással. Mind a nitrátion, mind pedig az ammóniumion jelenléte és koncentrációja kiemelt fontosságú ivóvízeinkben. A szennyezést főként a mezőgazdasági trágyázás okozza, és egészségügyi kockázatot is jelent különösen a csecsemők számára, így a komponensek meghatározása fontos vízminősítési paraméter.

Az osztrák szervezők az érdekes feladatok összeállításán kívül különböző programok szervezésével is készültek a találkozóra, például hajókirándulással az Alpok közelében található Bodentavon Lindau városába, ahol a versenycsapatok városnéző túrán vehettek részt.

A rendezvénysorozatot az ünnepélyes díjátadó zárta a rendező intézményben, ahol a magyar versenyzők is szép eredményeket értek el; **Doktor Tamás Zoltán** az 5. helyet, **Paulovszky Gergő** pedig a 6. helyet szerezte meg a megmérettetésen. Az idei verseny képzeletbeli dobogójára a szlovén *Maj Domnik* és a cseh *Vojtěch Langer*, valamint a szintén cseh versenyző *Tomáš Holub* állhatott fel.

A magyar versenyzőket *Fandel Richárd Gábor* (BMSZC Petrik Lajos KTYNT) versenyfelelős-szakértő és *Nagy Katalin* (HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont) mentor-szakértő készítette fel, akik a döntőre is elkísérték a versenyzőket. A verseny magyarországi szponzora és hosszú évek óta kiemelt támogatója a **Richter Gedeon Nyrt.** és a **Magyar Kémikusok Egyesülete** volt.

Fandel Richárd Gábor, Nagy Katalin

TÁMOGATÓK





Vegyipari mozaik

Z-generációsok megoldásai a BoschxRichter Ipari Innovációs Díj versenyén. „Láss a jövőbe!” címmel idén második alkalommal hirdette meg a BoschxRichter Ipari Innovációs Díjat Magyarország két meghatározó innovatív nagyvállalata a felsőoktatásban tanulók számára.

A verseny célja, hogy innovatív gondolkodásra és fenntartható megoldások fejlesztésére ösztönözze az egyetemistákat a mobilitás és az egészségügy területén, tisztelegve ezzel a két vállalat alapítója, Robert Bosch és Richter Gedeon öröksége előtt.



A diákok egyéni és csapat kategóriában jelentkezhettek a gyógyítás és a közlekedés aktuális kihívásaira reagáló megoldásaikkal. A BoschxRichter Ipari Innovációs Díjat a benyújtott számos értékes pályamű közül idén két egyéni pályázó és két csapat érdemelte ki, a zsűri emellett különdíjjal ismerte el további két pályázó kiemelkedő munkáját. A 2025-ös díjazottak olyan innovatív megoldásokat hoztak, amelyek segítenek hasznosítani az elektromos járművek által termelt hulladékhőt, újrahasznosítani komplex ipari termékeket, javítják a városi tömegközlekedés hatékonyságát, támogatják az idősök biztonságos gyógyszereszedését, elősegítik egy gyakori nőgyógyászati betegség korai otthoni

felismerését, valamint hozzájárulnak a biztonságosabb gyógyszerfejlesztéshez annak köszönhetően, hogy korán kiszűrjük a szívre gyakorolt gyógyszerhatásokat, ezzel is támogatva a személyre szabott terápiák pontosabb kialakítását.

A győzteseket az idén harmadik alkalommal megrendezett BoschxRichter Innovátorok Napján díjazták a Bosch Budapest Innovációs Kampuszon, ahol a fiatalok nyertes ötleteiket is bemutatták az érdeklődőknek.

A jövő fenntartható közlekedésének láthatatlan, mégis kulcsfontosságú problémája a járművekben keletkező nagy mennyiségű hulladékhő. Amellett, hogy óriási terhet ró a környezetre, újrahasznosítás nélkül ez gyakorlatilag elvesztegetett energiát jelent. *Lévai Emese* és *Veress Hunor*, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem mérnökhallgatói pályázatukban arra dolgoztak ki koncepciót, hogyan lehet akár alacsony hőmérsékletű hulladékhőből közvetlenül villamos energiát előállítani kompakt, járművekbe is könnyen integrálható módon. A fiatalok újszerű megközelítése és laboratóriumi körülmények között tesztelt megoldása egy eddig kiaknázatlan energiaforrást állít a zéró emissziós közlekedés szolgálatába – csapatuk ezzel elnyerte a BoschxRichter Ipari Innovációs Díjat mobilitás kategóriában.

A Föld jövője szempontjából nem mindegy, hogy életciklusuk végén a termékek hulladékként végzik vagy összetevőik újrahasznosulnak. A fenntarthatóbb holnaphoz az vezet el, ha már a tervezőasztalnál figyelembe vesszük, mi lesz a termékek további sorsa. *Barcza Bende*, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem hallgatója pályaművében egy olyan intelligens, a járműiparban is használható szoftvert mutatott be, amely MI alkalmazásával támogatja a sok elemből álló, komplex ipari termékek életciklusuk végén történő „okos” szétbontását. A javasolt megoldás már a terméktervezés korai szakaszában képes elősegíteni a későbbi könnyű szétszerelést, illetve maximalizálni a termékből utólag visszanyerhető értékes anyagokat és összetevőket. A BoschxRichter Ipari Innovációs Díj mobilitás kategóriájának egyéni nyertese, Barcza Bende koncepciója a zsűri értékelése szerint hozzájárulhat a körkörös gazdaság megvalósításához.





Napjaink egyik legnagyobb kihívása – itthon és világszerte egyaránt – a nagyvárosi közlekedés átalakítása és fejlesztése a 21. századi követelményeknek megfelelően. *Kaposvári László Tamás*, a Miskolci Egyetem PhD-hallgatója arra világított rá, hogy a tömegközlekedésben már jelenleg is rengeteg adat keletkezik és áll rendelkezésre, melyekből célzott elemzésekkel felismerhetők a legfontosabb trendek, de a megoldást sürgető hibák, hiányosságok is. A BoschxRichter Ipari Innovációs Díj különdíjasa egy olyan adatvezérelt tömegközlekedési rendszert vázolt fel, amely a jövő közösségi közlekedésének szolgáltatásait és üzemszervezését a jelenleginél sokkal hatékonyabbá teheti. Az adatalapú közlekedésszervezési koncepció többszintű, részletes adatelemzésekre épül, így a különböző közlekedési eszközök a valós igényekhez igazodva szolgálnak az utasokat. Kaposvári László Tamás megoldása nemcsak a tömegközlekedés működését, hanem a stratégiai döntéseket is támogatja, elősegítve a városi mobilitási problémák rendszerszintű és hatékonyabb kezelését.

A gyógyításban kiemelt szerep jut az egyre hatékonyabb gyógyszereknek, de a terápia csak akkor lehet eredményes, ha a betegek pontosan követik az előírt adagolást. Ez az idősök körében sokszor komoly kihívást jelent. *Matányi Marianna*, a Semmelweis Egyetem hallgatója egy mesterséges intelligenciával támogatott okos gyógyszeradagoló rendszert dolgozott ki, amely kifejezetten az idős, krónikus betegséggel (pl. demenciával) élők biztonságát szolgálja. A megoldás nemcsak a pontos adagolást felügyeli, hanem visszajelzést ad a bevett gyógyszerekről, értesíti a gondozókat, és személyes üzenetekkel segít oldani a betegek magányát. Ez az AI-támogatott komplex rendszer egyaránt hozzájárul a gyógyszerelési hibákból eredő egészségügyi kockázatok csökkentéséhez és a betegek pszichés terheinek mérsékléséhez, támogatva ezzel a biztonságosabb, kiegyensúlyozottabb mindennapokat. Emellett a hozzátartozók számára is megnyugtató segítséget nyújt, hiszen lehetővé teszi, hogy szeretteiket nagyobb biztonságban tudják. A BoschxRichter Ipari Innovációs Díj egészségügy kategóriájának egyéni nyertese, a zsűri döntése alapján, Matányi Marianna lett.

Egy új gyógyszer kifejlesztése során az egyik legfontosabb lépés annak vizsgálata, hogy a hatóanyag biztonságos-e a szív működésére nézve. Három szegedi egyetemista – *Paskuj Benjámin*, *Paskuj Áron* és *Mohácsi Gábor* – egy tudományosan elfogadott számítógépes modell felhasználásával mutatták be, hogyan segíthetnek a szimulációk előre jelezni egy új készítmény szívritmuszavart keltő kockázatát, még a klinikai vizsgálatok megkezdése előtt. Munkájuk során több rendellenesség – például cukorbetegség vagy alacsony káliumszint számítógépes modellezését végezték. Céljuk az volt, hogy megvizsgálják, ezekben az esetekben miként változhat a szívizomsejtek elektromos aktivitása, különösen gyógyszerhatások mellett. A fejlesztés célja a gyógyszerfejlesztési folyamat támogatása – különösen a szívritmuszavar kockázatának korai felismerésében. Az ilyen modellek emellett a személyre szabott orvoslásban, az oktatásban és a kutatásban is alkalmazhatók. Az egyetemisták a későbbiekben szeretnék tudásukat továbbfejleszteni és a szívritmuszavarok komplexebb, 3D-s szervszintű modellezésén dolgozni. A hallgatók megoldása elnyerte a BoschxRichter Ipari Innovációs Díjat az egészségügy kategóriában, a zsűri szerint pedig új lehetőségeket nyithat a gyógyszerhatások pontosabb előrejelzésében és a gyógyszerbiztonság fejlesztésében.

A policisztás ovárium szindróma (PCOS) a fogamzóképes korú nők 8–13%-át érinti, Magyarországon is több százezer nő életét nehezítve. A hormonális egyensúlyzavar, meddőség, rendszertelen menstruáció és súlyos bőrtünetek komoly testi-lelki terhet je-

lentenek az érintettek számára. A legnagyobb kihívást a betegség felismerése jelenti, amely gyakran csak hosszú idő után törtenik meg, még akkor is, ha a tünetek már régóta fennállnak. *Galli Dorka*, az Óbudai Egyetem hallgatója, a BoschxRichter Ipari Innovációs Díj különdíjasa, egy olyan otthon elvégezhető, nyál-mintán alapuló teszt ötletét mutatta be, amely segíthet a PCOS korai diagnózisában. A teszt lehetőséget adhat arra, hogy a felhasználók már a laborvizsgálatok előtt megtegyék az első lépéseket az életmódváltás felé – enyhítve a tüneteket és hozzájárulva a kezelés sikeréhez.

A nyertes pályaművekről elismert szakértőkből álló zsűri döntött, melyben helyet kapott Polgár Judit olimpiai bajnok, nemzetközi sakknagymester, Beke Zsuzsa, a Richter Gedeon Nyrt. Csoportszintű PR, CSR és kormányzati kapcsolatok főosztályvezetője, Dr. Lendvai Balázs, a Richter Gedeon Nyrt. Farmakológiai és gyógyszerbiztonsági kutatási főosztályvezetője, a Semmelweis Egyetem Richter Tanszékének vezetője, Bodó Teodóra, a Bosch csoport kommunikációs és kormányzati kapcsolatok igazgatója Magyarországon és az Adria régióban, valamint Pótsa Mátyás, a magyarországi Bosch csoport innovációs ökoszisztéma vezetője. (<https://www.gedeonrichter.com/hu-hu/media/251021>)



Hulladékból arany – szabadalmaztatják a debreceni hallgató innovációját. A szó átvitt és a szó szoros értelmében is aranyat ér a Debreceni Egyetem fiatal kutatóinak felfedezése. Bukta Balázs József és Herman Petra egy olyan aerogélt fejlesztett ki, amely az eddigi leghatékonyabb és legfenntarthatóbb módon segíti a nemesfém visszanyerését az elektronikai hulladékokból. Nem csoda, hogy ez a már szabadalmaztatás alatt álló tudományos eredmény elnyerte az I. innOTDK Nagydíját is.



Bukta Balázs József a DE Természettudományi és Technológiai Karának vegyész-mérnök mesterszakos hallgatója. A Kémiai Intézet Aerogél kutatócsoportjának tagjaként két éve kezdett abba a tudományos munkába, amely alapján az intézmény Kutatáshasznosítási és Technológiatranszfer Központja szabadalmi bejelentést tett.

Már korábban is léteztek módszerek arra, hogy az elektronikai hulladékból visszanyerjék az aranyat. Ezekkel összehasonlítva azonban a mi technikánk sokkal hatékonyabb, hiszen mennyiségileg több nemesfém tudunk vele megkötni, és – ami a legfontosabb – mindezt olcsón és környezetbarát módon – részletezte a vegyész-mérnök hallgató, aki témavezetőjével, *Herman Petrával* együtt gondolkozva jutott el idáig.

Balázs több tehetséggondozó programban részt vesz, ehhez a munkához is nagyon lelkiismeretesen és motiváltan állt hozzá.



Minden kísérletet ő maga végzett el, csak minimális útmutatásra volt szüksége ahhoz, hogy egy igazán innovatív és fenntartható megoldást tudjunk kidolgozni a problémára – fogalmazott a DE TTK Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék adjunktusa.

A Rezorcin-formaldehid-alapú aerogélek aranyvegyületek szelektív megkötésére című projektjével Bukta Balázs József különdíjat nyert áprilisban a 37. Országos Tudományos Diákköri Konferencián (OTDK), majd nevezett az I. innOTDK-ra is. A megmérettetést azzal a céllal hirdették meg, hogy az innovációs elemeket tartalmazó legjobb pályamunkák szerzői mentori és anyagi támogatást kaphassanak, aminek köszönhetően könnyebben megvalósíthatják kutatásuk tárgyát.

– A beérkezett 80 pályázat közül a legjobb 28 jutott a döntőbe. A fiatal kutatók itt röviden bemutathatták munkájukat, majd a szakmai zsűri kiválasztotta a kilenc legígéretesebb projektet, amelyek az utolsó fordulóban mérköztek meg az innOTDK Nagydíjért és az innOTDK Díjért. A döntőbe jutott projektek kimagasló tudományos színvonalat képviseltek, és magas megvalósíthatósági potenciállal rendelkeznek. A versennyel nem titkolt célunk, hogy ezt a személetet minél több fiatal kutató helyezze előtérbe munkája során – hangsúlyozta *Mátyus László*, a Debreceni Egyetem Általános Orvostudományi Kar dékánja, az OTDT megválasztott leendő elnöke.

– A hallgatóink ilyen sikerei kiválóan mutatják, hogy karunkon sikerült megerősítenünk az alkalmazásorientált és hasznosíthatóságra épülő szemléletet a hagyományosan magas színvonalú alapkutatói tevékenység mellett. Külön öröm, hogy a tehetséges fiatal kutatóink nemcsak tudományos igényességgel dolgoznak, hanem az ipari és társadalmi hasznosítás irányába is bátran nyitnak, példát mutatva az egész közösségünk számára – tette hozzá *Kun Ferenc*, a DE Természettudományi és Technológiai Kar dékánja annak kapcsán, hogy Bukta Balázs József elnyerte az I. innOTDK Nagydíját.

A fiatal kutató projektje már laboratóriumban kidolgozott megoldásként került a zsűri elé, de a munka itt még nem ért véget, hiszen már külföldi kollaborációban készül vizsgálni az in-

nováció ipari szintű hasznosíthatóságát. Emellett újabb gélek előállítását is tervezi, amikkel az értékes ritkaföldfémeket szeretné kivonni különböző hulladékokból. (<https://hirek.unideb.hu/>)



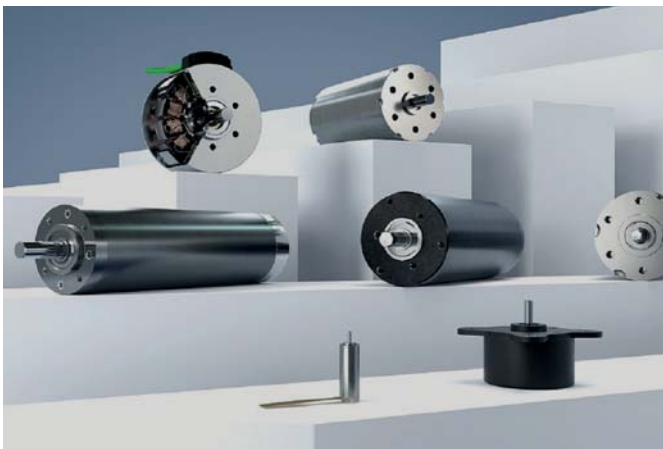
Precíz hajtások humanoid robotokhoz. Járnak, megragadnak, egyensúlyoznak – és emberhez hasonló megjelenésükkel lenyűgöznek: A humanoid robotok figyelemre méltó mozgékony-sággal rendelkeznek, és még az arckifejezés értelmezésére vagy a nyelv megértésére is képesek. Ami néhány évvel ezelőtt még futurisztikus elképzelés volt, napjainkra konkrét formát ölt. A humanoid robotok technológiai fejlesztései mögött a mesterséges intelligencia, a precíziós mechanika és a nagy teljesítményű hajtástechnológia összetett kölcsönhatása rejtőzik. Döntő szerepet játszik a miniatürizálás, mivel a magas fokú funkcionalitás mellett kompakt kialakítást tesz lehetővé.

Két lábon járni összetett feladatot jelent, amelyet pontosan kell irányítani. Még az embereknek is egy bő évre van szükségük ahhoz, hogy elsajátítsák ezt a látszólag triviális mozgatsort, és összehangolják a körülbelül 200 izom, számos bonyolult ízület és az agy különböző speciális régióinak az együttműködését. A humanoid robotok kedvezőtlen emelőkar-áttelelei miatt egy minimális méretű motornak a lehető legnagyobb nyomatékot kell szolgáltatnia ahhoz, hogy képes legyen reprodukálni az emberihez hasonló mozgást. Míg a klasszikus robotokat jellemzően erősen strukturált környezetben, például az ipari gyártásban vagy a logisztikában használják, a humanoid robotok teljesen új terepre lépnek: a mindennapi életbe. Olyan strukturálatlan környezetben kell eligazodniuk, ahol például minden nappali eltérő, és minden feladat egyedi. Amikor közvetlen kapcsolatba lépnek az emberekkel, kevésbé absztrakt a működésük, inkább fizikailag vannak jelen – gyakran az ember közvetlen közelében.

A humanoid robotok képezik a kapcsolódási felületet a mesterséges intelligencia és a valós, fizikai világ között. Nemcsak digitális információkat képesek feldolgozni, hanem konkrét cselekvésekké is átalakítják ezeket. Ha a mozgatsorok zökkenőmentesen és biztonságosan működnek, a humanoid robotok számos olyan feladatot végezhetnek el, amelyeket korábban az embereknek kellett – legyen szó veszélyes környezetről, az emberekkel való közvetlen kapcsolatról vagy ismétlődő folyamatokról.



A humanoid robot által végrehajtott minden egyes mozgás középpontjában egy precíz hajtásrendszer áll. Ez dönti el, hogy milyen simán emelkedik egy kar, milyen gyorsan reagál egy láb, vagy milyen finoman fog egy ujj. A miniatürizálás, az energiaha-



tékonyság, a dinamika és a pontosság itt alapvető követelmény – ezek összhangja kizárólag magasan fejlett mikromotorokkal érhető el. Ezek egytől-egyig olyan szempontok, amelyek nemcsak a robotikában, hanem a protézisek esetében is meghatározóak. A humanoid robotok és a protézisek között zökkenőmentes az átmenet. A modern protézisek – különösen a kar- és kézprotézisek – az emberi test mozgását reprodukálják, és ezt a humanoid robotokéhoz hasonló elvek felhasználásával érik el. Mindkét esetben a technológia és a biológia tökéletes szimbiózisa a meghatározó.

A Faulhaber cég olyan nagy pontosságú hajtásrendszereket fejleszt és gyárt, amelyeket világszerte modern protézisekbe és humanoid robotokba egyaránt beépítenek.

(https://www.muszaki-magazin.hu/2025/10/20/faulhaber-preciz-hajtasok-humanoid-robotokhoz/?utm_campaign=&utm_medium=email&utm_source=weboldal+h%C3%ADrek)



Az ABB a NVIDIA-val közösen fejleszti a következő generációs AI-adatközpontokat. Az innováció középpontjában a jövőbeni, AI-alapú terhelésekhez elengedhetetlen, nagy hatékonyságú, csúcstechnológiájú, skálázható áramellátási megoldások fejlesztése és bevezetése áll. A kutatási és fejlesztési projektek támogatni fogják az NVIDIA által tervezett, 1 megawattos szerverrackekhez szánt 800 VDC-s áramellátási architektúra bevezetését. Ekkora hálózati teljesítménynek a hatékony biztosítása jelentős fejlesztéseket igényel az áramelosztási technológiák és az architektúra terén. A jövő adatközpontjainak áramellátási architektúrái, szilárdtest-elektronikai eszközök felhasználásával, középfelesztésű (MV), szünetmentes áramellátást (UPS) ötvözik majd egyenáramú (DC) áramelosztással a szervertermekhez.

Az előrejelzések szerint az adatközpontok globális energiaigénye a 2024-es 80 GW-ról 2030-ra körülbelül 220 GW-ra nő, a beruházások összege pedig meghaladja az 1 billió dollárt (forrás: Dell 'Oro Group). Az AI által generált energiaigény várhatóan ennek a növekedésnek körülbelül 70 százalékát teszi ki.

Mivel a mesterséges intelligencia iránti igény világszerte folyamatosan növekszik, az adatközpontoknak olyan új módszerekre van szükségük az energiaelosztás terén, amelyek javítják a hatékonyságot és egyszerűsítik a kialakítást. Az NVIDIA és az ABB együttműködése támogatja az iparágat a 800 voltos architektúrára történő átállásban, amelyek lehetővé teszik a következő generációs AI-hoz szükséges nagy energiasűrűségű AI-infrastruktúra kiépítését.

(<https://new.abb.com/news/hu/detail/130673/az-abb-a-nvidia-val-kozosen-fejleszti-a-kovetkezo-generacios-ai-adatkozpontokat>)



A kibertámadás nem science fiction – valós kockázat minden vállalat számára. Míg korábban a kiberveszélyeket főként a bankok vagy a kormányzati szerverek elleni támadásokkal azonosították, ma már egyre gyakrabban kerülnek célkeresztbe a gyárak és a kritikus infrastruktúra. Elég egyetlen gyenge láncszem ahhoz, hogy egy egész gyár működése leálljon.

Bár régebben különállóan működtek, az elmúlt évek digitális technológiai fejlődése elmosta a határokat az informatikai (IT) és a fizikai termelést irányító OT (Operational Technology) rendszerek között.

2024-ben hazánkban 220 ezer csalást regisztráltak, az okozott kár 41,9 milliárd forint volt. A magyar lakosság 48%-a már találkozott valamilyen kibertámadással, és súlyosan érintettek a pénzügyi területen működő vállalatok is.



A kiberbiztonságot sajnos sok vállalat még mindig kizárólag IT-kérdésként kezeli, miközben az OT-rendszerek védelme teljesen elmarad a valós igényektől, pedig ezek biztosítják a bevételt adó gyártófolyamatok működését.

Sok döntéshozónak továbbra is fenntartásai vannak a kiberbiztonsági stratégiák megtérülésével és a szükséges emberi erőforrásokkal kapcsolatban. A gyakorlatban a frissítések, a védelem és a biztonsági mentések mindennapos felügyelete gyakran olyan munkatársakra hárul, akik nem mindig rendelkeznek megfelelő technikai háttérrel vagy szakértői támogatással.

Éppen ezért egyre nagyobb értéket képviselnek azok a megoldások, amelyek valóban tehermentesítik és egyszerűsítik az alapvető biztonsági feladatokat. Az ABB Ability Cyber Security Workplace felhasználóbarát, hatékony eszköz: gyors áttekintést nyújt a rendszerek állapotáról, egyszerűvé teszi a riasztások kezelését, automatizálja a rutinfeladatokat és támogatja a felhasználók távoli hozzáféréseinek kezelését. Szükség esetén frissíthető új biztonsági funkciókkal, hogy lépést tartson a fejlődő fenyegetésekkel és segítse a jogszabályi megfelelést.

A digitális biztonsági intézkedések megtérülésének számszerűsítése nem egyszerű feladat, hiszen ezek a beruházások gyakran csak akkor válnak láthatóvá, amikor már bekövetkezett a probléma. Az OT-rendszerek védelme azonban ma már nem választható lehetőség, hanem elengedhetetlen szükségszerűség. Egy olyan világban, ahol egyetlen jelszó leállíthat egy finomítót, vízművet vagy gyártósort, a kiberbiztonság nem luxus, hanem alapvető üzleti szükséglet. (ABB)

Dobó Dorina összeállítása



MKE-HÍREK

MKE Diplomamunka Nívódíj a SONEAS támogatásával

Október 27–29. között került megrendezésre az idei Kémiai Előadói Napok (KEN) Szegeden, a SZAB-székházban. A megnyitó előadást Prof. Dr. Kónya Zoltán, a Szegedi Tudományegyetem tudományos és innovációs rektorhelyettese tartotta.

A Hannus István-díjban Nagy István kémia-fizika szakos tanár, néprajzkutató, antropológus, a Szekszárdi I. Béla Gimnázium tanára részesült. Gratulálunk!

MKE Diplomamunka Nívódíjban részesültek a SONEAS Vegyi Kft. támogatásával:



Budai Eszter (vegyész MSc)
Cziráki Bálint (anyagmérnök Msc)
Ecseri Gábor (vegyész MSc)
Gátszegi Gerda Tímea (vegyész MSc)
Herczegh Attila Richárd (vegyész MSc)
Horváth Anna Virág (vegyésmérnök MSc)
Kardos Ádám (vegyész MSc)
Koch Marcell (vegyész MSc)
Németh Dávid (vegyész MSc)
Pogonyi-Szaniszló Zsófia (vegyész MSc)
Schmidt Máté (vegyésmérnök MSc)
Sídó Evelin (vegyész MSc)
Terjéki Gergő
Tóth Klaudia (vegyész MSc)

Minden díjazottnak gratulálunk!



Radiokémia-konferencia

2025. október 13–15. között került megrendezésre a 30. Őszi Radiokémiai Napok Balatonszárszón, a SDG Családi és Konferenciaközpontban.

A konferencián hagyományosan kiosztott Vértess Attila-nívódíjat Aicha Nour Laouameria (HUN-REN Atomki) nyerte, témavezetője Szűcs Zoltán. A különdíjat Kiss Lóránt (BME Gépészmérnöki Kar) vehette át, témavezetője Mészáros László.

A konferencián külön köszöntötték a két születésnapos professzort: Kuzmann Ernő 80, Schiller Róbert 90 éves lett. Jó egészséget kívánunk!



Schiller Róbert (balra) és Kuzmann Ernő



Megújult a Magyar Kémikusok Egyesülete honlapja

Közel egyéves előkészítés után elkészült a Magyar Kémikusok Egyesülete új honlapja. A magyar nyelvű oldalakkal kapcsolatban várjuk szíves véleményüket a mail@mke.org.hu e-mail-címre. Emlékeztetül a honlap címe: www.mke.org.hu

XXXI. Nemzetközi Vegyészkonferencia

Az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság Kémiai Osztálya szervezésében 2025. október 23–25. között Nagyszebenben tartották a több mint 100 fős konferenciát. A résztvevők a szakmai programok mellett a várost is megtekintették.

A doktoranduszplénum díjazottjai:

Bogyor Andrea (BBTE): 2026-os MKE-konferenciárésztétel

Petróczi Ferenc Dániel (DE): 2026-os EMT Vegyészkonferenciárésztétel

Kisfaludy Péter (BME): BME Varga József Alapítvány különdíja

Miklós Tímea (SZTE): MKE Kolloidkémiai és Nanotechnológiai Szakosztály díja

Dicséretben részesült: Szilágyi Balázs (DE), Ilkei Klementia (PTE), Demény Petra (BME)

A diák poszterszekció díjazottjai:

I. díj: Gál-Sémer Bálint (BBTE): 2026-os MKE-konferenciárésztétel

II. díj: Kutás Adriána (ME): Magyar Természettudományi Társulat Kémia Szakosztály díja

III. díj: Iván Réka Boglárka (BME): oklevél

A Kolozsvári Magyar Kémikusok Egyesülete különdíját Orbán Kincső Katalin (Sapientia-EMTE) nyerte el.



Egyéni tagdíj és a kiadványok előfizetési díja (2026)

Tagdíj-kategóriák	Ft/fő/év
Alaptagdíj	12 000
Közoktatásban dolgozó kémiatanár (50%)	6000
Nyugdíjas (50%)	6000
Ifjúsági tag (25%)	3000
Gyesen lévő (25%)	3000

Tagdíjbefizetési lehetőségek:

• banki átutalással*	az MKE CIB banki számlájára: 10700024-24764207-51100005
• személyesen	1106 Bp., Fehér út 10. I/110.

*A közleményben, kérjük, tüntesse fel: nevét és lakcímét **vagy** tagsági azonosító számát.

MKE-tagoknak a Magyar Kémikusok Lapja előfizetése:

Tájékoztatjuk, hogy az MKL nyomtatott változatát csak azok a tagjaink kapják meg, akik **9900 Ft**-tal hozzájárulnak a Lap postázásához és tagdíjuk is rendezve van. Kérjük, ha az online hozzáféréssel mellett a nyomtatott példányt is szeretné megkapni, küldje el nevét és címét az Egyesület Titkárságának (postán: 1106 Bp., Fehér út 10. I/110., vagy e-mailben: mkl@mke.org.hu).

Az MKE Kémiatanári Szakosztályának tagjai számára a KÖKÉL előfizetése ingyenes.

A kiadványok előfizetési díjai nem tagoknak:

MKL: 1800 Ft/lapszám, éves kedvezményes díj (11 megjelenés egy dupla számmal): 19 900 Ft

KÖKÉL: 1800 Ft/lapszám, éves kedvezményes díj (5 lap): 8000 Ft

HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL LXXX. No. 12. December

CONTENTS

<i>The playful aspect of molecules. Chemistry at the border of imagination</i>	354
ANTAL UDVARDY	
<i>Using texts in chemistry classes: from reading to creating</i>	360
JÁNOS PIPICS	
<i>Celebrating Ernő Brücher's ninetieth anniversary</i>	363
IMRE TÓTH	
<i>Science at Christmas dinner</i>	364
GÁBOR LENTE	
<i>Golden Goose Award for the discovery of cisplatin's anticancer effect</i>	365
ÁGNES KATHÓ	
<i>Ferenc Goltberg's blue-dye manufactory</i>	368
CSABA KUTASI	
<i>Hommage à Gyula Székér</i>	371
GÁBOR LENTE	
<i>Chembits</i>	374
GÁBOR LENTE	
<i>Publication of the month</i>	376
<i>News of the month</i>	377

LABORTECHNIKA KIÁLLÍTÁS

és

ANALITIKAI ANKÉT – 2026

ELTE Gömb Aula, 2026. február 10–11.

A belépés ingyenes, de regisztrációhoz kötött.

Előadás benyújtása: 2025. december 15-ig!

Kiállítói dosszié letöltése és jelentkezés:

www.analitikaexpo.mke.org.hu



A Labortechnika Kiállítás célja, hogy lehetőséget adjon a legkorszerűbb analitikai termékek, szolgáltatások megismertetésére, kapcsolatok építésére, előadások és poszterek bemutatására.

A kiállításához Analitikai Ankéttal csatlakozunk, melynek keretében az analitika korszerű fejlesztési irányjai és fontos alkalmazási területei kerülnek bemutatásra.

Az ankét részeként kapcsolódunk az IUPAC Global Women's Breakfast, IUPAC GWB2026 kezdeményezéshez.

Szeretettel várjuk Önöket! MKE Titkárság

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 hármaskvadrupól 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™ hármaskvadrupól tömegspektrométer



Thermo Scientific™ TSQ Quantis™ hármaskvadrupól tömegspektrométer



Thermo Scientific™ TSQ Fortis™ hármaskvadrupól tömegspektrométer

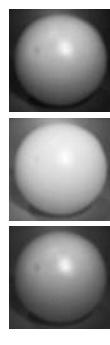
További információk:

thermofisher.com/confidentquantitation

Kizárólagos képviselő:

UNICAM Magyarország Kft.
1144 Budapest, Kőszeg utca 29.
Telefon: +36 1 221 5536
E-mail: unicam@unicam.hu
Web: www.unicam.hu

UNICAM
Magyarország Kft.



MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

2025. évi 80. évfolyamának

névmutatója



Szerkesztőbizottság:

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

Felelős szerkesztő:

LENTE GÁBOR
KISS TAMÁS
örökös tb. főszerkesztő

Olvasószerkesztő:

SILBERER VERA

Tervezőszerkesztő:

HORVÁTH IMRE

Szerkesztők:

DOBÓ DORINA
KEGLEVICH KRISTÓF
KERTI GÁBOR
KOVÁCS LAJOS
NAGY GÁBOR
PAP JÓZSEF SÁNDOR

Szerkesztőségi titkár:

KOCOR ERIKA

Kiadja a Magyar Kémikusok Egyesülete,
1106 Budapest, Fehér út 10. (White Office I/110.)

Felelős kiadó:

SZABÓ JÁNOS ZOLTÁN
ügyvezető igazgató

A MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA
A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETÉNEK FOLYÓIRATA
ÉS HIVATALOS LAPJA
A MAGYAR VEGYIPAR VÁLLALATAINAK
TÁMOGATÁSÁVAL

A

<i>A bizottságok beszámolója (Küldöttközgyűlés 2025).....</i>	208
<i>A hónap kémiai publikációja.....</i>	26, 94, 124, 158, 190, 248, 316, 344, 376
<i>Adányiné Kisbocskói Nóra, Ziegler Ildikó: Hova tart az MKE? Egy közvélemény-kutatás eredményei.....</i>	217

B

<i>Bakos Imre, lásd Endrődi Balázs.....</i>	166
<i>Bélaifiné Bakó Katalin: Szén nanopöttyök.....</i>	107
<i>Benedek Máté: 37. OTDK – Kémiai és Vegyipari Szekció.....</i>	227
<i>Benke Máté, Hegedűs Marica: Új irányok és megoldások a vegyiparban. Beszámoló a 40. Borsodi Vegyipari Napról.....</i>	46
<i>Boldogkői Zsolt: A mikro-RNS-ek világa.....</i>	41
<i>Borbás Réka, Szalay Luca: De miért? A tanulók érvelési képességének vizsgálata egy kísérlettervezést tanító longitudinális projekt keretében.....</i>	265
<i>Buzás Ilona: Marosi György „tüzes útja”.....</i>	308
<i>Buzás Ilona: Raisz Iván (1943–2025).....</i>	313

CS

<i>Csomos Attila: Egy Gordon-konferencia élményei.....</i>	300
--	------------

E

<i>Endrődi Balázs, Szén István, Bakos Imre, Kádár Krisztina, Janáky Csaba: Innováció és fenntarthatóság: napenergiát hasznosító, hidrogénalapú energiatároló technológia fejlesztése Bükkbányában és a Szegedi Tudományegyetemen.....</i>	166
---	------------

F

<i>Fenyvesi Éva, lásd Szőcs Levente.....</i>	9
<i>Fejes Zoltán, Szentpéteri Sándor: Rekultivációs és fejlesztési folyamatok fenntarthatósági szempontú összehangolása a Borsod-Chemben.....</i>	44
<i>Finta Zoltán, lásd Kovács Korinna.....</i>	333
<i>Fischer János: Bazel – a gyógyszeripar egyik fellelvára (Rendhagyó úti beszámoló).....</i>	143
<i>Fischer János: Orléans. A Francia Gyógyszerkémiai Társaság 59. konferenciája.....</i>	302

G

<i>Gábris Bernadette, lásd Kovács Korinna.....</i>	333
<i>Gál Emese, lásd Majdik Kornélia.....</i>	173
<i>Gáspári Zoltán: Fehérjeszerkezetek a számítógépből: a 2024-es kémiai Nobel-díj.....</i>	34

H

<i>Hargittai Balázs, Hargittai István: A C₆₀ előállítása – képes megemlékezés.....</i>	273
<i>Hargittai István, Hargittai Magdolna: Két híres vegyészmérnök sírhelye.....</i>	11
<i>Hargittai István: Kis budai séta a tudomány körül (Séták a tudomány körül).....</i>	86
<i>Hargittai István: Impakt és impaktfaktor.....</i>	114
<i>Hargittai István, lásd Hargittai Magdolna.....</i>	179

<i>Hargittai István: Buckminsterfullerén – mi van a név mögött?.....</i>	269
<i>Hargittai István, lásd Hargittai Balázs.....</i>	273
<i>Hargittai Magdolna, Hargittai István: „Jahn-Teller”.....</i>	179
<i>Hegedűs Marica, lásd Benke Máté.....</i>	46
<i>Hégely László: Az EFCE Fluid Separations munkabizottság 2025-ös ülése.....</i>	299
<i>Horváth Imre, Silberer Vera: A Budapesti Tudományegyetem és a Műegyetem összekapcsolódó és szétváló kampuszai – vegyészszemmel (Séták a tudomány körül).....</i>	86
<i>Horváth Imre, Silberer Vera: Formabontás (Séták a tudomány körül).....</i>	243
<i>Horváth Levente, lásd Simon Ákos.....</i>	229
<i>Hosztafi Sándor: Koniin: az első alkaloidszintézis.....</i>	138
<i>Hosztafi Sándor: Grignard doktori dolgozata: előzetes a Nobel-díjhoz.....</i>	304

I

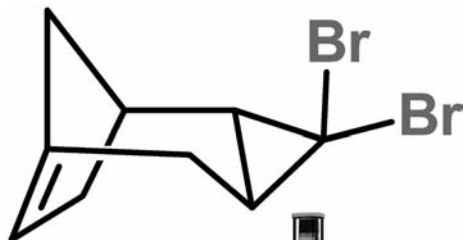
<i>Inzelt György: Kiről nevezték el? A Polányi-szabály. Első rész.....</i>	48
<i>Inzelt György: Kiről nevezték el? A Polányi-szabály. Második rész.....</i>	78
<i>Inzelt György: Kiről nevezték el? A Bouguer–Lambert–Beer-törvény.....</i>	146
<i>Inzelt György: Kiről nevezték el? A Nernst-egyenlet. Első rész.....</i>	183
<i>Inzelt György: Kiről nevezték el? A Nernst-egyenlet. Második rész.....</i>	236
<i>Inzelt György: Egy kémikuscsaládra emlékezve. A három Lengyel Béla.....</i>	278

J

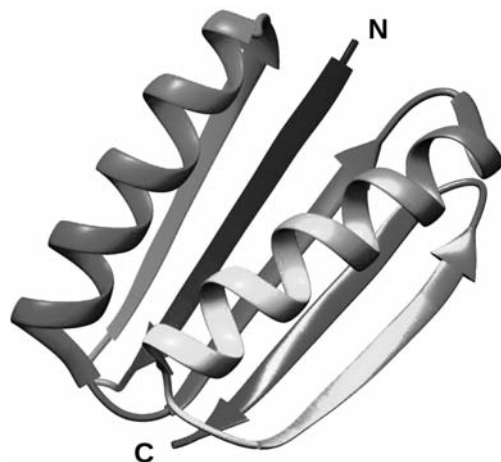
<i>Janáky Csaba, lásd Endrődi Balázs.....</i>	166
<i>Jegyzőkönyv (Küldöttközgyűlés 2025).....</i>	205

K

<i>Kathó Ágnes: Aranylúd-díjat kaptak a ciszplatin rákellenes hatását felfedező tudósok.....</i>	365
<i>Kádár Krisztina, lásd Endrődi Balázs.....</i>	166
<i>Kálmán László, lásd Kovács Korinna.....</i>	333
<i>Keglevich György: In memoriam Tőke László.....</i>	58
<i>Kégl Tamás: Fizikai Nobel-díj: főhajtás a gépi tanulás és a mesterséges intelligencia úttörői előtt.....</i>	38
<i>Kiss Tamás: Pavláth Attila (1930–2024).....</i>	59
<i>Kiss Tamás: A kutatómunka mindig új motivációt ad. Beszélgetés Lihi Norbert Junior Prima-díjas kutatóval.....</i>	104
<i>Kiss Tamás: Amennyi a tanítványok gondolkodásában és cselekedeteiben megmarad. Beszélgetés a Rátz Tanár Úr életműdíjas Baranyi Ilonával.....</i>	327
<i>Kovács Korinna, Kozarek Andrea, Kálmán László, Finta Zoltán, Sárközi Melinda, Gábris Bernadette, Nagy Zsombor Kristóf: „A digitalizáció ma már nem káprázat”.....</i>	333
<i>Kozarek Andrea, lásd Kovács Korinna.....</i>	333
<i>Kutasi Csaba: Üveggyapotgyártó üzem épül Szerencsen.....</i>	5
<i>Kutasi Csaba: „Vigyázat, veszélyes vegyületek vannak egyes bugyikban, Magyarországon is” – de mi az igazság?.....</i>	7
<i>Kutasi Csaba: Kompozitanyagok a repülőgépgyártásban.....</i>	53
<i>Kutasi Csaba: Szervezett textilhulladék-gyűjtés.....</i>	82



zirconium	gadolinium	lutetium
Zr	Gd	Lu
40	64	71
91.224 ±0.002	157.25 ±0.03	174.9668 ±0.0001
		176
		175



<i>Kutasi Csaba</i> : A torinói lepel és az arckendők – textiles szemmel is.....	116
<i>Kutasi Csaba</i> : Változott a textil-KRESZ. A kezelési jelképek új szabványa.....	151
<i>Kutasi Csaba</i> : Forma–1 versenyek: védekezés a hőstressz ellen, védelmet fokozó textilalapú termékek.....	239
<i>Kutasi Csaba</i> : Állatbarát textiltermékek.....	309
<i>Kutasi Csaba</i> : A nátrium-hidroxid szerepe a szál, a fonál és a kész- kelme gyártásában.....	334
<i>Kutasi Csaba</i> : Goltberg Ferenc kékfestő-manufaktúrája.....	368

L

<i>Lente Gábor</i> : Vegyészletek.....	24, 62, 92, 122, 156, 188,246, 282, 314, 342, 374
<i>Lente Gábor</i> : Porfirin- és katalíziskutatás a Coimbra–Barcelona– Orleans–Pécs–Liverpool ötszögben: interjú Mariette Pereira pro- fesszor asszonnyal.....	2
<i>Lente Gábor</i> : Egyetemi kutatást fiatalok nélkül nem lehetne csi- nálni – interjú Skodáné Földes Ritával.....	70
<i>Lente Gábor</i> : Elméletileg és gyakorlatilag is bővülő geológiai hid- rogénkészletek.....	102
<i>Lente Gábor</i> : Így megy ez.....	113
<i>Lente Gábor</i> : Mit mond Umberto Eco a torinói lepelről, ha nem arról ír?.....	116
<i>Lente Gábor</i> : Télbúcsúztató kémiaversenyek és tanári szakmai nap.....	134
<i>Lente Gábor</i> : Hitelességi válság a tudományban: egy sztárkutató ki- merítő vallomása (Szabó Csaba: <i>Elpazarolt orvostudomány</i>)..	176

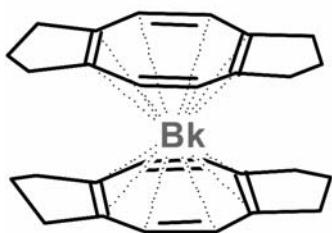
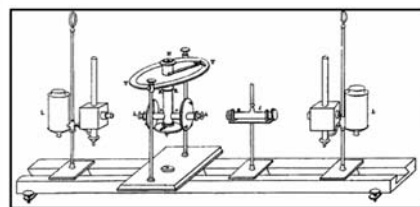
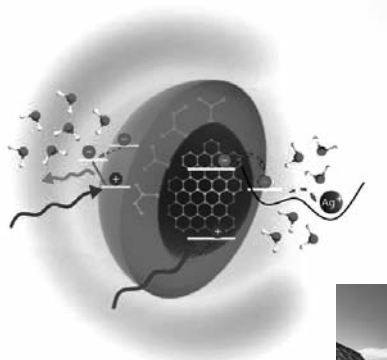
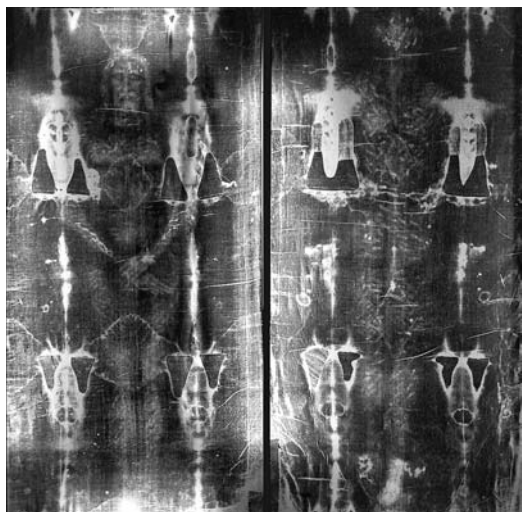
<i>Lente Gábor</i> : Akadémia, tudomány és tudományértékelés a mo- dern világban. Beszélgetés az MTA Kémiai Osztályának újonnan megválasztott tagjaival.....	212, 257
<i>Lente Gábor</i> : Végtelen történet a kémiában: az infinitén.....	216
<i>Lente Gábor</i> : Metatéziskatalizátorokkal a Nobel-díjtól az ipari fel- használásig. Beszélgetés Richard Schrockkal.....	254
<i>Lente Gábor</i> : A XiMo katalizátorüzemének alapkötetele Gö- döllőn.....	256
<i>Lente Gábor</i> : A geológiai hidrogén keletkezésének nyomában.....	262
<i>Lente Gábor</i> : Fékezett hatású IgNobel-díj-ünnepség 2024-ben.....	276
<i>Lente Gábor</i> : A papírkor vége. Beszélgetés Csupor Dezsővel és Kemenesi Gáborral.....	293
<i>Lente Gábor</i> : Ehető tudomány.....	298
<i>Lente Gábor</i> : Diákolimpiák vonzásában. Beszélgetés Magyarfalvi Gáborral és Trócsányi Andrással.....	322
<i>Lente Gábor</i> , lásd <i>Németh László</i>	330
<i>Lente Gábor</i> : Természettudomány karácsonyi vacsorához.....	364
<i>Lente Gábor</i> : Szekér Gyula századik születésnapjára.....	371

M

<i>Magyarfalvi Gábor</i> : Az első Mengyelejev-verseny Eurázsian kí- vül.....	222
<i>Majdik Kornélia</i> , <i>Gál Emese</i> : Az Irinyi János Országos Közép- iskolai Kémiaverseny Erdélyben.....	173
<i>Mészáros Gábor</i> : Lengyel Béla (1940–2025).....	278

N

<i>Nagy Zsombor Kristóf</i> lásd <i>Kovács Korinna</i>	333
--	-----



Náray-Szabó Gábor: Búcsú Sohár Pál kémikustól, az MTA rendes tagjától.....	85
Németh László, Lente Gábor: Oláh György Nobel-érmének elárverezése.....	330

Ő

Ósápay György: A Pharmaforte Kft. Természetes eredetű készítmények – különös tekintettel a babákra.....	264
Ősz Katalin, Várnagy Katalin: Az 57. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny döntője.....	223

P

Pipics János: Szövegek használata kémiaórán: az olvasástól az alkotásig.....	360
Próder István: Évfordulónaptár, 2025. Magyar vonatkozású kémia- és vegyipartörténeti évfordulók.....	13

R

Róka András: A Grignard-reagensről, Kajtár Márton-osan...110	
--	--

S

Sápi András: Emlékezés Somorjai Gáborra.....	277
Sárközi Melinda, lásd Kovács Korinna.....	333
Silberer Vera: Hallgatóbarát egyetem. Beszélgetés Takács Rita vezető pszichológussal.....	74
Silberer Vera, lásd Horváth Imre.....	86, 243
Silberer Vera: Fenntarthatósági törekvések a hazai egyetemeken (workshop-beszámoló).....	135
Silberer Vera: Dinamikus átrendeződések. Beszélgetés Toldy Andrával.....	169
Silberer Vera: A Pentacolor Kft. – Holczer György: személyes vállalkozástörténet.....	218

Silberer Vera: Gondolatok a mai egyetemi hallgatókról – 2. Beszélgetés Keglevich Györggyel.....	290
Silberer Vera: Atomok háborúja.....	339
Simon Ákos, Horváth Levente: A Z generáció hatékony elérése fenntarthatósági üzenetekkel.....	229
Sógor Csilla: Kémia tanár-képzés a Babeş-Bolyai Tudományegyetemen. Tantárgycsomag a kémia tanári diploma megszerzéséhez.....	232

SZ

Szalay Luca, lásd Borbás Réka.....	265
Szántay Csaba: Görög Sándorra emlékezem.....	210
Szentpéteri Sándor, lásd Fejes Zoltán.....	44
Szén István, lásd Endrődi Balázs.....	166
Szőcs Levente, Fenyvesi Éva: A CycloLab Ciklodextrin Kufató-fejlesztő Kft.....	9

T

Tóth Imre: Brücher Ernő köszöntése kilencvenedik születésnapján.....	363
--	-----

U

Udvardy Antal: A molekulák játékos arca. Kémia a fantázia határán.....	354
--	-----

V

Várnagy Katalin: Főtitkári beszámoló (Küldöttközgyűlés, 2025).....	198
Várnagy Katalin, lásd Ősz Katalin.....	223

Z

Ziegler Ildikó, lásd Adányiné Kisbocskói Nóra.....	217
--	-----