

Másképp látni: a mindennapok molekuláris világa

Kiállításmegnyitó és könyvbemutató az MTA székházában

A Magyar Tudományos Akadémia 200 éves jubileumához kapcsolódó *Sokszínű tudomány* című programsorozat még tavaly kezdődött el. Ennek során elsősorban az MTA egyes osztályai mutatták be tudományterületüket 2025 májusától kezdődően, s külön megjelenési lehetőséget kaptak a külhoni magyar tudományosság műhelyei, az MTA Területi Bizottságai, az MTA Könyvtár és Információs Központ, illetve a Fiatal Kutatók Akadémiája.



Pósfai Mihály

2026 szeptembere a kémia hónapja lett, az ehhez kapcsolódó bemutatóteret a székház előcsarnokában rendezték be. A kiállítást rövid ünnepségen Pósfai Mihály, az MTA elnöke nyitotta meg. Beszédében kiemelte, hogy a „Kémia mindenben” szlogen első hallásra túlzásnak is tűnhet, de az előcsarnokban berendezett lakásbelső megtekintése után a látogatónak erről minden bizonnyal megváltozik a véleménye.

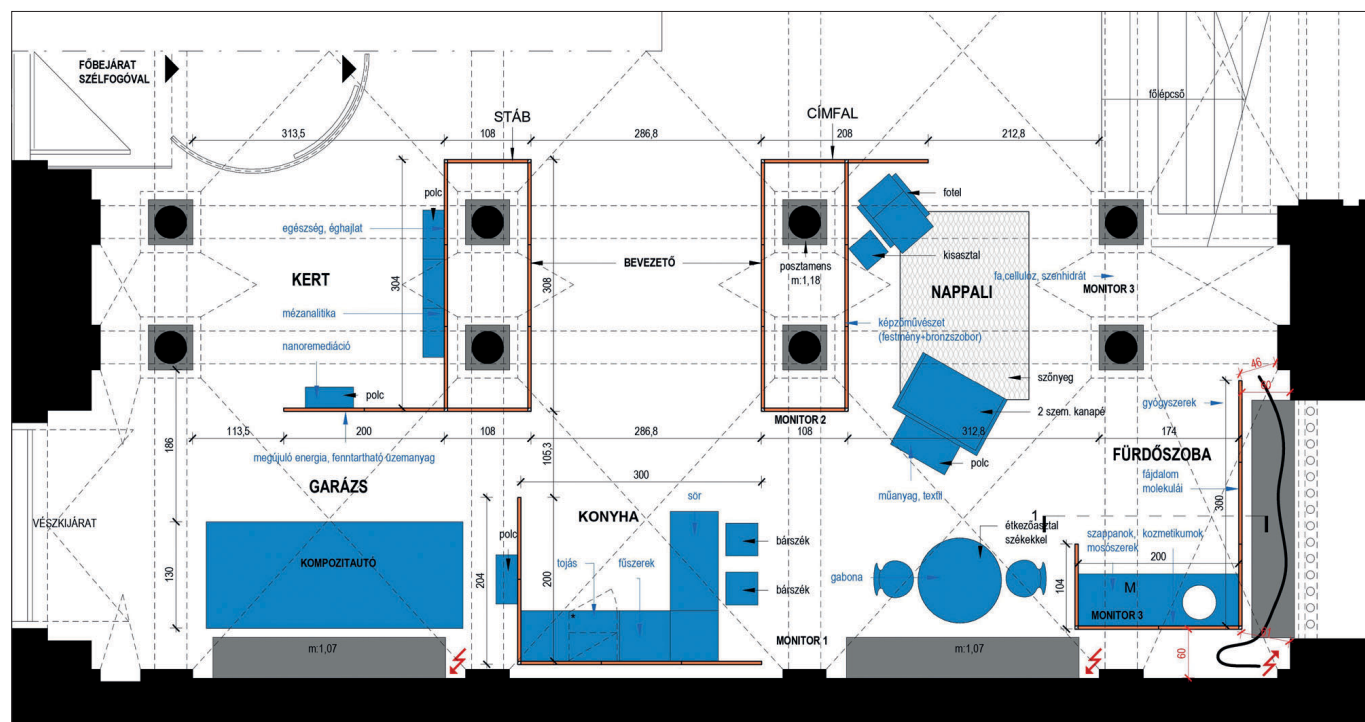
„Geológusként és mineralógus-

ként külön öröm számomra, hogy ezen a kiállításon ásványok is helyet kaptak. Kémikus hallgatóknak szoktam ásványtant tanítani, és rendszerint meglepődnek azon, hogy néhány kivételtől eltekintve gyakorlatilag az összes általunk használt elemet a földkéreg ásványaiból nyerjük. A periódusos rendszer elemei tehát nem elvont jelek egy táblázatban: ott vannak a kvarcban, az agyagásványokban, a telefonunkban, az akkumulátorokban, az épületeinkben – és a testünkben is. Bevallom, nekem önmagában is örömet okoz ránézni a periódusos rendszerre. Kevés olyan emberi alkotás van, amely ennyire tömören mutatja meg, hogyan fedezhető fel rendszer a természet sokféleségében” – mondta el az elnök úr.

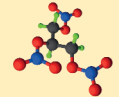
A megnyitás után Felinger Attila osztályelnök Perczel Andrást, az ötlet gazdáját kérte meg, hogy vázolja fel a látart vezérfonalát. A rendezvény alkalmat adott arra is, hogy a kémia hónapjára készített, *Két évszázad molekulái a Magyar*



Felinger Attila



A kiállítás alaprajza



Tudományos Akadémián című rendhagyó kiadványt bemutassák a közönségnek. A kötethez Lente Gábor, a mű egyik szerkesztője adott útmutatót a megjelenteknek. Perczel András és Lente Gábor beszédét teljes terjedelemben közöljük.

A kiállításról és a megnyitóról a Kossuth Rádió is beszámolt 2026. szeptember 8-án, a 13:05-kor kezdődő *Felfedező – a tudományról* című műsorban, amely a MédiaKlikk szolgáltatásban teljes egészében meghallgatható utólag is.

Másképp látni: A mindennapok molekuláris világa

PERCZEL ANDRÁS



A Föld, amelyen élünk, első látásra szilárd és jól érzékelhető világ. Közvetek, ásványok, víz, levegő, növények, állatok és természetesen mi magunk alkotjuk azt a környezetet, amelyet közvetlenül érzékelünk. Ha azonban ugyanezt a világot más léptékben kezdjük vizsgálni, akkor egy egészen más világ

tárul elénk: a molekulák láthatatlan világa.

Tisztelt Elnök Úr, kedves Kollégák és Vendégeink, Hölgyeim és Uraim!

A molekulák nem egyszerűen parányi részecskék, amelyekből az anyag felépül. Sajátos tulajdonságokkal rendelkező, összetett rendszerek. Van alakjuk, miközben nincs olyan éles határjuk, mint egy általunk érzékelhető tárgynak. Folyamatos mozgásban vannak, és ezek a mozgások a rendkívül rövid időskálájú rezgésektől egészen a lassabb, a nagyobb léptékű konformációs változásokig terjednek. A molekulákban az elektronok térbeli eloszlása közel sem egyenletes: a molekulán belül sajátos, finoman strukturált elektronsűrűség-mintázat alakul ki. Ez a molekuláris mintázat határozza meg azt, hogy egy molekula hogyan lép kölcsönhatásba a környezetével, mely más molekulákat ismer fel, mihez kapcsolódik, mitől válik el, és hogyan képes más molekulákkal együtt nagyobb és rendezettebb rendszereket létrehozni.

Vagyis a molekulák világának nemcsak mérete van, de formája, mozgása és kapcsolatrendszere is. Ezek a számunkra közvetlenül láthatatlan tulajdonságok határozzák meg végső soron azt a világot, amelyet aztán már látunk, amelyet már megérinthetünk és érzékelhetünk.

De van ennek a molekuláris világnak egy másik, még különlegesebb sajátossága. A Föld nem egyszerűen egy a sok égitest közül, amelyen molekulák találhatók. A Föld felszínén az elmúlt évmilliárdok során olyan környezeti feltételek alakultak ki, melyek rendkívüli lehetőséget teremtettek a molekuláris sokféleség kialakulására és fennmaradására. A csillagközi térben, illetve más bolygók és égitestek környezetében is találunk ugyan molekulákat, de a Föld felszínének viszonylag stabil, folyékony vizet, energiát és változatos kémiai környezeteket biztosító világa egészen különleges molekuláris inkubátorrá vált.

Ebben az inkubátorban a kémiai evolúció évmilliárdjai során egyre összetettebb molekulák és molekuláris rendszerek jelenhettek meg. A molekulák sokfélesége és az egymással kialakított kölcsönhatások újabb és újabb lehetőségeket teremtettek az ön-szerveződésre, az információ tárolására és továbbadására, végül pedig az élet kialakulására. A ma ismert élővilág ennek a rendkívül hosszú molekuláris történetnek a következménye. Amikor tehát egy növényre, egy emberi sejtre vagy akár saját magunkra

nézünk, egyúttal egy több milliárd éves kémiai evolúció eredményét is látjuk.

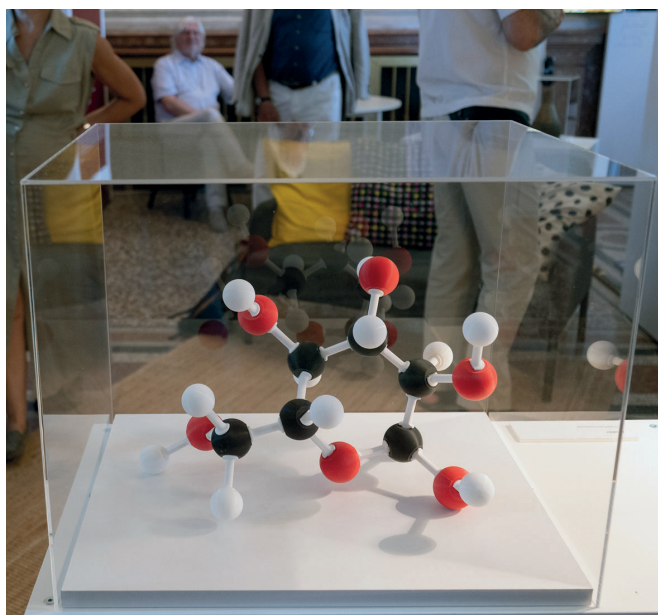
Ezért különösen izgalmas kérdés, hogy hogyan tudjuk ezt a molekuláris világot megismerni, hiszen nem láthatunk egy molekulát úgy, ahogyan egy követ vagy egy növényt látunk. A kémikus egyik legfontosabb teljesítménye éppen az, hogy különböző módszerekkel – méréssel, adatgyűjtéssel, modellezéssel és számításokkal – képes következtetni erre a láthatatlan világra, és egyre részletesebb képet alkotni annak elemeiről, alakzatairól, mozgásformáiról, elektroneloszlásairól és kölcsönhatásairól.

Ez vezet el a molekuláris látásmód gondolatához. Nem egyszerűen arról van szó, hogy többet tudjunk a kémiáról. Arról van szó, hogy ugyanazt a világot kezdjük el másképpen látni. Egy pohár víz, egy gyógyszer, egy illat, egy kozmetikum vagy egy falat étel továbbra is ugyanaz a hétköznapi tárgy vagy jelenség marad – de ha mögé tudjuk képzelni a molekulák alakját, mozgását, elektronikus mintázatát és egymással kialakított kölcsönhatásait, akkor ugyanennek a világnak egy új dimenziója válik megsejtethetővé, esetenként láthatóvá a számunkra.

A „Másképp látni” kiállítás erre a nézőpontváltásra hívja a látogatót. A bemutatott tárgyak ismerősek, a mögöttük működő molekuláris világ azonban láthatatlan. A kiállítás ezt a két világot szeretné közelebb hozni egymáshoz: azt, amit közvetlenül érzékelünk, és mindazt, ami mindezek mögött, molekuláris léptékben jelen van és történik.

Talán éppen ez a kémia egyik legizgalmasabb üzenete. A láthatatlan nem feltétlenül távoli! Itt van körülöttünk és bennünk minden pillanatban. A „Másképp látni” pedig talán éppen erre tanít minket: ugyanazt a világot nézni, de egy kicsit többet látni belőle.

Köszönöm megtisztelő figyelmüket!



Két évszázad molekulái a Magyar Tudományos Akadémián

LENTE GÁBOR



Azt a kiadványt, amelyet most mindenki a kezében tart, nem egyedül szerkesztettem. Volt három társam ebben a munkában: Bazsa György, Hosztafi Sándor és Lendvay György. A külalak Horváth Imre tervezőszerkesztő munkáját dicséri, míg a nyelvi színvonal Silberer Vera olvasószerkesztő érdeme. Ők ketten egyébként a *Magyar Kémikusok Lapja* szerkesztői csapata.

Ha eddig könyvként említettem a kiadványt, azzal egy kicsit félre is vezettem az olvasót, mert ennek alapján azt lehetne hinni, hogy sok benne a betű. A 108 oldalas terjedelemből képest valószínűleg nagyon is kevés a szöveg: ha valaki regényszerűen akarná olvasni, húsz perc elég lenne rá. A kiadvány két évszázad molekuláiról szól, a képi élmény fontosabb volt a szerkesztésekor, mint a nyelvi tartalom.

Az idővonal 1825-tel kezdődik és 2026-tal zárul, tehát valószínűleg 202 egyedi évhez tartalmaz bejegyzéseket. Perczel András köszöntőjében elmondta, miért fontosak a kémiában a molekulák. Én ehhez annyit hozzátennék, hogy a vegyészek általában az atomokra is sokat gondolnak, annak ellenére is, hogy az atomfizika létező tudományág, az atomkémiá pedig nem az.

Nem tudom, van-e a közönségben, aki ismeri Primo Levi olasz író nevét. Ő a sokszorosan elismert szépirodalmi tevékenysége mellett vegyészként kereste a kenyerét. Az egyik leghíresebb művének a címe *Il sistema periodico*, vagyis *A periódusos rendszer*. Ebben mindegyik fejezet egy-egy elem nevére kapta a címét, az utolsó éppen a szénről. Ez egyetlen szénatom történetét meséli el, amely beépül egy cukormolekulába, majd zsírba, sok-sok helyre. Míg nem az olvasó rájön, hogy a szénatom, mint minden más atom, halhatatlan.

Ezt a tulajdonságot még általános iskolában is tanítjuk, csak nem ezekkel a szavakkal: az anyagmegmaradás törvényének szokás nevezni. A kiadvány szempontjából azonban több baj is van az atomokkal. Az egyik az, hogy nincs is belőlük 202 különböző; a mellettem lévő periódusos rendszer csak 118-at mutat. A másik baj az, hogy egy idővonallal nem igazán működnek együtt: aki halhatatlan, annak nincs oka az időt számontartani.

A molekulák nem halhatatlanok. Ők keletkeznek, majd idővel átalakulnak, elbomlanak. A molekuláknak egy másik, szintén nagyon érdekes tulajdonsága van: nem öregszenek. Örökifjúnak is mondhatjuk őket.

Ezt a tulajdonságot is tanítjuk, bár nem általános iskolában. Az én kutatási területem a matematikai reakciókinetika, vagyis a kémiai reakciók időbeli lefolyása érdekel a leginkább. Azt, hogy a molekulák nem öregszenek, a determinisztikus kinetikában úgy fogalmazzuk meg, hogy a koncentrációk időfüggését leíró differenciálegyenlet-rendszer autonóm, a sztochasztikus kinetikában pedig úgy, hogy az állapotvalószínűségek Markov-láncot alkotnak. Ezeket a szavakat ugyan kevesen értik, de lényegében mindkettő az örökifjú tulajdonságot fogalmazza meg.

Molekulából nagyon sok különböző fajta van. Esetleg megtip-peli valaki, hogy mennyi?

Én ma még nem néztem. Van egy szervezet, *Chemical Abstract Services*-nek hívják, amely számontart minden új molekulát. Szó szerint számon, és nem néven. Mindegyiket elnevezni ugyanis reménytelenül haszontalan vállalkozás. Amikor utoljára ellenőriztem, már 200 milliónál is több tiszta vegyületnek volt nyilván-tartási száma. Ez a nagy szám talán már önmagában is elmondja, miért nem nevezik el mindet. Arany János teljes életművében mintegy 60 000 magyar szót használt, és ezzel nagyon sok minden elmondott. Rém unalmas dolog lenne 200 millió anyagnak mind külön-külön nevet adni.

A kiadvány előszavát Perczel András írta, ebben a visszatérő kérdés az: hol vannak a molekulák?

Hol vannak hát a molekulák? Ha körbenézek, itt a padlóban nem nagyon látok molekulát, abban inkább másféle szerkezetű anyagok vannak. A kezemben viszont már rengeteg különböző molekulát látok. A könyvben, amit Önök a kezükben tartanak, szintén sok-sok molekula van. Döntő többségük cellulóz, a színes festékekben viszont már kifinomultabb szerves szerkezetek is vannak. És persze a könyv információtartalmában is sok a molekula, mert ez volt a szerkesztői szándék.

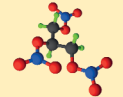
Az idővonal egyik fő gondolata az volt, hogy olyasmi legyen benne, ami mind a mai napig van valamilyen hatással az életre, ne egyszerűen kémia történeti munka legyen. Nem az a lényeges, hogy egyes híres magyar kémikusok mikor milyen jelentős eredményeket értek el, noha a Magyarországon született Nobel-díjas kémikusokról azért van említés, hanem olyasmit próbáltunk meg összegyűjteni, amihez a kémiával egyébként nem nagy barátságban lévő olvasó is tud kapcsolódni a hétköznapi életben.

Ha molekulák vannak a kiadványban, ehhez nem ártott képi megjelenítést találni. Ezek nem kémiai képletek, hanem molekulamodellek képei. A kémiai képletekkel az a gond, hogy borzasztóan sűrítik az információt. Maguk a vegyészek is évekig tanulják, hogyan lehet ezt az információ tartalmat kiolvasni vagy beleírni egy képletbe.

A kiadványban szerepel 50 QR-kód is. Nagyjából minden negyedik évhez egy. Ezek a papíralapú és a digitális világ közötti átjárást teremtik meg. Egy-egy ilyen kódot megnyitva a témához kapcsolódó videó vagy hanganyag jelenik meg.

Két témakör nagyon hangsúlyos a műben: az élelmiszeripar és a gyógyszeripar. Ezekről azt gondoltam, hogy a társadalom jelentős része számára könnyű kapcsolódási lehetőségeket adnak. Az élelmiszeripart nem szokták gyakran a kémiához sorolni, pedig valószínűleg ott is ipari léptékű anyagátalakítás folyik, ahol vegyész szakértelemre nagyon is szükség van.

Egy rövid történettel el is mondanám, mikor döbbsentem rá erre. Ahogy már említettem, a kutatási területem a matematikai reakciókinetika. Amikor szakdolgozati témát vezeték diákoknak, gyakran teszem fel magamnak a kérdést: mi hasznosat tanulnak tőlem? Mármint olyan hasznosat, ami például abban segíti őket, hogy munkát találjanak. A válasz többnyire egyszerű: semmit. Egy kivételt tudok mondani. A Debreceni Egyetemen egy vegyészmérnök-hallgató készítette vezetéssel a diplomamunkáját. Az elméleti számításokhoz rengeteg adatot kellett feldolgozni, nagyrészt Excel-fájlokban a legkülönbözőbb módokon átalakítani őket. Amikor végzés után a hallgató egy élelmiszeripari céghez ment állásinterjúra, az egyik fő gyakorlati feladat, amin a képességeit mérték, az volt, hogy Excel-fájlból kellett adatokat



feldolgozni. Két évtizednél is hosszabb időre visszamenőleg ő volt az egyetlen, aki mindent meg tudott csinálni a szintidőre. A cég még úgy is felvette, hogy súlyos gluténallergiája volt, ezért az üzemi terület nagy részére be sem léphetett.

A másik lényeges témával, a gyógyszermolekulákkal is mindenki nap mint nap találkozunk. Ezt most egy QR-kód megnyitásával fogom illusztrálni: az 1883-as évhez a kininmolekula tartozik. Ez ma Magyarországon nem gyógyszer, a tonik üdítőitalokban a keserű ízt okozó összetevő. A QR-kóddal a Metaverzum podcastsorozat egy darabja nyílik meg. Itt az egyes történetek 5–7 perces hangfelvételek, amelyek megértéséhez nem kell kémiai képzettség, s Kautzky Armand együttműködésével készültek. Csak egyetlen percet hallgatunk meg, aki kíváncsi a továbbiakra, az nyissa meg a könyvből a QR-kódot.

Nem vagyok bölcész, magyar irodalommal csak olvasóként találkozom, de a magyar nyelv nekem is nagyon fontos. Írtam már olyan ismeretterjesztő kémiakönyvet, amelyben minden egyes fejeztcímet egy magyar versből vettem kölcsön. Mindezt azért mondom el, mert Széchenyi István gróf 1825-ben azért tette nevezetes felajánlását az Akadémia megalapítására, hogy a magyar nyelv ápolását elősegítse. Ezt a szándékot a mai napig sokat idézi a tudományos közösség.

El szoktam azonban gondolkodni azon, mennyire más volt a vi-

lág kétszáz éve. A nevezetes felajánlás Pozsonyban hangzott el, a magyar országgyűlésben. Ott a munkanyelv a latin volt, a főrendek néha németül is hozzászóltak. Ezért is volt forradalmi tett, hogy Széchenyi gróf magyar nyelven mondta el beszédét. Ekkor Pozsony mintegy 35 000 lakosából kétezernél is kevesebb magyar volt. Pest-Buda hozzávetőleg 80 000-es népességének kétharmada németajkú volt, a legfontosabb hírlap németül jelent meg.

A magyar nyelv ápolásának szándéka nagyon hamar átütő sikert ért el: alig két évtized múltán már a magyar volt országunk kizárólagos hivatalos nyelve. Ha egy szervezet ilyen mértékben eléri a célját, akkor nagyon nagy a kockázata annak, hogy hamarosan érdektelenné válik, eljelentéktelenedik. A Magyar Tudományos Akadémiával nem ez történt. Ehhez az kellett, hogy a céljai folyamatosan megújuljanak. A 2019-ben elfogadott küldetésnyilatkozat hét pontjának egyike továbbra is a magyar nyelv ügye, de van hat másik is. Köszöntőjében Pósfai Mihály elnök úr is kiemelte azt a pontot, amely szerint az Akadémia a társadalom felé közvetít tudományos információkat. Ha az Önök által kézben tartott kötet hozzájárul ahhoz, hogy az Akadémia akár csak megközelítőleg is olyan sikeres legyen ezen cél elérésében, mint a magyar nyelv ügyének felkarolásában, én leszek a világ legboldogabb embere.

Köszönöm a figyelmet.

Egy kiállítás képei

FOTÓK: MTA/SZIGETI TAMÁS

