

detileg a kémia iránt érdeklődött, és fizikusként a kémiai változásokat szerette volna jobban megérteni. Nobel-díját az *elágazó* láncreakciók felfedezéséért kapta. Ő volt az első, aki szovjet állampolgárként Nobel-díjat kapott. Az általa alapított Kémiai Fizika Intézetben kezdte meg kutatásait a szovjet nukleáris fegyverkezési program két kiváló fizikusa, *Jakov Zeldovics* (1914–1987, 10. kép) és *Julij Hariton* (1904–1996, 11. kép). Idővel Zeldovics visszatért az alapkutatásokhoz és elsősorban a kozmológiában szerzett nagy tekintélyt. Hariton foszfor lumineszcenciájára vonatkozó kísérletei vezették el Szemjonovot az *elágazó* láncreakciók elméletéhez. Hariton később magfizikával foglalkozott, életének befejező negyvenhat évében pedig az első szovjet nukleárisfegyver-laboratóriumot, az Arzamasz-16-ot, vezette.

A rövid bemutatót *Alekszander Kitajgorodszkij* (1914–1985, 12. kép) megemlékezésével zárom. Világ-

szerte elismert kristallográfus volt, fizikusként ő is elsősorban a kémiai ismereteket gyarapította a kristályszerkezetek kialakulásának megértésével. Külföldön jobban értékelték, mint otthon. Akármilyen nagy tudós is volt, novogyevicsi sírhelyét nem saját jogán szerezte, hanem édesapja, a neves üvegmérnök és szilikátkutató, *Iszaak Kitajgorodszkij* révén. Esete azt példázza, hogy ha valaki jogot nyer novogyevicsi temetésre, akkor lehetőség van arra, hogy szűkebb családtagjai is az ő sírhelyébe kerüljenek. Majdnem olyan ez, mint valamikor az örökletes nemesség volt.

#### Irodalom

1. G. A. Mesyats: P. N. Lebedev Physical Institute RAS: past, present, and future. *Physics–Uspekhi* 52 (2009) 1084–1097; az idézet a 1091. oldalról való
2. I. Hargittai: Limits of Perfection. In I. Hargittai, editor, *Symmetry: Unifying Human Understanding*. Pergamon Press, Oxford, UK, (1986) pp. 1–17.

## 150 ÉVE SZÜLETETT LÉNÁRD FÜLÖP

Szabó Tímea, Ungvári Nemzeti Egyetem, Elméleti Fizika Tanszék  
Szabó Árpád, Nyíregyházi Főiskola, Fizika Tanszék

*Lénárd Fülöp* 1862. június 7-én született Pozsonyban, ott is járt iskolába, a magyar nyelvű főreáliskolában tanult. „A pozsonyi főreáliskolában – írta önéletrajzában Lénárd Fülöp – alaposan megtanították a fizikát és a matematikát. Ezek számomra oázisok voltak a többi tantárgy pusztaságában, melyből csak az iskolaigazgató, Samarjay által tanított magyar irodalom volt kivétel, ami a legfontosabbnak tűnt a számomra.” Az iskola mély benyomást hagyott Lénárdban. Többször elmondta, hogy iskolája nemcsak szilárd erkölcsi tartást adott tanítványainak, köztük neki is, hanem jelen-tős örökséget is köszönhet az iskolának, éspedig természetszeretetet, tudományról alkotott felfogást, érdeklődési körét, valamint az irodalom és a történelem hősi mítoszainak ismeretét.

A fizikára *Klatt Virgil*, a kiváló kísérletező fizikatanár tanította, aki a szorgalmas és tehetséges diákra csakhamar felfigyelt. Klatt Virgiltől kapott kedvet Lénárd Fülöp a kísérletezéshez, és az lett a benyomása, hogy a természettel közvetlenül kapcsolatba lehet lépni. A tanár úr többféle módon is segítette. Ő győzte meg Lénárd édesapját is arról, aki borkereskedő volt, és mindig abban reménykedett, hogy üzletét majd fiának adhatja át, hogy az ifjú Lénárd nagyon tehetséges és tudósként is jól megélhet. Ezután az apa már nem ellenezte, hanem megengedte, hogy fia tovább tanulhasson, egyetemi hallgató legyen.

Egyetemi tanulmányait 1880-ban a bécsi Technische Hochschulén kezdte el, és azt remélte, hogy ott csodálatos kísérleteket fog látni. Csalódott, és átíratkozott a budapesti egyetemre, ahol fizikát és kémiát tanult. Budapesten sem érték mélyreható élmények,

kivéve *Than Károly* professzor kémiai előadásait, bár azokról is úgy nyilatkozott, hogy anyagukat tekintve nem kínáltak lényegesen újat. Ezután úgy gondolta, abbahagyja a tanulást és munkába áll. Végül hosszas családi alkudozások után 1883-ban Heidelbergben folytatta a tanulást. Ott matematikát is hallgatott. Hamarosan ledoktorált, bölcsészdoktori oklevelét is Heidelbergben szerezte meg. Ezt követően, 1887-ben fél évet a budapesti Tudományegyetem Fizikai Intézetében, *Eötvös Loránd* környezetében kutatott, de kinevezést nem kapott. Így került Németországba, ahol haláláig oktatott és kutatott.

Az 1887–1889-es években a Heidelbergi Egyetem tanársegédje. Ott kezdte tanulmányozni a folyadékcseppek rezgéseit, a bizmut elektromos tulajdonságait és az ultraibolya sugarak elektromos hatásait. Katódsugaras kísérleteit 1890-ben Bonnban, *Heinrich Hertz* laboratóriumában kezdte meg. 1892–1893-ban Hertz asszisztense volt. (Lénárdot leginkább Hertz-tanítványnak tartják.) 1894-ben a Breslauer Egyetem, 1895-ben az aacheni Műszaki Egyetem magántanára. 1896-ban visszatért Heidelbergbe és 1898-ig volt az Elméleti Fizika Tanszék tanszékvezető professzora. 1898-tól 1907-ig a Kieli Egyetem Kísérleti Fizikai Tanszékének tanszékvezető professzora és a Fizika Intézet igazgatója. 1907-től 1931-ig ismét a Heidelbergi Egyetem professzora és 1909-től egyidejűleg a Radiológiai Intézet igazgatója. Ezeket a megbízásokat nyugdíjba vonulásáig ellátta.

Lénárd Fülöp nemcsak egyetemi évei alatt, de később is gyakran visszajárt Pozsonyba és nagyra becsült tanárával, Klatt Virgillel kísérletezett. Tanulmányozták például a „tisza foszfor” készítését. Közös

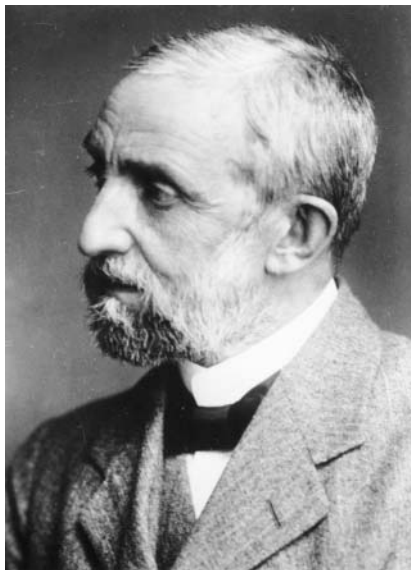
munkájuk eredményeit 1889-ben az *Annalen der Physik* folyóiratban és 1904-ben a *Magyar Tudományos Akadémia Értesítőjében* közölték. Minden bizonnyal tanáranak, Klatt Virgilnek módszeres kísérletei keltették fel Lénárd Fülöp érdeklődését a katódsugarak iránt is.

A katódsugarakat *Julius Plücker* német fizikus már 1858-ban felfedezte, és bár több tudós, köztük a neves angol *William Crookes* is részletesen tanulmányozta, azonban természetüket mindaddig nem sikerült megnyugtatóan tisztázni. Az angolok például úgy vélték, hogy a katódsugár korpuzkuláris felépítésű, míg a német tudósok többsége folytonosnak, hullámszerűnek képzelte. Hertz kérésére Lénárd Fülöp az 1890-es évek második felében a katódsugárzás természetének kiderítésére intenzív kutatásba kezdett, főként a katódsugarak abszorpcióját és ionizáló hatását vizsgálta. Lénárd vérbeli kísérleti fizikusnak bizonyult. A katódsugarak vizsgálatához a kiváló minőségű segédelektrodos katódsugárcsőveit maga tervezte és elkészítésükben is részt vett. Ő a vákuumcsövet azon a részén, ahol a katódsugár a csőnek ütközött átfúrta, és a lyukra (ablakra) egy aranyművel leheletfinomra kalapáltatott alumíniumfóliát helyezett. Az az elképzelése, hogy az „ablakon” keresztül a katódsugár kihozható a levegőre, beigazolódott.

Ugyanis az ablakon (a Lénárd-ablakon, ahogy később elnevezték) a katódsugarakat képező nagy sebességű részecskék akadály nélkül kiléptek a levegőre. Kísérlete során az is kiderült, hogy a fólia egyes atomjai között szabad térnek kell lennie. Ugyanakkor, ha a katódsugárzás részecskékből áll, azoknak sokkal kisebbeknek kell lenniük minden egyes addig ismert atomnál. 1892-ben már azt is feltételezte, hogy az atom nagyobb része „üres”. A részecskék anyagon való áthaladásának magyarázatára pedig megalkotta az úgynevezett dinamida-elméletet, amely szerint az atom belsejének csak egy kis része átjárhatatlan. (*Rutherford* szórás kísérleteinél is fontos szerepet játszott ez a felfogás.) Ezzel viszont merőben új lehetőséget nyitott a katódsugarak további tanulmányozásához. Ezen elmélet ismerete segítette hozzá *J. J. Thomson*t az elektron felfedezéséhez. Egyértelmű az is, hogy Lénárd Fülöp a katódsugarak tanulmányozása során feltárt eredményeivel sokban hozzájárult a kvantumelmélet bizonyításához, bár ő a kvantum- és a relativitáselméletet nem ismerte el.

A katódsugarakkal kapcsolatos munkásságáért és a katódsugaras vizsgálatokra alapozott atommodelljéért 1905-ben neki ítéltek a fizikai Nobel-díjat. 1901 és 1905 között minden évben javasolták a díjra. Lénárd Fülöp Nobel-előadásában sértődöttségének is hangot adott. Talán érthető, pszichológiailag ugyanis nehéz volt feldolgoznia, hogy hiába ismerték el ragyogó kísérleteit,

kísérleteinek mondanivalóit, az X-sugárzás felfedezését Röntgennek, az elektron felfedezését pedig *J. J. Thomson*nak tulajdonították, neki pedig szerinte csak „egyszerű” Nobel-díjat adtak. Lénárd Fülöp Nobel-előadásában így fejezte ki magát: „Ő nem azok közé tartozik, akik a gyümölcsöt leszedik, hanem azok közé, akik a fát elültetik és gondozzák.” Lénárd Fülöpöt talán vigasztalhatta volna, hogy azok az évek a nagy felfedezések éveit tartja számon a fizika aranyéveiként. Ugyanis 1895-ben Röntgen felfedezte a róla elnevezett sugárzást, 1896-ban *Becquerel* a természetes radioaktivitást, 1897-ben *J. J. Thomson* az elektront és 1898-ban a *Curie*-házaspár a rádiumot és a polóniumot. És ő ebben a módfelett tekintélyes mezőnyben kapott fizikai Nobel-díjat. Ő az első magyar Nobel-díjas, még ha két évvel később állampolgárságát németre cserélte is. Magyaroként ő kapta elsőnek azt a díjat, amely kimagaslik az összes cím, kitüntetés, tudományos fokozat és titulus közül.



Lénárd Fülöp 1942 táján.

Talán nem is jogtalanul volt sértődött. Mivel egyik kísérlete során maga Lénárd Fülöp kísérletképpen a cső ablakára ráhelyezett egy darabka földalkáli-foszfort, és ez a kilépő sugarak hatására világítani kezdett. 1894-ben Röntgen is kért Lénárdtól Lénárd-ablakos csövet. Lénárd Fülöp *Wilhelm Röntgen* kérését teljesítette. Így lett a Lénárd-ablakos katódsugárcsőnek fontos szerepe a röntgensugár felfedezésében. Azután ez okozta a röntgensugár felfedezése körüli prioritási vitájukat. Lénárd Fülöp észlelte ugyanis először a lumineszkáló hatást, és szerinte az, hogy a láthatatlan sugárzás nemcsak a fémfólián, hanem az emberi testen is áthatol, nem tekinthető új felfedezésnek. A tudományos közvélemény, de egyes tudományos intézetek is hasonlóképpen vélekedtek, ugyanis 1896-ban a bécsi, a párizsi, a londoni Akadémiák Lénárd és Röntgen között megosztva ítélték oda díjakat. Az 1901-ben kiosztott fizikai Nobel-díjra a Nobel-bizottság is egyhangúan a Lénárd-Röntgen-kettőt jelölte, de a Svéd Tudományos Akadémia másképp döntött, és a díjat egyedül *Wilhelm Conrad Röntgen* kapta meg.

Lénárd Fülöp kutatásainak másik fontos területe a fényelektromos jelenség kísérleti vizsgálatával van kapcsolatban. A fotoeffektust tanára, *Heinrich Hertz* fedezte fel. Hertz ösztönzésére Lénárd 1899-ben figyelt meg először fényelektromos hatást, és hamarosan azt is megállapította, hogy a jelenség összefügg a katódsugarakkal. 1902-ben a fényelektromos jelenségek vizsgálatakor Lénárd arra a meglepő következtetésre jutott, hogy ha valamilyen alkáli fémet fénnel világítunk meg, akkor elektronok lépnek ki belőle, s a keletkező elektronok energiája nem a fény intenzitásától függ, mint ahogyan azt a klasszikus fizika, a

gyan azt a klasszikus fizika, a klasszikus hullámelmélet alapján várható lett volna, hanem a fény rezgésszámától (frekvenciájától), a kilépő elektronok száma viszont csakis a fény erősségétől függ. A fényelektromos hatásra adott magyarázatát ma is elfogadják.

Tudományos munkássága során, amely több mint fél évszázados, közel száz dolgozatot és több könyvet írt. Életében az elismerések sem maradtak el. Tudományos érdemeit egyetemek és akadémiák ismerték el. A Magyar Tudományos Akadémia 1897-ben megválasztotta levelező tagjának, 1907-ben pedig tagjának. 1907-től 1945-ig volt az Akadémia tiszteletbeli tagja. 1909-ben lett a Porosz Tudományos Akadémia tagja. Több díj nyertese, köztük: 1896-ban a bécsi Akadémia Baumgarten-díjjal jutalmazta, elnyerte a londoni Royal Society Rumford-díját és a párizsi Akadémia La Caze-díjban részesítette. 1897-ben, a Magyar Tudományos Akadémia taggá választásakor, még minden bizonnyal magyar állampolgár volt, ugyanis ez a tagság csakis a magyar tudósokat illeti meg. Azt, hogy élt benne a magyar kulturális kötődés, bizonyítja egyike, 1911-ben írt levele, amelyben ez olvasható: „Feleségem születésnapom alkalmával Mikszáth – Egy választás Magyarországon – című könyvével eredetiben örvendeztetett meg.” Nem véletlenül kapott feleségétől is magyar vonatkozású születésnap ajándékot, ugyanis önvallomásában, önéletrajzában olvashatjuk: „Sokkal később is szívesen olvasom újra a magyar költőket saját nyelvükön: Kölcsey, Vörösmarty, Petőfi mellett főleg Jókait.”

Magyar vonatkozású és részben magyar nyelvű levelezései 1884-től 1911-ig jól nyomon követhetők. E levelekből egyértelműen kiderül a magyar tudósokkal fenntartott jó kapcsolata. Személyes kapcsolatban állt

Eötvös Loránddal, *Zemplén Győzővel*, *Fröhlich Izidorral* és másokkal, Eötvös Lorándot 1914-ben Nobel-díjra is javasolta. Magyarországon nemcsak az Akadémia, hanem az egyetemek is számon tartották, számoltak vele. Például, a kolozsvári Ferenc József Tudományegyetem 1902-ben, *Farkas Gyula* tanszékvezető professzor javaslatára, tanszékvezetői egyetemi tanári állást ajánlott fel neki. Még 1914-ben is kapott magyarországi javaslatot: az oktatási miniszter maga kérte fel, hogy az új Pozsonyi Egyetem katedráját, fizikaprofesszori állását fogadja el. Ő azonban nem élt a lehetőséggel. Az is egyértelmű, hogy nagy örökséget vitt magával szülőföldjéről, de elvitathatatlan az is, hogy magyarságának, a magyarországi, a hazai tudományos szemléletnek meghatározó, nagy jelentősége volt németországi tudományos tevékenységére is.

A húszas évektől sajnálatos, de egyre inkább torzultak politikai nézetei, és másik német Nobel-díjas fizikussal, *Johannes Starkkal*, a náci ideológia, a *Deutsche Physik* mozgalom elszánt támogatói, vezéralakjai lettek. Közismert tény, hogy Lénárd Fülöp nyilvánosan is becsmérelte a „zsidó” tudományt, *Einstein* relativitáselméletével egyetemben. Ebben valószínűleg az is közrejátszott, hogy Einstein a Nobel-díjat a fényelektromos hatás magyarázatáért kapta meg, holott magát a jelenséget Lénárd fedezte fel. Lénárd Fülöp úgy képzelte el, mivel a jelenséget ő fedezte fel, megosztott Nobel-díjban neki is részesülnie kellett volna. Lénárd Fülöp politikai nézeteinek megítélése a történelem feladata, azonban kétségtelen, hogy a tudomány területén, a tudomány számára jelentőset és maradandót alkotott.

1947. május 20-án, 85 éves korában, egy Berlin melletti faluban, Messelhausenben halt meg.

## VÉLEMÉNYEK

# SZÜKSÉGÜNK VAN ATOMENERGIÁRA!

Magyarország 2010. évi bruttó villamosenergia-termelése közel 37 400 GWh volt, amelynek mintegy 42%-át termelte meg a paksi atomerőmű (PAE) [1]. Mint az ismeretes, 2012-től a blokkok üzemidejét várhatóan 20 évvel meghosszabbítják, így a 2030-as évek derekáig a jelenleg 2000 MW teljesítményű, stabil alaperőműnek számító atomerőmű várhatóan továbbra is a villamosenergia-termelés 35–40%-át fogja adni.

Tekintsünk azonban az ennél távolabbi időszakra! Magyarország jelenlegi energiaparkjának átlagéletkora 22 év. Ez annyit tesz, hogy az elkövetkező másfél évtizedben folyamatosan törekedni kell a meglévő erőművek korszerűsítésére/lecserélésére, új erőművek építésére. Ennek folyamán számos környezet- és klímavédelmi, gazdasági, ellátásbiztonsági szempon-

toknak, valamint európai uniós elvárásnak kell (nagyon helyesen) megfelelni. Ilyen többek között a széndioxid-kibocsátás csökkentése, az energiahatékonyság és a megújuló energiaforrások (víz-, szél-, napenergia és biomassza) 20%-os részarányának elérése Európában (ez utóbbi Magyarországra nézve 13%-os részarányt jelent) [2].

A fent említett célkitűzések mellett országunk számára létérdek olyan alaperőművek üzemeltetése, amelyek kiegyensúlyozott, stabil módon biztosítanak villamos energiát elérhető áron, továbbá mérséklék az ország energiainport-kitettségét. Az atomenergia megfelel ezeknek a követelményeknek: jól bevált villamosenergia-előállítási módszer, amely nagy mennyiségű energia felszabadítását teszi lehetővé kis he-