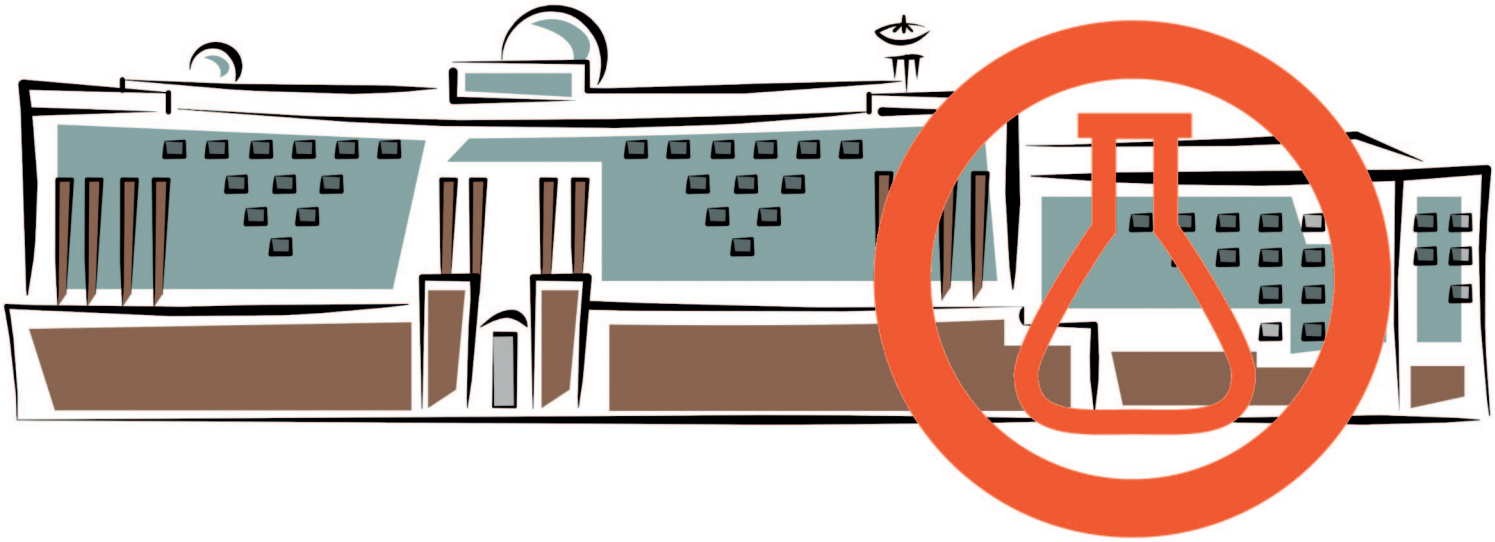
A TARTALOMBÓL:

- A kulcs a tanár személyisége
- Egy megvalósult álom
- Jelen a jövő
- Richard R. Ernst
- Alkalmazott koordinációs kémia

MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXXVI. ÉVFOLYAM • 2021. SZEPTEMBER • ÁRA: 850 FT



Kémiai és Vegyipari Szekció

OTDK

35. ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA 2021

A kiadvány
a Magyar Tudományos Akadémia
támogatásával készült

A lap megjelenését
a Nemzeti Kulturális Alap
támogatja
Nemzeti Kulturális Alap

vario MAX cube

teljesítményben győztes

CN / CNS

automata elemanalizátor

akár
5 g
bemérés

akár
500 mg
N absz.

akár
5 perc
alatt 1 mérés

He helyett olcsóbb
Argon
gázzal

AKTIV INSTRUMENT Kft.
ANALITIKAI BERENDEZÉSEK, AUTOMATA ANALIZÁTOROK
1145 Budapest Pétervárad u. 14.
Tel.: (1)-789-2778, Fax: (1)-785-8489
Mail: kozpont@aktivinstrument.hu
web: www.aktivinstrument.hu

gyors automata elemzés
előkészítés NÉLKÜL!

elementar

MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA
HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXXVI. évf., 9. szám, 2021. szeptember

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

Szerkesztőség:
Felelős szerkesztő: KISS TAMÁS
SZEKERES GÁBOR örökös főszerkesztő
Olvasószerkesztő: SILBERER VERA
Tervezőszerkesztő: HORVÁTH IMRE

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

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

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

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

Kiadja a Magyar Kémikusok Egyesülete
Felelős kiadó: ANDROSITS BEÁTA
Nyomdai előkészítés: Planta-2000 Bt.
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 10 200 Ft
Egy szám ára: 850 Ft. Külföldön terjeszti a Batthyany Kultur-Press Kft., H-1014 Budapest, Szentháromság tér 6. 1251 Budapest, Postafiók 30.
Tel./fax: 36-1-201-8891, tel.: 36-1-212-5303

Hirdetések-Anzeigen-Advertisements:
SÜLI ERIKA

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

Aktuális és archivált számaink honlapunkon (mkl.mke.org.hu) olvashatók

Index: 25 541
HU ISSN 0025-0163 (nyomtatott)
HU ISSN 1588-1199 (online)
DOI: 10.24364/MKL.2021.09

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

KEDVES OLVASÓK!

Az elmúlt másfél évet a Covid–19 vírus határozta meg. Emiatt a tavalyi évre meghirdetett versenyek elmaradtak vagy rendhagyó módon, online formában rendezték meg őket.

A sportesemények is többnyire szurkolók nélkül játszódtak le. Július végén megkezdődött a sportversenyek csúcsa, az olimpia. A japán szervezők döntése alapján szurkolók nem lehettek jelen a lelátókon. Meghatottan és talán könnyes szemmel is hallgattuk az első helyezetteknek járó magyar himnuszt. Igen, egy ilyen hihetetlen teljesítményt ilyen publicitással kell kezelni. Ami talán a legfontosabb, hogy ezek az olimpikonok kitartásukkal, elkötelezettségükkel méltó példaképei az őket követő, még fiatalabb sportolóknak.

Amiről a híreket folyamatosan figyelemmel kísérő olvasók sem igen értesülnek, hogy nemcsak sportolóknak szerveznek olimpiát, hanem a tudományokban elmélyült és azokat értő fiataloknak is. Szomorú és érthetetlen, hogy miért nincs hírértéke ezeknek a versenyeknek, hiszen évtizedek óta a magyar versenyzők gyakorlatilag mindig éremmel tértek haza a megmérettetésekről.

Az idén a következő nemzetközi versenyeket szervezték kémiából, ahol szép sikereket értek el diákjaink!

*Április végén rendezték meg online az **55. Nemzetközi Mengyelejev Diákolimpiát**, ami talán a legnehezebb kémiaverseny, sajnos gyakorlati forduló nélkül. Ebben az évben 6 diák képviselte hazánkat. 28 országból 148 versenyző „érkezett" a rendezvényre. Diákjaink három érmet (egy ezüst, két bronz) és három dicséretet hoztak haza. Az idei olimpiát Budapest rendezhette volna meg, de a pandémia miatt a rendezés jövő tavaszra tolódott. Az olimpiára való felkészítést – mint minden évben – az ELTE Kémia Intézetének egyetemi oktatói és volt olimpikonok tartják Magyarfalvi Gábor vezetésével.*

*A legrangosabb kémiai verseny az **53. Nemzetközi Kémiai Diákolimpia,** amit – akár csak az olimpiát – Japán szervezte, (virtuálisan) Oszakában, 84 ország 312 középiskolásának részvételével. A verseny július utolsó napjaiban kezdődött, Magyarországot négy diák képviselte. Idén is fantasztikus eredmények születtek, hiszen versenyzőink két ezüst- és két bronzérmet szereztek. Magyarfalvi Gábort negyedszerre is megválasztották az olimpiai intézőbizottság elnökének, amihez ezúton is gratulálunk. Ezekről a versenyekről ebben a lapszámban olvashatnak beszámolót.*

*A nyár utolsó nemzetközi kémiaversenye a **4. Nemzetközi Kémiai Torna** augusztus végén zajlott. A tavalyról idénre halasztott rendezvény nagyon izgalmas, angol nyelven folyó kémiai vitaverseny volt. Eredetileg Krakkóban rendezték volna meg, azonban a koronavírus-járvány ezt is felülírta, így szintén online módon zajlott le. Lapzártáig a verseny eredménye még nem ismert. A versenyzők felkészítését idén is Formanné Kiss Andrea és Forman Ferenc végezték, akik munkáját nyolc korábbi kémiaolimpikon segítette – köszönjük áldozatos munkájukat.*

Mind az olimpiára, mind a tudományos olimpiára való bekerülés alapvető feltétele természetesen az adott tehetség. Az igazi siker eléréséhez azonban három feltételnek kell teljesülnie: tehetséges, motivált versenyző; jó mester; biztonságot nyújtó, stabil családi háttér. Az elért eredmények öregbítik a nevelő iskolák, a felkészítő tanárok hírnevét, örömmel és boldogsággal tölthetik el a családokat és büszkévé tehetnék hazánkat – az eredmények kellő és méltányos megismertetésének hiánya viszont nyomasztó teher és a sikerek kiterjesztésének gátja. Közös feladatunk ennek megszüntetése. A versenyzőknek és felkészítőiknek minden körülmények között gratulálunk, köszönjük munkájukat és további sikereket kívánunk.

Pécs, 2021. szeptember

Petz Andrea
a Kémiatanári Szakosztály elnöke

TARTALOM

VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY
Jelen a jövő. Kerekasztal-beszélgetések az OTDK kapcsán. Első rész. Vendégek: **Peter R. Schreiner** és **Gilberte Chambaud** 250
Hargittai István: Richard R. Ernst (1933–2021) 255

KÖZOKTATÁS – TANÁRI FÓRUM
Dobóné Tarai Éva: Egy megvalósult álom 256

OKTATÁS
Nemcsak kell, hanem lehetséges is a kémiát érdeklődést felkeltő módon tanítani. Beszélgetés **Keglevich Kristóf**fal, a Magyar Kémiaoktatásért-díj egyik kitüntetettjével 259

VEGYIPAR- ÉS KÉMIATÖRTÉNET
Sohár Pál: 100 éve született Varsányi György 262

JUBILEUM: 75. ÉVES AZ MKL
Beck Mihály: Alkalmazott koordinációs kémia (1972) 266
Várnagy Katalin: Az „Alkalmazott koordinációs kémia" margójára 272

KITEKINTÉS
Lente Gábor: Szomorú 2020-as IgNobel-díjak bogarasoknak 274

VEGYÉSZLELETEK
Lente Gábor rovata 276

MEGEMLÉKEZÉS
Kiss Tamás: Nagypál István (1944–2021) 278
Tóth Gábor: Fülöp Ferenc (1952–2021) 279

A HÓNAP HÍREI 280

Címlapunkon: 35. OTDK Kémiai és Vegyipari Szekció (Koska Zoltán és Lénárd László munkájának felhasználásával). Kapcsolódó cikkünk: Jelen a jövő

Jelen a jövő

Kerekasztal-beszélgetések az OTDK kapcsán. Első rész
Vendégek: Peter R. Schreiner és Gilberte Chambaud

Idén az ELTE Kémiai Intézete szervezte – 2021. május 17–19. között – a 35. Országos Tudományos Diákköri Konferencia (OTDK) Kémiai és Vegyipari Szekcióját. A közel 150 előadást tartalmazó program részeként négy kerekasztal-beszélgetésre került sor négy kémiai társaság vezetőjével a kémia jelenéről és jövőjéről, a kémiai kutatásokról, a kémia oktatásáról, valamint a kémia és a társadalom kapcsolatáról. A beszélgetéseket az ELTE TTK YouTube-csatornáján követhették élőben a szekció résztvevői a jelentős számú érdeklődővel együtt. Az egyenként 45 perces beszélgetések meghívott vendége a Német Kémiai Társaság (Gesellschaft Deutscher Chemiker, GDCh) regnáló elnöke, Peter R. Schreiner professzor, a Francia Kémiai Társaság (Société Chimique de France, SCF) nemrég leköszönt elnöke, Gilberte Chambaud professzor, az Amerikai Kémiai Társaság (American Chemical Society, ACS) soron következő elnöke, Angela Wilson professzor, valamint a Magyar Kémikusok Egyesületének (MKE) elnöke, Simonné Sarkadi Livia professzor volt. Most a német és a francia elnökkel folytatott beszélgetések szerkesztett változatát tesszük közkinccsé, a másik két beszélgetés a Magyar Kémikusok Lapja következő számában jelenik meg.

Peter R. Schreiner

Peter Schreiner a giesseni Justus Liebig Egyetem Szerves Kémiai Intézetének professzora 2002 óta, a Német Kémiai Társaság (GDCh) megválasztott elnöke. Egyetemét dékánhelyettesként (2003–2006), dékánként (2006–2009) és tudományos rektorhelyettesként (2012–2015) is szolgálta. Schreiner professzor tudományos munkássága a szintetikus szerves kémia és a fizikai szerves kémia területére esik, különösen fontos hozzájárulásokat tett az organokatalízis, a nanogyémántok (diamondoidok), a mátrixizolációs spektroszkópia, az alagúthatás, valamint a gyenge kémiai kölcsönhatások területén. Nemzetközi kutatócsoportjában nemcsak német hallgatók és posztdoktorok dolgoznak nagy létszámban, de érkeznek oda kutatók Kínából, Iránból, Csehországból, Ukrajnából, valamint az USA-ból. Számos folyóirat főszerkesztője (WIREs Comput. Mol. Sci. és J. Comput. Chem.), társszerkesztője (Beilstein J. Org. Chem.) és szerkesztője a szerves kémia és a számítógépes kémia területén. 2013 óta tagja a Leopoldina Német Tudományos Akadémiának. Tudományos munkásságát nagyszámú kitüntetéssel és díjjal ismerték el, ebből kiemelendő a WATOC Dirac-érme (2003) és a legújabb, az Amerikai Kémiai Társaság (ACS) Arthur C. Cope kutatói díja (2021). Szabadidejében szívesen teniszezik.

Mesélne arról, alapvetően a saját hallgatói élményeire alapozva, hogy miként alakult ki a szerves kémia és ez elméleti kémia iránt megnyilvánuló érdeklődése, mely ahhoz vezetett, hogy a kémia két ágából is PhD-t szerezzen? Hogyan befolyásolta ez a kettős érdeklődés tudományos karrierjét?

Nem terveztem, hogy két PhD-t szerezzek. Azért alakult így, mert szerettem volna minél jobban megérteni a kémiát, ezen belül pedig a szintetikus szerves kémiát. Engem a mai napig lenyűgöz, hogy a szerves kémikusok mennyi mindent elő tudnak állítani, legyen szó új gyógyszerekről vagy természetes szénvegyületekről. Hallgatóként is azt gondoltam, hogy a szerves kémiai reakciók és a kapcsolódó molekuláris szerkezetek megértéséhez tisztában kell lennem a kémia elméletével. De az elmélet annak idején a kémia teljesen elkülönülő része volt. Mint tudjuk, van szervetlen, szerves, analitikai és fizikai kémia, és van az elméleti kémia. Ezeket mind elkülönülten kellett megtanulni, 30 éve legalábbis ez volt a helyzet Németországban. Már annak idején azt gondoltam, hogy a kísérlet és az elmélet összekötése rendkívül fontos és szükséges a kémiában is. Azt mondtam tehát magamnak, hogy meg kell tanulnom mind a szerves kémiát, mind a kvantumkémiát. Többen azt javasolták, hogy válasszak: elméleti szakember vagy gyakorló szerves kémikus szeretnék-e lenni. Én azonban úgy döntöttem, hogy nem választok, mindkettőt csinálni fogom. Sokan figyelmeztettek, hogy ez őrültség. Én pedig azt mondtam, hogy nincs igazuk, csak kicsit több időt kell befektetnem a tanulásba, hogy mindkét terület alapjait elsajátítsam. Azóta is ezen az elven művelem a tudományt: keresem azokat a helyeket és helyzeteket, ahol szükség van egy társterület ismeretére ahhoz, hogy sikeresen haladjon előre a kutatás. Ez a hozzáállás napjainkban a szintetikus biológia területén is megfigyelhető, ami számomra a szerves kémia és a biokémia, illetve a biológia szimbiózisa. Ez a terület úgy alakult ki, hogy sok biológus felismerte, hogy az előrehaladáshoz szüksége van szerves kémiai ismeretekre. Ezzel párhuzamosan pedig számos szerves kémikus szembesült azzal, hogy sok mindent meg kell érteni a korábban oly távolinak tűnő biológiából. Azt gondolom, ez nagyban hasonló ahhoz, amit én végigvittem három évtizede. Tanácsként azt tudnám mondani minden hallgatónak, válasszon két tudományterületet, melyekről úgy látja, lazán kapcsolódnak, és kösse össze őket a saját kutatásai segítségével. Az eredmény semmiképpen nem fog elmaradni.

Laboratóriumában nagyon sok projekten dolgoznak egyszerre. Ha ki kellene választania egy projektet, amit legfontosabbnak tart akár saját maga, akár a kémia szempontjából, melyik lenne az?

Számomra mindig az a téma a legérdekesebb, amiről a legkevesebbet tudok és a legtöbbet szeretnék megtudni. Hangsúlyozni szeretném, hogy a kvantummechanika kémiai következményei még mindig nincsenek teljesen feltárva. Ismerjük és használjuk a molekulapálya-elméletet és pontos kvantumkémiai számításokat is tudunk végezni, de ennél többre is van lehetőség. Két téma is nagyon érdekel mostanában, mindkettő szorosan kötődik a kvantummechanikához. Az egyik a kvantummechanikai alagúthatás kémiai következményeinek vizsgálata, azaz olyan reakcióké, melyek nem egy gát „megugrásával", hanem egy gáton történő „alagutazás" segítségével mennek végbe. Bár sokat dolgoztam a témán, nem mondhatnám, hogy minden részletében értem. A másik izgalmas terület a diszperziós kölcsönhatások megértése és azok szintetikus kémiai alkalmazása. Ebben az esetben az elektronfelhő spontán polarizációja zajlik le, és ez vezet a molekulák összekapcsolódásához. Ennek a kölcsönhatási folyamatnak sincs klasszikus megfelelője, így nagyon nehéz ezeket a hétköznapi kémiai fogalmak segítségével elképzelni, de mind az alagúthatásnak, mind a diszperziós kölcsönhatásnak megvannak a szintetikus következményei. Magam egyelőre mindkét esetben a leíró fázisnál tartok, de mindkét témakört rendkívül érdekesnek és hasznosnak tartom. Visszatérve a kérdésre, ha mégis egy területet kell megneveznem, akkor az a kvantummechanika szerves kémiára gyakorolt hatása lenne.

Egy nagy, nemzetközi kutatócsoport élén áll. Milyen meggondolások alapján választ kutatási témát a csoportba kerülő hallgatóknak?

Nagyon meggazdagodnék, ha tudnám a tökéletes választ. Valójában nem én találom ki a csoportban művelt tudományos témákat, hanem a témák találnak meg engem. Sok tudományos előadásban említik meg az adott témát elindító briliáns gondolatot. Néha talán van is ilyen gondolat. A csoportomban azonban többnyire az történik, hogy egy adott témán dolgozó hallgató észrevesz valami furcsaságot, és megkérdez róla engem. Ekkor át kell gondolnom, hogy ez valami olyan, amit azonnal értelmezni tudok, vagy olyan, ami tényleg meglepő, és a hagyományos eszköztárral könnyen nem magyarázható. Ezután el kell dönteni, hogy érdemes-e a feltárulkozó vonalon továbbhaladni. A helyes döntés meghozatalához tisztában kell lenni a tudományterület standard modelljeivel. Csak ezek ismeretében lehet megtalálni azokat az érdekes „apróságokat", amelyek új tudáshoz vezethetnek el.

A pandémiás helyzetet mindannyian átéltük és átéljük. A világjárvány egyik következménye, hogy a tudomány újra az érdeklődés homlokterébe került. Növekvő számban jelennek meg interjúk tudósokkal és kutatókkal, sőt a tudományos módszertan is gyakran szóba kerül. Mit gondol a kialakult helyzet előnyeiről és hátrányairól? Megváltozik a társadalom hozzáállása a természettudományhoz és ezen belül a kémiához?

A világjárvány kevés pozitívumainak egyike, hogy a közvélemény szemében felértékelődött a tudomány. Az emberek mélyen meg vannak győződve arról, hogy a kutatók az igazságot keresik, ez tevékenységük alapvető motivációja. Azt kutatjuk, hogy a természet hogyan működik, milyen mechanizmusok érvényesülnek. Általános bizalom érezhető a tudósok irányában – inkább, mint a politikusok irányában. Jó érzés látni, amikor például virológusokat és nem politikusokat kérdeznek a pandémia kapcsán. De van a kérdéskörnek egy másik aspektusa, ami talán még fontosabb. A közvéleménynek el kell fogadnia, hogy a tudósok nem tudnak „megoldásokat" javasolni. Ők a helyzetet elemzik, például hogy az esetszám drasztikusan nő, és a kórházak egy idő után nem tudják ellátni a betegeket. Nem mondják meg ugyanakkor, hogy most vészhelyzet legyen, hogy maszkot kell viselni, vagy további korlátozásokat kell bevezetni. Ezeket a döntéseket a politikusoknak kell meghozni. A közvélemény el kell fogadja, hogy a kutatóknak nincsenek egyszerűen előhúzható megoldásaik, de ők azok, akik segíteni tudnak a megoldások megtalálásában. Sajnálatos módon a kémia direkt módon nem került jobb helyzetbe a közvélemény szemében a pandémiás időszakban. Ennek oka, hogy a legtöbben nem tudják, hogy minden vakcina alapvetően kiemelkedő szinten teljesítő kémiai laboratóriumok terméke, az alapanyagok pedig vegyipari vállalatok termékei. Sokan gondolják úgy, hogy a gyógyszereket orvosok készítik, mert nekik jó az imidzsük a modern társadalmakban. Azt gondolom, hogy el kell mondanunk, minél több helyen és minél többeknek, hogy a hétköznapinak tűnő kémia lát el bennünket azokkal a fegyverekkel, amelyekkel szembe tudunk szállni a Covid–19 vírussal.

Milyen tanácsokkal tudna szolgálni a tudományos előadások összeállítása és az eredmények prezentálása kapcsán?

A válaszom talán többeket meglep. A legtöbb embert valójában nem érdekli a kutatás során előálló nagyszámú adat, ábra és azok részletes prezentációja, engem sem. Sokkal inkább érdekel a kutatás mögötti történet. Hogyan jutott az előadó eszébe a kutatási téma ötlete, mik voltak az első gondolatai, milyen hipotézis alapján dolgozott? Meggyőződésem, hogy a hallgatóság különösen az emberi vonatkozások iránt érdeklődik. A jó tudományos prezentáció olyan, mint egy színházi előadás. Persze más a tárgya, de például itt is jelen van a katarzis, ami ez esetben a tudományos probléma megoldása. Lehet például beszélni a rosszfiúkról (mondjuk, a versenytársakról), akik gyorsabban próbálnak előállni a megoldással. Lehet hősökről is mesélni: azokról a hallgatókról, akik a munka zömét végzik. És persze ott van a mesélő, aki maga az előadó. A hallgatóság a történetre szeret emlékezni. Gyerekkorunkból mindannyian emlékszünk mesékre, például a Grimm testvérek meséire. A maga módján a tudományos előadásnak is ilyennek kell lennie: történetnek, melyre lehet és érdemes is emlékezni.

Amint az életrajzából is kitűnik, számos szerepkörben szolgálta és szolgálja a kémikus társadalmat hazájában és a világban. Mind kapcsán lehetnének érdekes kérdések, de most csak arról kérdezzük, hogy milyen tervekkel vette át a GDCh elnökségét.

Már időszámításunk előttről is tudjuk, hogy egy új vezető mindig változtatásokat kezdeményez, mert az állandó változás azt a képzetet kelti legtöbbünkben, hogy a helyzet folyamatosan javul. Persze a változások sokakban keltenek frusztrációt. Így érdemes ügyelnünk arra, hogy mit változtatunk és milyen ütemben. Számos nagy tervem volt, amikor 2020. január 1-én elkezdődött a tevékenységem a GDCh elnökeként. Sajnos rövid időn belül, már márciusra kialakult a veszélyhelyzet a maga következményeivel. A GDChnak is sok problémával kellett megküzdenie, a legjelentősebbek talán a konferenciák és a képzések elnapolása kapcsán keletkeztek. Tehát ezekkel kellett először megbirkóznom. Nagyon nagy hangsúlyt szeretnék fektetni az egyesületi tevékenység digitalizációjára. Szeretném, ha a GDCh elő-

állna egy digitális alapú működést elősegítő alkalmazással; már jó úton halad a fejlesztése. Ez a társaság működésével kapcsolatos minden információt mobiltelefonon is elérhetővé tesz az érdeklődők számára.

Az Európai Unióban jelentős erőforrásokat csoportosítanak a nyitott tudomány (Open Science) elterjesztésére és a tudományos tevékenység ezzel kapcsolatos átalakítására. A nyitott tudomány több tekintetben alapvetően változtatja majd meg a kutatók munkáját. Mi a véleménye a nyitott tudományról, és miben látja annak legnagyobb előnyeit?

Magam is rendkívül fontosnak tartom a nyitottságot a tudományban. A tudományos tevékenység az egyik legszebb emberi tevékenység, ami nem ismer és nem ismerhet határokat. Az első kínai látogatásom során tapasztaltak jól példázzák ezt. Kínában sok kutatóval találkoztam, s volt köztük egy, aki az enyémhez nagyon hasonló szerves kémiai területtel foglalkozott, de egyetlen szót sem beszélt angolul vagy németül. Sajnos én sem beszélek kínaiul. Mindezek ellenére egy teljes órán át folytattunk rendkívül érdekes beszélgetést a kémia nyelvén, mely mindkettőnknek rendelkezésére állt. Szerkezeteket és képleteket írtunk fel, és pontosan értettük, hogy a másik mit és miért csinál. Ez csodálatos tapasztalat volt, és megtanított arra, hogy a tudományban tényleg nincsenek határok, a tudomány tényleg képes kapcsolatot teremteni emberek és civilizációk között. Ezt minél többeknek fel kellene ismernie. A nyitott tudomány egyik aspektusa a nyílt hozzáférésű publikáció, az eredmények nyílt közzététele. A legtöbb országban, Németországban és az EU-ban mindenképpen, a tudomány jelentős részét az adófizetők pénzéből tartjuk fent, ezen az alapon is indokolt a nyílt hozzáférés igénye. Ha valaki nem is a szűk szakterületen tevékenykedik, gyakran szeretné látni és megérteni a tudományos eredményeket. Vegyük példának a koronavírus-járványt. Ahogy korábban mondtam, a kutatók az adatokat gyűjtik, és lehetőségeket vázolnak fel. Én nem vagyok virológus, de meg tudom kérdezni, hogy a fertőzési adatok esetében mit jelent például az exponenciális növekedés, és ezt értelmezhetem a magam számára. Ehhez hozzá kell férnem az eredeti adatokhoz. A nyitott tudomány tehát rendkívül fontos fejlemény, és előreviszi a tudományt. Kötelességünk a tudást átadni egymásnak, és a közös tudás viszi előre a társadalmakat.

Gilberte Chambaud

Gilberte Chambaud a párizsi École Normale Supérieure Kémia Tanszékének professzoraként dolgozott 1972 és 1992 között. Ezt követően a Paris-Est Marne la Vallée Egyetemen (ma a Gustav Eiffelről elnevezett egyetem része) töltött be professzori állást, 1992 és 2014 között. Aktív résztvevője volt a 2000-es évek európai tudománypolitikai folyamatainak. Meghatározó szerepet játszott az 1999-es Bologna-reform néven ismertté vált döntést követő Tuning projektben, mely a felsőoktatási képzések európai szintű harmonizációjával foglalkozott. Gilberte Chambaud tudományos pályája során számos elismerésben részesült. Ezek közül kiemelendő, hogy 2007-ben a Francia Köztársaság Becsületrendjének lovagjává ütötték, majd a francia Akadémiai Pálmák Rendjének lovagja lett 2012-ben. 2015-ben a Francia Kémiai Társaság (SCF) elnökségébe választották, 2016 óta az Európai Akadémia választott tagja. Kutatási területe a molekulafizika és a számításos kémia. Tudományos munkássága változatos témákhoz köthető, ilyen a háromatomos Renner–Teller-rendszerek rezgési-forgási spektroszkópiája, anionok dinamikai vizsgálata, semleges és anionos szénláncokra vonatkozó stúdiumok, néhányatomos fémvegyületek elektronszerkezetének leírása és spektroszkópiai jellemzése, valamint kis molekulák kemi- és fiziszorpciója fémfelületen.

Kutatási témái közül melyiket tartja a legizgalmasabbnak vagy a legfontosabbnak saját érdeklődése vagy a kémia szempontjából?

Mindegyik kutatási témát izgalmasnak gondoltam a maga idejében, és ez ma sem változott. Az infravörös spektroszkópia molekulák azonosítására alkalmas, ujjlenyomat-jellegű információt szolgáltat. Ugyanez a technika az ultraibolya és a látható tartományban rövid élettartamú intermedierek azonosításában lehet különösen hasznos. A bolygók és az exobolygók kutatása kiválóan illusztrálja ezt, hiszen többnyire spektroszkópiai megfigyelésekre kell hagyatkoznunk. Izgalmasnak tartom a kis molekulák felületi megkötődését is. Ez kiemelkedően fontos mozzanat a katalitikus folyamatokban, a katalízis pedig az egyik legfontosabb eszköz a vegyész kezében. A katalízis a jövő kémiájában is kulcsfontosságú lesz, számos olyan kémiai probléma megoldását várhatjuk ezektől a kutatásoktól, amelyek az egész emberiség számára fontosak.

Hogyan változott a számításos kémia a karrierje során?

A számításos kémia, mint a neve is mutatja, számítással segíti a molekulák, mint kémiai entitások megértését. Megjósolja a molekulák egyensúlyi geometriáját és izomerjeik szerkezetét, megadja a molekula tulajdonságait, reaktivitását. Ez azért is rendkívül izgalmas, mert amit nem tudunk kísérletileg megfigyelni, azt megpróbálhatjuk kiszámítani. Ennek különös jelentősége lehet például a nagy reaktivitású specieszek esetében, amelyeket nem tudunk laboratóriumi körülmények között tanulmányozni, de számítógép segítségével már igen. Amikor én kezdtem a számításos kémia művelését, úgy 40-50 évvel ezelőtt, hatalmas, egész szobát betöltő számítógépeket használtunk, külön légkondicionálással, mert rengeteg hőt termeltek. Órákba telt, míg a szükséges számítási eredményt megkaptuk egy mindössze két atomot tartalmazó molekulára. Ugyanezt a számítást ma a másodperc töredéke alatt elvégzi a legközönségesebb számítógép, ami nem mellékesen nagyságrendekkel kisebb méretű. A számítások skálája gyökeresen megváltozott, és ezzel új lehetőségek nyíltak, elérhetővé vált egészen komplex szerkezetek és folyamatok elméleti tanulmányozása. Ha azt a kérdést tesszük fel, hogy mi tette lehetővé ezt a változást, akkor elsőként kell említeni a számítástudomány és az elektronika elképesztő fejlődését. Ugyanakkor egyáltalán nem elhanyagolható jelentőségű az új számítási módszerek, az új algoritmusok, a vektorizáció, a programozással kapcsolatos vívmányok megjelenése. Ma ott tartunk, hogy minden kísérleti csoportnak van számításos kémiával foglalkozó tagja, mert működésük hasznosnak bizonyul a kémiai problémák megoldásában. A tudományos vizsgálódás fontos része a kísérleti és a számításos irányultságú kollégák együttműködése.

Meglátása szerint melyek ma a kémia legizgalmasabb, leginkább ígéretes területei?

Az anyagtudományt, a szilárd testek tanulmányozását egészen fantasztikus lehetőségnek gondolom. Egy adott célra megterve-

zett anyag kívánatos tulajdonságai és szerkezete között szoros kapcsolat van. A repülőgépek törzsét például szén- és fémalapú szerkezet adja, amitől a gép könnyebb lesz és így csökken az üzemanyagfogyasztás. Vagy említhetjük a biokompatibilis anyagokat, amelyeket például csontpótlásra használnak. Ezek nagy, szerves vagy szervetlen alapú polimer szerkezetek. Ezeken a területeken kétségkívül rengeteg a tennivaló, dinamikusan fognak fejlődni. Számos összetett, mégis relatíve kis rendszert ismerünk, figyelemre méltó innovációs lehetőségekkel. Gondoljunk csak a gyógyszerekre. A hagyományos terápiában beszedjük a gyógyszereket, esetenként jó sokat, hogy az aktív komponens kifejtse a hatását. Ma már létezik olyan megközelítés, mely szerint a hatóanyagot egy érzékelővel együtt, mintegy borítékba csomagolva juttatják a vérbe, és a gyógyszer, mintegy parányi rakétaként, pontosan oda kerül a szervezetben, ahol a hatásra szükség van. A kémia egészen különleges és ígéretes területe a parányi, mégis összetett molekulák célszerű tervezése a tökéletes hatás eléréséhez.

Fontos tudatosítani a kémia és a vegyészek szerepét a nagy kihívásokra adott válaszok keresésében. Ilyen a környezetvédelem, amely a franciák számára hagyományosan fontos terület. Tudna erről mondani pár szót?

Kémikusként mindig fennakadok azon, amikor negatív színben tüntetik fel a vegyszereket, hiszen ezek elengedhetetlenek a mindennapi életünkhöz. Nem a vegyészeket vagy a vegyszereket kell kárhoztatni, hanem a káros mellékhatásokat megérteni és lehetőség szerint kiküszöbölni. Számos káros hatás a fogyasztói lét következménye. Ha elmegyünk a fodrászhoz, elképesztő mennyiségű hajsampont eresztünk a lefolyóba. De említhetjük a háztartással vagy a gépkocsihasználattal járó környezetszennyezést is. A karantén alatt a nagyvárosok környezetszennyezése például drasztikusan csökkent, mert kevesebbet az autóztunk. A vegyiparról szólva azt mondhatjuk, hogy manapság egyre szigorúbb szabályok vonatkoznak a vegyszerek előállítására és tárolására. Sajnos előfordulnak balesetek, mint a 2019-es libanoni eset, ami a műtrágya-alapanyagként szolgáló ammónium-nitrát gyártásával kapcsolatos. A nagy mennyiségben tárolt vegyület közelében tűz keletkezett, a hő hatására felmelegedett anyag pedig hatalmas robbanást okozott. Nagyon fontos hangsúlyozni, hogy nem a vegyszer volt a ludas, hanem a gondatlan tárolás. A vegyszerek gondos bánásmódot igényelnek. A vegyészek és a környezet kapcsolatára számos pozitív példát említhetünk. A vegyészek aktívan dolgoznak a káros környezeti hatások visszafordításán, a vízszennyezés felszámolásán, a károsodott talaj regenerálásán. Említhetjük az anyag- és energiatakarékos megoldások irányába tett erőfeszítéseket, vagy az egészen kis koncentrációk detektálását. Fontos, mindennapi fogalommá vált az újrahasznosítás, ami egyes ritkafémek kapcsán is előtérbe került. Gondolnunk kell használati tárgyaink életciklusára, és ennek végén nem szabad egyszerűen a kukába dobni őket.

Kérjük, ismertessen meg bennünket a kutatás szerkezeti felépítésével Franciaországban. Mi az egyetemek és a kutatóintézetek szerepe, milyen kapcsolat van a két intézmény között?

Mint mindenhol a világon, Franciaországban is vannak egyetemek és vannak országos szinten szervezett kutatóintézetek. Az utóbbiak egyike a CNRS (Centre national de la recherche scientifique), ami általános profilú szervezet. Vannak ezenkívül valamely feladatra dedikált kutatóintézeteink is. A CNRS annyiban speciális, hogy napi működése az egyetemekkel különösen egybeforr. Ugyanazon a helyen dolgoznak az egyetem és a CNRS alkalmazásában álló kutatók, a kutatást pedig két forrásból finanszírozzuk. Körülbelül 150 kémiai laboratórium van Franciaországban, ezek változatos szerkezetben működnek. A CNRS országos szintű szervezése teszi lehetővé, hogy számottevő forrást biztosíthat egyes kiemelt projektekhez. Kialakítottak például egy számítógépcentrumot, olyan nagy teljesítményű eszközökkel, melyeket egy egyetem sem tudna megvásárolni. Az intézetekben az egyéni karrier követésének eltérő módjai az eltérő szerkezetből fakadnak. A CNRS-ben országos szintű testület értékeli a kutatói teljesítményt, egyetemi alkalmazottak esetén egyetemi szintű. A két rendszer között van lehetőség az átjárásra, és erre van is számos példa.

Körülbelül a 18. századtól kezdve Franciaország nagyszámú tudóst adott a világnak, közülük Antoine Lavoisier az egyik legismertebb. Véleménye szerint miből fakadt ez az elképesztő tudományos potenciál Franciaországban?

Magam is próbáltam a kérdés hátterét felderíteni. Azt találtam, hogy XIV. Lajos, a Napkirály minisztere, Colbert áll a jelenség mögött. Colbert a király egy erős kezű, nagy hatású minisztere volt, aki sokat tett az ipari infrastruktúra kialakítása érdekében. Ő maga hozott létre manufaktúrákat, például üveggyártásra, szövetkészítésre és -festésre. A manufaktúrák felállításához és működtetéséhez innovációra, végső soron tudósokra volt szüksége. Ezért hozta létre Colbert a tudományos akadémiát, amit formálisan természetesen a király alapított meg 1666-ban. Létrejött egy tudományos közösség, a rákövetkező évszázadban például tag volt Lavoisier is, akit sajnos a francia forradalom során elvesztettünk. A 18. századra jellemző, hogy szinte minden tudós az ipar irányításával létesített intézmények valamelyikében dolgozott. Különösen fontos terület volt például a „porgyártás”. A legfontosabb a puskaporgyártás volt, ami a salétromon (kálium-nitrát) alapult. De fontos területet képviseltek a mezőgazdaságban hasznosítható „porok” is. Az ország gazdag volt, ezért a tudományos kutatás jó minőségű eszközöket kapott. A nagy pontosságú mérleggel egyre kisebb és kisebb tömegeket lehetett megmérni, ennek pedig fontos szerepe volt az elemek felfedezésében. Az elemek felfedezése önmagában fantasztikus vívmány. Meg kell említeni, hogy az oxigén felfedezését Lavoisier-hez kötjük, de valójában Priestley is felfedezte ezt az elemet. Lavoisier tulajdonképpen már egy laboratóriumnak nevezhető műhelyben kísérletezett a 18. században. Ez az a kor, amikor az alkímia kémiává nőtte ki magát, ekkor teremtették meg a molekula és az elem fogalmát. Újabb francia példa Sainte-Claire Deville munkája az alumínium kapcsán. Ő is laboratóriumban dolgozott már a korábbi, alkimista pincékkel szemben; ennek jelentőségét nem lehet eléggé hangsúlyozni. Lavoisier fiatal asszisztense, du Pont de Nemours eleinte együtt kutatott Lavoisier-val, majd 1802-ben alapított egy porok gyártásával foglalkozó üzemet. Ez az üzem hatalmas vegyipari konszernné fejlődött az idők során, azzá, amit ma DuPont néven ismerünk. A családfát tekintve du Pont tehát Lavoisier tudományos gyermeke. Összefoglalva: a jelenség hátterében az húzódik meg, hogy a tudomány és az ipar kéz a kézben jártak, ami rendkívüli mértékben elősegítette az innovációt.

Hogyan alakul ma a tudomány és az ipar képviselete a Francia Kémiai Társaságban? Egy korábbi interjúban a Francia Kémiai Társaság rövid jellemzésére három szót használt, ezek az információ, a hirdetés/promóció és a képviselet. Ki tudná fejteni bővebben, mit ért ez alatt?

Kezdjük az információval. A kémiai társaságok országosan fogják össze a kémiával foglalkozó közösséget. Fontosnak tartom,

hogy országos szinten, saját nyelven, élő kémia valósuljon meg minden országban. Az anyanyelven folyó információcsere nagy jelentőségű a fiatalok karrierjének kezdetén, de a kémia társadalmi kommunikációjában is elsődleges. Számunkra fontos, hogy van francia nyelvű lapunk, és tudom, hogy a Magyar Kémikusok Egyesületének is van magyar nyelvű magazinja. A hirdetésre/promócióra áttérve: ez társaságunk egyik vívmánya az utóbbi években. Sikerült felvennünk a rendszeres kapcsolatot a politikusokkal. Parlamenti szakértő munkacsoportot alakítottunk, amely áttekintő tanulmányokat készít a jövő anyagairól, vagy éppen a környezeti kihívások megoldásáról. Igen fontosnak tartom, hogy a politikusok és a szakértők között élő kapcsolat legyen. A képviselet kapcsán a nemzetköziséget is említeni kell. Európában több mint 20 évvel ezelőtt kialakult egy szövetség az Európai Kémiai Társaság keretén belül. Rendszerszintű kapcsolatban állunk más országok kémiai társaságaival, legutóbb épp az USA és Kína kémiai társaságaival írtunk alá új szerződést. A fiatalok számára külön hálózatot hoztunk létre a Francia Kémiai Társaságon belül. A fiataloknak sajátosak a szempontjaik, és más kommunikációs csatornákat használnak. Lehetőségeket teremtünk a fiatalok számára utazásra, kapcsolatteremtésre, más országok életvitelének megismerésére, mindezt virtuálisan is, de lehetőleg inkább személyesen, a dolgok fizikai valójában.

Mi a szerepe az interdiszciplinaritásnak a mai kémiában? Képes vajon a kémiához távolról vagy távolról sem kapcsolódó képzéssel rendelkező kutató hozzátenni a ma kémiájához?

Az interdiszciplinaritás ma alapvető, nem véletlenül mondjuk a kémiát központi tudománynak. A kémia tárgya, az anyag az élet minden területen fontos. Gondolhatunk a közlekedésre, az energiatermelésre és -tárolásra vagy az orvoslásra. Fontos azonban hangsúlyozni, hogy az interdiszciplinaritás azután következik, hogy egy tudományterületen megvetettük a lábunkat. Nem tudunk igazán jelentőset alkotni, ha nem rendelkezünk szilárd alapokkal a saját tudományterületünkön. Meg kell legyen a saját terepünk, amit értünk, ahol megvannak a tapasztalataink, és csak ezután lehet új irányokba elindulni. Természetesen vannak átfogó témák, és ezek természetszerűleg interdiszciplinárisak. Ilyenek a társadalom egészét közvetlenül érintő kérdések, mint az energia vagy a környezet. Nemrégiben új osztályt nyitottuk a Francia Kémiai Társaságban, amely az energia területével foglalkozik. Ez az első interdiszciplináris témájú osztály a Társaságban. Amikor a CNRS-ben voltam, komoly vita folyt arról, hogy szükség van-e interdiszciplináris intézetekre. Végül azért nem hoztunk létre ilyeneket, mert a CNRS egészen szoros szervezeti kapcsolatban áll az egyetemekkel, amelyek diszciplináris szerkezetben oktatnak. Maradtunk annál, hogy elsődleges a szaktudás megszerzése, ezután következik a határterületek feltérképezése, azok új nyelvezetének elsajátítása.

Mit és hogyan érdemes középfokú szinten oktatni a kémia tárgy keretében? Hogyan tudjuk fenntartani a felnövekvő generáció érdeklődését, a figyelmet új és érdekes területek felé fordítani a kémiában?

Franciaországban komoly küzdelem árán sikerült elérni a 19. században, hogy a kémia oktatása megjelenjen a mérnöki tudományokat oktató iskolákban. Napjainkban mintegy 20 kémiára specializálódott középiskola működik Franciaországban. A fiatal generáció figyelmének elnyeréséhez és megtartásához a kísérleti kémiára alapozó oktatásra van szükség. Akkoriban, amikor beiratkoztam az egyetemre, mindenki azt kérdezte, vannak-e tapasztalataink a kísérleti munkában. Azt gondolom, hogy a kísérletezésnek meg kell jelennie középiskolai szinten, mert ebből nagyon sokat lehet tanulni. Én is végeztem pH-val kapcsolatos, analitikai jellegű kísérleteket középiskolában. Úgy emlékszem, aszpirint is szintetizáltunk, talán mert az egyszerűen kivitelezhető kémiai reakció. Középiskolás szinten lehet foglalkozni a színekkel, játszani a hajsamponnal vagy szintetikus polimert készíteni két komponensből. Franciaországban már voltak ilyen irányú kezdeményezések, de azt hiszem, ez az a terület, ahol még rengeteg a tennivaló. A természetesen nagyon fontos számítástudomány is mind nagyobb teret kap a kísérletes természettudomány kárára. Ezen a modern trenden mindenképpen el kell gondolkoznunk.

Császár Attila, Szabados Ágnes, Szalai István

35. OTDK Kémiai és Vegyipari Szekció

Képek a díjkiosztóról

Richard R. Ernst (1933–2021)

Kiss Tamás felelős szerkesztő felkérésére írok röviden Richard Ernstről, nem nekrológot, hanem csupán néhány gondolatot osztok meg, elsősorban személyes találkozásaink alapján. Ernst 1991-ben kapott kémiai Nobel-díjat a nagy felbontású magmágnesesrezonancia- (NMR) spektroszkópia továbbfejlesztéséért. A Fourier-transzformáció alkalmazásával megnövelte a módszer érzékenységét és megsokszorozta a kémiai alkalmazásokat.

Richard Ernst, 1995, Budapest (Hargittai Magdolna felvétele)

Inkább csodálkozni lehet azon, hogy erre már korábban nem gondoltak mások, hiszen a Fourier-transzformáció addig már más spektroszkópiai és diffrakciós módszerekben is rendkívül gyümölcsözőnek bizonyult. Érdekes, hogy mennyire analóg matematikai fogások alkalmazhatók nagyon különböző, de lehet, hogy mégsem annyira különböző fizikai jelenségek kémiai felhasználásában.

Ernst a zürichi ETH-n szerzett vegyészmérnöki diplomát, majd 1962-ben PhD-fokozatot. Ezután az amerikai Varian Associates cégnél (Palo Alto, Kalifornia) helyezkedett el, amely az NMR-technika egyik vezető vállalata volt (ma high-tech óriáscég).

Amint a nagy amerikai vállalatoknál szokásos, munkaköri kötelezettségeinek teljesítésén túl bőven maradt ideje és lehetősége saját kezdeményezésű kutatásokra. Így jutott el a Fourier-transzformáció alkalmazásáig. A fenti csodálkozó megjegyzésünk annál is indokoltabb, mert a felfedezést/újítást nem is volt könnyű publikálniuk. A többes szám arra vonatkozik, hogy remek együttműködést alakított ki Weston A. Anderson nevű kollégájával. Kéziratukat 1965-ben a *Journal of Chemical Physics* kétszer is visszautasította azzal, hogy a szerkesztők/bírálók nem látták a módszer jelentőségét a molekulák kutatása szempontjából, és nem gondolták, hogy a cikk érdeklődést váltana ki. A dolgozat végül a *Reviews of Scientific Instruments* folyóiratban jelent meg (1966, 37, 93). A Varian cég sem látta, hogy haszna lehetne belőle, nem volt a programjának része, és nem építette be az új berendezésekbe ezt a lehetőséget. Végül versenytársa, a Bruker Analytical Instruments alkalmazta először az 1969-ben piacra dobott új berendezéseiben. A két cég között ez nem okozott problémát, mert közös szabadalom-felhasználási megállapodásuk volt, Ernst és Anderson pedig még idejében szabadalmaztatta a Fourier-transzformáció NMR-es alkalmazását.

Ernstnek széles rálátása volt az NMR-spektroszkópiára, például a 2000-es évek elején a Nobel-díjasok részéről szokatlanul éles szavakkal bírálta a Nobel-díj intézményét, hogy késlekednek a mágnesesrezonancia-képalkotás (MRI) megteremtőinek kitüntetésével. Erre aztán már nem sokat kellett várni (2005). Ernst folytatta a Fourier-transzformációval kapcsolatos módszerfejlesztést, bevezették az egydimenziós, majd a kétdimenziós Fourier-transzformációt, és ezzel lehetőséget teremtettek a biológiai nagymolekulák szerkezetvizsgálatára. Ennek első eredményei 1974-ben jelentkeztek, és ebben fontos szerepet játszott Kurt Wüthrich, aki 2002-ben lett ezért Nobel-díjas. Ernst és Wüthrich már Svájcban működött együtt, ahová mindketten visszatértek a pályájukat sokban meghatározó többéves amerikai élet után. Megemlítjük még Ernst munkáit a heteronukleáris magmágneses rezonancia területén.

1991-ben Ernstet repülés közben értesítették a Nobel-díjról, és a légikísérők köszöntötték ebből az alkalomból (Ernst szívességéből)

2007, „Cornelia Street Café", New York, a tibeti kultúra két propagálója (Hargittai Magdolna felvétele)

Ernst 1968-ban tért vissza Svájba, és a zürichi ETH fizikai kémiai részlegében az NMR-csoport vezetője lett. Az előző vezető, Ernst egykori témavezetője, Hans Primas érdeklődése egyre inkább elméleti kérdések felé tolódott el. Szükség volt egy új vezetőre, aki a szerkezetmeghatározást tartja legfőbb témájának. Nem volt könnyű helyzetben, mert az ETH-állás nem meghatá-

rozatlan idejű volt, és Ernst egyébként is jól érezte magát Amerikában. Az első év végével idegösszeomlást kapott. De a svájci környezet mindig hiányzott neki, és visszatekintve úgy látta, ha az egyetem nem is, Svájc nagyon is vonzotta.

Ernst mindig kötelességtudó volt, szorgalmas és kitartó, a tehetsége mellett. Igyekezett megfelelni az elvárásoknak. Amikor, különösen a Nobel-díjat követően, már többször is faggatták a hobbijáról, elhatározta, hogy lesz hobbija. Valami olyat szeretett volna, ami kiegészíti a tudományos munkát, valahogy egyensúlyt alkot vele. Nem volt vallásos, de szerette a vallási művészetet, ami persze nem nagyon eredeti vagy ritka hobbi. Végül a tibeti művészetnél kötött ki, és ahogy mindent csak komolyan csinált, hamarosan ennek is elismert szakértője lett és különlegesen gazdag gyűjteményt hozott össze.

Először Budapesten találkoztunk, 1995-ben, és akkor felvettünk vele egy hosszú beszélgetést is.[1] Utolsó találkozásunkra 2007-ben került sor nem mindennapi körülmények között. A Nobel-díjas Roald Hoffmann – egy manhattani (New York) kávéházban, a „Cornelia Street Café”-ban – évekig szervezett havonta egyszer egy olyan eseményt, amely a tudományt más kultúrákkal kapcsolta össze. Az egyik ilyen alkalmat a tibeti kultúrának szentelte. Meghívott erre az eseményre egy tibeti előadóművész-aktivistát, meghívta Ernstet és meghívott bennünket is. A terem zsúfolásig megtelt, és a két központi szereplő, Ernst és a tibeti művész, mindenkit a tibeti művészet hívévé varázsolt. Attól a gondolattól sem tudtunk szabadulni, hogy micsoda tragédia, ahogy a Kínai Népköztársaság rabságban tartja a tibeti népet, amelynek ősi kultúrájába azon az esten bepillantást nyertünk. Richard Ernst akkor kilépett a Fourier-transzformációs NMR-spektrosz-kópia kereteiből, és erre az estére ő is aktivista lett.

Hargittai István

[1] Istvan Hargittai, Candid Science: Conversations with Famous Chemists (edited by Magdolna Hargittai; London: Imperial College Press, 2000), Chapter 23, „Richard R. Ernst”, 294–307.

Dobóné dr. Tarai Éva

Egy megvalósult álom

Tiszteld a gyermeket, hallgasd a szavait figyelmesen és végtelen szeretettel szólj hozzá. *Szilárd Leó*

Tanárrá válásom sokkal korábban kezdődött, mint amikor 1984-ben átvehettem a Debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetemen a biológia-kémia tanári diplomámat. Már általános iskolás koromban tudtam, hogy tanár szeretnék lenni, és a belépő új tantárgy, a kémia csodája miatt és kedves tanárnőmnek, Juhász Lajosnénak köszönhetően, már ott eldőlt, hogy a kémia lesz az én utam. Ezért jelentkeztem az egri Gárdonyi Géza Gimnázium kémia tagozatos osztályába. A jelentkezéskor még nem tudtam, hogy olyan kivételes tanáregyéniség tanítványa leszek majd, mint Irlanda Dezső, aki azóta is emberi és szakmai példaként áll előttem. A középiskolában és az egyetemen is nagyon sok kiváló tanárom volt, és félve, hogy valakit kifelejtenék a felsorolásból, most csak dr. Tóth Zoltán nevét említem meg, akinek nemcsak egyetemi éveim alatt, hanem egy-két évtizeddel később is fontos szerep jutott tanári pályám alakításában azzal, hogy egy izgalmas és kihívásokkal teli „útjelző táblára” hívta fel a figyelmemet.

Húsz évig tanítottam mindkét szakomat budapesti általános iskolákban, és öt osztály osztályfőnökeként megtapasztalhattam ennek a feladatnak minden szépségét és számos nehézségét. Ebben az időszakban még biológiát is tanítottam, és ekkoriban számos környezeti neveléshez kapcsolódó publikációm, szakmai és módszertani cikkem, könyvfejezetem és egy könyvem is megjelent. Ezekben az években az iskoláim természettudományi munkaközösségeit vezettem, és évekig a XIII. kerület biológiatanárainak munkaközösségét is. Számomra új pedagógiai helyzetekben is kipróbálhattam magam. A középsúlyos értelmi fogyatékos vagy speciális nevelési igényű (SNI) diákok integrált oktatása kéttanáros modell alapján először csak egy elvégzendő, nehéz feladat volt. A fejlesztő pedagógus segítő magyarázatai, a gazdagodó munkakapcsolatok, a közben elvégzett képzések és a gyarapodó személyes tapasztalatok hatására egyre elfogadóbbá váltam, és a gyerekektől kapott szeretet és visszajelzések birtokában úgy érzem, hogy tanárként hálásnak kell lennem ezért a tapasztalatért.

Bekapcsolódtam a tanárképzésbe is. Az ELTE Tanárképző Főiskola Karának megszűnéséig közel harminc tanárjelölt munkáját segítettem mentortanárként. 2009-től először óraadó kémiatanárként, majd 2011 óta főállásban tanítok a Berzsenyi Dániel Gimnáziumban. Szerencsésnek mondhatom magam, mert mindig befogadó, segítőkész és innovatív tanári karok tagja lehettem, és megtapasztalhattam a közösségek, az egymásra támaszkodás és a személyes példamutatás hatását és erejét. A Berzsenyi közösségi élete legendás. A diákok, a szülők és a tantestület állandó kommunikációja, kölcsönhatásai végül egy olyan dinamikus egyensúlyi állapotot eredményeznek, amely a kimagasló tanulmányi munka mellett jelentős vonzóerővé válik a végzős általános iskolások számára, és akár évtizedek múlva is nagyon szoros, összekötő kapocsnak és összetartó erőnek bizonyul az itt végzettek számára.

A szerző 2020-ban Rátz Tanár Úr Életműdíjat kapott. „Tanári történetét” a szerkesztőség felkérésére írta meg.

Első konferenciánkon az önképző-körösökkel

Kémiatanárnak lenni a Berzsenyiben számos új kihívást jelentett: kémia tagozatos csoportokat tanítani, érettségire és korosztályos tanulmányi versenyekre felkészíteni, új típusú és témájú pályázatokat benyújtani, tanterveket írni vagy meglévőket átdolgozni, hogy csak néhányat emeljek ki. 2011-ben indítottuk be a kémiaérettségire való felkészülést segítő kémia fakultációkat, az alsóbb évfolyamokon a szakköröket és olyan, az iskolai életet színesítő és szakmailag gazdagító programokat, mint amilyen a kémia-show, részvétel a Diákvegyész Napokon, a Diák Szimpóziumon, a KUTOSZ rendezvényein vagy a Tudás Expón. Tanítványaim sikere jelenti számomra a legnagyobb örömet: a versenyeredmények, a sikeres emelt szintű érettségik, a nyertes és díjazott pályamunkák, az orvostanhallgatók, vegyészmérnök-jelöltek beszámolói az újabb és újabb kiváló eredményekkel teljesített egyetemi szemeszterekről. Mostanában végeznek az első berzsenyis tanítványaim, és sorra érkeznek a meghívók vagy fotók az egyetemi diplomaátadókról.

Egész pályámat a kíváncsiság, a megismerni vágyás és a folyamatos önképzés jellemzi. Közel harminc akkreditált szakmai és szakmódszertani képzésen vettem részt, amelyek nemcsak szaktárgyaimat érintették, hanem informatikai, pedagógiai és didaktikai témájúak is szerepeltek közöttük. Rendkívül sok ötletet és inspirációt kaptam a Kémiatanári Konferenciákon. És itt kerül képbe újra Tóth Zoltán, akivel az egyetemi évek után legközelebb 2003-ban Egerben találkoztam a Kémiatanári Konferencián. Én részben családi okok, részben a rendezvény miatt utaztam szülővárosomba, ő pedig azért, hogy elhozza az én útjelző táblámat. Abban az évben akkreditálták a pedagógusok számára is elérhető doktori képzést a Debreceni Egyetem Kémia Intézetének Doktori Iskolájában, abban az alprogramban, amely a DE Kémia Szakmódszertani részlegében folyó kutatásokhoz kötődik. Az első adandó alkalommal felvételiztem a doktori iskolába, és 2009-ben summa cum laude minősítéssel védtem meg a disszertációmat a tanulói tévképzetek kutatása témában. Innen már egyenes út vezetett a kutatótanári cím megpályázásához és 2016-os elnyeréséhez, majd 2020-as sikeres megújításához. Közben néhány tucat újabb, most már kémiai és kémia szakmódszertani témájú publikáció is született angol és magyar nyelvű szakmai konferenciákon, folyóiratokban, szakkönyvekben és laboratóriumi munkafüzeteket és tanári kézikönyveket is írtam.

Pozitív hatások

Kutatótanári létemnek azonban sokkal inkább a tanítványaim a főszereplői, mint én magam. Kezdetben és természetesen folyamatosan a tanórák kutatási terepként és állandó adatszolgáltatóként szerepelnek. Kutatásmódszertani ismereteim bővülése pedig szerencsésen esett egybe egy egészen kiváló tagozatos csoportom jelenlétével. Az ő kezdeményezésükre alakult meg 2015-ben a Kémiai Önképzőkör, ami hagyományt teremtett iskolánkban, és azóta is eredményesen működik. A klasszikus önképzőköri formákat elevenítettük fel: érdeklődésük, tanulmányaik, szakirodalmi olvasmányaik alapján tartottak előadásokat és vitákat. Hamarosan új koreográfia alakult: a felvetődő kérdések megválaszolására kutatások indultak, és itt már kutatótársakként dolgozunk együtt egy-egy probléma megoldásán. Mindannyian mást adunk hozzá: én a szaktudásomon túl a doktori képzésem során elsajátított kutatásmódszertani ismereteimet osztom meg a diákokkal, ők pedig hihetetlen érdeklődésükkel, nyitottságukkal és friss gondolkodásmódjukkal újabb és újabb inspirációkat adnak mindannyiunknak. Számos diákpublikáció, díjak, helyezések, innovációs különdíj és szakmai elismerés az eredmény, szerencsére nemcsak az „alapító atyák", hanem az őket követő tehetséges évfolyamok részvételével. A hidrogélekben végzett mikrokísérleteinkről egyebek mellett a *Science in School* folyóiratban számoltunk be. A kísérletek nagy sikert arattak a *Science on Stage* hazai és európai fordulóján is 2017-ben, mint ahogyan a növényi eredetű festékek előállítását és Hokuszai stílusában készített festményeinket bemutató projektünk a cascaisi (Portugalia) *Science on Stage*-en 2019-ben, hogy csak a legkiemelkedőbbeket említsem a hosszú listából.

Tornyosuló viharfelhők

Természetesen a kémiatanítás nemcsak sikerekről szól, nagyon sok nehézséggel is meg kell küzdenünk. Mára sajnos már közhely a kémia tantárgy népszerűtlensége és kedvezőtlen társadalmi megítélése. Megosztó tantárgy, a diákok egy része nagyon szereti, mások kifejezetten elutasítóak vele kapcsolatban. A közömbös többség megnyerése vagy legalábbis kimozdítása a passzivitásból mindennap új kihívást jelent. Hogyan jutnak idáig az új tantárgy, a kémia megjelenését csillogó szemmel váró hetedikesek, mire elérnek a középiskolai tanulmányokig? A kérdés nagyon sokrétű, nincs egyetlen válasz. A kémia nehéz. Nehéz, mert a jelenségeket több szinten értelmezi: a halmazok, a részecskék és a szimbólumok (képletek, egyenletek) szintjén. Utóbbiak olyan absztrakciós képességek meglétét várják el a diákoktól, amelyekkel adott pillanatban sokan még nem rendelkeznek. Nehéz, mert sajátos nyelvezete van, mást jelent a csapadék a hétköznapokban, mint a kémiórákon. Aki kémiát tanul, új idegen nyelvet tanul, a kémia

Cikkírás közben

nyelvét. A szaknyelv természetes és mesterséges fogalmakat is tartalmaz, például az égés hétköznapi kifejezés adott jelenségtartalommal, az oxidációval kapcsolatban áll, de mégsem szinonimái egymásnak. A kémia modelleket használ, gondolati modelleket, amelyek befogadása újabb absztrakciós szintet vár el a diákoktól, és ezek vizualizált vagy tárgyiasított formáit, például molekulamodelleket vagy atompályamodelleket, amelyek esetében pontosan meg kell érteni ezek korlátait is. Számos félreértéshez vezetnek olyan praktikus fogások, mint hogy a kénatomokat sárga, a szénatomokat pedig fekete golyócskák szimbolizálják a molekulamodellekben. Sok diák számára ez egyben azt is jelenti, hogy maguk a valódi kénatomok sárga színűek. Nehéz megérteni és elfogadni, hogy a halmaz tulajdonságait a halmazt alkotó részecskék és a közöttük lévő kölcsönhatások együttesen határozzák meg. Újabb diákokat „veszítünk el” a kémiai számítások megjelenésekor. A számunkra egyszerűnek és logikusan megoldhatónak tartott feladatok sokakban (gyakran otthonról hozott) zsigeri ellenállást váltanak ki.

Sajnos, többször elhangzik, hogy miért kell kémiát tanulni vagy bizonyos kémiai ismeretekre hol és mikor lesz szüksége egy irodalomtörténésznek, programtervező matematikusnak vagy műfordítónak. Természetesen, mi, tanárok, pontosan tudjuk, hogy nem az adott fogalom, hanem annak megismerése és befogadása közben mozgósított kognitív struktúrák fejlődése és maga a tanulási folyamat az, ami a természettudományos gondolkodás elsajátításához szükséges. Ez pedig ugyanúgy az általános műveltség része, mint a képzőművészet, a zene vagy az irodalom, bár nem vagyok meggyőződve arról, hogy valóban ez lenne a köz véleménye. Pedig jövőbeni felelős döntéshozóként vagy tudatos választópolgárként erre a szemléletmódra elengedhetetlenül szüksége lesz a következő nemzedéknek. És pusztán olyan hétköznapi kérdések kapcsán is, hogy ne higgyen el áltudományos magyarázatokat, ne költsön ezreket sarlatánok által kínált csodaszerekre és mindent megtisztító, fertőtlenítő, „antisztatizáló” és „energetizáló” anyagokra. Essen gondolkodóba, hogy vajon hogyan is hat egy (1 db!!!) olyan molekula, amely valójában nincs is benne a végtelenségig hígított, rázott és forgatott oldatban, csak a vízmolekulák őrzik a lenyomatát és még ez is képes lenne kifejteni áldásos hatását. Természettudományos írástudás nélkül hogyan tudja megvédeni magát például egy olyan szisztematikusan felépített eszmerendszerrel szemben, mint a homeopátia vagy mi védi meg az oltásellenesek szirénhangjaitól?

Dilemmák: mit tanítsunk és hogyan?

Ez az a kérdés, ami tantervi és szakmódszertani szempontból legjobban foglalkoztat mostanában. Pályakezdő korom visszatérő kifejezése volt a *’78-as tantervi reform*. Azóta számos reformot átéltünk, köztük a Nat végeláthatatlan sorszámú verzióját, amelyek némelyikénél kikérték a gyakorló pedagógusok véleményét, máskor nem. Reform. A meglévőt átdolgozni, megújítani, eredményesebbé tenni, a visszajelzések és a tapasztalatok alapján tovább javítani. Egyetlen egy alkalomra sem emlékszem, hogy végigért volna felmenő rendszerben egy-egy ilyen reform, mielőtt az új, módosított változat napvilágot látott volna. Szakmai párbeszédek, egyeztetések alapján vagy azok nélkül a megszülető újabb és újabb tantervek gyakran okoztak frusztrációt a kémiát tanítók számára.

Antagonisztikus ellentétpárok között botladozunk. Végtelenségig leterhelt diákok, magas tanulói óraszámok. Csökkenő tantárgyi óraszámok: a reformok során a legnagyobb vesztes a kémia. A követelmények némileg csökkentek ugyan, de a kimeneti követelmények eredményes teljesítéséhez a megfelelő megértésre, gyakorlásra, a nyugodt, elmélyült együtt gondolkodásra, kísérletezésre fordítható idő nem elegendő. Nem is beszélve a személyi és tárgyi feltételek meglétéről, illetve az ország számos régiójában ennek hiányáról. Szükség van-e arra, hogy minden diák megtanulja, megértse a kémiatudomány finoman hangolt részleteit vagy legalább az egésznek keretet adó rendszert és legfontosabb fogalmait? Bármilyen fájó is számunkra, de a mérések, kérdőívek, didaktikai kutatások szerint erre csak a középiskolai diákság néhány százaléka hajlandó, illetve ilyen arányban terveznek a későbbiekben is kémiával foglalkozni. Nem lenne elegendő a többség számára csak a hétköznapjainkban előforduló kémiai jelenségek bemutatása és valamilyen szintű magyarázata? Bár a háttérben lévő rendszerezett kémiai ismeretek nélkül ez csak a tudomány felszínén történő kapirgálás a hagyományos kémiatanári felfogás szerint. De miért is lenne baj, ha csak kevesebb kémiai jelenséget ismernének és értenének a diákok, de azt a kevesebbet mindenki tudná, hogy a hétköznapi életben biztonságosan és balesetmentesen elboldoguljon? És akit ennél mélyebben érdekel a kémia, kapjon erre lehetőséget érettebb fejjel, a középiskolai tanulmányai második részében, magasabb óraszámú fakultációkon. Szerencsére a legutóbbi tantervi módosítások „A” és „B” kerettantervei már ezt a szempontot is figyelembe veszik. A gyorsuló tudományos megismerés, a paradigmaváltások, az újabb és újabb technológiák megjelenése közötti idő már egy generációnál is szűkebbre rövidült. Amit mindenképpen meg kell tennünk: a mai tudomány bázisán kell minden tanítványunkat a jövő képességeivel felvérteznünk, hogy képesek legyenek olyan munkafeladatokat megtanulni és ellátni, amilyeneket ma még nem is ismerünk, amilyenek még nem is léteznek. Azért, mert a tanári létben mégis vannak örök igazságok: felelősek vagyunk a diákjainkért. Ehhez a felelősségteljes munkához kívánok kitartást és sok örömet minden kedves jelenlegi és jövőbeli kémiatanár-kollégámnak.

Nemcsak kell, hanem lehetséges is a kémiát érdeklődést felkeltő módon tanítani

Beszélgetés Keglevich Kristóffal, a Magyar Kémiaoktatásért-díj egyik kitüntetettjével

A Magyar Tudományos Akadémián, 2020 októberében 21. alkalommal ismét négy kémiatanár vehette át a Richter Gedeon Alapítvány Magyar Kémiaoktatásért díját, közöttük Keglevich Kristóf, a Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium kémia és történelem szakos tanára. Ez alkalomból beszélgetünk a kitüntetettel.

Az idén a járvány miatt rendhagyó módon adták át a díjakat. Csak kevesen lehettek jelen az ünnepélyes díjátadón az MTA épületében. Hadd kérdezzem meg, hogy az esemény egyedisége menynyire tudta ellensúlyozni a szokásos nagy létszámú ünneplés és köszöntés kényszerű elmaradását.

Ellensúlyozta. Igazából nem is kellett mit ellensúlyozni, örültünk, hogy a Richter akarta és meg merte szervezni a személyes díjátadót. A legfőbb probléma az volt, hogy az egyik kitüntetett – lévén felvidéki – nem tudott eljönni, csak online volt jelen. A Richter nagy jelentőséget tulajdonít a külsőségeknek (ezt dicsérőleg mondom), a díjátadót is mindig szinte szertartásosan bonyolítja le, ez tavaly sem történt másként. Emellett az ünnep személyes hangvételű is, egyfelől azért, mert az embert kollégái terjeszthetik fel, és az én kollégáim – Covid ide, elfoglaltság oda – fontosnak tartották és időt szántak arra, hogy javasoljanak engem. Másrészt személyes értéke a(z öreg)diák által mondott laudáció. Ezt esetemben, mint a helyszínen megtudtam, egyik legkedvesebb diákom, újabban barátom, Takács Gergely – vegyészmérnök, keminformatikus, doktorandusz – vállalta.

Napjainkban egyre nagyobb jelentősége van a természettudományos utánpótlás nevelésének, hiszen a világgazdaság, de maradjunk csak a hazai gazdaságnál, megújulásának feltétele a kiművelt emberfők, köztük a reáltudományokhoz értő szakemberek számának növelése és itthon tartása. Ehhez pedig elkötelezett, szakmájukat hivatásnak tekintő pedagógusokra van szükség. Mennyire adottak a feltételek ehhez ma hazánkban?

Ez költői kérdés? Kevéssé adottak. A Fazekas Mihály Gimnázium tanáraként egyfelől semmiképp sem szeretnék panaszkodni, mivel egy „elitiskolában” tanítva összehasonlíthatatlanul kedvezőbb helyzetben vagyok, mint a végeken küzdő pedagógusok. Vagyis hát mégiscsak panaszkodom, bevezetésképp egy rendszeresen megismétlődő történet elmesélésével. Gyakran jönnek hozzánk szingapúri, kínai, angol, finn, svéd stb. tanárcsoportok, akik az iskola (elsősorban a matematika terén végzett) csoportos tehetséggondozó munkájára kíváncsiak. Amikor körbevezetjük őket az épületben, és megnézik a labort (büretták, pipetták, folyadéküvegek, elszívófülke), meg szokták kérdezni: rendben, szép ez a múzeum, de hol van a kémiaterem? Archaikus környezetben nem könnyű modern természettudományt tanítani, még ha laborunk antik berendezése, II. világháború előtti szemléltető eszközeink, ásványgyűjteményünk számomra kimondottan inspiráló környezetet jelent is. És hát jól tudom, hogy koránt sincs minden iskolában elszívófülke, büretta vagy ásványgyűjtemény. Említhetném a fizetést (annak alamizsnaszerűségét), a portfólióírás kényszerét és számtalan értelmetlen adminisztratív terhet, a diákok egyre nehezebb motiválhatóságát, a kémia presztízsének folyamatos csökkenését. Amikor a tanárok erről beszélnek, úgy érzik, légüres térben kiáltanak segítségért.

A sorozatos reformok nem tettek jót a pedagógushivatás megszilárdulásának. A legutóbbi Nat pedig, ha lehet, azt a kevés kreativitást is igyekszik kiölni a tanárokból, ami még maradt az évek ide-oda változtatgatásai után. Mi tartja még a lelket az olyan kiemelkedőt nyújtani képesekben, mint az idén kitüntettek vagy társaik?

Ha őszinte akarok lenni: többes szám első személyben nem tudok válaszolni, csak a magam nevében. A gondviselés kegyelme volt, hogy középiskolai tanári pályám kezdetén, 2008-ban a Fazekasba kerültem. Egyrészt közvetlen kollégáimtól, Riedel Miklósné Hobinka Ildikótól, Rakota Edinától és Albert Attilától min-

Kémiaóra a Fazekasban (2013)

den segítséget megkaptam, amiről pályakezdő tanárként álmodhattam. Saját észlelésem szerint jó hangulatú, együttműködő munkaközösségbe kerültem. Másrészt a Fazekas tanári kara vonzó módon sokszínű, művelt, igazi világpolgárokból álló társaság, ahol a szakmaiság dominál, és ahol barátaim is lettek. Harmadrészt iskolánk műemléki jellegű épülete is nagyon szép, múltja gazdag, kapuján belépni számomra önmagában is ösztönző erő. Negyedrészt – és ezzel illett volna kezdenem – a diákok. Minden osztályban vannak olyan gyerekek, akiknek a szemében őszinte érdeklődés csillog, akiket intellektuális érdeklődés fűt és jó esetben az érzelmi életük is kiegyensúlyozott. Minthogy a tanár munkája a diákokkal való kooperáció, nyilvánvalóan elsősorban és döntő módon a diákok tartják a lelket az emberben. És – ahogy mondtam – az se utolsó az ember hangulata szempontjából, ha a tanárkollégákkal és az intézmény vezetésével jó viszony alakul ki.

A múlt tanévben és az idén is a járvány csak még jobban „betett" a pedagógushivatásnak. Az online oktatás a tanítás lelkét, a személyes tanár-diák kapcsolatot száműzte már több mint egy évre a tanári létből. Ez szerintem maradandó sérülést fog okozni mind a tanárok, mind a diákok életében. Nem tudom, hogy lehet ezt majd orvosolni…

Hálával tartozom a sorsnak, hogy ezekben az években nem voltam osztályfőnök, mert akkor még inkább partra vetett halnak éreztem volna magam. Úgy vélem, a tanár-diák és az osztályszintű diák-diák személyes kapcsolatok elsődleges tere az osztálykirándulás, a szalonnasütés, a színházlátogatás, a nyári tábor. Ezek a 2020/21-es iskolaévben mind ellehetetlenültek. Nem vagyok jós, nem tudom, miként orvosolhatóak a nyilvánvalóan kialakult pszichés sérülések, de abban biztos vagyok, hogy az iskola falain kívül közösen eltöltött idő – a közösen átélt élmény – gyógyító erejű lehet. Sajnos nem mindig könnyű rávenni a diákokat, hogy vegyenek részt ezeken a programokon. Egyesek a járvány előtt is magányosak voltak a harmincfős társaság közepén, nem akartak oldódni. Annyira féltek a visszautasítástól/megsebződéstől, hogy elzárkóztak a baráti kapcsolatoktól. Naivan és rendíthetetlenül vallom, az iskola nevelő hatása elsősorban az iskolán kívüli közösségi élményeken keresztül valósul(hatna) meg.

Mennyiben észleled a diákokkal való kapcsolatodban a különböző generációk közötti különbözőségeket? Jelent-e ez eltéréseket a közös hang megtalálásának formájában, vagy ez belevész abba az általános igazságba, hogy a tanárnak szükség esetén mindenkihez egyénileg kell megtalálnia az utat?

Személyiségem kissé merev, autisztikus tulajdonságokkal, nem szeretek bratyizni a tanulókkal. Azt hiszem, a stílusom nyers, de a diákoknak általában „bejön". Kommunikációs szempontból nincs gondom a generációk közti különbségekkel, a diákok közege engem magamat is fiatalon tart. A kérdés feltételezi azt az ideális helyzetet, hogy a tanárnak lehetősége van személyes kapcsolatba kerülni diákjaival. Tekintsünk egy 34 főből álló kilencedikes osztályt, amely pénteken 9.58-kor megérkezik a 10.00-kor kezdődő – heti egyetlen – kémiaórájára. Jelentés, néhány késő betoppanásával tarkított felelés, új tananyag, kérdések, kísérlet, 10.45-kor kicsöngetnek, 10.50-kor vége az órának. A néhány legelszántabb, további kérdésektől fűtött nebulót kivéve boldog-boldogtalan rohan ki a teremből. Nekem, csekély értelmű medvebocsnak az is problémát jelent, hogy a 34 diák nevét megjegyezzem, és fölismerjem őket a folyosón, nemhogy egyéni utat találjak hozzájuk… és ez természetesen frusztrálttá tesz, hiszen tanárként éppen ez lenne a dolgom. A kis óraszám nemcsak a tananyag feldolgozása miatt jelent problémát, hanem a személyes kapcsolat kialakulását is ellehetetleníti. Személyesebb kapcsolatom saját osztályaim diákjaival volt, jelenleg a tagozatosokkal és a szakkörösökkel van.

A kitüntetés alkalmából nagyon szépen idézted Rutherford gondolatait: egyszerűen és érthetően kell oktatni a kémiát az iskolában, hogy felkeltsük a diákok érdeklődését a tárgy iránt, és megszerettessük velük. Lenne ehhez hozzáfűzni valód, további gondolatod?

Ernest Rutherford állítólag egy alkalommal azt mondta, hogy a tudományos gondolatnak semmi értéke sincs, ha nem lehet azt megmagyarázni akár egy pincérnőnek is. Werner Heisenberg más nézeteket vallott: szerinte semmi sem igaz, ami szemléletes. Saját hitem szerint a közoktatásban Rutherford elvét kell szem előtt tartanunk még ma, a természettudományos oktatás háttérbe szorulásának korában is. Úgy érzem, a kémiát könnyű szemléletesen tanítani. Minden tanárnak hinnie kell saját képességeiben és a gyerekek értelmében; abban, hogy a diákok megérthetik a kémiát, és abban is, hogy felkelthető a kémia iránti érdeklődésük. Azt hiszem, hajlamosak vagyunk alábecsülni a gyerekeket, és szilárd táplálék helyett pempőt adunk nekik, hogy csócsálják el – pedig rágni (gondolkodni) is képesek. Kaland megtanítani a hetedikesnek, hogyan kell kanyarítani a ró betűt,

Az első osztállyal a 12. századi zobordarázsi kápolnában (2011)

A második osztállyal Erdélyben (2017)

és élmény látni, ahogy a tizenkettedikes megérti a szacharóz pontos térszerkezetet is kifejező képletét. Visszatérve az eredeti kérdésre, összefoglalóan az a válaszom, hogy nemcsak kell, hanem lehetséges is a kémiát az érdeklődést felkeltő módon tanítani. Pontosabban: lehetséges lenne, ha a Nat2020 adna rá órakeretet...

A természettudományos tanárképzés helyzete évtizedek óta mostohagyermeke az oktatáspolitikának. A szavak szintjén mindig kiemelt fontosságúként kezelik, de amikor döntésre kerül sor, mindig egyre rosszabb és rosszabb helyzetbe kerül. Jelentősen csökkent az órák száma a tantervekben, a tananyag viszont ezzel nem tart lépést. Hogy lehet így vonzóvá tenni a természettudományos tárgyakat a diákok számára?

A kulcs szerintem a tanár személyisége. Hetedikben (már ahol egyáltalán kémia van a hetedik évfolyamon és nem science) és kilencedikben a kémia egyórás, amolyan játékos tárgy lett. A tanár kicsit színész, kicsit bohóc, kicsit mentor, kicsit motivátor, kicsit edző, kicsit barát, kicsit lelkész, kicsit karmester. Önmagát kell adnia, nem vélt szerepmodellekhez igazodnia. A jó tanár személyisége vonzó, sok esetben ez ragad át az általa tanított tárgyra is. Egy bejövő kilencedik osztálynak a tananyagot heti egy órában úgyis lehetetlen megtanítani, megpróbálni sem érdemes, garantálható a kudarc. Naná hogy azért megpróbáltam, 2020 novemberétől kezdve hardcore terepen, a Zoom felületén keresztül. Azt remélem, hogy legalább egy-két gondolat, anekdota, szempont, műveltségmorzsa megragadt a gyerekekben, pl.: Fritz Haber sajátos életútja, érdemes-e oxigénnel dúsított vizet vásárolniuk, a definíciók és a tiszta fogalomhasználat fontossága és az ikes igék eredeti ragozása. A kémiatanítás fenntartása mellett ugyanis másik életcélom a régi ikes ragozási paradigma megőrzése. (Mindkét területen vesztésre állok.) Csak remélhetem, hogy valamit sikerült felcsillantanom a kémia szerteágazó szépségéből a most említett 34 kilencedikesnek.

Társszakmád, a történelem révén jó rálátásod van a humán tárgyak középiskolai tantervekbeli helyzetére is. A laikus nem azt érzi, hogy ezek javára kerülnének háttérbe a természettudományos tárgyak. Inkább olyan új tárgyak kerülnek elő, amelyek beágyazottságát nem mindig érzi a kívülálló eléggé átgondoltnak, megalapozottnak. A másik gond, amit a legutóbbi Nat véleményezése során a szakmák sorra megfogalmaztak, hogy túlságosan átpolitizáltak lettek a tantárgyi tematikák a szakmaiság rovására. Hogyan látod mindezt?

A Nat2020 úgy hiányzott a magyar közoktatásnak, mint az anyák napja az árvaházban, vagy sárgaláz a lepratelepen. A magyar és a történelem másként járt rosszul, mint a fizika és a kémia. Eleve magasabb óraszámaik gyakorlatilag változatlanul maradtak, viszont az új tartalom valóban nagyon aggályos. Egy – igaz, kissé túlzó – hasonlattal élve: hiába taníthatnám a kémiát heti három órában, ha a kerettanterv a horoszkóp, a homeopátia, a földsugárzás és a varázsvessző működésének taglalását írná elő, a periódusos rendszert viszont kiiktatná. Az egyre újabb és újabb Natok igazi nyertesei az idegen nyelvek.

Ebben lehetne is ráció… csak látnánk az eredményt, a középiskolából kikerülők kiemelkedő nyelvtudását. Arról nem is beszélve, hogy az idén újra nyelvvizsga-bizonyítvány nélkül adják ki az egyetemi diplomákat.

Igen, van benne ráció. Ám ez nehéz kérdés. Szemléleti is. Ötven éve jó szakembereket képeztek Magyarországon, igaz, kissé provinciálisakat, mert nem tudtak világnyelveken. Ha szükségük volt rá, felnőttként megtanulták. Időközben azonban kiteljesedett a globalizáció. A ma érettségizők nyelvtudása úgy-ahogy rendben van, de egyébként? Nemcsak a humán, hanem a reáltudásuk is igen-igen hézagos, a szakképzést is ideértve. Kiválóan alkalmasak külföldön angolul beszélő rabszolgának. Mindettől függetlenül iskolaválasztáskor az elsődleges szülői elvárások közé tartozik a nívós nyelvoktatás. Ezenkívül még a közösségi élet, esetleg a matematikatanítás színvonala – mivel az minden alapja – fontos a szülők számára. Ugyanakkor azt is tudjuk, nyelvtanár barátaim maguk is elismerik, hogy a gyerekek többsége nem az ő óráikon tanul meg jól angolul, hanem filmeket nézve, utazások során, magántanárnál stb. Ennyit az eredményességről.

Egy középiskolai tanárnak magánélete is van. Hallhatnánk valamit arról, hogyan telnek napjaid a kulisszák mögött, miben próbálsz újra feltöltődni, miben találsz kikapcsolódást a járvány sújtotta bezártság után?

Családot alapítanom még nem sikerült. A tanítás, illetve az óráimra való készület részben hobbi, rekreációs tevékenység is számomra. Nyár végére mindig el szoktam fáradni a hőség, a túrák, a kutatómunka miatt, szeptembertől kipihenem magam a tantermekben. Elsősorban a történelemóráimra való készülés jelent kimondott feltöltődést, ilyenkor magam is mindig újat tanulok. Szeretek történelmi és kémiatörténeti szakirodalmat olvasni, évtizedek óta érdekel a középkor művészete és a római katolikus szertartások hagyományos rendjének története (azaz a II. vatikáni zsinat előtti liturgika). Írni is szeretek, ám sajnos egyre kevésbé megy. Csak nagyon lassan. Ahogy időm engedi, igyekszem medievisztikai vagy kémia szakmódszertani tanulmányokat készíteni. További hobbim Nagy-Magyarország minél több műemlékének és szép természeti tájának felkeresése. Egy összetartó baráti kör, a fekete bárányok tagja vagyok, velük szoktam túrázni. Az osztályaimmal is sokat bicikliztünk, eveztünk, kirándultunk. Ezek – a diákok szavával élve – túlélőtúra- vagy kiképzőtáborszerű nyári programok sok élmény forrásává válnak. Egy tanár számára megtiszteltetés, ha a neve fogalommá válik. A Keglevich-állandó az úticél valódi és általam megadott távolságának aránya, amelynek pontos értéke ismeretlen, mindenesetre 1-nél lényegesen nagyobb, és az idővel is folyamatosan változik (nő). Az ilyesfajta biciklis, gyalogos, kenus nomád táborok töltenek föl a leginkább.

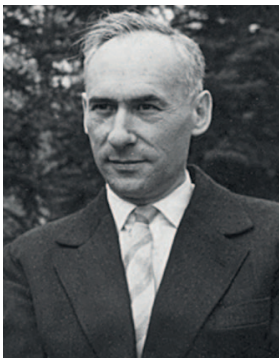
Kívánom, hogy még hosszú ideig sikerüljön a kémiát érdeklődést felkeltő módon tanítani, és az ikes igeragozás megőrzése terén is érjél el sikereket a fiatalság körében, mert a kémia is csak szépen, helyesen elmondva hangzik meggyőzően.

Kiss Tamás

Sohár Pál

100 éve született Varsányi György*

Varsányi professzor, szakmai pályafutásom „Geharnischtere”



VARSÁNYI GYÖRGY (FORRÁS: BME.HU)

Mozart *Varázsfuvolájá*ban két páncélos őrtálló – Geharnischter Männer – őrzi a beavatottak birodalmát az arra méltatlanok elől, és csak azokat vezetik be oda, akik kiállják a próbákat, bizonyítva, hogy méltók a bebocsátásra. Ilyen őrtállója volt Varsányi professzor minden szintet-lépésemnek a tudományos kutatói pálya hierarchiájában. Egyetemi hallgatóként ő vizsgáztatott fizikai kémiából, majd későbbi szakterületem, az infravörös spektroszkópia tudományából, ő volt egyetemi doktori szigorlatomon a bizottsági elnök, egyben a főtárgy kérdezője, később kandidátusi értekezésem egyik bírálója, és az ő ajánlása juttatott első munkahelyemhez a Gyógyszerkutató Intézetben.

Általános vélekedés szerint a fizikaikémia-vizsga volt a Budapesti Műszaki Egyetem Vegyészmérnöki Karán az ötéves tanulmányok során a legnehezebb vizsga. És a vizsgáztató Varsányi professzornak félelmetes híre volt a diákság körében. Valóban igen szigorú, de az önálló gondolkodást méltányló, igazságos, tárgyilagos és türelmes vizsgáztató volt. Aki a vizsgát nála jó eredménnyel abszolválta, bizonyította kiemelkedő képességeit és alkalmasságát a kutatói pályára. A sikeres Varsányi-vizsga tekintélyt termett nemcsak a hallgatótársak, de a többi oktató között is.

A fizikai kémia tantárgy több tudományterületet fogott át: ennek keretében oktatták az anyagszerkezetet, a termodinamikát, a reakciókinetikát, az elektrokémiát és a kolloidikát is.

A tárgy oktatása a termodinamikával kezdődött. Az előadó a tanszékvezető professzor, a tudományterület nemzetközi hírű szaktekintélye volt. A professzor kiváló kutató volt, de élemedett korában már nem igazán jó előadó. Feltehetőleg előrehaladott kora okán is halkan, akadozva beszélt, motyogott, gyakran elrontotta egy-egy levezetés egyik-másik lépését. Tévedését aztán táblatörlést követő ismételt levezetésekkel korrigálta. Mi, hallgatók unalmasnak és követhetetlennek tartottuk az előadásait.

Ezért aztán óriási kontraszt volt, amikor az anyagszerkezeti rész előadójaként Varsányi György, akkor még egyetemi docens, jelent meg a katedrán. Magas, egyenes tartású, impozáns megjelenése önmagában is vonzotta hallgatósága tekintetét és figyelmét. Az órák elején felírta a táblára – pontokba szedve – előadása vázlatát, s a pontokat követve világosan, tömören, jól érthetően, a fontosabb momentumokat hangsúlyozva és a levezetéseket lépésenként indokolva beszélt. A legbonyolultabb képleteket is fejből írta fel, soha nem tévesztett, nem hezitált, nem voltak memóriazavarai. Nem engedett meg magának előadások közben „lazításokat”: felesleges szószaporítást, szellemes közbevetéseket, humorizálást, csakis az anyagra koncentrált. És semmit sem hagyott magyarázat nélkül. Fegyelmezett, feszes, szikár előadásait nem volt könnyű követni, de aki figyelt és követni tudta, annak szinte sosem kellett otthon tanulnia vagy a hallottakat utánaolvasással, ismételgetésekkel megemésztenie.

Elképesztő memóriája volt! Amilyen aszkétikus, szinte merev volt viselkedése előadás és vizsgáztatás közben, olyan oldottan, fesztelenül érintkezett tanítványaival az órákon kívül. Például fogadott, hogy egy óra alatt memorizálja a telefonkönyv egy oldalát, s ha egy nevet vagy telefonszámot mondunk, ő a névhez tartozó hívószámmal vagy a hívószámhoz tartozó névvel válaszol.

Rendkívül sokoldalúan művelt, szellemes társalgó, kitűnő humorú ember volt. Akadémiai doktori védésén egyik bírálója – szakmai kifogásolnivalót nem találván Varsányi példaszerű alapossággal megírt, remekül felépített, magas színvonalú értekezésében – az ilyenkor szokásos „nyelvészkedéssel” helyettesítette a hibák, hiányosságok, tévedések, megalapozatlan állítások számonkérését. Abba kötött bele, hogy Varsányi a latinos „iners” írásmódot használta a német szaknyelvből átvett és meggyökeresedett „inert” forma helyett. Varsányi válasza így hangzott: „Nem vitatkozom, beletörődve a bíráló kifogásának jogosságába, megadással viselem *sortomat*.”

Bár szakmaszeretete, pedagógusi elkötelezettsége példaadó volt, távol állt tőle a „szakbarbárság”. Széles körű és alapos irodalmi műveltsége köztudott volt, beszélgetéseink során mégis gyakran meglepett olyan szellemes és mélyreható elemzésekkel, amelyek a legkiválóbb irodalmároknak is becsületére váltak volna. „Átköltötte” Dante *Isteni színjátéká*nak egyes versszakait, a tanszéki munkatársakra és napi eseményekre aktualizálva, a dolgokat humoros oldaluk felől közelítve. Ugyancsak kitűnő humorérzékkel adaptálta Babits „Danaidák” című költeményét az egyetemi élet apró mozzanataira alkalmazva „Diákdana” címmel. Nagyon szerette a komoly zenét, szorgos hangverseny-látogató volt, de odahaza is sok zenét hallgatott a rádióból és hanglemezeiről. Lakásán zenei előadásokat tartott. Lefordította a *My Fair Lady* angol szövegét, és lejátszva a musical zenéjét levetítette hozzá az általa lefordított magyar szöveget.

Ezekre az otthoni „produkciókra” barátait és a fizikai kémiából jeles zárthelyit író vagy nála jelesre vizsgázó hallgatóit hívta meg, utóbbiakat mintegy jutalmul. Hallgatótársammal, későbbi feleségemmel, többször is meghívottjai voltunk ezeknek a lakásán tartott házi hangversenyeknek. E „jutalomhangversenyeken” más darabok is, főként klasszikus művek szerepeltek. Nagy lemezgyűjteményéből programokat állított össze (egy program pl. egy nyitányból, egy versenyműből és egy szimfóniából állt), és

* Emlékeim néhai professzoromról, későbbi szerzőtársamról és barátomról.

minden programot kartonlapra (akkoriban használatos lyukkártyákra) írt fel. A lapok két dobozban voltak: egyikben az abban az évben már lejátszott műsorokat tartalmazók, a másikban a többi. Vendégei ez utóbbi dobozból választhattak műsort (hogy minden lemez egyenletesen sorra kerüljön). A műsorokhoz rövid bevezető előadást is tartott, s ilyenkor is megcsodálhattuk páratlan memóriáját: amint felsorolta a szerzők és előadók életrajzi adatait, életük fontosabb eseményeit, a művek keletkezésének és utóéletének mozzanatait.

Varsányi a szegedi egyetemen fejezte be egyetemi tanulmányait, a Kiss Árpád professzor vezette Fizikai Kémiai Tanszéken. Kiss professzor volt a spektroszkópiai és kvantumkémiai tudományok hazai meghonosítója, az ezeken a tudományterületen folyó kutatások úttörője. Az ő iskolájából került ki Varsányi György mellett, többek között, Sándorfy Kamill, a montreáli egyetem professzora, az infravörös spektroszkópia első kémiai szerkezetkutatási alkalmazásait tárgyaló szakkönyv egyik társszerzője és Paunz Rezső Izraelben élő kvantumkémikus-professzor, mindketten az MTA külső tagjai, valamint Láng László, a BME professzora, a magyarországi UV-spektroszkópia kiemelkedő szaktekintélye. Kiss Árpád volt Varsányi akadémiai doktori értekezésének egyik bírálója és azonos nevű kvantumkémikus fia a Varsányi-tanszék egyik munkatársa. A spektroszkópia iránti érdeklődését Varsányi a Kiss-iskolából vitte magával.

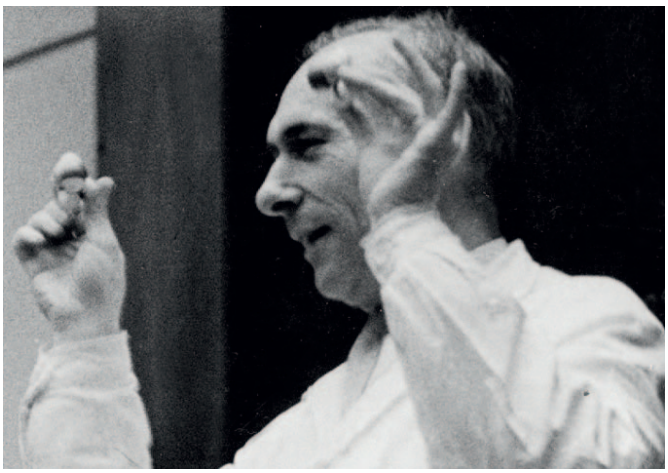
Az 1958/59-es tanévben Varsányi fakultatív tanfolyamot (speciálkollégiumi előadásokat) hirdetett meg Infravörös (IR) spektroszkópia címmel. Az akkoriban Nyugaton már rohamosan elterjedő, egyre nagyobb karriert befutó, s máig is egyik legfontosabb kémiai szerkezetkutató műszeres módszer hazánkban még szinte teljesen ismeretlen volt. Mindössze két kezdetleges, akkor már korszerűtlennek számító (IKSZ–11 elnevezésű, szovjet gyártmányú) mérőműszer volt Magyarországon: az egyik Veszprémben a MÁFKI, a másik az MTA KKKI és a BME Fizikai Kémiai Tanszék közös tulajdonában.

A speciálkollégiumok intézménye akkor még ritkaság volt a BME-n. (Úgy emlékszem, mindössze még egy létezett: Messmer András elméleti kémia tárgyú kurzusa.) A hallgatók nemigen tudták, hogy ilyen fakultatív kurzusok is léteznek, ezért toborozni kellett a jelentkezőket. Az akkor negyvenes évei elején járó, fiatal Varsányi természetes módon vonzódott a csinos és okos diáklányokhoz, ezért a jól tanuló és szépségükkel is kitűnő évfolyamtársnőinket hívta meg kurzusára. Közöttük volt későbbi feleségem, aki iránt akkoriban támadt fel bennem heveny érdeklődés. Így aztán – bár engem nem hívott Varsányi – én is jelentkeztem a tanfolyamra. Vagy tucatnyi lányból és másodmagammal két fiúból állt össze a hallgatóság. Mivel azonban az előadások túl elvontnak bizonyultak, túl sok nehezen emészthető matematikai részt tartalmaztak, a lányok lassanként mind lemorzsolódtak, s mire vizsgára került a sor, egymagam maradtam. Remélem, nem csak ezért kaptam jelest a vizsgán. Mindenesetre azonban így lett belőlem IR-spektroszkópus.

IR-ismereteimnek és az IR-speckollból letett sikeres vizsgámnak köszönhetően a Szerves Technológiai Tanszék, ahol diplomamunkám készítettem, Varsányi professzor javaslatára közös témát jelölt ki számomra a Fizikai Kémiai Tanszékkel. A Technológián szintetizált vegyületek szerkezetét a Fizkém Tanszék IR-spektrométerével vizsgálhattam, illetve deríthettem fel.

Az 1956-os forradalom és szabadságharcbeli részvételem következményeként a vegyészmérnöki diploma megszerzése után, az egyetemtől kapott „útravaló” – ún. káderlap – hatására, hónapokon át nem kaptam állást. Az egyetem a végén már azzal fenyegetett, hogy „veszélyes munkakerülőként” visszavonják éppen csak megszerzett diplomám, ha rövid időn belül nem helyezkedem el. Csakhogy bárhol jelentkeztem, elolvasván a káderlapom, mindenütt eltanácsoltak. Végül sikerült egy protekciós álláshoz jutnom, s néhány hónapig állatorvosi munkakörben dolgoztam. Szerencsémre egy Károlyi-kerti szabadtéri koncerten összetalálkoztam Varsányi proffal. Érdeklődött, hol dolgozom, s mikor elmondtam elhelyezkedési gondjaim, rögtön felajánlotta, hogy ő majd szerez nekem állást.

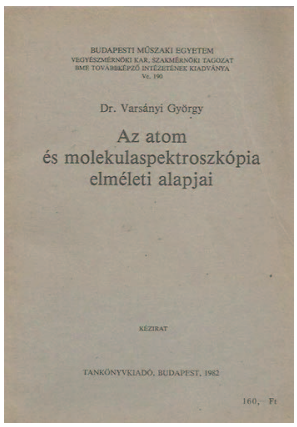
Az 56-os forradalom eltiprása után a „testvéri” Szovjetunió, az ehhez nyújtott „hathatós katonai segítséget” követően, gazdaságilag is támogatta a romokban heverő, éhező és a politikai terrort nyögő Magyarországot. Ennek keretében három IR- (IKSZ–12: InfraKrasznüj Szpektrometer) készüléket ajándékozott hazánknak. Az akkori Magyarországnak nem éppen IR-készülékekre volt a legnagyobb szüksége, ráadásul az ún. egysugaras IKSZ–12 műszer akkor már korszerűtlennek számított, és hogy még paradoxabb legyen a dolog, használhatatlan állapotban érkeztek a berendezések. De ez egy másik történet. Az egyik spektrométert a Gyógyszerkutató Intézet kapta, ahol viszont nem volt senki, aki az IR-spektroszkópiához értett volna, vagy akárcsak hallott volna róla. Mint a tudományterület hazai legtekintélyesebb szakértőjéhez, Varsányi professzorhoz fordultak, hogy ajánljon szakembert, aki a műszerrel bánni tudna. Varsányi prof. pedig engem ajánlott. S ekként neki köszönhettem első, képzettségemnek megfelelő állásomat.

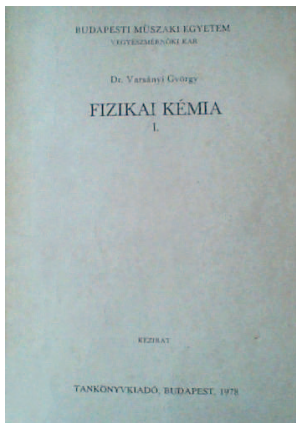


Előadás közben az 1970-es években (forrás: www.bme.hu)

Varsányi prof. nemcsak állást szerzett számomra, de egyúttal meghívott tanszékére, hogy amíg a GYKI gondoskodni tud a műszer és kezelője elhelyezéséről, vendégkutatóként a Fizikai Kémiai Tanszéken dolgozzam – készüljek fel az IKSZ–12 üzembe helyezésére és működtetésére. Más kérdés, hogy az első ott töltött napon, pechemre, összetalálkoztam volt évfolyamtársnőmmel, aki akkor kari KISZ-titkár volt, és azonnali hatállyal eltávolíttatott az egyetemről. Számomra az eset főként azért volt kínos, mert meghívásommal kellemetlenséget okoztam Varsányinak, aki láthatólag feszengve kért meg, alig néhányórányi ottlétem után, hogy többet ne jöjjek a tanszékre, mert felszólították eltávolításomra.

Egy évtized múltán másodszor is bajba kevertem politikai „feketebáránysságommal”. Egyetemi docensi, illetve 1960-tól professzori és 1965-től tanszékvezetői állása mellett, Varsányi 1957-től az MTA Központi Kémia Kutatóintézet (KKKI) Szerkezetkutatási Osztályának is vezetője volt. Mivel politikai okokból tan-





székére nem hívhatott meg, a KKKI-ba tervezte meghívásomat. A dolog már előrehaladott állapotban volt. Varsányi kijelölte kutatási témám, szobám, benne leendő íróasztalom és a műszert is, amelyen majd dolgozom, amikor sor került az új munkatársak felvételét kötelezően megelőző „elbeszélgetésre” a személyzeti vezetővel. Ez lényegében a felveendő személy politikai nézeteit firtató kérdezősködést jelentett. Arra a kérdésre, hogy minek tartom az 1956-os eseményeket: ellenforradalomnak, forradalomnak vagy valami másnak, Pozsgait majd két évtizeddel megelőzve, s kellőképpen indokolva, „szabadságharcnak” neveztem 56-ot. Ezzel nagy hirtelen hamvába fulladt KKKI-s karrierem. Késő este otthon csengett a telefon. Varsányi volt. Ezt kérdezte: „Mit tudtál mondani, aminek ilyen frenetikus hatása volt?” Szemrehányást nem tett, és sosem beszéltünk később erről az afférról.

Az 50-es években elvették az egyetemektől a PhD-fokozat odaítélésének jogát, helyette szovjet mintára bevezették a „tudományok kandidátusa” fokozatot, amelyet azonban az MTA adományozott. Az egyetemeknek megmaradt a dr. technikus vagy egyetemi („kis doktori”) doktori cím, amelyet a kandidátusi fokozatot elnyerők automatikusan megkaptak. Az ekként „lefokozott fokozat” érthetően nem volt vonzó, különösen, mivel ugyan nem volt nyelvvizsga sikeres letételéhez kötve, de három tárgyból (fő- és mellékszaktárgy + ideológia) kellett szigorlatozni és értekézést írni, mint a PhD-fokozatért is. Ezért csak kevesen vállalták a fáradtságot a dr. techn. oklevél elnyeréséért. Jómagam azonban úgy véltem, hogy ha „van léc”, azt át kell ugrani, még ha át is lehetne bújni alatta. Doktori vizsgámra 1962 tavaszán került sor, s nemcsak a fenti okból számított rendkívülinek, de azért is, mert a kevesek, akik vállalták a megszerzését, és még inkább, akik a kandidatúra révén kapták, szinte kivétel nélkül jóval idősebb korban jutottak hozzá (én akkor 26 éves voltam). A vizsgabizottság elnöke és a főtárgy „kérdezője” – mint említettem – Varsányi volt.

Verőfényes tavaszi nap volt, Varsányi ingujjra vetkőzve, laborköpenyben várt a szobájában. Mikor megérkezett a vizsgabizottság két másik tagja, még kis türelmet kért. Levetette köpenyét, nyakkendőt kötött, zakót húzott. Kezdhetjük – mondta ezután. Egy teljes órán át záporoztak kérdései: termodinamikából, elektrokémiából, reakciókinetikából és kolloidikából kérdezett. Jól emlékszem, utolsóként a fugacitásról faggatott. Életem legnehezebb vizsgája volt! Csak anyagszerkezetről, spektroszkópiáról nem esett szó! A vizsga végeztével gratulált. Megkérdeztem: Gyuri (akkor már tegező viszonyban voltunk) spektroszkópiát miért nem kérdeztél, hiszen a disszertációmnak az a témája? Ezt válaszolta: „Minek kérdeztem volna, azt úgyis tudod!”

Később egy professzortársa mesélte, hogy protekciót kért Varsányitól egy rokon diák számára, annak vizsgája előtt. A hallgató ezután a legnehezebb tételt kapta, és a szokásos fél óra helyett jóval hosszasabban faggatta. Sok évvel később munkahelyi főnököm, tudva, hogy jó viszonyban vagyunk Gyurival, ugyancsak azt kérte, hogy protezsáljam lányát a profnál. Elmondtam neki ezt a történetet, és megmondtam, hogy egyébként elvből sem vállalom a kivételezés kérését, de amúgy is csak az ellenkezőjét érném el vele. Főnököm ezt aztán sosem bocsátotta meg.

Úgy hozta a sors, hogy rögtön szakmai pályafutásom elején szakmai nézetkülönbség támadt köztem és professzorom, egyben mentorom között. Varsányi Schay Gézával, tanszékvezető elődjével és Dullien nevű tanszéki munkatársukkal közleményt írt oximok Raman-spektroszkópiai vizsgálatáról, amelyek alapján szin-anti izomerpárok szerkezetének hozzárendelését írták le. [1] Vizsgálataik idején még nem működött IR-készülék Magyarországon, ezért a vegyületeket előállító Ocskay György és akkori főnököm, Vargha László professzor* arra kért, hogy IR-spektroszkópiával is vizsgáljam meg ezeket az anyagokat, a Raman-eredményeket megerősítendő.

Elvégezve az IR-méréseket, kiderült, hogy a Raman-adatokból levont következtetések tévesek voltak (az izomer szerkezetek hozzárendelése az anyagpárokhoz épp a fordítottja a Raman-alapon megállapítottnak – főként a mérések gyenge minősége és a mérési módszernek az adott téma vizsgálatára alkalmatlan volta következtében). A számomra igen kínos helyzetből úgy próbáltam szabadulni, hogy megkértem Varsányit, vizsgálja meg mérési eredményeimet és következtetéseimet, és legyen társszerzője egy helyesbítő közleménynek. Ő pedig tudóshoz és kutatóhoz méltó elfogulatlansággal és minden neheztelés nélkül belemélyedt érvelésem részleteinek tanulmányozásába, s miután meggyőződött ezek helytállóságáról és érdemben hozzájárult a készülő publikáció megírásához, vállalta a számomra megtisztelő társszerzőséget is. Ez lett első közös publikációnk, [2] amelyet aztán több is követett, és az utolsók előzményeként már ő kért meg, hogy vegyek részt a kutatásaiban, s legyek társszerzője az eredményekről írandó közleményeknek. Ezek az ő fő kutatási területéhez kapcsolódnak: a benzolszármazékok teljes IR-spektrumának (valamennyi elnyelési maximumának) hozzárendelése normálrezgésekhez. [3, 4]

Varsányi elsősorban nagyszerű, a legelvontabb témákat is érthetően és lebilincselően előadni tudó oktató volt, és csak másodsorban kutatói alkat. De a spektroszkópiai módszerek szerkezetkutatási alkalmazásai sem voltak tőle idegenek, és részt vett műegyetemi kollégái e területen folyó kutatásaiban. Egyebek között Oláh Györggyel közös publikációk tanúskodnak e téren elért eredményeiről. [5, 6] Az általa kezdeményezett kutatások a koncentrált gondolkodást követelő, elvont, absztrakciót igénylő problémákra összpontosultak. Különösen érdekelték a kis, szimmetrikus molekulák szerkezeti problémái, amelyek betekintést engedtek az anyagszerkezet legbelső tulajdonságainak, s e tulajdonságok bonyolult összefüggéseinek sokszor csak nehezen érthető és értelmezhető világába. Ezzel függ össze, hogy több száz benzolszármazék normálrezgéseinek hozzárendelését végezte el és írta le fő művében, amely máig a témát művelő kutatók legfontosabb alapmonográfiája. [7, 8] A velem közös cikkeinek tárgyát is ilyen molekulák, a már említett, különbözőképpen szubsztituált benzolszármazékok és szimmetrikus, kis molekulák, közöttük például mukonsavizomerek [9] és az adamantán [10] képezik.

Pedagógusi tevékenységét egyetemi tankönyvek és jegyzetek sora is dokumentálja. Ezekben sikerült nehezen emészthető fo-

* Vargha professzor, a GYKI igazgatója volt Ocskay György aspiránsvezetője, az ő kandidátusi értekezésének témája volt a szóban forgó oximok szintézise és vizsgálata.

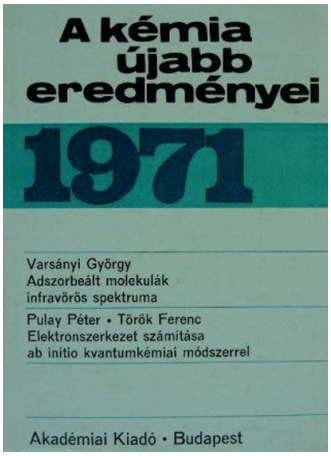
galmakat könnyebben érthető magyarázatokkal emészthetőbbé tenni a hallgatók számára. Egyes bonyolult levezetéseket egyszerűbb, elegánsabb variánssal helyettesítve, a fizikai kémia távoli területeinek jelenségei közötti analógiákra, összefüggésekre rávilágítva segítette diákjait a tanulásban és ismereteik elmélyítésében. A spektroszkópia alkalmazási lehetőségeit más területeken dolgozó vegyészek számára közérthetően bemutató kismonográfiája [11] is kiváló ismeretterjesztő kvalitásait dokumentálja.

Közös kutatásaink mellett több évtizedes együttműködés kapcsolt össze Gyurival az Anyag- és Molekulaszerkezeti Munkabizottságban. Ezt a munkabizottságot ő alapította 1965-ben és negyedszázadon át elnöke volt. Az első három évet nem számítva én voltam a munkabizottság titkára, további másfél évtizedig utódja az elnöki poszton. Együtt szerveztük, havi rendszerességgel, a munkabizottságban elhangzott tudományos előadásokat, két-három évente egy-két napos konferenciákat, doktori és kandidátusi „házi védéseket", külföldi előadók meghívását előadások tartására, szakterületi felméréseket, intézeti szakmai beszámolókat.

A munkabizottság tagjai a megalakuláskor a fizikai kémia akkori legtekintélyesebb kiválóságaiból verbuválódtak. A tagok között volt többek között Náray-Szabó István, Schay Géza, Pócza Jenő, Török Ferenc és Láng László. És Varsányi György sokoldalú támogatásával, a munkabizottságból – nem kis részt az ott tartott előadások nyomán – indult el több kiemelkedő későbbi szaktekintély szakmai karrierje. Közöttük volt, csak néhányukat, az MTA későbbi tagjait említve, Pulay Péter, Kálmán Alajos, Vértes Attila, Hargittai István, Hargittai Magdolna és Náray-Szabó Gábor. A munkabizottsági előadások elősegítették a szakterület fiatal kutatói számára a szakmabeli ismertséget, az előadói gyakorlat megszerzését, szakmai kapcsolatok építésére, együttműködések kezdeményezésére kínáltak lehetőséget. Az előadásokat követő diszkussziókból, javaslatokból és kritikákból ösztönzést, inspirációt nyerhettek további kutatómunkájukhoz, szakmai fejlődésükhöz. Mindebben főszerepe volt a bizottság elnökének, Varsányi Györgynek, aki így az utána jövő kutatógeneráció sok tehetséges képviselőjének segítette kezdeti lépéseit a tudomány világában.

A ritka és mindig hasznos, konstruktív szakmai vitákat leszámítva, a legnagyobb egyetértés volt közöttünk mind tudományos kérdésekben, mind kollégáink kvalitásainak, teljesítményének megítélésében, mind a tudományos közéleti, éppígy az egyetemi oktatással kapcsolatos ügyekben. Egyetlen témában voltak alapvetően ellentétes véleményeink, amely témát ezért beszélgetéseinkben gondosan kerültünk: Varsányi szenvedélyes és elfogult MTK-drukker volt, míg én megrögzött fradistaként gyökeresen másként láttam a labdarúgás eseményeit.

Fő kedvtelése, hobbija a bonyolult elméleti problémák megoldása volt. Egy nehezen hozzárendelhető sáv eredetéről órákat vitázott kollégáival, velem, sőt nem egyszer önmagával is. Egy ilyen otthonról folytatott vitánk kapcsán egy délután többször is fölhívott, utoljára éjféltájt, telefonon, hogy kikérje véleményem feltevéséről. Hasonló szakmai kérdések megvitatására mindig készen állt, akár a leglehetetlenebb időpontokban, a legalkalmatlanabb pillanatokban is. De, ismétlem, távolról sem volt szakbarbár! Említettem már zeneszeretetét, zeneesztétikai műveltségét, s hasonlóan széles körű és alapos volt irodalmi és képzőművészeti tájékozottsága is.



Napjait észszerű és szigorú időbeosztással osztotta meg az oktatói és kutatómunka, a tudományos közéleti tevékenység, magánéleti teendői és kedvtelései között. Igen sokoldalú érdeklődés jellemezte. A már említett zene, irodalom, művészetek és a sportok iránti érdeklődése mellett bridzsversenyek lelkes résztvevője volt, de jutott ideje kedvenc kutyája, Fickó sétáltatására is; ez a program is pontosan, mindig ugyanazon időben, időtartammal, előre kijelölt útvonalon zajlott.

Nagyon szeretett utazni, pedánssága és tudásszomja ezen a téren is megmutatkozott. Egy falon lógó világtérképen gombostűkre erősített kis zászlók jelezték, hogy merre járt már a világban, és célratörően igyekezett kitölteni a még meglévő „fehér foltokat".

Különleges, bizonyos értelemben talán különös, de mindenképpen tiszteletre méltó, sok tekintetben kiváló ember volt, akitől nagyon sok mindent és nagyon sokat lehetett tanulni. Szerencsésnek tartom magam, hogy ismerhettem és barátomnak tekinthettem.

IRODALOM
[1] Schay, G.; Varsányi, Gy.; Dullien, F., Acta Chim. Hung. (1958) 5, 273.
[2] Sohár, P.; Varsányi, G.; Vargha, L.; Ocskay, Gy., Acta Chim. Hung. (1964) 40, 431–443.
[3] Varsányi, Gy.; Sohár, P., Acta Chim. Hung. (1972) 74, 315–333.
[4] Varsányi, Gy.; Sohár, P., Acta Chim. Hung. (1973) 76, 243–268.
[5] Oláh, Gy.; Pavláth, A.; Kuhn, I., Varsányi Gy., Acta Chim. Hung. (1955) 7, 431.
[6] Oláh, Gy.; Pavláth, A.; Varsányi, Gy., J. Chem. Soc. (1957) 1823–1829.
[7] Varsányi, Gy., Vibrational spectra of benzene derivatives. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1969, 1–430.
[8] Varsányi, Gy., Assignments for Vibrational Spectra of Seven Hundred Benzene Derivatives, Vol. 1, 2.; Adam Hilger, London, 1974.
[9] Sohár, P.; Varsányi, Gy., J. Mol. Structure (1968) 1(6), 437–448.
[10] Sohár, P.; Zubovics, Z.; Varsányi, Gy., Adamantene-Part II: Spectroscopic study. In "Molecular Structures and Vibrations". Ed. S. J. Cyvin.; Elsevier, Amsterdam, 1972, 358–362.
[11] Varsányi Gy., Adszorbeált molekulák infravörös spektruma. A Kémia újabb eredményei, 7. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1971.

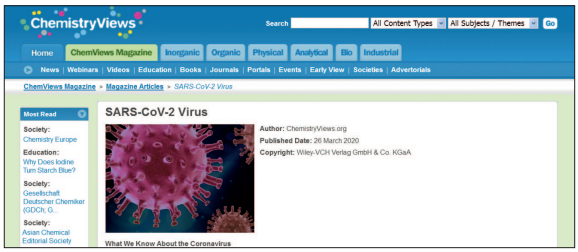
Cikkgyűjtemény a SARS-Cov-2 vírusról a *ChemistryViews*ban

Tájékoztatjuk olvasóinkat, hogy a ChemistryViews honlapján az elmúlt két évre vonatkozó angol nyelvű cikkgyűjtemény érhető el:

What we know about the coronavirus?

https://www.chemistryviews.org/details/ezine/11230608/SARS-CoV-2_Virus.html

Jó olvasást kívánunk!



Sorozatszerkesztő: Liptay György

MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA
XXVII. ÉVFOLYAM 5. SZÁM

Alkalmazott koordinációs kémia

BECK MIHÁLY*

Bevezetés

Amennyire azt meg lehet állapítani, az első „komplex" vegyületet 1704-ben állították elő. Jellemző, hogy erre, nevezetesen a berlinikék felfedezésére, éppen gyakorlati célzatú vizsgálatok vezettek. Ma már beláthatatlanul nagyszámú a különböző komplex vegyületeknek gyakorlati alkalmazása, de azok a koordinációs kémiai elvek, melyek segítségével a különböző ipari alkalmazások megtervezhetők, csak most kristályosodnak ki. Érdekes megfigyelni, hogy az elmúlt két évtized során milyen mértékben nőtt meg a koordinációs kémiai elvek gyakorlati alkalmazására vonatkozó munkák száma. *A. E. Martell* és *M. Calvin* 1952-ben megjelent, kereken 600 oldalas alapvető könyvében [1] mindössze egy rövid, 30 oldalas fejezet foglalkozik a kelátképző anyagok alkalmazásával, és ez is jórészt analitikai alkalmazásokra szorítkozik. Ezenkívül még egy viszonylag hosszabb fejezet foglalkozik a kelátkomplexek katalitikus sajátságaival és ezek között néhány gyakorlatilag is fontos reakcióval. *S. Chaberek* és *A. E. Martell* 1959-ben megjelent, csaknem pontosan azonos terjedelmű könyvében [2] a kelátképző anyagok gyakorlati alkalmazásaival (jellemző a fejezet címe is: Commercial Applications of Chelating Agents) foglalkozó fejezet kereken 110 oldalas ezen kívül kb. azonos terjedelmű fejezet foglalkozik a fémkelátok biológiai rendszerekben kifejtett szerepével és külön fejezetek tárgyalják az analitikai alkalmazásokat. A közvetlen ipari illetve biológiai alkalmazásokra vonatkozó hivatkozások száma meghaladja a 600-at.

* Kossuth Lajos Tudományegyetem Fizikai Kémiai Tanszéke, Debrecen

Az 1953 óta rendszeresen megrendezésre kerülő Nemzetközi Koordinációs Kémiai Konferenciák (International Conference on Coordination Chemistry) programjában eddig csak elvétve szerepelt egy-egy ipari alkalmazással foglalkozó előadás, az 1972-ben Torontóban megrendezésre kerülő XIV. konferencia keretében pedig egy külön szimpozion foglalkozik a koordinációs kémia ipari alkalmazásának elveivel. A koordinációs kémia gyakorlati alkalmazásának igénye indította a Magyar Kémikusok Egyesülete Komplexkémiai Szakcsoportját és a MTA Koordinációs Kémiai Munkabizottságát arra, hogy az 1972-ben sorrakerülő VII. Komplexkémiai Kollokvium tárgyául a komplexkémia gyakorlati alkalmazásait válassza.

E sorozatban a koordinációs kémia gyakorlati alkalmazásainak néhány, legfontosabbnak tűnő alkalmazásával foglalkozunk. E bevezető közlemény pedig azokat az elveket kívánja összefoglalni, melyeket a gyakorlati alkalmazásokkal kapcsolatban követnünk kell.

A koordinációs kémia gyakorlati jelentősége közvetlenül következik egyrészt abból, hogy a legtöbb gyakorlatilag is fontos kémiai rendszerben számos fémion és komplexképző ligandum jelenlétével kell számolni, másrészt pedig abból, hogy a különböző esetlegesen jelenlevő vagy tudatosan alkalmazott komplexeknek különböző sajátságával reakcióival kell az adott rendszerekben számolni. Az elméleti és kísérleti vizsgálatok két kérdés megválaszolására irányulnak:

1. Milyen összetételű komplexek képződésével kell az adott rendszerben számolni és a különböző komplexek milyen mennyiségben vannak jelen;

2. Mi a fizikai és kémiai tulajdonsága a különböző komplexeknek, illetve hogyan módosul a fém-

ionok és ligandumok fizikai és kémiai sajátsága a komplexképződés következtében. Erre a két kérdésre csak a komplexegyensúlyok beható tanulmányozása, a felmerülő reakciókinetikai, valamint a különböző molekulaszerkezeti problémák megoldásával válaszolhatunk.

Komplex egyensúlyok oldatokban

Akár vizet, akár egyéb oldószert, vagy oldószerelegyet alkalmazunk, a fémionok nem szabad állapotban vannak jelen, hanem azokhoz vagy oldószermolekulák, vagy anionok, vagy pedig egyéb ligandumok kapcsolódnak. A legegyszerűbb esetben az adott fémionhoz a maximális koordinációs számnak megfelelő számban és a geometriai konfigurációnak megfelelő elrendezésben, csak az oldószermolekulák kapcsolódnak és egy másik ligandum koncentrációjának fokozatos növelésével az oldószermolekulákat e ligandum molekulái helyettesítik a koordinációs szférában:

$$\mathrm{Me\,S}_N + \mathrm{X} = \mathrm{Me\,S}_{N-1}\mathrm{X}$$

$$\vdots$$

$$\mathrm{Me\,SX}_{N-1} + \mathrm{X} = \mathrm{MeX}_{N+s}$$

(Me a fémiont, S az oldószermolekulát, X a ligandumot, N a maximális koordinációs számot jelöli, az elektromos töltéseket az egyszerűség kedvéért nem tüntettük fel). E lépcsőzetes komplex egyensúlyokhoz rendelhető állandók meghatározására ma már megbízható kísérleti módszerekkel és számítási eljárásokkal rendelkezünk. Ezzel kapcsolatban néhány összefoglaló könyvre [3—5] és az ott felsorolt irodalomra utalunk.

Mint az előbbi egyensúlyokból kitűnik, tulajdonképpen még a legegyszerűbb esetben is vegyes ligandumkomplexek képződnek, hiszen a koordinációs helyeket nem egyféle ligandumok foglalják el. Abban az esetben pedig, ha a rendszer többféle ligandumot is tartalmaz, még bonyolultabb összetételű vegyes ligandumkomplexek is képződhetnek. Az egymagvú komplexek mellett lehetőség nyílik többmagvú komplexek képződésére is. Ekkor valamely ligandum hídként kapcsolja össze a fémionokat.

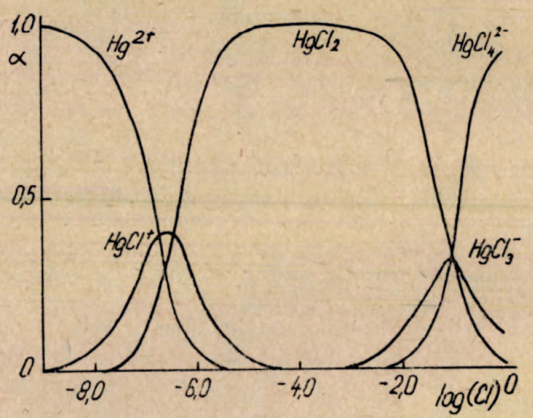
A ligandumok többsége gyenge bázis, ezért a közeg hidrogénionkoncentrációja jelentősen befolyásolja a komplex egyensúlyokat. Abban az esetben, ha a ligandum több funkciós csoportot tartalmaz, gyűrűs szerkezetek kialakulására, illetve protonált komplexek képződésére nyílik lehetőség. Számos vizsgálat egyértelműen bizonyítja, hogy a koordinatíven telített komplexek — különösen a komplex kationok — képesek további semleges vagy töltött ligandummal reagálni: külső szféra típusú komplexek képződnek. E vázlatos felsorolásból látható, hogy milyen változatos összetételű és szerkezetű komplexek képződhetnek, még a viszonylag egyszerű, egy-két különböző fémion és ligandumot tartalmazó rendszerek esetében is. A ligandumok önmagukban is rendkívül változatosak lehetnek, eddig közel 2000 különböző ligandum komplexképző sajátságát vizsgálták meg.

Az elmúlt negyedszázad során rendkívül sok egyensúlyi vizsgálatot végeztek és ennek eredményeképpen százezres nagyságrendben állnak rendelkezésünkre termodinamikai adatok. Ezek legteljesebb összefoglalását a „Stability Constants" 1964-ben megjelent második kiadása [7] és az ehhez csatlakozó 1971-ben megjelent pótkötet [8] nyujtja.

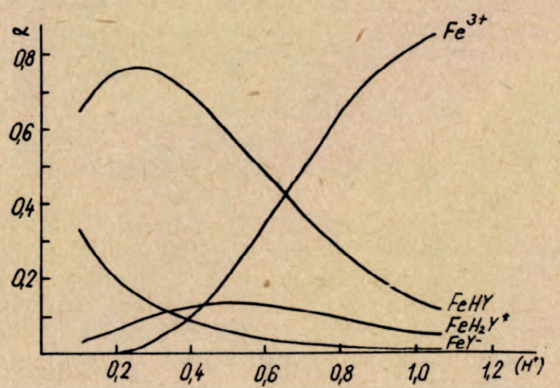
Sajnos nem mindegyik adat tekinthető megbízhatónak, így csak igen alapos kritikai elemzés [9] után célszerű az egyensúlyi adatok felhasználásával számításokat végezni arra vonatkozóan, hogy az adott rendszerben milyen komplexek és milyen koncentrációban léteznek. Anélkül, hogy a stabilitási állandók meghatározásának a részleteivel, valamint a kritikai értékelés szempontjaival foglalkoznánk, bemutatjuk a különböző típusú komplexek esetében alkalmazható eloszlási diagramokat, melyek egyszerűen szerkeszthetők a stabilitási adatok felhasználásával (1., 2., 3. és 4. ábra).

Ezek a koncentrációeloszlási diagramok szolgálhatnak minden további megfontolás alapjául. Hangsúlyoznunk kell azonban, hogy ezek csak akkor tekinthetők helyeseknek, ha azok a stabilitási állandók, melyek felhasználásával készültek, valóban megbízható értékek.

A stabilitási állandók megbecsülésére illetve a viszonylagos stabilitások hozzávetőleges megállapítására, néhány szabályszerűség alapján akkor



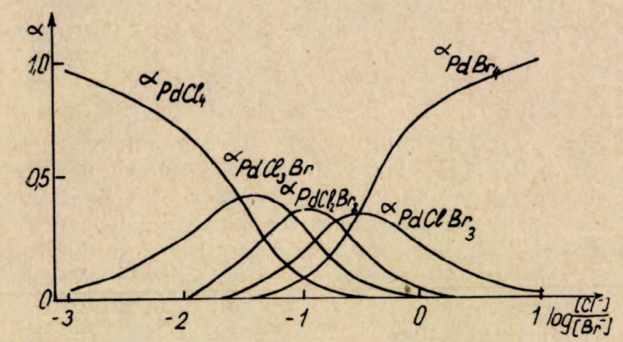
1. ábra. A szukcesszív komplexek móltörtje, mint a szabad ligandum koncentrációfüggvénye az Hg^{2+}—Cl^- rendszerben [10]



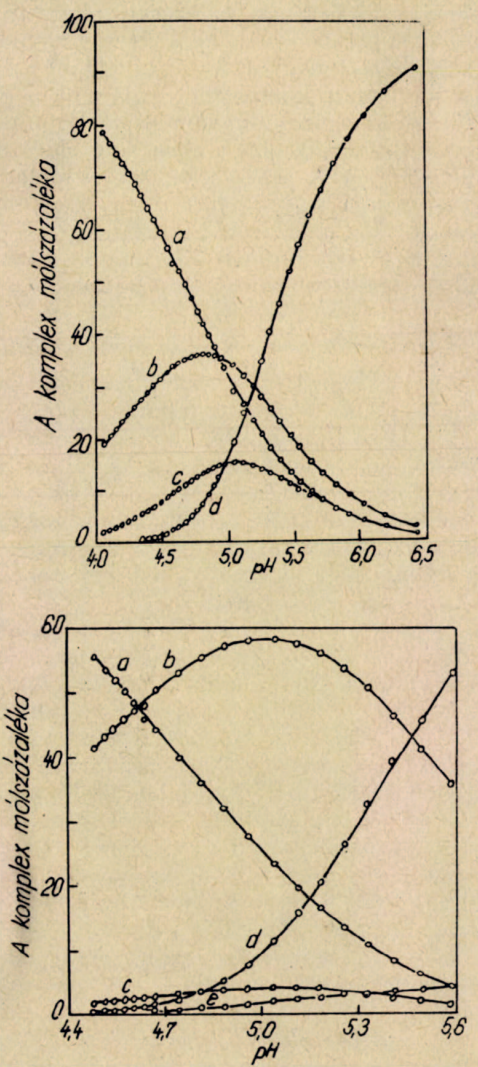
2. ábra. A különböző komplexek móltörtje a hidrogénion-koncentráció függvényében a Fe^{3+}—EDTA rendszerben [11]

Sorozatszerkesztő: Liptay György

is lehetőségünk nyílik, ha egy-egy adott rendszer esetében nem végeztek méréseket, illetve e szabályszerűségeket arra is felhasználhatjuk, hogy az irodalomban közölt stabilitási állandók helyességét



3. ábra. A vegyes ligandum komplexek móltörtje, mint a két ligandum koncentrációja hányadosának függvénye a Pd^{2+}—Cl^-—Br^- rendszerben [12]



4. ábra. A különböző komplexek eloszlása a pH függvényeiben a Cu^{2+}—2,7-diamino-szuberinsav (DAS) rendszerben

a 4,0 és 6,5; *b* 4,4 és 5,6 pH tartományban [13]. $TCu = 5 \cdot 10^{-4}$ *M*; *TDAS*, $= 5{,}034 \cdot 10^{-4}$ *M* *a*—Cu^{2+}; *b* Cu^+ LRLH; *c* Cu^+ LRLCu$^+$; *d* $(CuLRL)_2$; *e* Cu $(LRLH)_2$. R jelzi a ligandum vázát, L pedig egy donorcsoport párt (amino és karboxil) szimbolizál

ellenőrizzük. A vonatkozó összefüggések közül csak a legfontosabbakat ismertetjük:

1. Abban az esetben, ha a kötés jelentős mértékben ionos (a központi ion és a ligandum elektronegativitása közötti különbség jelentős), akkor annál nagyobb a komplex stabilitása minél kisebb az ionok sugara és minél nagyobb azok töltése.

2. Az átmeneti fémek komplexeinek stabilitási állandói általában a következő sorrend szerint változnak: $Mn^{2+} < Fe^{2+} < Co^{2+} < Ni^{2+} \leq Cu^{2+} > Zn^{2+}$. Sok esetben lineáris összefüggés található a szukcesszív stabilitási állandók és a felsorolt fémionok ionizációs potenciáljai között. Minden ilyen összehasonlítás során figyelembe kell azonban venni a különböző fémionok komplexeinek konfigurációjában mutatkozó különbségeket.

3. A fémionok egy része (kevéssé polarizálható ionok) a periódusos rendszer első sorában elhelyezkedő elemekből származtatható donor atomokkal sokkal stabilisabb komplexet képeznek, mint az egyéb donor atomokkal:

$$F \gg Cl > Br > I$$
$$O \gg S > Se > Te$$
$$N \gg P > As > Sb$$

Könnyen polarizálható központi ionok esetében a helyzet éppen fordított.

4. Az anionok közül a perklorát- és a nitrát-ion képezik a legkevésbé stabilis komplexeket a különböző fémionokkal. Ez a megállapítás azonban nem érvényes a külső szféra típusú komplexek esetében.

5. A több funkciós csoportot tartalmazó ligandumok komplexei (kelát komplexek) stabilisabbak mint a megfelelő egyfogú ligandumok komplexei. Az öttagú kelátgyűrű a legstabilisabb, négytagú gyűrű csak kivételes esetben képződik, a hétnél nagyobb tagszámú gyűrűk stabilitása igen csekély: a keláthatás elhanyagolhatóvá válik.

6. Hasonló szerkezetű ligandumok esetében az esetek többségében lineáris összefüggés található a ligandum savi disszociációs állandója és a komplex stabilitási állandó között.

7. Az általános stabilitási összefüggések alól akkor várhatunk eltérést, azaz specifikus komplexképzési reakcióra akkor számíthatunk, ha:

a) a központi ionnak részben betöltött elektronhéja van és a ligandum és a fémion orbitáljai között jelentős átfedés következhet be;

b) a többfogú ligandum funkciós csoportjainak elhelyezkedése igen pontosan megfelel akár a lezárt héjú központi ion számára is. A legutóbbi időben a kutatások éppen ilyen ligandumok előállítására vezettek és azokat, mivel a központi fémion szinte teljesen be van ágyazva a speciális felépítésű ligandum funkciós csoportjai közé, kriptátoknak nevezik.

8. Vegyes ligandum komplexek képződése esetén leggyakrabban az a szabályszerűség érvényesül, hogy annál nagyobb a vegyes ligandum komplex stabilitása, minél nagyobb a megfelelő törzskomplexek stabilitási állandója közötti különbség.

9. Vegyes ligandum komplexek képződése esetén gyakran észlelhető specifikus komplexképződési reakció, de az egyes rendszerekre vonatkozó beható

vizsgálat nélkül ezeket előre megjósolni ma még nem lehet.

10. A közeg dielektromos állandójának csökkenésével jelentősen nő a stabilitási állandó értéke.

A komplexképződési reakciók kinetikája

A termodinamikai stabilitási állandók természetesen csak az egyensúlyra vonatkoznak, de semmit nem mondanak atekintetben, hogy az adott komplexképződési folyamat mennyi idő alatt játszódik le. A komplexképződési reakciók általában igen gyorsak, de néhány fémion esetében a reakciók lassan, vagy éppenséggel rendkívül lassan mennek végbe [14]. Ezek az ún. inert fémionok, melyeknek legjellegzetesebb képviselői a Cr(III), Co(III), és kisebb mértékben a Ni(II). A koordinációs szférában végbemenő reakciók sebessége nemcsak a központi iontól, hanem a ligandumtól is függ. Így pl. bár a vas(II) reakciói igen gyorsak, a trisz-fenantrolin-vas(II)-komplex koordinációs szférájában bekövetkező változások oly lassúak, hogy a komplex optikai izomerekre bontható.

A komplexképződési reakció sebessége függ az oldószertől és a jelenlevő különböző ligandumoktól is. Példaként említhető, hogy a

$$HgI_2 + Hg(CN)_2 = 2\ HgICN$$

reakció vizes oldatban rendkívül gyorsan, dioxánban pedig klasszikus módszerekkel követhető sebességgel játszódik le [15]. Egyes esetekben egészen váratlan katalitikus hatások jelentkeznek. Pl. a karbonát, illetve hidrogénkarbonát ion jelentősen megnöveli a króm(III) tiocianáttal képezett komplexei képződésének sebességét [16]. Ennek az az oka, hogy a karbonáto komplex képződéséhez a hexa-akva-króm(III) ionból nem szükséges a Cr-O kötés elhasadása és az ezért gyorsan végbemegy. A karbonátion viszont fellazítja az egyéb Cr-O kötéseket és ezáltal megnöveli az egyéb ligandumok beépülésének sebességét.

A komplexképződési reakciók sebessége jelentősen függ a közeg hidrogénion-koncentrációjától. Általános szabályként megállapítható, hogy a pH növekedésével nő a komplexképződési reakció sebessége.

Mivel a komplexképződési reakciók sebessége függ a központi ion oxidációs számától, a redoxi hatások ugyancsak jelentősen befolyásolhatják a komplexképződési reakciók sebességét. Például a króm(III) komplexek képződésének sebessége jelentősen megnövelhető kis mennyiségű króm(II)-vel, mert a kromo ionok gyorsan reagálnak a ligandumokkal és a króm(III)-mal való oxidációjuk a megfelelő króm(III) komplex képződéséhez és a króm(II) regenerálódásához vezet.

A komplexképződés hatása a különböző fizikai és kémiai tulajdonságokra

Az elektromos töltés megváltozásának következményei

A komplexképződés során a központi ion és a ligandum töltésétől, valamint a komplex összetételétől függően pozitív, vagy negatív töltésű vagy pedig elektromosan semleges komplexek keletkezhetnek. Az elektromosan semleges komplexek képződése azt eredményezi, hogy az oldékonyság nagy dielektromos állandójú közegben csökken, kicsiny dielektromos állandójú közegben pedig nő. Lényegében ez az alapja valamennyi oldószeres extrakciós elválasztásnak is. A töltés megváltozása tükröződik az ioncserélő anyagokkal való kölcsönhatás megváltozásában is, ez nyújt lehetőséget a komplexek ioncserélő gyanta segítségével történő szétválasztására.

A szukcesszív komplexképződés során fokozatosan változhat az elektromos töltés és a komplexek sorozata egy izoelektromos ponttal jellemezhető, amely azt a szabadligandum-koncentrációt jelenti, amelynél a negatív és pozitív töltésű komplexek súlyozott koncentrációja éppen egyenlő [17]. Vizes oldatban az izoelektromos ponton a legkisebb az oldékonyság értéke.

Különösen kicsiny vízoldékonyságot mutatnak azok a komplexek, amelyekben a szerves ligandum funkciós csoportjainak töltése éppen kompenzálja a fémion töltését és a szerves ligandumnak a komplexképzésben részt nem vevő része hidrofób sajátságú. Ezért nagyon kicsiny például a különböző ftalo-cianin komplexek, valamint a Schiff-bázisok komplexeinek oldékonysága. Ilyen esetekben azáltal érhetjük el a vízben való oldékonyság megnövekedését, ha a kérdéses szerves molekulába (pl. ftalo-cianin, vagy szalicil-aldehid) a komplexképzésben részt nem vevő, ionizálható csoportot viszünk be. A szulfonált ftalo-cianinok viszonylag jól oldódó fémkomplexeket képeznek.

A komplexképződés elektrokémiai hatásai

A komplexképződés minden esetben negatív irányba tolja el a fémionok félhullám potenciálját és a különböző ligandumok hatására bekövetkező változások lehetőséget adnak a legváltozatosabb polarográfiás meghatározásokra. Változó vegyértékű fémionok esetében, attól függően, hogy a magasabb vagy alacsonyabb oxidációs állapotú ion képezi a stabilisabb komplexet, a redoxi potenciál növekedhet vagy csökkenhet.

Fémkomplexek elektrolízisekor nemcsak a komplex disszociációjából származó fémionok, hanem maga a komplex ion is redukálódhat a katódon. Az elektrolitikus fémbevonáskor rendkívül fontos szerepet játszanak a különböző fémkomplexek. Noha számos amino-polikarbonsavat ajánlottak különböző galvanizáló fürdőkben való alkalmazásra, még ma is a cianid ion a leggyakrabban alkalmazott komplexképző szer. Ennek elsősorban az az oka, hogy a különböző amino-polikarbonsavak drágábbak, mint a kálium-cianid. Valószínű azonban, hogy az elektrolitos fémbevonásban is egyre nagyobb szerepet játszanak majd a különböző komplexképző anyagok.

A komplexképződés hatása a központi ion és a ligandum kémiai és biológiai tulajdonságaira

A komplexképződés természetesen jelentősen befolyásolhatja mind a fémion, mind pedig a ligandum kémiai viselkedését [18, 19]. Ez tükröződhet

Sorozatszerkesztő: Liptay György

a különböző reakciók sebességének csökkenésében vagy növekedésében, a reakciók irányának megváltozásában, a katalitikus sajátságokban bekövetkező minőségi és mennyiségi változásokban. E kémiai változások okozzák a különböző fémkomplexek biológiai hatását is. E sorozat több közleménye [20]—[22] foglalkozik a komplexképződés hatására a reakcióképességben bekövetkező változásokkal így e kérdéssel itt nem foglalkozunk, mindössze annak összefoglalására szorítkozunk, hogy milyen tényezőknek köszönhető a reaktivitásban bekövetkező változás:

a) A komplexképződés következtében megváltozhat a különböző reaktánsok elektromos töltése és ezáltal a közöttük ható elektrosztatikus vonzó, illetve taszító erő.

b) A komplexképződés hatására megváltozik mind a központi ion, mind a ligandum elektroneloszlása, ami tükröződhet a különböző reaktánsokkal való reakciók sebességében.

c) A komplexképződés hatására a koordinációs szférában térbeli közelségben kerülhetnek különböző reaktív csoportok. Ez az alapja a különböző makrociklusos komplexek képződésének.

d) A komplexképződés hatására a ligandum egyes reaktív csoportjainak reakcióképessége a reaktánsokkal szemben lecsökken, míg a komplexképződésben részt nem vevő csoportok reakcióképessége csak kisebb mértékben változik (nő vagy csökken). Ez a hatás lehet forrása a különböző szelektív reakcióknak.

e) A komplexképződés előfeltétele lehet egyes esetekben az elektronátviteli reakcióknak. A különböző fémkomplexek közötti redoxi reakciók sebessége jelentősen függ a koordinációs szférában ülő ligandumok szerkezetétől.

Mindezek az effektusok igen bonyolultan jelentkeznek a fémionok, illetve fémkomplexek katalitikus és biológiai hatásaiban. Ezekkel a problémákkal kapcsolatban néhány monográfiára és e sorozat közleményeire utalunk.

Szekvesztrálás

A szekvesztrálás az a művelet, amellyel valamely fémion kedvezőtlen hatását alkalmasan megválasztott komplexképző anyag segítségével új fázis képződése és elválasztása nélkül küszöböljük ki [23]. Lényegében tehát a szekvesztrálás az analitikai kémiában alkalmazott maszkírozás ipari megfelelője. E meghatározásból következik, hogy a szekvesztrálás nem kezelhető teljesen általánosan, hiszen valamely tulajdonság bizonyos szempontból kedvező, más szempontból pedig kedvezőtlen lehet. Továbbmenően, egy komplexképző anyag hatására az egyik szempontból kedvezőtlen tulajdonság csökkenhet, más szempontból kedvezőtlen pedig előtérbe kerülhet.

A szekvesztrálás talán a leggyakrabb és egyik legnagyobb jelentőségű alkalmazott koordinációs kémiai művelet. Szinte alig van olyan kémiai iparág, melyben valamilyen módon ne merülne fel szekvesztrálással megoldható probléma. A legrégebbi és tulajdonképpen jelenleg is a legnagyobb jelentőségű szekvesztrálási művelet a víz lágyítása. Ezzel a kérdéssel már csak azért is érdemes kissé részletesebben foglalkozni, mert kitűnik, hogy a koordinációs kémia ipari alkalmazásával kapcsolatban milyen sokrétű — tudományos, gazdasági és ökológiai — vizsgálódást kell végezni.

Korábban a víz keménységének csökkentésére különböző foszfátokat és polifoszfátokat alkalmaztak, melyek a kalcium- és magnézium-ionokkal stabilis komplexeket képeznek. A detergensek térhódításával rendkívüli mértékben megnőtt a foszfátok gyártása. Egyedül az Egyesült Államokban évenként 2,5 milliárd font foszfátot használnak fel detergensek alkotórészeként. A különböző amino-polikarbonsavak előállítása és tulajdonságainak megismerése természetesen felvetette azt a lehetőséget, hogy azokat detergensekben alkalmazzák, mert komplexképző hatásuk lényegesen meghaladja a polifoszfátokét. Az amino-polikarbonsavak ezirányú alkalmazását azonban megakadályozta előállításuk költséges volta. 1965-ben azonban *Singernek* sikerült egy új eljárást kidolgoznia az amino-polikarbonsavak előállítására, melyben a drága nátrium-cianidot a sokkal olcsóbb, és az akril-nitril gyártásában nagy mennyiségben melléktermékként keletkező hidrogén-cianiddal helyettesíti [24]. Így a nitrilo-triecetsav ára jelentősen csökkenthető volt és a detergensek alkotó részeként való alkalmazása gazdaságossá vált. Időközben az is kiderült, hogy a különböző mosószerekkel végülis a természetes vizekbe kerülő foszfátok jelentős mértékben megváltoztatják az ott kialakult biológiai egyensúlyt. Az algák rendkívüli mértékben elszaporodnak, olyannyira, hogy elvonják az oxigént a halak elől, ami azután a halállomány nagyfokú pusztulására vezethet [24]. Emiatt az utóbbi néhány évben a polifoszfátokat, mint a detergensek alkotó részét, jelentősen kiszorította a nitrilo-triecetsav. Meg kell azonban említenünk, hogy 1970-ben egyes vizsgálatok azt mutatták, hogy a nitrilo-triecetsav egyes fémkomplexei súlyos károsodást okozhatnak az állati szervezetekben [25]. Ez felvetette, hogy a nitro-triecetsavat nem alkalmazhatják a továbbiakban detergensek alkotórészeként, de a legújabb vizsgálatok szerint a nitrilo-triecetsav komplexeinek, abban a koncentrációban, amelyben egyáltalán bekerülhetnek a szervezetekbe, nincsen káros hatása. Az amino-polikarbonsavak nem szaporodhatnak fel a természetes vizekben nagy mennyiségben, mert az élő szervezetek teljesen lebontják őket anyagcseréjük során.

A szekvesztrálás egyéb alkalmazásait illetően monográfiákra utalunk [1, 2], [23]. Azt azonban nyomatékkal hangsúlyoznunk kell, hogy a különböző komplexképző szerek (pl. amino-polikarbonsavak) hatására nem szükségképpen és nem minden esetben következik be a fémionok katalitikus hatásának csökkenése. A különböző amino-polikarbonsavakat kiterjedtek alkalmazzák pl. az élelmiszeriparban a nem kívánatos autoxidációs folyamatok meggátlására. Az alaposabb vizsgálatok azt mutatták, hogy bizonyos amino-polikarbonsav-fémkomplexek nagyobb katalitikus hatással bírhatnak mint a fémionok akva-komplexei. A különböző polimerek előállításában használt katalizátorokban

pedig éppenséggel az amino-polikarbonsav-fémkomplexek tekinthetők az aktív katalizátoroknak. Bizonyos aldehid kondenzációs gyanták előállításakor megfigyelték, kogy a nyersanyagokból, illetve a szerkezeti anyagokból származó vas(III)-, illetve alumínium(III)-ionok hatására nem kívánatos tulajdonságú termékek keletkeznek. Kálium-fluoriddal azonban a hatás kivédhető, sőt az alumínium- és a fluorid-ionok együttes jelenlétében előállított gyantáknak jobb tulajdonsága volt, mint a fémionokat nem tartalmazó reakcióelegyek esetén [26]. Nyilvánvaló, hogy a nem kívánatos katalitikus hatás kiküszöbölése céljából csak beható vizsgálat alapján javasolható valamely komplexképző anyag alkalmazása.

IRODALOM

[1] *Martell, A. E.—Calvin, M.:* Chemistry of the Metal Chelate Compounds, Prentice Hall, 1952.
[2] *Chaberek, S.—Martell, A. E.:* Organic Sequestering Agents, Wiley, 1959.
[3] *Rossotti, F. J. C.—Rossotti, H. S.:* The Determination of Stability Constants, McGraw Hill, 1961.
[4] *Schläfer, H. L.:* Komplexbildung in Lösung, Springer, 1961.
[5] *Beck M.:* Komplexegyensúlyok kémiája, Akadémiai Kiadó, 1965.
[6] *Beck, M. T.:* Chemistry of Complex Equilibria, Akadémiai Kiadó, Van Nostrand, 1970.
[7] *Sillén, L. G.—Martell, A. E.:* Stability Constants of Metal-ion Complexes, The Chemical Society, 1964.
[8] *Sillén, L. G.—Martell, A. E.:* Stability Constants, Supplement, The Chemical Society, 1971.
[9] *Beck, M. T.:* Pure Appl. Chem. sajtó alatt.
[10] *Sillén, L. G.:* Acta Chem. Scand. *3*, 359 (1949).
[11] *Beck, M. T.—Görög, S.:* Acta Chim. Hung. *22*, 159 (1960).
[12] *Srivastava, S. C.—Newman, L.:* Inorg. Chem. *5*, 1506 (1966).
[13] *Hawkins, C. J.—Perrin, D. D.:* Inorg. Chem. *2*, 839 (1963).
[14] *Basolo, F.—Pearson, R. G.:* Mechanism of Inorganic Reactions Wiley, 1967.
[15] *Beck, M. T.—Gaizer, F.:* J. Inorg. Nucl. Chem. *26*, 1755 (1964).
[16] *Bazsa, Gy.—Nikolasev, V.—Beck, M. T.:* Proceedings of the 3rd Conference on Coordination Chemistry 13. old. Smolenice, 1971.
[17] *Beck, M. T.:* Acta Chim. Hung. *4*, 227 (1954).
[18] *Jones, M. M.:* Ligand Reactivity and Catalysis, Academic Press 1968.
[19] *Beck M.:* Kémiai Közlemények *30*, 43 (1968).
[20] *Deák Gy.:* Magyar Kémikusok Lapja, *27*, 237 (1972).
[21] *Vizi, A.—Markó L.:* Magyar Kémikusok Lapja *27* 253 (1972)
[22] *Görög S.—Beck M.:* Magyar Kémikusok Lapja *27* 260 (1972).
[23] *Smith, R. L.:* The Sequestration of Metals, Chapman Hall, 1959.
[24] Chem. Eng. News. 1970. Szeptember 14. 50. old.
[25] Chem. Eng. News. 1971. január 4. 15. old.
[26] *Csonka L.—Balázs J.—Beck M.—Sipos S.—Szántó F.:* C 08 g 5/18 sz. Magyar Szabadalom.

Beck Mihály (1929–2017)

Beck Mihály 1929. november 14-én született Szőregen. Kutatásait a Szegedi Tudományegyetem Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszékén működő MTA Reakciókinetikai Tanszéki Kutatócsoportban kezdte Szabó Zoltán professzor irányításával a reakciókinetika és a koordinációs kémia területén.

1957-ben egyetemi doktori címet szerzett. Ugyanebben az évben megszerezte a kémiai tudományok kandidátusa fokozatot is, 1963-ban pedig a kémiai tudomány doktora lett. 1973-ban a Magyar Tudományos Akadémia levelező, 1979-ben rendes tagjává választották. 1965-ben a József Attila Tudományegyetemen lett címzetes egyetemi tanár. 1968-ban nevezték ki a Kossuth Lajos Tudományegyetem Fizikai Kémiai Tanszékének professzorává – a tanszéket 1990-ig vezette.

Oktató- és kutatómunkája Debrecenben teljesedett ki. Több módszert is kidolgozott komplex vegyületek egyensúlyi állandójának meghatározására, és felderítette a rendhagyó koncentrációeloszlások kémiai okait. Kimutatta a fémkomplexek meghatározó szerepét a prebiotikus kémiai fejlődésben. Jelentős felismerése volt a nagy amplitúdójú pH-oszcilláció jelensége. Behatóan tanulmányozta a kémiai átalakulások mikrohullámú aktiválását. Szerves vegyületek elektromos kisülések hatására bekövetkező átalakításával (köztük a szenesedés folyamatával) és a fullerének szintézisével is foglalkozott.

Tudósi pályája során mindvégig az újat, a tudományosan érdekeset, a műszakilag hasznosat kutatta. Így vált a komplexkémiai kutatások nemzetközileg legismertebb hazai képviselőjévé. A komplexképződés egyensúlyi és számítási módszereiről írott *Komplex egyensúlyok kémiája* c. könyve, majd annak angol és orosz nyelvű kiadása generációk számára nyújtott és nyújt ma is bevezetést és eligazítást e kérdésekben. Kezdeményezte azokat a homogén katalitikus vizsgálatokat, melyek az addig lehetetlennek tartott vizes közegű fémorganikus kémia és katalízis kialakulásához vezettek. Az elsők között kezdett az ún. egzotikus reakciókinetikai jelenségek kutatásába, és nevelt maga körül egy olyan kémikusgenerációt, amelynek közül ma már többen e terület nemzetközileg elismert művelői.

Az „Alkalmazott koordinációs kémia” margójára

Beck Mihály professzor úr, akadémikus tudományos munkásságát röviden, tömören foglalja össze a Debreceni Egyetem honlapján 2017. augusztus 18-án megjelent méltatás előző oldalon idézett részlete, de bármilyen más, az életét, tudományos munkáját bemutató leírás, életrajz [1] kiemeli, hogy rendkívül fontos szerepet játszott a hazai komplexkémiai kutatások fejlődésében, a komplex vegyületek kémiájának nemzetközi hírű szakértője volt. A Magyar Kémikusok Lapjában 1972-ben megjelent „Alkalmazott koordinációs kémia” cikk az addigi eredmények összefoglalásával már előrevetítette, hogy a koordinációs kémiai folyamatok, a komplex vegyületek az élet minden területén jelen vannak, a komplexkémiai folyamatok termodinamikájának, kinetikájának és redoxi tulajdonságainak, valamint a komplexvegyületek szerkezetének megismerése az élő és élettelen természeti jelenségek megértéséhez nélkülözhetetlen, alkalmazásuk az iparban, az orvostudományban, a gyógyászatban újabb és újabb komplexvegyületek szintézisét és mélyreható vizsgálatait igényli.

A cikk megjelenése óta eltelt 50 év alatt végzett komplexkémiai vizsgálatok révén sokszorosára növekedett azon komplexvegyületek száma, amelyekre termodinamikai adatokat határoztak meg. A szintetikus módszerek fejlődése, az automata peptidszintetizáló berendezések elterjedése, egyéb, a különböző ligandumok kinyerésére alkalmazott technikák kifejlesztése egyre nagyobb számú és molekulatömegű komplexképző ligandum előállítását tette és teszi lehetővé. Ezzel párhuzamosan az egyensúlyi vizsgáló módszerek nagy léptékű fejlesztése, automatizálása, új módszerek alkalmazása a stabilitási állandók meghatározására, a számítástechnika fejlődése, ezzel az adatfeldolgozás nagyságrendekkel gyorsabb megvalósítása egyre nagyobb számú és egyre összetettebb komplexképződési folyamat jellemzését tette lehetővé.

Így óriási adatmennyiség gyűlt össze, ami a komplexekre meghatározott stabilitási állandókat és egyéb termodinamikai paramétereket jelenti. A korábbi nyomtatott formát felváltotta az elektronikus formában összegyűjtött adatbázis, amely az 1877 és 2002 között megjelent adatokat tartalmazza. A program segítségével 105 500 oldalon, 22 000 publikációból gyűjtött mintegy 9000 ligandumra vonatkozó adat között lehet keresgélni. [2] Bár a kutatómunkában igen nagy segítséget jelent az adatbázis, ugyanakkor az új, mintegy 20 évre visszanyúló adatokat már nem tartalmazza, és a naprakész frissítése szinte lehetetlennek látszik. Ezen egy olyanfajta adatbázis létrehozása segíthetne, amelynek feltöltése a közlésekkel párhuzamosan elvárt feladat lenne, hasonlóan a röntgenkrisztallográfiával meghatározott molekulaszerkezetek adatbázisához.

A koordinációs kémia töretlen fejlődését tükrözi, hogy a tudományterület legrangosabb nemzetközi rendezvénye az „International Conference on Coordination Chemistry” 2018-ban tartotta meg a 43. konferenciáját. A kétévente megrendezett konferencia más-más földrészeken, jellemzően 1200–1300 résztvevővel zajlik. Az előadásokat 5-7 párhuzamos szekcióban hallgathatják meg a résztvevők, a koordinációs kémiához kapcsolódó legkülönbözőbb területeken született eredményeket mutatják be a kutatók több száz előadásban és poszteren. 2016-ban a 42. konferenciát Brestben (Franciaország), 2018-ban a 43. konferenciát Sendaiban (Japán) tartották, míg a 44. konferenciát 2022-re halasztották, és Riminiben (Olaszország) szervezik. Azt, hogy milyen sokféle kapcsolódási pontja, alkalmazása van a koordinációs kémiának, jól szemlélteti a Brestben tartott konferencia témaköreiből való válogatás: koordinációs vegyületek szintézise, jellemzése, tulajdonságai; molekuláris mágnesesség; fotoindukált jelenségek; kiralitás; vezetőképesség; fémorganikus vegyületek, fémorganikus katalizátorok; multifunkcionális anyagok; kismolekulák aktiválása; energiaátalakítás; szupramolekuláris kémia; diagnosztika, képalkotás, terápia; fémionok a biológiában; zöld kémia; nanotudományok; molekuláris elektronika; elméleti koordinációs kémia.

A nagy elődök (Beck Mihály, Burger Kálmán, Kőrös Endre, Gergely Arthur) nyomdokaiba lépve a magyarországi komplexkémiai kutatások jelenleg is több egyetemi és kutatóintézeti műhelyben nemzetközileg is elismert magas szinten folynak. Jelenleg két nagy koordinációs kémiai iskola működik, a Debreceni Egyetemen (DE) és a Szegedi Tudományegyetemen (SZTE), de a komplexkémiával (is) kapcsolatos kutatások folynak az ELTE, a Pannon Egyetem (PE), a Pécsi Tudományegyetem (PTE), a BME és a most átalakult Eötvös Loránd Kutatási Hálózat (ELKH) műhelyeiben is. A komplexkémiai kutatások eredményeiről Magyarországon is rendszeresen, hazai konferenciasorozaton, a Komplexkémiai Kollokviumon számolnak be a kutatók. A Komplexkémiai Kollokviumot a cikk is említi, és erről a rendezvényről külön is szólni kell.

A cikkből kiderül, hogy az 1972-ben sorra kerülő VII. Komplexkémiai Kollokvium tárgya is a komplexkémia gyakorlati és ipari alkalmazásai volt. A Komplexkémiai Kollokvium a koordinációs kémia területén a legfontosabb hazai rendezvény volt, és mind a mai napig fontos színtere a legújabb hazai koordinációs kémiai kutatási eredmények bemutatásának. Az első Komplexkémiai Kollokviumot Balatonszéplakon rendezték 1963-ban, ennek létrehozásában is kulcsszerepet játszott Beck Mihály, aki Burger Kálmánnal és Kőrös Endrével, a már kialakult vagy éppen szerveződő komplexkémiai iskolák vezető kutatóival együtt szervezte meg a konferenciát. Ezzel olyan konferenciasorozatot hívtak életre, amely a Magyar Kémikusok Egyesülete Komplexkémiai Szakcsoportjának és az MTA Koordinációs Kémiai Munkabizottságának rendszeres szimpóziuma lett. Az első időszakban kétévente, majd 1970-től, az V. Komplexkémiai Kollokviumtól kezdve évente került sor a konferenciára, általában más-más városban. Az 50. Komplexkémiai Kollokviumot 2016 májusában Balatonvilágoson tartottuk meg [3], idén pedig az 54. konferenciára került sor, sajnos a hagyományoktól eltérően nem személyes részvétellel, hanem online térben (280. oldal). A konferenciákon a résztvevők száma 50–100 között mozgott, és a két-három nap alatt általában 30–50 előadás hangzott el. Ez a konferencia nagyon jó lehetőség a kutatások kezdetén levő fiatalok bemutatkozására, eredményeik ismertetésére, a tapasztaltabb kutatók kutatásainak összefoglaló előadásaira, egy-egy kutatási téma köré szervezett „miniszimpóziumra”. A konferencia-előadások lefedik a magyarországi komplexkémiai kutatási területeket, így a legfrissebb konferenciakiadványainkban szereplő összefoglalók képet adnak arról, hogy a hazai műhelyekben milyen széles körűek az alkalmazott koordinációs kémiai kutatások.

Az **orvostudomány, a gyógyászat** ma már elképzelhetetlen a komplexvegyületek alkalmazása nélkül. Komplexképződési folyamatok ismerete szükséges a biológiai rendszerekben zajló élettani folyamatok megértéséhez, bizonyos betegségek kialakulási okai feltárásához és így a betegségek kezeléséhez, nehézfémmérgezések kezeléséhez, fémiontartalmú diagnosztikai és terápiás készítmények, gyógyszerek kifejlesztéséhez.

A DE Kémiai épületében elhelyezett emléktábla

A PE kutatócsoportjában folyó kutatások a vas-, mangán- és réztartalmú oxigenáz enzimek, illetve a reaktív gyökök elbontását biztosító kataláz enzimek modellezésére és elsősorban a vizes közegben lejátszódó folyamatok jellemzésére irányulnak.

A DE és az SZTE kutatócsoportjaiban a fehérjék és a fémionok közötti komplexképződési folyamatok egyensúlyi, kinetikai és redoxi szempontból történő jellemzése történik. Ennek célja egyrészt a biológiai rendszerekben metalloenzimek, metalloproteinek (SOD-enzimek, foszfatázok, oxidázok, nukleázok) közreműködésével zajló folyamatok modellezése, a metalloenzimek, metalloproteinek működésének, szerepének a leírása, mesterséges enzimek létrehozása, a káros oxidatív gyökök keletkezésének, hatásának és semlegesítésének a megértése.

Ugyancsak a peptidek, fehérjék komplexképződési folyamataihoz szorosan kapcsolódnak azok a kutatások, amelyekben a neurodegeneratív betegségek folyamataiban a fémionok, illetve a fehérjékkel létrehozott komplexeik szerepének a feltárása, és így a potenciálisan toxikus fémionok eltávolítására alkalmas kelátorok kifejlesztése a cél.

A peptideknek, mint kelátoroknak, fontos szerepe lehet a mérgező fémionok eltávolításában, nehézfémion-szennyezések kimutatásában; ezek tervezése, kifejlesztése a megfelelő molekulák és fémionok komplexképződési és/vagy redoxi folyamatainak szisztematikus vizsgálatát igényli.

Közismert, hogy a platinakomplexek jelentik a leghatékonyabb daganatellenes szerek egyik csoportját. A platinafémek csoportjába tartozó további fémionok (Ru, Rh, Os, Ir) komplexeinek szintézise, egyensúlyi és szerkezeti jellemzése, hazai és nemzetközi együttműködésben végzett biológiai vizsgálatokkal kiegészítve, új daganatellenes terápiás szerek kifejlesztését teszi lehetővé. Ilyen irányú kutatások a DE és az SZTE kutatócsoportjában folynak.

Széles körű kutatások folynak a DE kutatócsoportjában gadolínium-, vas- és mangánionokat tartalmazó MRI-kontrasztanyagok és egyéb képalkotó módszereknél alkalmazható komplexek kifejlesztésében és alkalmazhatóságának vizsgálatában. A kutatások sikerességét jól tükrözi számos szabadalom és több olyan készítmény kifejlesztésében való részvétel, amelyet ma már az orvosi gyakorlatban is használnak.

A komplexek **ipari alkalmazási** lehetőségei is szerteágazóak. Elsősorban a fémkomplexeknek mint homogén katalizátoroknak az alkalmazása jelentős, amelyek révén szerves vegyületek szelektív hidrogénezésére, illetve oxidációjára nyílik lehetőség. Az ily módon működő katalizátorok elősegítik a környezetbarát technológiák alkalmazását az iparban. Emellett a különböző gyártási folyamatok során keletkező komplexek jellemzőinek meghatározása az ipari folyamatnak megfelelő körülmények között nagyban hozzájárulhat az alkalmazott technológia továbbfejlesztéséhez, korszerűsítéséhez, gazdaságos és környezetbarát technológiák létrehozásához.

A DE kutatócsoportjában több évtizede foglalkoznak olyan vizes közegű homogén katalizátorok és katalitikus rendszerek fejlesztésével, amelyek elsősorban a hidrogénezésben, a hidrogéntárolásban és kis molekulák aktiválásában alkalmazhatóak. A platina- és nemesfém- (Ru, Rh, Ir, Au) komplexek mellett a jóval gazdaságosabb és környezetbarát biogén fémeket (Fe, Cu, Co, Ni, Mn) tartalmazó komplexek kifejlesztése a cél. Ugyancsak a szerves vegyületek szintézisének, illetve egyéb szelektív reakciójának (pl. oxidációjának) katalizálására lehetnek alkalmasak a vas- vagy platinafém-tartalmú katalizátorok, amelyek kifejlesztésén a PE és a PTE kutatói dolgoznak.

A SZTE-n folyó változatos komplexkémiai kutatási irányok egyike közvetlenül az alumíniumgyártás ipari folyamatához kapcsolódik, az alumínium előállításának folyamatában szerepet játszó, a folyamat során alkalmazott rendkívül erősen lúgos közegben létrejövő alumínium- és kalciumkomplexek keletkezésének, összetételének meghatározása révén.

A felsorolt koordinációs kémiai kutatások természetesen nem nélkülözhetik azokat az irányokat, amelyek szerkezetvizsgáló módszerek alkalmazásával, illetve elméleti számításokkal hozzájárulnak a komplexek feltételezett szerkezetének meghatározásához, a lejátszódó folyamatok leírásához. A különböző komplexek ESR-, NMR-spektroszkópiás és a röntgendiffrakciós vizsgálata több helyen, több kutatócsoportban, így az ELKH-ban, az ELTE-n, a DE-n is folyik, míg a PTE-n, BME-n, ELKH-ban és a DE-n folyó elméleti kémiai számítások elméleti síkon becsülik meg a feltételezett komplexekre jellemző paramétereket.

Ez a felsorolás azokat a legfontosabb alkalmazási lehetőségeket mutatja be, amelyekkel kapcsolatosan intenzív kutatások folynak a magyarországi egyetemeken és kutatóintézetekben, de arra semmiképp nem vállalkozik, hogy a koordinációs kémiai alkalmazások minden aspektusát, kapcsolódási pontját a kémiai kutatások terén számba vegye. Az így kialakuló kép azonban egyértelműen tükrözi, hogy a komplexekkel, a komplexképződési folyamatokkal a természettudomány, az ipar, a környezetvédelem és a hétköznapi élet szinte minden területén találkozunk, azokkal számolni kell.

Várnagy Katalin
az MKE Komplexkémiai Szakcsoportjának elnöke

IRODALOM
[1] Joó Ferenc, MKL, 2017. szeptember.
[2] IUPAC Stability Constants Database–Completion of Data Collection up to 2006. Chemistry International – Newsmagazine for IUPAC, 2006, https://doi.org/10.1515/ci.2006.28.1.26
[3] Várnagy Katalin, Ősz Katalin, MKL, 2017. december.

Szomorú 2020-as IgNobel-díjak bogarasoknak

A mulatságos, de elgondolkoztató tudományos eredményeket elismerő IgNobel-díjakat 30. alkalommal adták volna át 2020. szeptember 17-én a Harvard Egyetemen. A koronavírus-járvány – mint életünk annyi részében – azonban itt is közbeszólt: az időpont megmaradt, de a szokásos gálaest helyett teljes mértékben online, az interneten követhető eseménnyé kellett átalakítani az estet (videó: https://www.youtube.com/watch?v=AmkypdhYX0&feature=emb_imp_woyt). A korábbi események is élőben követhetők voltak az interneten, de a 2020-es alkalom volt az első, amikor a színháztermi előadásra nem kerülhetett sor.

A szervezők láthatóan jelentős erőfeszítéseket tettek annak érdekében, hogy a három évtized alatt megalapozott szokásokból a lehető legtöbbet megőrizzék. Nem maradhatott el a kétszavas 'Welcome, welcome', illetve az ugyancsak kétszavas 'Goodbye, goodbye' beszéd. A papírrepülő-dobálást ezúttal sok különböző helyszínen, mindenki a maga szórakoztatására végezte háromszor is a műsor alatt, de persze a szokásos emberi célpont nélkül. Megkísérelték a színpadi papírrepülő-sepregetést is egy néhány másodperces bevágás formájában: a feladatot Roy Glaubertől 2019-ben átvevő Mikhail Lukin egy majdnem teljesen üres színpadról távolított el speciális seprűjével egy darab papírrepülőt. Az előadások időkorlátait betartató Miss Sweetie Poo helyét zenészek vették át az online térben, de sok, a díjátadónak jellegzetes hangulatot adó apróságnak nem sikerült megtalálni az online folytatását. Minden bizonnyal ez is az oka annak, hogy az előző éveknél lényegesen rövidebb, mindössze 70 perces lett az est. Habár a díjazott eredmények semmiben nem maradtak el a korábbiaktól, összességében minden idők legszomorúbb IgNobel-díjátadója volt a 2020-as. A Harvard Egyetem Sanders-színháztermében rendszeresen összezsúfolódó 1000-nél is több néző lelkesedése nagyon hiányzott az estéből. Szintén nem sikerült helyettesíteni a 'Moment of Science' elnevezésű, színpadi kísérleti bemutatókat.

Ami szintén hiányzott az idén, az a kémiai IgNobel-díj. A vegyészek egy részének nagy bánatára, másik részének hatalmas örömére kémikus 2020-ban nem került az elismertek közé.

Az este fő témáját a leghelyesebb az eredeti angol szóval visszaadni: BUGS. Ahogy Marc Abrahams ceremóniamester előre is elmondta, ennek a szónak több jelentése van, néhányat feleleventettek a díjátadó alatt, néhányat nem. Maga a díj egy papírlapokból hajtogatott doboz volt, a vele járó pénzjutalom pedig az utóbbi évek szokását követve egy darab egybillió zimbabwei dolláros bankjegy. A járvány ennek a beszerzését is megnehezítette, ezért a díjazottak most először valódi hamisítványt kaptak az eredeti papírpénz helyett.

Az élő díjátadók hagyományait követve az online térben is megtartották egy négyfelvonásos miniopera ősbemutatóját, amelynek címe *Álmodj, kis csótány* volt. A cselekmény Franz Kafka *Átváltozás* című novellájának fordítottja: egy csótány álmában emberré alakult át, s a történet előrehaladtával minden ember rájött arra, hogy korábban valamilyen rovar volt. A miniopera is szigorú távolságtartással készült: minden énekes és zenész a saját otthonában vagy a szabadban, egyedül énekelt vagy játszott, kivéve a végig maszkot viselő, négytagú zenekart. A produkció zenei színvonala a színpad varázsa nélkül jelentősen elmaradt a korábbi években megszokottól.

Jobban sikerültek a 24/7 előadások, ezek során egy tudós egy teljes tudományos cikket mond el 24 másodpercben, majd 7 szóval közérthetően összefoglalja annak tartalmát. Elena Bodnar 2009-ben IgNobel-díjjal kitüntetett találmányáról, az arcmaszkká alakítható melltartóról beszélt; ennek a hasznosságát a járvány a legmesszebb menőkig igazolta. Marty Chalfie 2008-ban kémiai Nobel-díjjal is elismert, a zöld fluoreszcens fehérje sajátságait feltáró kutatásairól beszélt. Masako Kishida japán kutató számítógépes 'bug'-okról tartott 24/7 előadást, az 1997-es IgNobel-díjas Mark Hostetler floridai tudós pedig a rovarok sajátságairól. A nagy tekintélyű Proceedings of the National Academy of Sciences USA folyóirat főszerkesztője, a rovartannal foglalkozó May Berenbaum Rovarapokalipszis címmel az ízeltlábúak kihalásának lehetséges következményeit világította meg, míg Michael Smith, a Max Planck Intézet entomológusa, 2015-ös IgNobel-díjas, a méhszúrásokról adott rövid áttekintést.

A tíz 2020-as IgNobel-díj nem mindegyike kapcsolódott a rovarokhoz vagy bogarakhoz. Az akusztikai díjat Stephan Reber, Takeshi Nishimura, Judith Janisch, Mark Robertson és Tecumseh Fitch kapta egy egészen különleges teljesítményért: rávettek egy nőstény kínai alligátort arra, hogy héliummal dúsított levegővel töltött, légmentesen zárt szobában bömbölésszerű hangot adjon ki (Journal of Experimental Biology, vol. 218, 2015, pp. 2442–2447). A díjat Andre Geim (fizikai Nobel-díj, 2010) adta át, és re-

PHYSICS PRIZE

ENTOMOLOGY PRIZE
[USA]
Richard Vetter

Jair Bolsonaro of Brazil, Boris Johnson of the United Kingdom, Narendra Modi of India, Andrés Manuel López Obrador of Mexico, Alexander Lukashenko of Belarus, Donald Trump of the USA, Recep Tayyip Erdogan of Turkey, Vladimir Putin of Russia, and Gurbanguly Berdimuhamedow of Turkmenistan,

ményét fejezte ki, hogy a szerzők legközelebbi elismeréséből csak az első két betű marad majd el.

A pszichológiai díjat Miranda Giacomin és Nicholas Rule kapta. Ők arra dolgoztak ki módszert, hogy a nárcisztikus hajlamú embereket pusztán a szemöldökük megfigyelése alapján azonosítsák (Journal of Personality, vol. 87, no. 2, 2019, pp. 373–385). A díjat Eric Maskin adta át, aki 2007-ben volt a közgazdasági Nobel-díj kitüntetettje.

A fizikai díjat Ivan Maksymov és Andrey Pototsky söpörhette be. Ők azt határozták meg, hogy mi történik egy élő földigiliszta alakjával külső, nagyfrekvenciás rezgésnek hatására (bioRxiv 10.1101/868521, December 8, 2019). Nekik is Eric Maskin nyújtotta át az elismerést képletesen, a képernyőn keresztül. A díjazottak ünnepi beszédükben elmondták, hogy más állatokkal is hasonló kísérleteket terveznek.

A közgazdasági díjat Christopher Watkins, Juan David Leongómez, Jeanne Bovet, Agnieszka Żelaźniewicz, Max Korbmacher, Marco Antônio Corrêa Varella, Ana Maria Fernandez, Danielle Wagstaff és Samuela Bolgan érdemelte ki. Ők kvantitatív összefüggést kíséreltek meg megállapítani egy országban az emberek között tapasztalható gazdasági egyenlőtlenség nagysága és a csókolózás gyakorisága között. A díjat a 2018-as kémiai Nobel-díjasok egyike, Frances Arnold adta át. Ő egy lényegi kérdést is feltett: a járvány miatt a csókolózás gyakorisága mindenhol lecsökkent, ezek alapján várható-e emiatt a gazdasági egyenlőtlenségek megszűnése a világban? Az egyik díjazott egyetlen szóval megválaszolta a kérdést: nem.

Az entomológiai díjra Richard Vetter bizonyult méltónak. A szakember azt bizonyította, hogy sok entomológus (rovarokkal foglalkozó szakember) fél a pókoktól, amik egyébként közismerten nem rovarok (American Entomologist, vol. 59, no. 3, 2013, pp. 168–175). A díjat az 1993-as év egyik orvosi Nobel-díjasa, Rich Roberts adta azt remélve, hogy a kitüntetett nem tartozik az arachnofóbiás entomológusok közé.

Az orvostudományi díjazottak Nienke Vulink, Damiaan Denys és Arnoud van Loon lettek. Ők egy korábban ismeretlen, általuk mizofóniának elnevezett egészségügyi rendellenesség első diagnózisát állították fel: ez a más emberek által kiadott csámcsogó hangoktól való irtózást jelenti (Journal of Affective Disorders, vol. 217, 2017, pp. 289–294). A díjat Frances Arnold adta át, s itt is volt lényegi kérdése: van-e kezelési módszere ennek a rendellenességnek? Válaszként a díjazottak igent mondtak, és röviden el is magyarázták hogyan: az általuk kifejlesztett kúra filmrészleteket és hangátalakítást használ.

Az anyagtudományi díjat Metin Eren, Michelle Bebber, James Norris, Alyssa Perrone, Ashley Rutkoski, Michael Wilson és Mary Ann Raghanti „vihették haza", akik tudományos módszerekkel győződtek meg arról, hogy a fagyott emberi ürülékből készülő kések használhatatlanok (Journal of Archaeological Science: Reports, vol. 27, no. 102002, October 2019). A díjat egy másik kémiai Nobel-díjas, Marty Chelfie adta át, aki a 24/7 előadók között is szerepelt. Az ő kérdése az volt, hogy ezzel a munkával nem pazarolták-e (waste) a részt vevő kutatók a tehetségüket a kollégáik szerint. A díjazottak csak annyit mondtak: a munka végeredménye minden bizonnyal a tudomány emésztőgödrébe kerül majd.

Politikai-közéleti színezetű díjat hármat is átadtak az idén. Ellentétben a hét tudományos díjjal, az elismerésben részesülők ezek egyikét sem tudták – vagy akarták – átvenni.

A béke-díjat India és Pakisztán kormányának megosztva ítélték oda. Az elismert teljesítmény az az utasítás volt, amelyet követve a saját nemzetük diplomatai éjjel becsengettek a másik ország képviselőinek az ajtaján, majd még azelőtt távoztak, mielőtt az érintettek ajtót tudtak volna nyitni. A kísérlet a tudományos szakirodalomban mindeddig publikálatlan maradt, de számos sajtóbeszámoló dokumentálja.

A menedzsment-díjat Xi Guang-An, Mo Tian-Xiang, Yang Kang-Sheng, Yang Guang-Sheng és Ling Xian Si kapták. Mind az öten kínai bérgyilkosok, s egy feladatot a következő módon vállaltak el: eredetileg Xi Guang-An fogadta el a megbízást, aki aztán megbízta Mo Tian-Xiangot, aki aztán megbízta Yang Kang-Shenget, aki aztán megbízta Yang Guang-Shenget, aki aztán megbízta Ling Xian Sit. Az egymást követő megbízások egyre kisebb díjazást tartalmaztak, de végül senki nem követett el gyilkosságot. A kísérlet a tudományos szakirodalomban publikálatlan maradt, de számos sajtóbeszámoló és bírósági jelentés készült róla. Akár a béke IgNobel-t is kiérdemelhette volna ez a teljesítmény.

Az egészségnevelési díjat sok nemzetvezető kapta megosztva: Jair Bolsonaro (Brazília), Boris Johnson (Egyesült Királyság), Narendra Modi (India), Andrés Manuel López Obrador (Mexikó), Alekszandr Lukasenko (Fehéroroszország), Donald Trump (Egyesült Államok), Recep Tayyip Erdogan (Törökország), Vlagyimir Putyin (Oroszország) és Gurbanguly Berdimuhamedow (Türkmenisztán). A Covid–19 járvány alatt mindannyian egyértelmű bizonyítékát adták annak, hogy a politikusok sokkal gyorsabb és közvetlenebb hatást tudnak élet-halál kérdésekben kifejteni, mint az orvosok. A hatást számos tudományos igényű műben igazolták, de ezek publikációjában egyik díjazott sem vett részt. A neves díjazottak közül Alekszandr Lukasenko külön figyelmet is kapott: ő 2013 után másodszor kapta meg a kétségtelenül kétes elismerést.

A videóban több alkalommal is szó esett a finanszírozási nehézségekről. Eddig a díjátadókat túlnyomórészt a bemutató est jegybevételéből szervezték, de 2020-ban a kényszerből alkalmazott online módszer miatt ilyen nem volt. A díjazottak minden korábbi évben hangsúlyozottan saját költségükön utaztak el az ünnepségre, 2020-ban erre nem volt szükség. A díjátadó megszervezéséhez ebben az évben sok lelkes önkéntes önzetlen munkájára volt szükség. Ahogy Marc Abrahams fogalmazott: a támogatás összegyűjtése 2020 előtt küzdelem volt, a járvány évében viszont kalanddá vált. Ezért a ceremóniamester, aki egyben az Annals of Improbable Research főszerkesztője is, a nézők segítségéte kért az IgNbel-díjak túléléséhez, ebben nagy segítségre volt kutyája, Wednesday Abrahams is. A 2020-as díjátadón mindenki abban reménykedett, hogy a következő évben már vissza lehet térni a szokásos, személyes jelenlétű módszerhez, de 2021 nyarára világossá vált, hogy ez nem így lesz: 2021. szeptember 9-én magyar idő szerint éjféltől élőben ismét online lehet majd követni a harmincegyedik IgNobel-díjátadót.

Lente Gábor

TÚL A KÉMIÁN

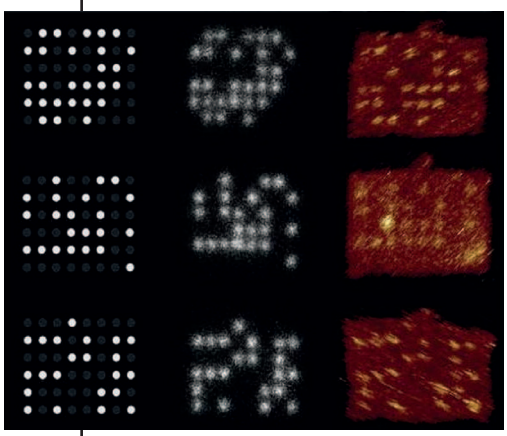
Modern emberek és neandervölgyiek Európában

Svante Pääbo a világ egyik vezető szakembere a régi emberi maradványok DNS-analízisében. Az ő egyik legújabb publikációja az Európában mintegy 45 000 évvel ezelőtt megjelenő modern emberek, és az ugyanott kb. 40 000 éve eltűnő neandervölgyiek közötti genetikai kapcsolatokat vizsgálja egy bulgáriai lelőhelyen talált, 42–46 ezer éves minták segítségével. Ezek egyértelműen modern emberektől származnak, és közeli rokonságot mutatnak néhány, Kelet-Ázsiában és Amerikában ma élő, illetve korábbról ismert népcsoporttal. A DNS vizsgálata ugyanakkor arra is egyértelmű bizonyítékot adott, hogy néhány generációval korábban neandervölgyi emberekkel is keveredett ez a populáció, ami az egyre halmozódó bizonyítékok alapján gyakori jelenség lehetett akkoriban Európában is.

Nature 592, 253. (2021)

Információtárolás DNS-origamiban

A DNS-molekula felhasználása információtárolásra egyidős a födi élettel. Ennek ellenére a mai emberi technológia ennek az ötletnek nem veszi hasznát, mert az információ kiolvasása a DNS szekvenálását igényli, ami idő- és erőforrás-igényes művelet. A közelmúltban kidolgoztak egy olyan új módszert, ahol a bázispárképzés segítségével a DNS-molekulák alakját origamiszerűen lehet szabályozni, lényegesen hatékonyabb dekódolást lehetővé téve.



A megfelelő szekvenciájú DNS így egyfajta kétdimenziós szőnyeget hoz létre, amelyből 48 bitnyi információt lehet kiolvasni nagy felbontású fluoreszcencia-mikroszkópiával. A biológiai módszerhez hasonlóan szükség volt egy hibajavítási mechanizmus beépítésére is, ennek segítségével az információtárolás hiba nélkül lehetséges az eddigi kísérletek szerint.

Nat. Commun. 12, 2371. (2021)

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

CENTENÁRIUM

R. A. Sawyer, A. L. Becker: The Production of Enhanced Line Spectra by a New Method
Science Vol. 54, pp. 305–306.
(1921. szeptember 30.)

Ralph Alanson Sawyer (1895–1978) amerikai fizikus volt. Doktori fokozatot Chicagóban szerzett R. A. Millikan vezetésével, s már akkor is az USA Haditengerészetének befolyásos tudományos szakértője volt. A University of Michiganen lett professzor, pályafutása végéig ott tanított. Fő érdeklődési területe a spektroszkópia volt, de a katonai kapcsolatait is megőrizte: 1946-ban ő volt a Bikini atollon végzett nukleáris fegyvertesztek civil igazgatója.

Hulladékmentes festékgyártás kukoricából

A textiliparban használatos mesterséges színezékanyagok egyre komolyabb szennyvízkezelési problémákat okoznak, ezért kiváltásukra is egyre nagyobb erőfeszítéseket kell tenni. Olasz kémikusok nemrég arról számoltak be, hogy a bíborszínű kukorica emberi fogyasztásra alkalmatlan részei az antocián típusú festékek bőséges forrásai lehetnek. Megfelelő körülmények között végzett vizes extrakcióval a festéktartalom mintegy egyharmadát lehetett kinyerni szerves oldószerek használata nélkül, az oldhatatlan maradék pedig állati almokhoz bizonyult jó alapanyagnak. Ha etanolos extrakciós lépést is közbeiktattak, az antociánok újabb kb. egyharmada vált kinyerhetővé.

ACS Sustainable Chem. Eng. 9, 3781. (2021)

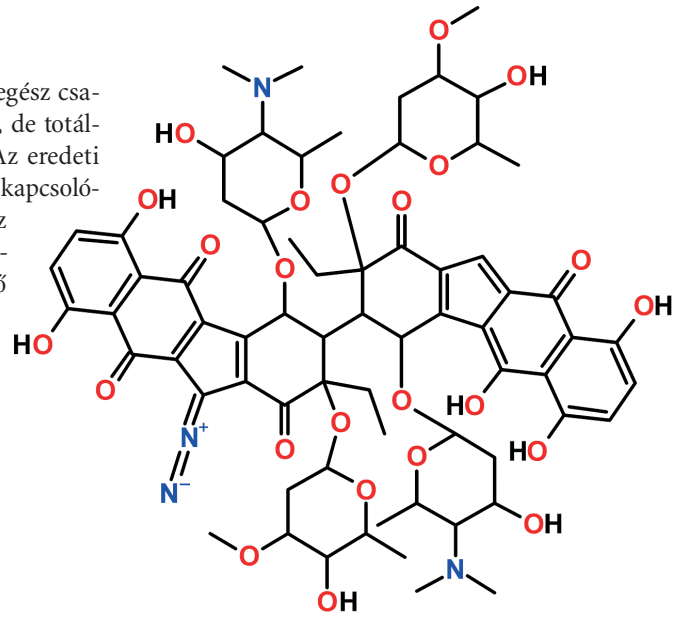
APRÓSÁG

Van aki 'Garagum ýalkymy' (a Karakum sivatag ragyogása), van, aki a Pokol kapuja nevet használja a Türkmenisztánban lévő Darvaza gázkráterre, amelyben a felszínre szivárgó földgáz gyakran magától meggyullad.

A HÓNAP MOLEKULÁJA

A lomaiviticin C ($C_{68}H_{82}N_4O_{24}$) ígéretes gyógyszerjelölt molekulák egész családjának kiindulópontja. Szerkezete felől 20 éve nem volt kétség, de totálszintézisének megkísérlése furcsa hibára hívta fel a figyelmet. Az eredeti szerkezetfelderítés NMR-rel készült, amelyben a hidrogénhez nem kapcsolódó szénatomok pontos kapcsolódási sorrendjét időnként igen nehéz meghatározni. Az idén megjelent, mikrokristályokon végzett elektrondiffrakciós eredmények alapján a molekula központjában lévő gyűrűrendszer valós szerkezete más, mint eddig gondolták.

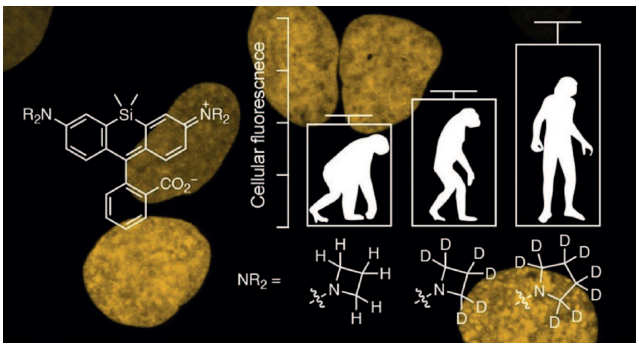
J. Am. Chem. Soc. 143, 6578. (2021)



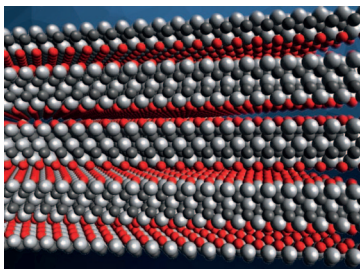
Deuterált fluoreszencia

A biológiában a fluoreszencia-mikroszkópia igen elterjedt és hasznos vizsgálati módszernek számít. A kulcs természetesen a minél hatékonyabban fluoreszkáló molekulák bevitele, ezen a téren a rodamin típusú festékek már eddig is előnyös választásnak számítottak. A közelmúltban sikerült tovább javítani a molekulacsalád hatékonyságán úgy, hogy a xanténvázon lévő alkilamino-szubsztituensekben a hidrogénatomokat deutériumokra cserélték le. Az így képződött izotopomer fluoreszcenciasajátságai spektrális eltolódást nem mutattak, de a jelenség nagyobb intenzitásúvá vált és a vegyület bomlási sebessége is jelentősen csökkent.

JACS Au 1, 690. (2021)



Tartós, szilárd kenőanyag



A titán-karbid néhány atomrétegnyi vastag, kétdimenziós lemezeiből minden korábban ismertnél ellenállóbb, szilárd kenőanyagot készítettek. Osztrák tudósok elektrospray-szerű módszert használtak arra, hogy rozsdamentes acélon mintegy 100 nm vastagságú, több rétegből álló bevonatot hozzanak létre az anyagból, majd borsószem nagyságú kerámiagolyók segítségével tesztelték a kenési tulajdonságokat. A módszer a súrlódási erőt hatodrészére csökkentette, ez nagyon hasonló az ilyen célra már korábban is használatos grafén és MoS_2 teljesítményéhez, de azokkal ellentétben ez a kedvező sajátság százezer felhasználási ciklus alatt sem változott meg.

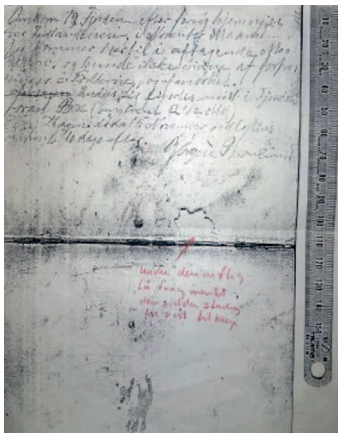
ACS Nano 15, 8216. (2021)

Megédesített molekulatanulás

Látáskárosultak biokémia-oktatásában gyakran használnak tapintással megismerhető molekulamodelleket. Egy amerikai kutatócsoport felfigyelt arra, hogy a szájban lévő tapintásérzékelők sokkal érzékenyebbek, mint a kézen találhatók, ezért cukorkaszerű, szopogatható, háromdimenziós segédeszközöket készítettek. Ehhez a gumimacik anyagául is szolgáló polimert használták, amely tetszés szerint ízesíthető, s oktatási célokra a kisebb molekulák esetében akár egy rizsszem nagyságú darab is elegendő. Az első kísérletekben a különböző molekulákat szopogatva éppen olyan hatékonyan ismerték fel a diákok, mint ép szemű társaik a szokásos modelleket látás alapján.

Sci. Adv. 7, eabh0691. (2021)

Helyszínelés egy évszázados sarki balesetnél



Egy észak-grönlandi sarki expedíció három dán tagja 1907-ben áldozatul esett a zord időjárásnak. A legtovább Jørgen Brønlund jutott közülük, akinek a testét és a naplóját négy hónappal később találták meg. Az aláírása alatt egy ismeretlen eredetű fekete folt volt látható, ezt elemezték részletesen a közelmúltban ICP, röntgenfluoreszcencia, szinkrotronsugárzást használó por-diffrakció, Raman-spektroszkópia és a minta hőkezelési termékeinek GC–MS analízise segítségével. A foltban a természetes gumi készítése során használt ásványokat azonosították, illetve zsír- és kőolajszármazékok jelenlétét is kimutatták. Az eredményekből arra lehet következtetni, hogy Brønlund egy kerozinnal működő főzőlap előmelegítésekor véthetett hibát, s elégette annak gumitömítéseit.

Archeomet. 63, 893. (2021)

Nagypál István (1944–2021)

Középiskolai tanulmányait Kazincbarcikán, az Irinyi János Vegyipari Technikumban végezte, ahol 1962-ben kitűnő minősítéssel érettségizett. 1962-ben a Kossuth Lajos Tudományegyetem Természettudományi Karának vegyész szakos hallgatójaként kezdte meg egyetemi tanulmányait. 1967-ben kitüntetéses vegyész diplomát szerzett.

Már harmadéves hallgatóként bekapcsolódott a KLTE Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszékének munkájába, ahol 1967-ben kezdte meg egyetemi oktatói pályáját mint egyetemi gyakornok. 1969-ben doktorált, „Axiális koordináció a réz(II)-aminosav és dipeptid komplexekben” című kandidátusi értekezését pedig 1975-ben védte meg. A kémiai tudomány doktora címet 1986-ban szerezte meg, 1995-ben habilitált. 1987-ben érkezett a szegedi József Attila Tudományegyetemre a Fizikai Kémiai Tanszék vezetőjeként, melynek három cikluson keresztül, 2000-ig vezetője is maradt. 1990 és 1992 között a JATE Tudományos és Általános rektorhelyettese volt.

2009-ben kérte nyugdíjazását, és élt hobbijának, a tudománynak, otthonában. A több mint 84, külföldi folyóiratban megjelent közlemény mellett a Beck Mihállyal együtt jegyzett *Chemistry of Complex Equilibria* című könyv, valamint a Zékány Lászlóval készített, a komplexképződési egyensúlyok kvantitatív kezelését szolgáló *PSEQUAD* program is jelentős nemzetközi elismertséget hozott.

Oktatói munkáját a lelkiismeretesség, az odaadás és az igényesség jellemezte. Kezdeményező szerepe volt a fizikai kémia oktatásának országos szintű tartalmi megújításában.

Számos hazai szakmai bizottságban vállalt tudomány- és oktatásszervezési feladatot. Az IUPAC Egyensúlyi Adatok Bizottság tagja 1983–1987 között. A Debreceni Akadémiai Bizottság Analitikai Kémiai Munkabizottságának titkára, majd elnöke 1983–1987 között. Az MTA Szervetlen és Fizikai Kémiai Bizottságának tagja 1987–2000 között. Külföldön több mint négy évet töltött, többek között 1972-ben Oxfordban öt hónapot és 45 hónapot 1984 és 1998 között a bostoni Brandeis Egyetemen, melynek eredményeként nívós közleményeket eredményező munkakapcsolatokat alakított ki.

Tudományos munkájának elismeréseként 1992-ben Akadémiai Nívódíjjal, 1999-ben pedig Polányi-díjjal jutalmazták. Az elsők között kapott Széchenyi professzori ösztöndíjat 1997-ben. Több mint négy évtizedes kiemelkedő oktatói, tudományos munkásságát és egyetemi vezetői tevékenységét 2011-ben *Pro Universitate* díjjal ismerték el.

Az életrajzi tények után következzenek személyesebb gondolatok a búcsú kapcsán.

Több mint 40 éve ismertem meg Nagypál Istvánt. Kezdő egyetemistaként általános kémiai laborgyakorlaton találkoztam vele először 1968-ban, a KLTE-n. Utána vegyészhallgatóként még több tárgy keretében kerültünk oktató-hallgató kapcsolatba. Diplomamunkám témavezetője volt, majd végzésem után, az egyetemen maradva doktori munkám témavezetője lett a Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék Gergely Arthur vezette Komplexkémiai Kutatócsoportjában. Szűkebb szakmám alapjait főként tőle tanultam, így mentoromnak tekinthetem. Mondhatom ezt akkor is, ha őt mindig a koordinációs kémiának, majd később a reakciókinetikának az alapjai érdekelték, engem, de nyugodtan mondhatom, hogy minket, a többieket az alkalmazások, egyre inkább a biológiai rendszerekben lejátszódó folyamatok vonzottak. Így eredményei között feltétlenül meg kell említenem a komplex egyensúlyok kezelését és a stabilitási állandók számítására alkalmas PSEQUAD számítástechnikai program kidolgozását, melyet a mai napig is használunk, a rendhagyó koncentrációeloszlások törvényszerűségeivel foglalkozó alapvető megállapításait, vagy az NMR-relaxációs módszer egyensúlyi kémiai alkalmazására vonatkozó lehetőségeinek feltárását. A csoportban teljes egyenjogúság volt a tagok között, mindenki véleményt mondhatott minden kérdésben (persze azért tudtuk, hogy mi fiatalok, hol állunk a korosztályi rangsorban). István (Nagypali) volt a legidősebb, ő volt a korelnök. Ő volt az úttörő mindenben: ő járt először hosszabb ideig külföldön tanulmányúton és hozta haza az angliai egyetemek hangulatát, munkakultúráját, ami új volt, számunkra vonzó, de meghonosítása nem ment konfliktusmentesen. A csoport tagjai mindenben segítették egymást, haladtunk előre a tudományos életben. Kezdtünk ismertté válni itthon és nemzetközileg is. A csoport vezetője hathatós támogatásának köszönhetően lassanként mindannyian megismertük a külföldi egyetemek világát. Abban, hogy Debrecenben kialakult egy nemzetközi hírű Koordinációskémiai Kutatócsoport, a létrehozója mellett meghatározó szerepe volt Nagypál Istvánnak. Persze nem elhanyagolható a többi résztvevő szerepe sem, amit talán jelez az is, hogy ma már mindannyian a tudományok doktora fokozattal rendelkező egyetemi tanárok. Nagypál István új, tehetséges fiatal munkatársakat vonzott a laborba, és reakciókinetikai kutatásai révén egyre erősebben kötődött a fizikai kémiához. A fiatalok szép karriert futottak be, volt, aki nem csak a tudományos pályán. Nagypali vonzalma a fizikai kémia iránt talán csak fokozódott, amikor a 80-as éves elején Beck Mihály, aki 1968 óta a KLTE Fizikai Kémiai Tanszékének vezetője volt, felkérte, hogy könyvének, a *Komplex egyensúlyok kémiájá*nak második, javított kiadásán együtt dolgozzanak. A könyv, hosszú munka után, 1982-ben jelent meg.

1987-ban Nagypál Istvánt meghívták a JATE Fizikai Kémiai Tanszékének vezetőjévé. Örömmel távozott Szegedre: úgy érezte, révbe ért.

Szegeden nagy elánnal készült új feladatára. Alapkollégiumot kellett tartania fizikai kémiából. Ismerkedés végett meglátogatta a félévi fizkémszigorlatot. Hallgatta az első szigorlót, minden kérdésre kiváló választ adott, ilyen az érdemjegy is. A következő hasonló, a vizsgáztató izzad, próbál fogást találni a hallgatón, de nem megy, az is kiváló. Nagypali az égre tekint, te jó ég, hova kerültem, ahol a hallgatók ennyire tudják a fizkémet. Itt akarok én a következő félévtől kezdőként fizkémet tanítani. A vizsga végén azért kiderült: a két diák Galbács Gábor és Geretovszky Zsolt volt, az évfolyam legjobbjai, később kitüntetéses doktorok, ma mindketten az SZTE vezető oktatói.

Kutatásai a reakciókinetika területére koncentrálódtak. Itt is vonzotta a tehetséges fiatalokat. Témát javasolt nekik, és hagyta őket önállóan kutatni, megadva a szükséges segítséget, amint lehetett, külföldi ösztöndíjat biztosítva nekik. Odakint ezek a munkatársai helyt álltak, tapasztalatokat szereztek, kapcsolatokat építettek és új tudással felvértezve tértek haza. Itthon önállóan folytatták kutatásaikat. Lassanként kialakult egy nemzetközi ismertségű kinetikai iskola a Tanszéken, de az még kevésbé kötődött

Nagypál István nevéhez, mint Debrecenben a bioszervetlen kémiai. Ő Szegeden is inkább a maga, nagyobbrészt elméleti problémáival foglalkozott. Most a termodinamikát igyekezett új alapokra helyezni a válaszreakciók elméleti részleteinek kidolgozásával. Az iskolateremtés fenti módja Szegeden sem hozott elismerést számára. Itthon, de a világ sok kutatóhelyén is inkább az egy professzor/sok beosztott kutató dívik, akik a főnök elképzelésein dolgoznak. Természetesen a beosztottaknak is lehetnek ötleteik, sőt kell, hogy legyenek, de azoknak a professzor irányvonalát kell szolgálniuk. A Nagypál-féle modell nem fért bele a tudományszervezés hazai gondolatvilágába. Nem vagyunk olyan gazdagok, hogy így szétforgácsoljuk a kutatási potenciálunkat – mondták. Lehet. De hogy hatékony a tehetségek felszínre hozásában, az biztosnak látszik. Büszke volt rá, hogy a hazai tudományos életben az egyike azoknak, akiknek a tanítványai közül a legtöbben érték el a legmagasabb tudományos fokozatot. Ez tény.

A sors úgy hozta, hogy 1996-ban én is Szegedre kerültem. Egyetemi tanárként elnyertem a Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék vezetői posztját. Nagypali, akkor már „régi" szegediként sokat segített abban, hogy eligazodjam a szegedi kémikus-professzorok hierarchiájában. Egy-egy, a kémia jövője szempontjából fontosnak vélt ügy sikerre vitelében ez alapvető fontosságúnak bizonyult. Jó volt tudni őt társként és később még néhány más professzortárs gondolati összehangolódását a szegedi kémia ügyeiben. Nagypali 56 éves korában átadta a tanszék vezetését fiatalabb kollegájának. Szerintem várhatott volna még egy ciklust, de természetesen tiszteletben tartottam döntését. Talán ezzel kezdődött tudatos visszavonulása a közélettől. Az Intézet átszervezésekor nem értett egyet a Fizikai Kémiai Tanszék, a Kolloidkémiai Tanszék és a Szilárdtestkémiai Tanszék összeolvasztásával. Egyet nem értését azzal fejezte ki, hogy kérte nyugdíjazását. Ezzel kapcsolata az Egyetemmel, majd később sajnos a Tanszékkel is fokozatosan lazult. Bár a szobája megmaradt a Tanszéken, egyre ritkábban láttuk az egyetem környékén. Az akkor még nem szokásos home office-ban dolgozott.

Nagypál István korunk embere volt. Volt szilárd meggyőződése, ami mellett a végtelenségig kitartott, makacs volt. Nyilván voltak hibái. Amiben mélyen hitt, a tudás primátusa. Nem az intézményekben hitt, hanem az alkotó emberekben.

Hadd álljon itt befejezésül egy rövid történet, amely kicsit szarkasztikus humorára is jellemző: Egy fiatal kolléga sikeres előadást tartott az Akadémián. Az előadás utáni gratulációt Nagypali azzal fejezte be: „Tudod, barátom, az Akadémián nem illik olyan előadást tartani, amelynek én minden mondatát az elejétől a végéig megértem."

Sok munkatárs, tanítvány, tisztelő, jó barát szomorú szívvel búcsúzik Nagypál Istvántól. Nyugodj békében, Nagypali. Emléked megőrizzük!

Kiss Tamás

• • • • • • • • • • • • • • • • •

Fülöp Ferenc (1952–2021)

2021. július 17-én hosszan tartó, súlyos betegség után elhunyt Fülöp Ferenc professzor, kedves jó barátunk, kollégánk, sokak tanítómestere.

Fülöp Ferenc 1952. február 23 született Szankon, Bács-Kiskun megyében. Kiskunfélegyházán, a Petőfi Sándor Gimnáziumban, biológia–kémia tagozaton érettségizett 1970-ben. 1975-ben a József Attila Tudományegyetem Természettudományi Karának vegyész szakán szerzett diplomát. Először a Chinoin Gyógyszergyár doktoranduszaként a József Attila Tudományegyetem Szerves Kémiai Tanszékén, majd a SZOTE Gyógyszerkémiai Intézet tanársegédjeként dolgozott. Oktatói-kutatói pályája hamar felfelé ívelt, 1990-től docens, 1991-től egyetemi tanár. Közben 1983-tól a kémiai tudomány kandidátusa, 1990-től a kémiai tudomány doktora fokozatot nyerte el. 1998-tól 2017-ig a Szegedi Tudományegyetem Gyógyszerkémiai Intézetének vezetője. 2005–2006-ban az SZTE Szerves Kémiai Tanszék mb. vezetője. 2006-tól két cikluson át az SZTE Gyógyszerésztudományi Karának dékánja. Kutatási területe a szerves kémia, ezen belül a telített heterociklusok szintézise és konformációvizsgálata, gyűrű-lánc tautomériavizsgálatok, a ciklusos béta-aminosavak szintézise, az önszerveződő béta-peptidek szerkezete, alkalmazásai, enzimkatalizálta kinetikus és dinamikus rezolválások, enantioszelektív szintézisek és a felfedező gyógyszerkutatás.

Fülöp Ferenc kiemelkedő iskolateremtő, a legeredményesebb magyar szerves kémikusok között tarthatjuk számon. Mindezt ezer körüli közlemény, tízezer feletti idegen hivatkozás, 54-es Hirsch-index is jelzi. Számos díjat, kitüntetést kapott. A teljesség igénye nélkül néhány: MTA Zemplén Géza-díj (1983), Gábor Dénes-díj (2002), Than Károly-emlékérem (2004), Ipolyi Arnold-díj (2004), Bruckner Győző-díj (2006), Hevesy György-díj (2009), a Magyar Érdemrend Tisztikeresztje (2012), Széchenyi-díj (2013), Príma-díj (2019). De nem csak hazai díjakat kapott, nemzetközileg is elismert volt, így megkapta a Khwarizmi-díjat (2009) és a ChemPubSoc Europe Fellows 2016/2017 elismerést is. A szintetikus szerves kémia és a gyógyszerkutatás terén kifejtett munkássága elismeréséül 2007-ben a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagjává választotta. 2013-tól a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagja, 2017-től a Kémiai Osztály elnöke volt. 2014 és 2020 között két periódusban az MTA Szegedi Akadémiai Bizottság elnöki funkcióját is betöltötte. *Tudományos és egyetemi közéleti tevékenysége* mellett számos jelentős külföldi együttműködés részese és szervezője volt. 2021-ben az MTA SZAB Pro Scientia Életműdíjjal tüntették ki. Sok tanítványa lett sikeres vezető kutató, egyetemi tanár, tanszékvezető.

Fülöp Ferenc nemcsak kiemelkedő tudós, hanem jó barát, életvidám ember is volt. Kezdeményezője volt SZAB és az Egyetem borversenyének, szeretett gombát szedni, kertészkedni, és főzni is. Sok mindenhez értett. Fülöp Ferenccel nemcsak kiváló kutató, oktató távozott, hanem jó barátunk, kollégánk, kiemelkedő műveltségű embertársunk. Távozása hatalmas veszteség nemcsak a szegedi kémikus társadalom számára, de az egész Egyetemnek és az egész magyar tudománynak is. Hiányozni fog mindnyájunknak.

Emlékét szeretettel és tisztelettel megőrizzük, nyugodjék békében.

Tóth Gábor

TUDOMÁNYOS ÉLET

Várnagy Katalin – Ősz Katalin

Komplexkémiai Kollokvium – Covid előtt és Covid után

A hagyományosan minden év tavaszán megrendezett Komplexkémiai Kollokviumok sorát is megszakította a 2020 tavaszán kialakult Covid–19 járványhelyzet. Az 53. Komplexkémiai Kollokviumot még a hagyományos módon, 2019. május 21–23. között rendeztük meg, bár a korábbi évekhez képest új helyszínen, a velencei Hotel Juventusban. 2020 márciusában már szerveztük az 54. Komplexkémiai Kollokviumot, ugyanerre a helyszínre: a tervezett dátum 2020. május 25–27. volt. A tervezésünket és a szervezésünket azonban keresztülhúzta a világjárvány kitörése, így a konferencia ebben az évben elmaradt. Sajnos az idei, 2021-es év is járványügyi veszélyhelyzetben kezdődött, és ez bizonytalanná tette a személyes részvételű konferencia megszervezésének lehetőségét. Így végül az online konferencia megtartása mellett döntöttünk, amelyre 2021. május 26–27-én került sor.

Bár a közönség nem egy előadóterem széksoraiban ült, az előadásokat is mindenki a saját dolgozószobájából tartotta, a konferencia sikeresen és eredményesen lezajlott. Ha összehasonlítjuk a 2019-es 53. és a 2021-ben lezajlott 54. Komplexkémiai Kollokvium számait, szinte alig tapasztalunk különbséget. A 2019-es rendezvényen 63 résztvevő volt, és 35 előadást hallgathattunk meg, míg az idei, online rendezvény 70 résztvevővel zajlott, és 39 előadás hangzott el. A korábbi évek hagyományait követve az előadók nagy része a fiatalabb korosztályból került ki. Az előadók az ország számos kutatóhelyét képviselték: mind az 53., mind az 54. konferencián hallottunk előadásokat a Szegedi Tudományegyetem Bioszervetlen Kémiai Kutatócsoportjának és Anyag- és Oldatszerkezeti Kutatócsoportjának tagjaitól, a Debreceni Egyetem Bioszervetlen Kémiai Kutatócsoportjának, Ritkaföldfém Kémiai Kutatócsoportjának, a DE–MTA Homogén Katalízis és Reakciómechanizmusok Kutatócsoportjának a tagjaitól, a Pannon Egyetem, illetve az MTA–TTK kutatóitól, és 2019-ben ezt egészítette ki a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem kutatóinak előadása. Az előadásokat – akár a konferenciateremben, akár a számítógép előtt ülők részvételével – szinte mindig aktív diszkusszió követte.

A hagyományoknak megfelelően az MTA Koordinációs Kémiai Munkabizottság soron következő ülését is mindkét Kollokviumon szerdán, délutáni szekcióként rendeztük meg. Miután 2021-ben a Munkabizottságban tisztújítás volt, a leköszönő elnök, Dr. Kaizer József néhány szóban felidézte az elmúlt négy év eseményeit, és köszöntette a Koordinációs Kémiai Munkabizottság új elnökét, Dr. Enyedy Éva Annát és titkárát, Dr. Tircsó Gyulát.

A munkabizottsági ülés keretében mindkét alkalommal kerek születésnapot ünneplő kollégákat köszöntöttünk: 2019-ben egy számos magyarországi kutatóhelyet (DE, SZTE, PTE, PE, MTA–TTK) érintő előadássorozattal köszöntötték Joó Ferenc professzort kollégái 70. születésnapja alkalmából, míg idén két egyetemről (DE, SZTE) előadások keretében köszöntötték Kiss Tamás és Tóth Imre professzorokat 70., Sóvágó Imre professzort 75., Speier Gábor professzort 80., Brücher Ernő professzort 85. születésnapja alkalmából.

Prof. Joó Ferenc (bal oldalon) köszöntése 70. születésnapja alkalmából

A két különböző módon megszervezett KKK témáit, eredményeit az alábbiakban összegeznénk.

BME

2019-ben Fekete Csaba tartott előadást szilolid anionok és dianionok komplexképzési változatairól.

CNRS

2021-ben Jakab-Tóth Éva beszélt az amiloidok detektálására használható fémkomplexekről.

Az 53. Komplexkémiai Kollokvium résztvevői

DEBRECENI EGYETEM

2021-ben Bányai István a koordinációs vegyületek kinetikájáról beszélt, Tóth Imre Bi(III)-tartalmú vizes oldatokról, Szücs Dániel a $^{205/206}$bizmut-polioxopalladát komplexek hordozómentes radioaktív szintéziséről, Horváth Dávid Bi(III)-komplexek orvosdiagnosztikai és terápiás célú felhasználásáról beszélt, Timári István nagy felbontású NMR-módszerek alkalmazásáról tartott előadást, Kálmán Ferenc Krisztián pedig új típusú Cu(II)-komplexek radioteranosztikai alkalmazásáról.

DE Bioszervetlen Kémiai Kutatócsoport

2019-ben Balogh Bettina Diána egy heptapeptid koordinációs tulajdonságairól, Kozsup Máté antibakteriális hatású biomolekulák fémkomplexeiről, Lihi Norbert NiSOD-enzimmodellekről, Lukács Márton a tau-fehérje Cu(II)- és Ni(II)ionnal alkotott komplexeiről, Nagy Imre fluorofórt tartalmazó deferasirox-származékok komplexeiről, Nagy Sándor várhatóan hipoxia-aktivált kétfémes komplexekről, Ozsváth András peptidhidroxipiridinon-konjugátumok Pd(II)komplexeiről, Szakács Bence tripeptidek átmenetifém-komplexeiről, Szunyog Györgyi ciszteintartalmú peptidek Ni(II)komplexeiről beszélt.

2021-ben Bíró Linda egy ambidentát piridinonszármazék és egy fémorganikus Ru-kation oldatbeli kölcsönhatásáról, Nagy Sándor hidroxipiridinon-származékok komplexképző sajátságairól, Grenács Ágnes pedig a szerin-oldallánc 4N nikkel(II)komplexeire kifejtett hatásáról beszélt.

DE Ritkaföldfém Kémiai Kutatócsoport

2019-ben Kálmán Ferenc Krisztián, Molnár Enikő, Váradi Balázs és Garda Zoltán tartott előadásokat a legújabb Gd(III)- és Mn(II)-alapú MRI-kontrasztanyagokról.

2021-ben az elhangzott előadások már nagyrészt a Mn(II)-re koncentráltak: Tircsó Gyula ligandumkönyvtárak előállításáról beszélt, Garda Zoltán egyszeresen helyettesített piklénszármazékligandumok és Mn(II)komplexeik kémiai jellemzéséről, Lakatos Gergő molekuláris szinten „legózott" a Mn(II) komplexálására alkalmas ligandumokkal, Váradi Balázs a Mn(II)ion komplexálására alkalmas bifunkciós ligandumok előállításáról és jellemzéséről tartott előadást, Csupász Tibor makrociklusban oxigénatomot tartalmazó komplexképző előállításáról és a Mn(II)komplex vizsgálatáról, Nagy Antónia egy O-piklén-származék-ligandum Mn(II)komplexének koordinációs kémiai vizsgálatáról, Sajtos Gergő Zoltán merevgerincű pikolinátcsoportot tartalmazó Mn(II)-alapú MRI-kontrasztanyagokról, Madarasi Enikő pedig egy Mn(II)-alapú pH-szenzitív kontrasztanyagról.

DE-MTA Redoxi- és Homogén Katalitikus Reakciók Mechanizmusa Kutatócsoport

2019-ben Czégéni Csilla Enikő átmenetifémek N-heterociklusos karbénkomplexeiről, Horváth Henrietta és Papp Gábor legújabb homogén katalízis kutatásaikról, Purgel Mihály szalántípusú komplexekkel kapcsolatos kvantumkémiai számolásairól, Simon Fruzsina klóraminok bomlásáról beszélt.

2021-ben Forgács Attila előadását hallgathattuk meg a szabad és aerogélen immobilizált Cu(II)-ciklén komplex katalizátorok hatásmechanizmusáról. Marozsán Natália új Ir(I)-N-heterociklusos karbénkomplexek előállításáról, jellemzéséről és katalitikus alkalmazásáról beszélt, Orosz Krisztina folyékony szerves Ir(I)–NHC vegyületekről mint hidrogéntároló rendszerekről, Horváth Henrietta Ir(I)–NHC-foszfin komplex rögzítéséről és alkalmazásáról hidrogénezési reakciókban batch és áramlásos körülmények között. Udvardy Antal a transz,mer-[$RuCl_2(OH_2)(PTA)_3$] katalitikus tulajdonságairól tartott előadást, Czégéni Csilla Enikő allilalkoholok redoxizomerizációjáról ródium(I)–NHC és NHC/tercier foszfin vegyes komplexekkel. Lihi Norbert a NiSOD-enzimmodellek katalitikus sajátságairól, Bodnár Nikolett pedig a fémion–peptid kölcsönhatást gyengítő kismolekulák hatásáról beszélt peptidek fémion-katalizált oxidációjában.

PANNON EGYETEM

2019-ben Bashdar Ismael egy Mn(IV)-oxo köztiterméken keresztüli katalitikus oxidációs reakcióról, Kripli Balázs és Major Máté Miklós királis ligandumok alkalmazásáról vas-, mangán-, és réztartalmú enzimek modellezésében, Skodáné Földes Rita rögzített ionfolyadék-hordozók alkalmazásáról újrahasznosítható katalizátorok kialakításában, Török Patrik funkcionális aldehid deformiláz enzimmodellekről beszélt.

2021-ben Szalontai Gábor tartott előadást időben változó méretű molekulák diffúziójáról, mátrixsegített DOSY-kísérletekről.

PTE

2019-ben Kollár László N-heterociklusos vegyületek fémkatalizált szintéziséről beszélt.

SZTE Bioszervetlen Kémiai Kutatócsoport

2019-ben Dömötör Orsolya rákellenes Cu(II)- és Ru(II)(p-cimol) komplexekről, Gyurcsik Béla és Hajdu Bálint mesterséges nukleázokkal kapcsolatos legfrissebb eredményeikről, Jakusch Tamás a kelátterápia lehetőségéről Alzheimer-kór kezelésében, Szorcsik Attila pedig RhCp*-kation peptidekkel való kölcsönhatásáról beszélt.

2021-ben Gyurcsik Béla a Monensin A (egy ionofór antibiotikum) kétértékű fémionokkal képzett fémkomplexeiről tartott előadást, Hajdu Bálint a cinkujj fehérje–fémion kölcsönhatásról, Enyedy Éva Anna rákellenes tioszemikarbazon–ösztron hibridvegyületek rézkomplexeiről, Pivarcsik Tamás rákellenes 8-hidroxi-kinolin-aminosav hibridek és félszendvics Ru- és Rh-komplexeiről, Azza A. Hassoon félszendvics (Cp*)Rh(III) kation–oligopeptid rendszerekről. Jakusch Tamás „egyensúlytalanságokról" mesélt az egyensúlyi kémiában, Tóth Annamária pedig Ca(II)-érzékelőkben potenciálisan alkalmazható módosított BAPTA-származékokról.

SZTE Anyag és Oldatszerkezeti Kutatócsoport

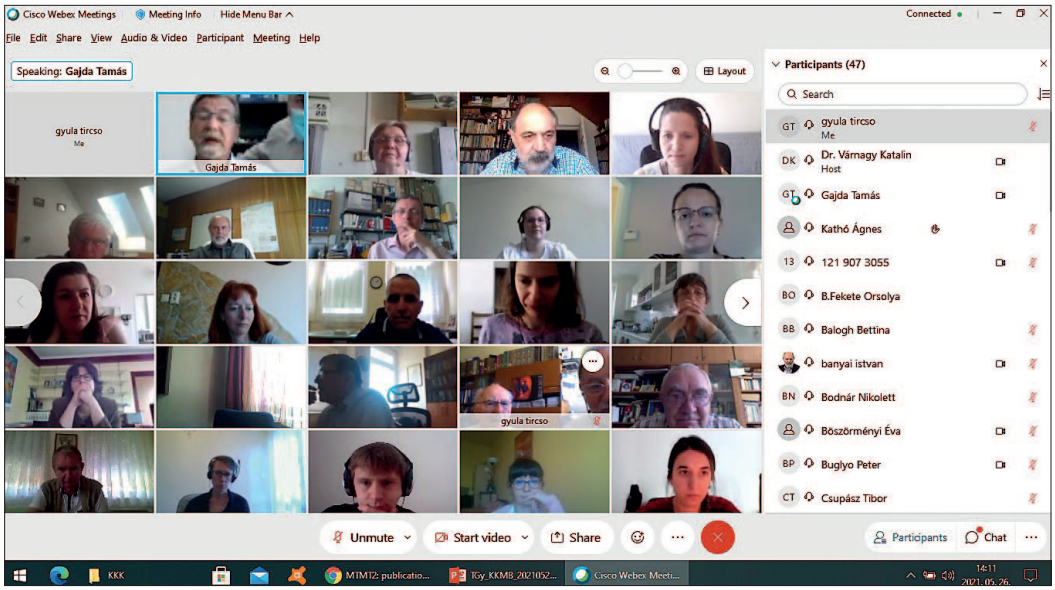
2019-ben Jorge Lado többfunkciós ruténium(II)komplexekről, Orbán Eszter szilikáttartalmú vegyületek oldódási kinetikájáról, Ziegenheim Szilveszter a Na-citrát gipsz kristályosodására kifejtett hatásáról tartott előadást.

2021-ben Böszörményi Éva egyensúlyokról beszélt a biner neodímium–glükonát és terner kalcium–neodímium–glükonát rendszerek vizes oldataiban, Kása Zsolt kalcium-, alumínium- és heptaglükonáttartalmú terner csapadékok szerkezetéről és termikus tulajdonságairól, Szabados Márton alumínium-hidroxid-alapú réteges kettős hidroxidok előállításáról, Ziegenheim Szilveszter pedig az EDTA-analógokról mint a gipsz kristályosodásának inhibitorairól.

TTK

2019-ben Gál Gyula Tamás klopamid-komplexek szerkezetvizsgálatáról, Pápai Imre homogén katalitikus hidrogénezési eredményeikről beszélt.

2021-ben May Nóra Veronika tartott előadást szulfid-oldalláncot



Pillanatkép az 54. online Komplexkémiai Kollokviumról

tartalmazó makrociklusokról, mint lehetséges $^{64/67}$Cu radioterápiás komplexképzőkről.

Mind a 2019-es „hagyományos”, mind a 2021-es online konferencia azt mutatta, hogy a koordinációs kémia területén nagyon tartalmas, színvonalas kutatások folytak és folynak azóta is: az előadások ismét megerősítették, hogy a kémia szinte minden területe kapcsolódik a koordinációs kémiához; a koordinációs kémia elengedhetetlen a biológiai folyamatok megértéséhez, az orvosi diagnosztikai és terápiás eljárások, ipari folyamatok fejlesztésénél, a zöld kémiában, és számtalan egyéb területen. A sok fiatal kutató szép előadásai pedig azt is bizonyították, hogy a fiatalok méltó követői a tapasztaltabb témavezetőknek, kollégáknak.

A Komplexkémiai Szakcsoport, valamint a Koordinációs Kémiai Munkabizottság elnökei és titkárai azt a reményüket fejezhetik ki, hogy a hagyomány folytatódik, és bíznak benne, hogy egy év múlva az 55. Komplexkémiai Kollokviumot már ismét „offline” módon, személyes találkozó keretében tudják megszervezni, hiszen a személyes beszélgetéseket, a legújabb kutatási eredményekről szóló eszmecseréket az online felületen zajló találkozások nem pótolhatják.

OKTATÁS

Beszámoló az 55. Mengyelejev Diákolimpiáról

Két korábbi, hasonló beszámoló is úgy végződött, hogy a tervek szerint a következő évben Budapesten rendezik a Mengyelejev Diákolimpiát. Az elmúlt 15 hónapban csak abban lehettünk biztosak, hogy a megmérettetés nem fog elmaradni. Sajnos a személyes, laboratóriumi fordulót is tartalmazó versenyekre nem került sor 2020-ban és 2021-ben sem, ahogy elmaradtak az OKTV és az Irinyi-verseny döntői is.

Mindazonáltal ezek a tanulmányi versenyek lezajlottak, még ha csonkán is, és a felkészítő tanfolyamok sem enyésztek el Magyarországon. Az időközben olyannyira elterjedt távoktatási módszerek segítségével a 2020 tavaszi első karantén során sikerült felkészíteni az ország legjobb kémiás diákjaiból egy hétfős csapatot a 2021-es Mengyelejev-versenyre. A 2020-as év tapasztalatai alapján pedig a nemzetközi versenyek szervezőbizottságai is nyugodtabban terveztek távolléti olimpiát, hisz már a világjárvány őszi, második hullámában sejthető volt, hogy 2021-ben nem áll helyre gyorsan a nemzetközi utazás.

Így aztán az orosz kultúrkörhöz kötődő tekintélyes versenyre a szokásos április végi időpontban (20–26.) került sor, bár a nyitón és a zárón felül nem sok más eseményre volt mód videokonferenciás eszközökkel, mint a két elméleti versenyforduló. Az egyetlen ilyen program Oganyeszjan akadémikus előadása volt, aki a jelenlegi legnehezebb transzurán elem névadója.

Lévén, hogy a magyarországi harmadik hullám csúcsához közel voltunk, a diákok otthonukból létesítettek kapcsolatot. A szervezők a dolgozatírást két videókamerás és számítógépes eszközökkel is figyelték, de persze az sem árt ilyenkor, hogy a verseny kérdései nehezek, mégpedig nem olyan módon, hogy könnyen lehetne segítséget kapni megoldásukra internetes forrásokból vagy nem célzottan felkészült specialistáktól.

A versenyfeladatok lefordítását nem engedélyezte a zsűri, mert nem bíznak a fordító tanárokban, ezért a magyar diákok angolul kapták meg a feladatokat mind a két ötórás fordulóban. A feladatok közt nem voltak az idén különösen emlékezetesek – a második fordulóban a válogatás persze mindig kihívást jelent, hisz ilyenkor 5 terület 3-3 feladatából csak 1-1 feladat megoldását számítják be a végső pontszámba.

A Mengyelejev Diákolimpia egyedi abból a szempontból, hogy a zsűri javítását ellenőrizni, megvitatni csak maguk a versenyzőket engedik, a kísérő tanárokat nem. A végső eredmények:

Ezüstérmet kapott **Benkő Dávid** (Fővárosi Fazekas Mihály Gimnázium, tanára: Albert Attila).

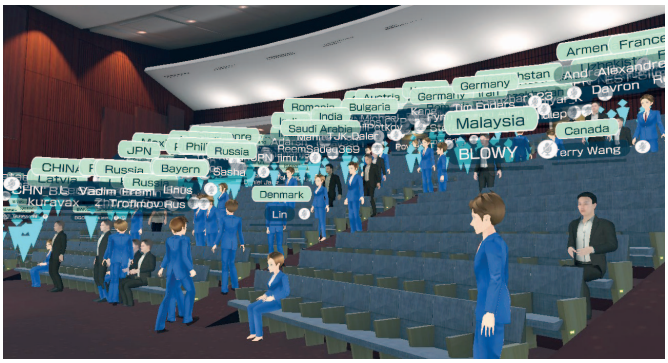
Bronzérmet szerzett **Babcsányi István** (Fővárosi Fazekas Mihály Gimnázium, tanára: Albert Attila) és **Saracco Lucio** (ELTE Apáczai Csere János Gimnázium, tanárai: Sebő Péter, Sebőné Bagdi Ágnes, Villányi Attila).

Simon Vivien (ELTE Apáczai Csere János Gimnázium, tanára: Sebő Péter) extrém kevéssel (egészen pontosan két tizedponttal) maradt le a bronzéremről. **Sajósi Benedek** (ELTE Apáczai Csere János Gimnázium, tanárai: Sebő Péter, Sebőné Bagdi Ágnes, Villányi Attila) és **Farkas Izabella** (Fővárosi Fazekas Mihály Gimnázium, tanára: Albert Attila) is alig kevesebb pontot szerzett. A csapat hetedik tagja nem vett részt a versenyen.

A magyar csapat válogatóját és előkészítőjét az ELTE Kémiai Intézete végezte a nemzeti tanulmányi versenyek legjobbjai közül válogatva az Emberi Erőforrások Minisztériuma támogatásával. A versenyen való részvételt a Szerencsejáték Rt. támogatása és a Magyar Kémikusok Egyesületének megbízható segítsége tette lehetővé.

Magyarország felkérése egy Mengyelejev Diákolimpia megrendezésére továbbra is áll. Ha lesznek hazai támogatóink a bőkezű orosz főtámogató mellett és a nemzetközi utazás is szabad lesz, akkor előfordulat, hogy 2022 áprilisában, Budapesten rendezzük az olimpiát. Ez esetben biztosan több résztvevőre számíthatunk, mint az idei 145 diák 28 országból.

Magyarfalvi Gábor



A virtuális térben szervezett megnyitó részlete

Négy újabb olimpiai érem Japánból

Az 53. Nemzetközi Kémiai Diákolimpiát ugyanúgy Japán szervezte 2021-ben, mint a sportversenyt, ráadásul nagyjából egyidőben. Sajnos ez az olimpia nem volt annyira megkerülhetetlenül fontos a japán kormánynak, és a szigorú járványügyi beutazási tilalmat csak a sportolók számára függesztették fel. A fiatal kémikusok számára a videókapcsolat maradt, így kellett végül az eredetileg élőnek tervezett versenyt lebonyolítani. Szerencse a szerencsétlenségben, hogy 2020-ban nagyon jól sikerült kialakítani a távolból lebonyolított olimpiák menetét, ezért a 84 tagországból 79 nevezett versenyzőket.

Természetesen minden ország maga választja ki és készíti fel az őt képviselő négy középiskolást. Magyarországon ez az Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny (OKTV) és a Középiskolai Kémiai Lapok (KÖKÉL) legjobbjaival indul. Az ELTE Kémiai Intézet szervez számukra két egyhetes tábort április elején és május végén. Az idén a szokással ellentétben létszámkorlátot sem kellett alkalmazni, hisz laboratóriumi munkára nem került sor. Minthogy a válogató épp a tavaszi járványcsúcs és az iskolabezárás idejére esett, mindkét hetet az ELTE távoktatási infrastruktúráját használva szerveztük. Az interaktív és rögzített órák mellett házi feladatok segítették a diákok munkáját. Négy ötórás versenyvizsga után alakult ki a végső sorrend, ami alapján az idei olimpiára benevezetteket és a jövő évi Mengyelejev Diákolimpia csapatát megneveztük.

A felkészítést a tudományos diákolimpiák közül egyedül a kémián segíti egy gyakorló feladatsor, amiből a szervező ország kérdéseinek stílusa, az olimpián hangsúlyos témakörök kiderülnek. Egy-egy területre néhány óra jut, ami alatt szinte egyetemi szemeszterek teljes anyagával kell megismerkedni, ezért nagy előny számunkra, hogy az oktatók maguk is volt olimpikonok, csapatkísérők. Az idén a szokásosnál kevesebb közreműködőre volt szükség: Lente Gábor (PTE), Magyarfalvi Gábor (ELTE), Mátyus Edit (ELTE), Szabó Ákos (ELKH), Szabó András (Soneas Kft.), Szalay Zsófia (Richter), Szigetvári Áron (Richter), Varga Szilárd (ELKH), Zihné Perényi Katalin (ELTE).

Négy fő kiemelése ennyi kiváló és keményen dolgozó diákból mindig azzal jár, hogy hátramaradnak szintén remekül teljesítő és felkészült fiatalok. Az idén ez a mezőny talán a szokásosnál is erősebb volt. A diákolimpiák magyar alapítójának nevét őrző Hildegard Alapítvány (http://hildegard.elte.hu) négy, komoly támo-

A magyar csapat. Elöl a versenyzők: Babcsányi István, Sajósi Benedek, Saracco Lucio, Benkő Dávid. Hátul a vezetők: Varga Szilárd (ELKH), Magyarfalvi Gábor(ELTE), Perényi Katalin (ELTE)

gatást is magában foglaló elismerést is kiosztott közöttük. Hartmann-díjat Simon Vivien (ELTE Apáczai Gimn.) és Egri Gergő (Vajda Péter Gimn., Szarvas), Hartmann-oklevelet Farkas Izabella (Fazekas Mihály Gimn. Budapest) és Szabó Márton (Péter András Gimn., Szeghalom) kapott.

Japán nagyon ambiciózusan készült az élő versenyre, és a távolsági versenynél sem szerették volna alább adni. A diákok számára ugyan a versenydolgozaton felül a nyitó és díjkiosztó lett volna az alapprogram, de virtuális térben szervezett eseményekkel is bővítették a programot. A látványosságok (Kiotó, részecskegyorsító stb.) mellett az ünnepségek is itt zajlottak le. Az eredeti terv szerint mindenkiről fotók alapján virtuális hasonmás készült volna, akivel be tudják járni a programokat, eseményeket, és egymással is tudnak így találkozni, beszélgetni a résztvevők. A legtöbb program megmaradt, alkalmanként volt csak akadozás, de a hasonmások, avatarok nem lettek egyéniek, hiszen jónéhány ország épp a járvány miatt csak az utolsó napokban tudta megnevezni diákjait. Végül a 79 tagország 309 részt vevő középiskolást nevezett be, és 5 megfigyelő ország gyűjtött tapasztalatot a versenyen.

A csapatot „kísérő” tanároknak több munka jutott. A feladatsor megvitatása, lefordítása, a dolgozatok pontozása, majd az értékelések megvitatása mind 1-1 hosszú napra rúgott. Sokat segített a fizikai diákolimpiára kidolgozott szoftverrendszer, amiben előzetesen, írásban érkeznek a vélemények és javaslatok a feladatok szövegéről, a javításról. Ez tagadhatatlan nagy előny a korábbi gyakorlathoz képest, amikor is ezek a témák plenáris, szóbeli vitán dőltek el, nem egyszer hajnalig húzódó 10 órás üléseken. A fordítási folyamat, a dolgozatok kinyomtatása és beolvasása is sokkal pergőbb így.

Tulajdonképpen a szervezés, a versenyre fordított energiák mellett a lényeg, a kérdések tartalma is kiválóan sikerült. Pontosan a helyzetnek megfelelő, a kiemelkedően intelligens középiskolásoknak szóló feladatok érkeztek, amelyeken nagyon sok megvitatni-, csiszolnivaló nem maradt. Ötletes és érdekes problémákat tűztek ki a szerzők, csakhogy rengeteget. A kilenc igazán hosszú, részkérdésekre tagolt feladatra csak négy diáknak volt elegendő az öt óra. Ez a négy diák mind az átlagosan 97%-os eredményt elérő kínai csapat tagja volt. A következők már jelentősen 90% alatt teljesített, és az egész társaság átlaga messze 50% alatt volt. E sorok írója a versenyt megelőző próbavizsgán kétharmadig tudott eljutni, míg a feladatsor alapos megoldása és analízise 11 órát vett igénybe.

Úgyhogy tulajdonképpen a feladatkitűzőknek igazuk volt abban, hogy ha a legjobb versenyzők között is különbséget akarnak tenni, akkor szükség van az időnyomásra is. Ugyanakkor a feladatsor a négy kínai diákon kívül mindenkinek frusztrációt okozott, azt érezhették, hogy érdekes, számukra is megoldható feladatokra nem jut idejük. Sajnos a megvitatás során sok mindent korrigálni lehet, de kívülről rövidíteni, feladatot törölni szinte lehetetlen, ha nincs látványosan gyengébb közöttük.

Az eredmények:

Ezüstérmet kapott **Saracco Lucio** (ELTE Apáczai Csere János Gimnázium, tanárai: Sebő Péter, Sebőné Bagdi Ágnes, Villányi Attila) és **Benkő Dávid** (Fővárosi Fazekas Mihály Gimnázium, tanára: Albert Attila).

Bronzérmes lett **Babcsányi István** (Fővárosi Fazekas Mihály Gimnázium, tanára: Albert Attila) és **Sajósi Benedek** (ELTE Apáczai Csere János Gimnázium, tanárai: Sebő Péter, Sebőné Bagdi Ágnes, Villányi Attila).

A diákolimpiák helyszíne általában évekre előre eldől. Így van ez 2022-vel is. A tiencsini Nankai Egyetem, Kína talán legerősebb kémiai fakultásával bíró felsőoktatási intézménye lesz a rendező. Ma még mindenki bízik abban, hogy jövő nyáron már jelentősen könnyebb lesz a nemzetközi utazás, és ismét egy hagyományos, személyes, laboratóriumi fordulót is tartalmazó versenyre számíthatunk. Egyrészt az egyetem hallgatói laborjai optimistán teljes felújítás alatt vannak az olimpiára, másrészt viszont az újabb variánsok megjelenése, és az, hogy Kína él a legszigorúbb beutazási korlátozásokkal, aggodalomra is ad okot. Egy dolog azonban biztos, a feladatok nem lesznek könnyebbek, hisz a verseny élmezőnyét évtizedek óta Kína dominálja. E sorok írója az országok ismét az olimpia intézőbizottságának élére választották; legalább így mi időben értesülünk a fejleményekről.

Magyarfalvi Gábor

Haknizó kémiatanárok

Nemrég olvastuk a friss hírt: A Klebelsberg Központ szerint nincs szükség minden iskolában kémiatanárokra. „Bölcs gondolat.” Attól tartunk, a dicső szakmai olimpiai eredményektől hamarosan örökre elbúcsúzhatunk, és még sok minden mástól. Végiggondolni is rémes: kreativitás, innováció, anyagtudományok, gyógyszerkutatás, robotizáció... Vajon hogyan születnek ezek a hihetetlen gondolatok (volt előzménye: radikális óraszámcsökkentések, összevont természettudományos tárgy bevezetése minden korosztály számára (?)) kormányzati fejekben a nyári fagylaltozás közben? Melyik az a mérgező fagylalt, amelyik ilyen gondolatokat szül, vagy ez is egy post-Covid-tünetegyüttes?

Kiss Tamás,
az MKL felelős szerkesztője

A Szegedi Ifjú Szerves Kémikusok Támogatásáért Alapítvány tudományos előadóülése

Szeged, 2021. május 25.

A Szegedi Ifjú Szerves Kémikusok Támogatásáért Alapítvány, az MKE Csongrád Megyei Csoportja és a SZAB Szerves és Gyógyszerkémiai Munkabizottság közös rendezésében 21. alkalommal került sor az Alapítvány tudományos előadóülésére. Tekintettel a különleges körülményekre, az előadóülés Zoom-konferencia formájában zajlott. A 17 előadást az SZTE GYTK Gyógyszerkémiai Intézetének, az ÁOK Orvosi Vegytani Intézetének és a TTIK Szerves Kémiai Tanszékének MSc- és PhD-hallgatói tartották.

A szakmai zsűri a „dr. Hermecz István díj”-at (a Servier Kutatóintézet támogatása) Lamiaa Ouchakournak, az SZTE GYTK Gyógyszerkémiai Intézet PhD-hallgatójának ítélte „An improved stereocontrolled access route to piperidine or azepane β-amino esters and azabicyclic β- and γ-lactams; synthesis of some novel functionalized azaheterocyles” című előadásáért (témavezetők: Nonn Melinda, Remete M. Attila, Kiss Loránd). Az MKE Csongrád Megyei Csoportja díjának nyertese Kolcsár Vanessza Judit PhD-hallgató (SZTE Szerves Kémiai Tanszék; MTA Sztereokémiai Kutatócsoport) „Fenntartható szintézisek: mechanokémiai aszimmetrikus transzfer hidrogénezés természetes kiralitásforrással” című előadásával (témavezető: Szőllősi György).

Az Alapítvány továbbra is élvezi a Nemzeti Együttműködési Alap anyagi támogatását.

Molnár Árpád

Vegyipari mozaik

Richter: rekordot jelent a második negyedéves árbevétel. Öt százalék körüli csoportszintű árbevétel-növekedést vár euróban kifejezve a Richter Gedeon Nyrt. az idén, az első negyedévhez képest nem változott a várakozásuk.

Rekordot jelent a második negyedéves árbevétel, amely 13,6 százalékkal nőtt, 155,9 milliárd forint lett. Az első fél évben közel 300 milliárd forint árbevételt ért el a vállalat, 6,5 százalékos növekedéssel. A gyógyszergyártási szegmens a konszolidált árbevétel több mint 80 százalékát teszi ki. Számos lépést tettek a magas hozzáadott értékű portfólió elérése érdekében, a kiemelt termékek döntő többségének árbevétele emelkedett.

Az idén 120 éves cég végrehajtotta az első sikeres kötvénykibocsátását is, ennek során 70,2 milliárd forint értékben vontak be forrást a tőkepiacon.

Az árbevételre kedvezően hatott az amerikai piacon a Vraylar értékesítéséhez kapcsolódó bevétel jelentős növekedése, a nyugateurópai piacon a Bemfola és a Terrosa növekvő árbevétele. Az orális fogamzásgátlók forgalma emelkedett Latin-Amerikában is. Kelet-Európában a szezonális termékekből viszont alacsony forgalmat értek el, és az orosz gyártók értékesítése emelkedett volumenben a külföldi gyógyszercégek rovására.

A kutatás-fejlesztési költségek arányaikban és tömegükben is emelkedtek, az árbevételhez viszonyított arányuk 10,6 százalék.

A Richter részvényeivel a Budapesti Értéktőzsde prémium kategóriájában kereskednek.

RICHTER GEDEON

Az Európai Bizottság engedélyezi a RYEQO® forgalmazását. A Richter Gedeon Nyrt. terméke, a RYEQO® a méhmióma középsúlyos és súlyos tüneteitől szenvedő fogamzóképes korú felnőtt nők kezelésére szolgáló, szájon át szedhető készítmény. Az Európai Bizottság döntése az Európai Gyógyszerügynökség Emberi Felhasználásra Szánt Gyógyszerkészítmények Bizottsága által 2021. május 21-én kiadott pozitív vélemény elfogadását követően született meg és az Európai Unió valamennyi tagállamára érvényes.

MOL

Az alapítói részvénytranszferrel lezárult a MOL–Új Európa Alapítvány megalapítási folyamata. Áprilisi bejelentésének megfelelően a MOL Nyrt. és 100%-ban tulajdonolt leányvállalata, a MOL Investment Kft. összesen 42.977.996 db „A" sorozatú MOL-törzsrészvényt ruházott át a MOL–Új Európa Alapítvány részére. Az ezzel megegyező mértékű állami oldali részvénytranszferrel együtt az alapítvány létrehozási folyamata lezárult, és a következő időszakban meg is kezdi a tevékenységét. A bíróság által már nyilvántartásba vett alapítvány közérdekű céljainak és közfeladatainak megvalósítására elsődlegesen az alapítók által rendelt vagyon hozama használható fel. Az alapítványt a sportélet, a kultúra, az egészségügy, a gazdaságfejlesztés és a környezetvédelem célzottabb és jelentősebb támogatása érdekében hozták létre.

EGIS

Ismét a legnépszerűbb munkahelyek között az Egis természettudományos területen. 2021-ben is elkészítette a fiatal munkavállalók között a legnépszerűbb munkahelyek rangsorát a zyntern.hu állásportál. Az Egis – a tavalyi évhez hasonlóan – a természettudományos területen dobogós helyen végzett.

A kutatás eredményeit összegezve arról is képet kaphatunk, mely szempontok alapján mérlegelnek a fiatalok az álláskeresésnél. A közzétett adatok szerint idén a legfontosabb szempontok között a pozitív munkahelyi légkör, a támogató vezetők és a cégen belüli előrelépési lehetőségek szerepeltek, azaz főleg ezeket figyelembe véve helyezkednek el a pályakezdők.

Ritz Ferenc összeállítása

Az MKE rendezvénynaptára – 2021

szept. 24.	Küldöttközgyűlés	Budapest
október 18–20.	Őszi Radiokémiai Napok	Balaton-szárszó
október 14.	37. Borsodi Vegyipari Nap	Miskolc
november 24.	Kozmetikai Szimpózium	Budapest

Magyar Kémikusok Egyesülete Küldöttközgyűlés

Időpont: 2021. szeptember 24. 10:00
Helyszín: Budapesti Fasori Evangélikus Gimnázium
1071 Budapest, Városligeti fasor 17–21.
Megközelítés: Az M1 földalatti Bajza utcai megállójától a Bajza utcán besétálva a Benczúr utca irányába a 3. keresztutca a Városligeti fasor.
A regisztráció 9:00-tól kezdődik. A közgyűlési dokumentumok honlapunkról letölthetők. A küldötteket, szakosztályok, szakcsoportok, területi szervezetek, munkahelyi csoportok vezetőit és minden egyesületi tagtársunkat szeretettel várjuk.

HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL
LXXVI. No. 9. September

CONTENTS

The future is present. Round-table discussions on the National Scientific Students' Associations Conference.
Part I. Guests: Peter R. Schreiner and Gilberte Chambaud 250
ATTILA CSÁSZÁR, ÁGNES SZABADOS, and ISTVÁN SZALAI
Richard R. Ernst (1933–2021) 255
ISTVÁN HARGITTAI
A dream come true 256
ÉVA DOBÓ-TARAI
Chemistry not only should but also could be taught in a way to grab students' attention. An interview with ***Kristóf Keglevich*** 259
TAMÁS KISS
100th anniversary of the birth of György Varsányi 262
SOHÁR PÁL
Celebrating the 75th volume of the Journal
An original article by ***Mihály Beck*** *and a comment by* 266
KATALIN VÁRNAGY
Sad 2020 IgNobels for entomologists 274
GÁBOR LENTE
Chembits 276
GÁBOR LENTE
Obituaries
István Nagypál (1944–2021) 278
TAMÁS KISS
Ferenc Fülöp (1952–2021) 279
GÁBOR TÓTH
News of the Month 280

Thermo SCIENTIFIC

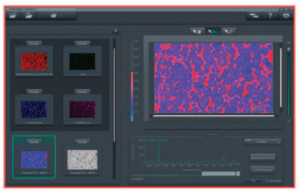
Raman mikroszkópia gyorsan, vizuálisan

A Raman képalkotás korábban specialisták működési területe volt. Mára azonban számos olyan alkalmazási területen is fontos eszközzé vált, ahol a felhasználók nem spektroszkópiai szakértők. A **Thermo Scientific DXR™xi képalkotó Raman mikroszkópokban** alkalmazott új műszaki és szoftveres képalkotó megoldások teljesen vizuálissá tették a készülékek használatát, így a technika helyett elsősorban a kérdésekre és a kapott válaszokra lehet fókuszálni.

... kompromisszumok nélkül.

• thermoscientific.com/DXRxi

DXR™xi Raman képalkotó mikroszkóp
Nagyteljesítményű, integrált Raman képalkotó rendszer



Thermo Scientific OMNIC™xi Raman képfeldolgozó szoftver
Teljesen vizuálisan kezelhető, gyors, Raman spektroszkópián alapuló képalkotás

Kizárólagos képviselet:

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

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

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

UNICAM Magyarország Kft.