

9. ábra. Rutherford mondása „kőbe vésve”.

biztos lehet abban, hogy az az egyik ember másakra gyakorolt hatásából ered, és ez a kölcsönhatás teremti meg a tudomány fejlődésében rejlő óriási lehetőségeket. A tudósok nem egyetlen ember ötletét használják fel, hanem ugyanazon problémán gondolkodó kutatók ezreinek együttes bölcsességét, mindenki hozzájárulását a tudás nagy épületéhez, amely folyamatosan épül.

„Nagy híve vagyok a dolgok egyszerűségének, és ahogyan azt valószínűleg tudják, hajlamos vagyok az egyszerű és átfogó ötletekbe úgy belekapaszkodni, mintha az életem függene tőle, míg a bizonyíték nem lesz túl erős a makacsságom számára.”

Ha a kísérletnél statisztikára van szükség, akkor jobb kísérletet kellett volna tervezni.

„Egy állítólagos tudományos felfedezésnek nincs semmi értéke, ha nem lehet azt megmagyarázni egy pincérnőnek is.”

A tudományban csak fizika van, minden más csupán bélyeggyűjtés.

„A társadalomtudományok terén bármilyen kutatási eredmény egyetlen lehetséges értelmezése az, hogy: van amikor igen, van amikor nem!”

Nincs pénzünk, ezért gondolkodnunk kell (9. ábra).

Irodalom

1. Robin Mckown: *The Giant of the Atom: Ernest Rutherford*. Julian Messner, New York, 1962.
2. Clare George: *The Cloud Chamber*. Sceptre, Hodder & Stoughton, London, 2003.
3. Naomi Pasachoff: *Ernest Rutherford: Father of Nuclear Science*. Enslow Publishers, Berkeley Heights, NJ, 2005.
4. Brian Cathcart: *The Fly in the Cathedral*. Farrar, Straus and Giroux, New York, 2005.
5. Richard Reeves: *A Force of Nature*. W. W. Norton & Company, New York, 2008.
6. *Perspectives of Nuclear Physics in Europe*, NuPECC Long Range Plan 2010, European Science Foundation
7. P. L. Kapica: *Kísérlet, elmélet, gyakorlat*. Gondolat, Budapest 1982.
8. *Ponticulus Hungaricus*, II. évfolyam 1. szám, 1998. január

RUTHERFORD AKTUALITÁSA

Berényi Dénes
ATOMKI, Debrecen

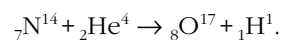
Rutherford pályája során – nyugodtan mondhatjuk így – számos világraszóló eredményt ért el, de ezek közül is kiemelkedik három, amelyet valóban *korszakalkotónak* kell tekinteni.

Az első, amit *Frederick Soddy*val együttműködésben fedezett fel (1902) a radioaktivitást vizsgálva, hogy a radioaktív bomlás során *az egyes elemek atomjai más elemek atomjaivá* alakulnak át, ami ellenkezett az elemek változatlanóságáról vallott akkori felfogással és tulajdonképpen az alkimisták elképzeléseinek megvalósulását jelentette.

A második, még az előbbinél is jelentősebb felfedezését aranyfólián történő alfa-szórás vizsgálatával érte el. *Marsden* munkatársa azt találta (1909), hogy kis számban hátrafelé is szóródnak alfa-részecskék (tízezerből néhány). A méréseket csak úgy lehetett értelmezni, hogy az atomnak van egy, az atom méreténél mintegy százezerszer kisebb átmérőjű magja, amelyben az atom tömege összpontosul. *Rutherford így felfedezte az atommagot* és megszületett a fizika új ága: az atommagfizika.

Végül hasonló jelentőségűek azok a kísérletei, amelyek *az atommagok mesterséges átalakításához* vezettek, bebizonyítva, hogy egyes elemek atomjai nemcsak

spontán alakulhatnak át másik elem atomjaivá, mint az a radioaktív bomlás folyamán történik, de a folyamat mesterségesen is előidézhető (1919). Nitrogén gázt bombázott alfa-részecskékkal és Wilson-féle ködkamrában észlelte a folyamatból kilépő protonokat, vagyis



Rutherford pályája során szinte számtalan kitüntetésben részesült. A sors fintora, hogy az atommag felfedezője, az atomfizikai kutatás elindítója 1908-ban *kémiai* Nobel-díjat kapott.

Mit tanulhatunk ma Rutherfordtól?

Bizonyára van, aki úgy gondolja, hogy a technika és speciálisan a tudományos kísérleti technika az elmúlt évszázad alatt olyan sokat fejlődött, hogy Rutherford tapasztalataival nem sokat lehet kezdeni. Ezt a hozzáállást támogatja, hogy közelebről megtekintve Rutherford döntő kísérleteinek körülményeit, azok mai szemmel szinte „primitívnek” tűnnek: szcintilláló ernyők, egyszerű mikroszkópok, kezdetleges ködkamra stb.

A valóságos helyzet – meggyőződésem szerint – mégsem ez. Rutherford kutatási stílusa, tudományos pályája során végzett tevékenysége és magatartása számos olyan vonást mutat, amelyik tanulsággal szolgálhat nemcsak a mai, de akár az elkövetkező századok kutatóinak is.

A tanulmány a Magyar Tudományos Akadémia Fizikai Tudományok Osztálya és Műszaki Tudományok Osztálya által rendezett, az MTA közgyűléséhez kapcsolódó Rutherford tudományos emlékülésen, 2011. május 5-én tartott előadás írott változata.

Rutherfordot *Faraday* jel együtt a fizikatörténet nagy kísérletezőjeként emlegetik és joggal. Ha végigtekintünk elért eredményein, ezeket mind *kísérletekkel, méréssel, a megfelelő módszerek és berendezések megtervezésével és megépítésével* érte el. Ugyanakkor a tervezésben és a kivitelezésben nem egyszer nem kis merészséggel járt el. Például maga írt arról, hogy az atommag felfedezéséhez vezető kísérletekben egyáltalán nem volt várható, hogy visszafelé szóródó alfa-részeket is lehet találni. Mégis javasolta, hogy mérjék meg és a mérések nem várt eredményhez vezettek.

A fő tanulság a fentiekből mégis csak az, hogy a fizikában és általában a természettudományokban a *mérésekre, a kísérletekre és a gondos megfigyelésre* kell építeni. Egy természettudomány csak addig természettudomány, amíg minden megállapítása, kijelentése és világmagyarázata ezekre vezethető vissza, ezeken alapul. Van úgy természetesen, hogy az elmélet „előreszalad”, előre jelez bizonyos korábban ismeretlen jelenségeket, de senki előtt sem kétséges, hogy a szóban forgó elmélet érvényességét csak a megfelelő jelenség kísérleti kimutatása bizonyíthatja. Végül ne felejtsük el, hogy a mai legbonyolultabb kísérletek, kísérleti berendezések is „elemekre”, részegységekre bonthatók és ezek ötletes, újszerű és precíz kivitele akár döntően is hozzájárulhat a teljes komplex berendezéssel nyerhető eredmények sikeréhez.

A 19. században az egyéni kutatások domináltak, a több-szerzős munka valóban nagy ritkaságnak számított. Éppen ezért feltűnő, hogy pályája során Rutherford mennyi *munkatárssal* dolgozott, mennyien tanultak intézetében, laboratóriumában és vitték szét a magfizika új tudományának módszereit és eszméit szerte a világon. A korszakra jellemző érdekesség, hogy ő, akinek annyi doktorandusza volt, maga nem volt doktor, tudniillik a tudományos pályának az egyetemi doktorátus (Ph.D.) nem volt olyan feltétele, mint a későbbiekben.

Ha teljesség igénye nélkül is, de érdemes felsorolni neveket, akikkel Rutherford együtt dolgozott, akik az „ő műhelyéből” kerültek ki. Ilyenek névsorban *F. Aston, P. M. S. Blackett, N. Bohr, B. Boltwood, H. Bronson, H. Brooks, J. Chadwick, J. D. Cockcorft, C. D. Ellis, A. E. Eve, H. Geiger, T. Godlewski, N. Feather, O. Hahn, P. Harteck, M. Levin, E. Marsden, H. Moseley, M. Oliphant, T. Royds, F. Soddy, E. T. S. Walton, C. T. R. Wilson*. A felsoroltak között vannak ugyan kevésbé ismertek, de nem egy Nobel-díjast is találunk.

Ma nem kell különösebben hangsúlyozni, hogy az *együttműködésnek, a „team”-munkának*, a tudományos iskoláknak milyen nagy a jelentősége. Ezzel együtt Rutherford kutató munkájában hangsúlyosan szerepelt az interdiszciplináris együttműködés, így a közös kutatásban számos esetben részt vettek például kémikusok is.

Látóköre nem korlátozódott a fizikára. Erre a legjobb példa a radioaktív módszerekkel történő geológiai kormeghatározás, speciálisan a Föld korának megállapítása. Ez az eljárás azóta a geológiai kutatás nélkülözhetetlen módszerévé vált.



1. ábra. A Cavendish Laboratórium Cambridge-ben.

Nemcsak más tudományokkal, de kifejezetten a *gyakorlati alkalmazásokkal és az iparral* is közvetlen kapcsolatban volt. Így az ionizációs kamrákra vonatkozó tapasztalatai vezettek el a tűzjelző készülékig. Már a McGill Egyetemen füstöt engedett be az ionizációs kamrába és észlelte a megfelelő változásokat. Ismeretes a szerepe a magasfeszültségű áramforrások ipari gyártását illetően is. Az I. világháború alatt a tengeralattjárók ultrahanggal történő kimutatására használt módszer kidolgozásában vett részt.

Jutott ideje az *ismeretterjesztésre* is. Eredményeiről nyilvános előadásokat tartott, előadásai rendszeresek voltak a rádióon keresztül is. Emellett nagyszerű tan könyvet írt a radioaktivitásról.

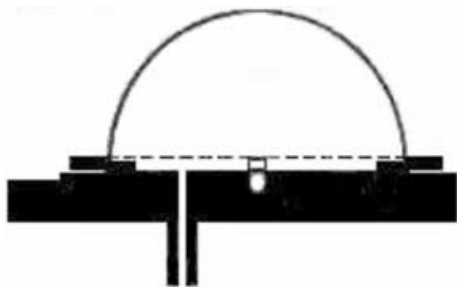
A tudományos közéletben aktív volt: elnöke volt a Royal Society-nek (1925–30) és a British Association for the Advancement of Science-nek (1923). Ezen túlmenően elnöke volt a Brit Tudományos és Ipari Kutatási Minisztérium Tanácsadó Bizottságának és neki köszönhető számos kutató laboratórium megalapítása.

Képes volt ihlető légkört teremteni a Cavendish Laboratóriumban (1. ábra), „futtatta” munkatársait és maga – bár egyértelmű, hogy minden jelentős eredményhez hozzájárult – 1919 után háttérbe vonult. Miközben engedte munkatársait érvényesülni, haláláig aktív igazgatója maradt a laboratóriumnak.

Magyarországi hatása

A fentebb felsorolt nevek között nem szerepel, de *Szalay Sándor* is dolgozott fél évig 1935-ben a Cavendish Laboratóriumban. Bár előzőleg két másik Nobel-díjas intézetében is töltött hosszabb időt kutató munkával (*Szent-Györgyi Albert* – Szeged, *Peter Debye* – Lipcse), a Cambridge-ben töltött idő volt rá döntő hatással.

Nincs itt mód és alkalom arra, hogy Szalay Sándor egész pályáját és az általa létrehozott tudományos iskola most már sok évtizedes tevékenységét bemutassuk. Csak arra törekszünk, hogy felidézzük, hogy Rutherford kutatási stílusa és szélesebb értelemben vett tudományos tevékenysége miként hatott Szalay Sándorra és tudományos iskolájára. E tudományos iskola értékei ma

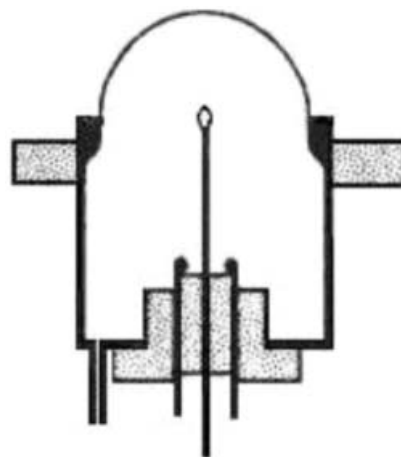


2. ábra. Szalay Sándor debreceni magreakciós kísérletében használt besugárzó berendezés; a félgömb középpontjában az alfa-sugárzó Po-preparátummal és a céltárgyként szolgáló félgömbbel (Zeits. f. Physik 112 (1939) 31.).

Debrecenben az ATOMKI-ban és a Debreceni Egyetem Kísérleti Fizikai Intézetében hagyományozódnak tovább, hatása – Szalay, illetve tanítványain keresztül – eljutott számos hazai és külföldi intézménybe is.

Cambridge-ből hazaérkezve Szalay megkezdte a *magfizikai kutatásokat* hazánkban. Az első nemzetközi közlemények már 1938-ban és 1939-ben jelentek, sőt már egyetemi doktori disszertációk is készültek ebben a tárgykörben. A *kísérleti eszközöket maga készítette* munkatársaival és a szerény tanszéki műhely támogatásával. Gyorsító ekkor még nem állt rendelkezésre Debrecenben, ezért a bombázó részecskék energiájának folytonos változtatását lassítással érte el. Az 2. ábra mutatja a félgömb alakú elrendezést, centrumában a polónium-preparátummal. Az utóbbiból kilépő alfa-részecskék energiáját a félgömbben lévő CO₂ nyomásával lehetett szabályozni és a „céltárgy” vagy maga a félgömb volt, vagy a félgömb belső felületén helyezkedett el. (például Al, illetve B). A kísérlet során gerjesztési függvényeket vettek fel, azaz a bombázó energia függvényében meghatározták az aktivitás normált értékét. A 3. ábra azt a részecskeszámlálót mutatja, aminek segítségével a besugárzott céltanyag aktivitását mérték. A 4. ábrán a vékony Al-rétegen (amikor sárgaréz félgömb belső felületére került a vékony Al-réteg) végzett mérésekből származó differenciális gerjesztési görbét láthatjuk. A függvény rezonanciákat mutat, amelyek a közbelső mag energiaállapotára, Al esetében a ³¹P-re, hordoznak információt. Erről a kutatásról írta Szalay a következőket: „Ezen munka tervét még távozásom előtt megmutattam Lord Rutherfordnak, akinek bátorító tanácsai nélkül alig lett volna elegendő kitartásom az itthoni nehéz körülmények között e nehéz vizsgálatok elvégzésére. Halála megakadályozott abban, hogy köszönetemet ezúton fejezzem ki.”

A debreceni tudományos iskolában azután – mondhatjuk – számtalan egyedi, világviszonylatban is egyedülálló és az idő előrehaladtával egyre komplexebb műszer készült a gyorsítóktól a legkülönbözőbb spektrométerekig. Legutóbb például a *Fizikai Szemle*ben jelent meg cikk az ATOMKI-ban tervezett és épített elektron-spektrométerek sorozatáról. A tanszéken épült Wilson-kamrával végzett kísérletek vezettek a világszerte elismert, nevezetes eredményre, a neutron visszalökő hatásának kimutatására.

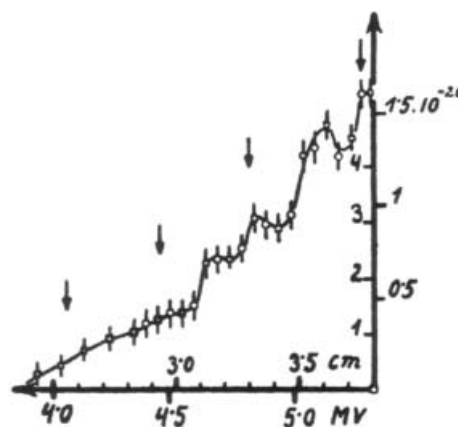


3. ábra. A részecskeszámláló, amelyre az 1. ábrán látható besugárzó berendezésben aktivált targetet ráhelyezve a kibocsátott pozitronok detektálhatók (Zeits. f. Physik 112 (1939) 31.).

Nem túlzunk akkor, ha azt állítjuk, hogy *munkatársairól, együttműködő partnereiről* nem sokkal rövidebb névsort lehetne összeállítani, mint Rutherford esetében. Különösen így van ez, ha figyelembe vesszük a más tudományterületek képviselőivel történt közös kutatásokat, amelyekre a továbbiakban még visszatérünk.

Láttuk, hogy Rutherford ténylegesen úttörő volt az *interdiszciplináris kutatások* területén. Szalay ezt a stílust – ha lehet – még intenzívebben művelte. Szinte a hazai magfizikai kutatásokkal egy időben kezdte meg az együttműködést a *biológia és az orvostudomány területén*. Első ilyen közleménye 1943-ban jelent meg a *Zeitschrift für Immunitäts-Forschung* folyóiratban. Úttörő szerepe volt a radioaktív izotópok hazai biológiai-orvosi alkalmazásában. Azóta is folyik és kiemelkedőnek mondható a debreceni iskola ez irányú tevékenysége, és eredményei jól ismertek ezen a területen. Megemlítjük, hogy az ATOMKI területén és laboratóriumában kezdődött el a jód-131 orvosi alkalmazása. Kelet-Közép-Európában először itt – Bécsset és Prágát megelőzve – kezdte meg működését egy PET-berendezés a 90-es évek közepén. Jelenleg is

4. ábra. Az ${}_{12}\text{Al}^{27} (\alpha, n) {}_{15}\text{P}^{30}$ magreakció differenciális gerjesztési függvénye az eredeti közleményből (MTA Mat. Term. tud. Értesítő 58 (1939) 318.).





5. ábra. Szalay Sándor, az ATOMKI igazgatója.

a legkülönbözőbb területeken, főleg a nyomelemek orvosiilag fontos kimutatása területén folyik együttműködés a debreceni egyetemi klinikákkal.

Az interdiszciplináris kutatásokhoz tartoznak a *kőzetek korának tömegspektrometriai módszerekkel történő meghatározásával* kapcsolatos eredmények. Hasonló a jelentősége az általa és munkatársai által művelt C^{14} -es kormeghatározásnak.

Nem kevésbé jelentősek Szalay Sándor *környezetkutatásban* elért eredményei. Ezen a területen főleg a radioaktív anyagok jelenlétét, elterjedését vizsgálta a természetben. Különösen hézagpótlóak a külföldön is feltűnést keltett eredmények az esővíz radioaktivitására vonatkozóan. Ma az ATOMKI-ban működik a Hertelendi Ede Környezetanalitikai Laboratórium, amelyet az intézet az Isotoptech Zrt.-vel közös finanszírozásban működtet.

Szalay professzor (5. ábra) kapcsolata a gyakorlattal talán még intenzívebb volt, mint mesteréé. Már fentebb említettük aktivitását nemcsak a biológiai-orvosi kutatás, de a klinikai gyakorlat területén is.

Kiemelkedőek a negyvenes évek második felében saját maga (tanszéke segítségével) készítette műszerével végzett uránkutatásai. Ezek elvezettek a hazai uránbányászathoz, majd az urán és más nehéz fémek bedúsulási folyamatait felderítve a természetben – a mikroelem trágyázás szükségességének felismeréséhez. Ezzel kapcsolatban talán érdemes megjegyezni, hogy e sorok írója egy kollégájával a fent említett műszerrel vizsgálta az ötvenes évek elején a Debrecen körüli talajok radioaktivitását. (Ehhez tudni kell, hogy Debrecen területén két különböző talajtípus található: a nyírségi homok és a termékeny fekete föld.)

Szalay mindig figyelt arra és bízta munkatársait, hogy ahol csak lehet, gondoljanak eredményeik gyakorlati hasznosítására és építsenek ki kapcsolatokat az iparral és a mezőgazdasággal. Ez azóta is mintegy „vezérlő elvként” szerepel a debreceni iskola működésében, és ma is széleskörű a kapcsolat a gyógyszer-és elektronikus ipartól kezdve a napfény energetikai felhasználását segítő tevékenységig.

A tudományos ismeretek terjesztését Szalay elsősorban az egyetemi oktatáson keresztül gyakorolta – számos más kötelezettségénél előbbre valónak tartotta egyetemi előadásait. Nem véletlen például, hogy az ATOMKI egész története során az oktatás terén szorosan együttműködött az egyetemmel, amit nem sok akadémiai kutatóintézetéről lehet elmondani. Ezen túlmenően azonban tartott kifejezetten ismeretterjesztő előadásokat és írt ilyen jellegű cikkeket is.

A debreceni fizikus közösség mindig előtérbe helyezte a fizika és a tudomány népszerűsítésének ügyét. Ezt nemcsak az iskola munkatársainak nagyszámú népszerűsítő előadása, cikke, rádió- és TV-szereplése mutatja, de az ebben az évben 32. alkalommal megtartott és hazánkban Debrecenben kezdeményezett Fizikus napok is, amelynek során egy héten keresztül a legváltozatosabb programokat ajánlják a nagyközönség, de főleg az ifjúság számára.

Társadalmi elkötelezettsége és világnézete nagyon hasonló volt Rutherfordéhoz. Szalay a legkeményebb diktatúra idején is messze volt minden pártpolitikától. Ugyanakkor a tudománypolitikában, a különböző bizottságokban, azok munkájában aktívan részt vett. Szinte a semmiből építette fel az ATOMKI-t, fokozatosan, szervesen, évről évre kiválasztva az alkalmas munkatársakat. Maga nyilatkozta: „...a fő súlyt a tehetségszelekcióna fektetem”. Nem egyszer mondta nekünk, hogy az egyszerű magyar emberek izzadságos munkája tette számára lehetővé, hogy állami ösztöndíjjal fél évig kuthasson a Cavendish Laboratóriumban. Kötelessége ezt itthon kamatoztatni. Ezért állt ellen minden kísértésnek, amely véglegesen külföldre csábította volna.

El lehet mondani, hogy a debreceni fizikus közösség számos tagja aktívan részt vesz ma is a tudománypolitikában. Nem beszélve számos bizottságban betöltött szerepükről, osztályelnök-helyettes, akadémiai alelnök és elnök is kikerült soraik közül. Az egyetem és a város életében is részt vesznek, amint arról díszdoktori, illetve díszpolgári címek is tanúskodnak.



Rutherford személye és pályája nemcsak a fizika fejlődésére, de kifejezetten a magyar tudományra is jelentős hatást gyakorolt. Biztos vagyok abban, hogy túl a konkrét indításokon, munkájának és életének elvei *ma is*, de akár még századokon át is hatni fognak hazánkban is és a világon is.

Irodalom

- Berényi Dénes: Szalay Sándor – 100 éve született Nyíregyházán 1909. október 4-én. *Fizikai Szemle* 59 (2009) 402–404.
- Berényi Dénes (szerk.): *Szalay Sándor nyomtatásban megjelent tudományos munkái, 1932–1969. 1–2. kötet*. ATOMKI, Debrecen, 1969.
- Campbell, John: *Rutherford – A Brief Biography*. www.rutherford.org.uz/biography.htm
- Gribbin, John: *A tudomány története 1543-tól napjainkig*. Akkord Kiadó, Budapest, 2004. 460–469.
- Kertész László: A hazai orvos-biológiai izotópalkalmazás kezdetei Debrecenben. *Debreceni Szemle* 17 (2009) 151–160.
- Kövév Ákos: Elektrosztatikus elektron spektrométerek fejlesztése az ATOMKI-ban. *Fizikai Szemle* 60 (2010) 339–343.
- Simmons, John: *100 tudós*. Magyar Könyvklub, Budapest, 1999. 90–93.