



Itthon is van több barátom, aki az iparban dolgozik, és boldognak, eredményesnek látom őket. Nem hiszem, hogy ez két elkülönült sziget lenne, bár a kutatás hangsúlyai és peremfeltételei mások egy iparvállalatnál, és mások az akadémiai szférában. Jó, ha megtaláljuk azt a helyet, ahol hatékonyan tudjuk a tudásunkat gyümölcsöztetni.

– *Az egyetemi oktatói létnek egyik nagyon vonzó oldala a fiatal emberek állandóan megújuló közege, amelyben élünk, amely – meggyőződésem – fiatalon tart, állandó megújulásra készít bennünket is. Későbbben öregsünk, legalábbis úgy érezzük.*

– Pedig sok kollégám éppen arról panaszkodik, hogy a rengeteg diák oktatásába öszül bele. Én szeretem a lelkes szemeket, amelyek csillogva várják tőlünk, tanároktól a tudást; bár sohasem csalódnának! Érdekes látni, ahogy bontakoznak, megízlelve a tudás fájának gyümölcsét. Érdeklődőbbé, okosabbá válnak napról napra. Sajnos nagyon sok múlik rajtunk, tanárokon, kutatókon, a mi példaadásunkon és szakmaszeretetünkön.

– *Hogy érzed magad tanárként, egyetemi oktatóként?*

– Köszönöm, jól.

– *És hogy érzed magad egyetemi, közéleti emberként, értelmiségiként?*

– Nem szoktam gyakran panaszkodni, ilyené neveltek. De igazán nem illene most panaszkodni Bolyai-díjas akadémikusként. Mi többről álmodhattam volna valaha?

– *Azért az jó érzéssel tölt el, amikor egy ilyen rangos elismerés, mint a Bolyai-díj megtalál. Feltétlenül megnyugszik, feltöltődik tőle kicsit az ember.*

– Igen. Ám érdekes, és sokan kételkedve fogadják, mikor elmondom, hogy megrázkódtatás is volt számomra ez a kitüntető díj. Az öröm mellett a kiválasztottság felelőssége szakadt hirtelen rám! Miért? Miért pont én? Furcsa, de korábban ezt az érzést, ezeket a kérdéseket csak gondokkal teli helyzetekben éreztem és tettem fel magamnak. Megtisztelő a kurátorok és az alapítók bizalma, kitüntető figyelme, de egyben nagy óvatosságra is int. Még keresem a „miértre” a választ, és remélem, hamarosan megylelem.

– *A karácsony személyes hangvételt is megenged. Tudjuk, hogy neves történelmi család leszármazottja vagy. Perczel Mórt is őseid között tudhatod. Bemutatnád családod múltját és jelenét?*

– Perczel Mór 1848-as tábornoát – az idén ünnepeltük születésének 200. évfordulóját – sokan ismerik, csak Budapesten több utca viseli nevét. A mi családunk tagjai a Mórnál visszafogottabb Perczel Béla (I) leszármazottjai. A 19 testvér közül Béla (1819–1888) – az ükapám – bár kevésbé ismert közszereplő, mégsem érdemtelen, hiszen volt igazságügy-miniszter, majd a Curia és a Deák-párt elnöke. Felemelő érzés, de egyben számos kötelezettséggel is jár egy történelmi család sarjaként világra születni, élni és dolgozni. Közlebb a mához, édesapám Perczel Dénes építész-mérnök, édesanyám kristályfizikával kapcsolatos területen dolgozott. Hárman vagyunk testvérek, a két öcsém – Gábor és Tamás – 11 gyermekével együtt 14 unokatestvér szokott a családi találkozók alkalmával összejönni. Már ha sikerül az ilyen a mai rohanós időkben. Feleségem, Perczel Forintos Dóra a SOTE-n tanácskezelő, klinikai pszichológiával, betegek gyógyításával foglalkozik. Két fiunk – Kristóf és György – orvostanhallgató, míg Júlia lányunk viszi a humán vonalat a családban: ő pszichológiát és művészettörténetet tanul az ELTE-n.

– *Olvasóink nevében is kívánok békés, boldog karácsonyt szeretteid körében, és 2012-ben is hasonló sikereket, mint a magunk mögött hagyott esztendőben.*

Köszönöm a beszélgetést.

Kiss Tamás

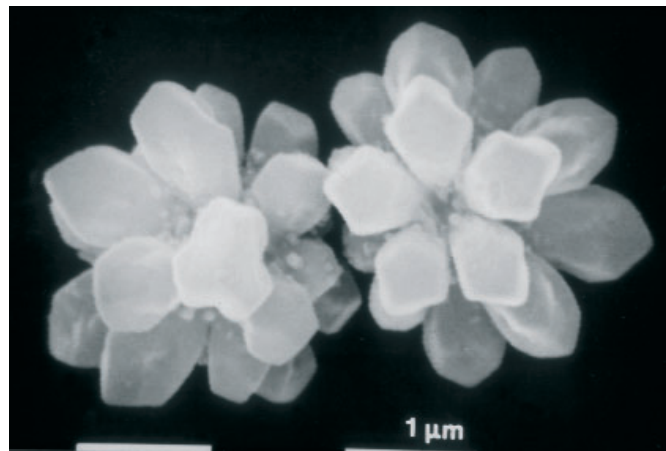
Hargittai István

■ BME Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszék
és MTA–BME Anyagszerkezeti és Modelllezési Kutatócsoport

A kvázikristály többé már nem kvázi...

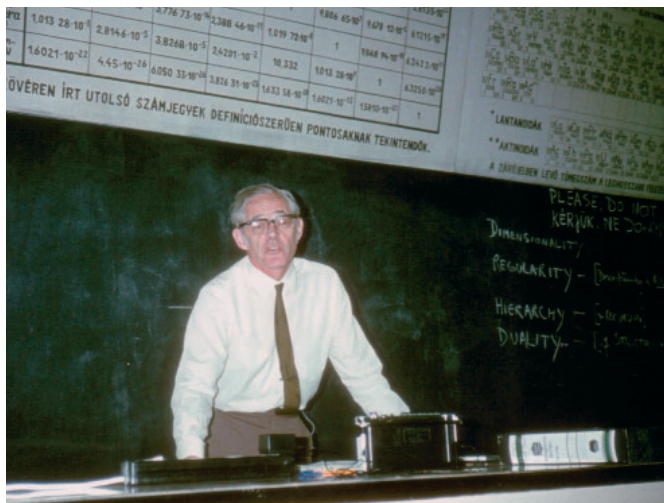
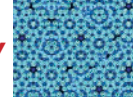
A 2011-es kémiai Nobel-díj

Amikor Dan Shechtman a Technion – az Izraeli Műszaki Egyetem – kutatója 1981-ben elkezdte vendégkutatói munkáját az Egyesült Államok Szabványügyi Hivatalában, témája megadott tulajdonságú ötvözetek kialakítása volt. Azt is mondták neki, hogy bármilyen irányban elkalandozhat, amerre csak kíváncsisága elviszi. Amikor azután Shechtman hirtelen hűtéssel előállított alumínium-mangán ötvözeteket tanulmányozott elektronmikroszkópban, valóban hagyta, hogy kíváncsisága vezesse. Az alumínium-mangán ötvözetekről azt tartották, hogy a túl nagy mangántartalom már előnytelenül befolyásolja tulajdonságaikat. Shechtman azonban egyre növelte a mangántartalmat, mert ér-



Csanády Ágnes kvázikristály-felvétele alumínium-mangán ötvözetéről

dekesnek találta az elektrondiffrakciós képeket, amelyeket ezek az ötvözetek szolgáltatnak. Amikor elérte a 25%-os mangántartalmat, olyan diffrakciós kép tárult elé, amely már több volt, mint érdekes – egyszerűen „lehetetlen” volt. A diffrakciós kép tízes szimmetria jelenlétére utalt, amiről Shechtman már egyetemi tanulmányai óta tudta, hogy szilárd fázisban nem létezik. A kristályok belső szerkezetében – a klasszikus krisztallográfia tanítása szerint – nem jöhet létre ötös, hetes – és így tovább –, ma-



Alan L. Mackay 1982 szeptemberében Budapesten tartott előadást az ötös szimmetriáról (Hargittai I. felvétele)

gasabb szimmetria. A tízes ráadásul az ötös kétszerese és minden színvonalas krisztallográfiai tankönyv bizonyítást közölt, hogy az ötös szimmetria nem létezhet. Shechtman azonban inkább hitt a saját szemének és az elektrondiffrakciós felvételnek, mint annak, amiből annak idején vizsgázott is. Mindez 1982. április 8-án történt, és ezzel eldőlt, hogy Nobel-díjat érő felfedezést tett. Ezt azonban sokáig egyedül Shechtman hitte csak el.

J. Desmond Bernal, a kiváló brit krisztallográfus vetette fel először annak lehetőségét, hogy szabályos szerkezetek létezhetnek a klasszikus krisztallográfia szigorúan zárt rendszerén kívül is. Ez a zárt rendszer a kristályok világában 230 tércsoport-szimmetriát ismer, de Bernal kitekintett a kristályok világán túlra is. Az ötös szimmetria lehetősége különösen foglalkoztatta, ahogy korábban olyan tudósokat is, mint Johannes Kepler és olyan művészeket is, mint Albrecht Dürer. Bernal legközelebbi tanítványát, a szintén brit Alan L. Mackay-t ugyancsak izgatta az ötös szimmetria kérdése, és megpróbálta a teret ikozaédes testekkel kitölteni, amiben el is ért sikereket. Az ún. Mackay-féle poliéder hírnevet hozott számára. 1982 szeptemberében meghívtuk Mackay-t, hogy az akkori MTA Szerkezeti Kémiai Kutatólaboratóriumban tartson előadást az ötös szimmetriáról. Ebben az előadásban Mackay bemutatta az ötös szimmetriájú szabályos, de nem periodikus szerkezetről készített szimulációs diffrakciós képet, és arra figyelmeztetett, hogy ha vakon hiszünk abban a dogmában, hogy szilárd fázisban nem fordulhat elő ötös szimmetria, akkor az esetleg szemünk elé kerülő ötös szimmetriájú szerkezet mellett is elmehetünk anélkül, hogy felismernénk. Shechtman ekkor már öt hónappal korábban megfigyelt ilyen szerkezetet, de Mackay és az egész tudományos világ még hosszú ideig mit sem tudott erről.

Shechtmannak nem volt könnyű dolga, hogy a szakemberekkel elfogadtassa megfigyelését. A jóindulatúak azt ajánlották neki, hogy térjen vissza a tankönyvekhez, mert nyilván hiányosak az ismeretei, de voltak olyanok is, akik kigúnyolták, amikor megpróbálta nekik elmagyarázni, hogy mit látott. Felfedezésének elismertetésében a legnagyobb akadályt Linus Pauling ellenállása jelentette. Nemcsak arról volt szó, hogy a világ legnagyobb élő kémikusa nem hisz a megfigyelésében, de olyan tudóssal került szembe, aki korábban maga is dogmákat döntött meg (a fehérjék alfa-hélixének felfedezésével kapcsolatban) és aki az ikozaédes szerkezetek világában is jelentős sikereket ért el. Pauling szerint

azonban Shechtman diffrakciós képe ikerkristályoktól származott és nem addig ismeretlen szerkezetektől. Ráadásul, amikor Shechtman először próbálta leírni megfigyelését, egy fizikai folyóirat szerkesztője azzal vágta vissza, hogy a fizikusokat nem érdekelné, és csak egy metallurgiai lapban tudta közölni a cikkét. De nem is írta meg jól a közleményt, ami új volt benne, azt az adatok és érdektelen leírások szinte eltemették. Csak 1984 novemberében sikerült olyan dolgozatot megjelentetnie, akkor már három társszerzővel, amelyik jelentőségéhez méltóan mutatta be a felfedezést. A cikk megjelenését ezer és ezer közlemény követte. A korábbi szerkesztői véleményre a tudományos közösség teljesen rácafolott. Az egyik elméleti jellegű dolgozatban nevet is javasoltak az új szerkezetnek – „kvázikristály” –, és ez a név megragadt. Korábban kristálynak számított minden olyan szerkezet, amely szabályos és periodikus, és amorfoknak, amely nem szabályos és nem is periodikus. A kvázikristályok szerkezete szabályos, tehát tudjuk pontosan, hogyan lehet generálni ezeket a szerkezeteket, de nem ismétlődőek.

Shechtman felfedezése nyomán a Nemzetközi Krisztallográfiai Unió megváltoztatta a kristály meghatározását, és ma már az általa létrehozott diffrakciós képpel definiálják. Ennek megfelelően a kvázikristályok is kristályok, erre a változtatásra utal a jelen közlemény címe is.

Miben látom Shechtman legfontosabb érdemeit? Mint a legtöbb tudományos kutatóra, rá is jellemző volt a kíváncsiság és az ambíció. Kíváncsisága abban mutatkozott meg, hogy az értelmetlennek tartott nagy mangántartalmú alumíniumötvözetekről is szeretett volna adatokat gyűjteni. Ambíciója pedig abban, hogy elfogadtassa igazát, vagyis a megfigyeléseit. Mindez szerencsésen párosult állhatatosságával, mert anélkül már rég feladhatta volna azt a küzdelmet, amelyet kezdetben szinte az egész tudományos közvélemény ellenében folytatott. Természetesen szerencséje is volt, mert útjába került egy addig teljesen ismeretlennek számító szerkezet, de az a kifejezés, hogy „útjába került”, nem teljesen helyesen fejezi ki azt, ami történt. Louis Pasteur szerint a szerencsés véletlenek a felkészült elméknek kedveznek, és Shechtman valóban ilyen felkészült elme volt. Nem tudhatjuk, hogy korábban más is láthatott-e olyan ötvözeteket, amelyek szerkezete ötös vagy tízes szimmetriájú volt. Ha igen, akkor valószínűleg csak legyintett az illető kutató és folytatta a kísérleteit. Shechtman felismerte a megfigyelés jelentőségét és nem maradt nyugton mindaddig, amíg az általa felismert szerkezetek nem váltak közös ismereteink részévé. Ebben volt a legnagyobb érdeme.



Dan Shechtman 1995-ben Budapesten (Hargittai I. felvétele)

IRODALOM

A kvázikristály felfedezéséről részletesen szól a következő könyv: Hargittai István és Hargittai Magdolna, Szimmetriák a felfedezésben. Vince Kiadó, Budapest, 2003, lásd 7. fejezet, pp. 148–182.

Dan Shechtman emberi és kutatói tulajdonágait és a felfedezés természetét tárgyalja a következő könyv: I. Hargittai, Drive and Curiosity: What Fuels the Passion for Science. Prometheus Books, Amherst, New York, 2011, lásd 8. fejezet. A könyv magyar fordítása 2012-ben jelenik meg az Akadémiai Kiadó gondozásában.