

RÓNA ERZSÉBET ÉLETE ÉS MUNKÁSSÁGA

THE LIFE AND WORK ELIZABETH RÓNA

Radnóti Katalin

kandidátus, főiskolai tanár, Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar Fizikai Intézet
rad8012@helka.iif.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

Marie Curie Nobel-díjakat érő tudományos teljesítménye közismert. Azonban felmerül a kérdés, miként hatott az ő tevékenysége a nők tudományos pályán való részvételére a 20. század elején? Voltak-e hazánkban is követői? A válasz igen, személye és az általa kutatott témakör, a radioaktivitás több nőt is a kutatói pálya felé vonzott. Hazánkban Götz Irén és Róna Erzsébet indult el ezen a területen. Jelen írásban Róna Erzsébet életét, sikereit és nehézségeit mutatom be, valamint Hevesy Györggyel közös hazai kutatási eredményeit ismertetem.

ABSTRACT

Marie Curie's Nobel Prize-winning academic performance is well known. However, the question arises, how did her activities affect the participation of women in scientific careers in the early 20th century? Did she have followers in Hungary as well? The answer is yes, her person and the topic she was researching—radioactivity—attracted many women to career in research. In Hungary, Irén Götz and Elizabeth Róna started off in this field. In this article I present the life, successes and difficulties of Elizabeth Róna, as well as her joint research activities with György Hevesy.

Kulcsszavak: Bécsi Rádiumintézet, Manhattan-terv, nyomjelzéses technika, bomlási sor, izotóp

Keywords: Institute for Radium Research, Vienna, Manhattan Project, tracer technology, decay line, isotope

RÓNA ERZSÉBET, A RADIOAKTIVITÁS EGYIK MAGYAR ÚTTÖRŐJE

A hazánkban alig ismert tudós asszony, Róna Erzsébet (1890, Budapest – 1981, Oak Ridge, USA) munkássága 2015-ben posztumusz bekerült a Tennessee Women's Hall of Fame-be, amely egy nonprofit, önkéntes szervezet. A szervezet célkitűzése elismerni azokat a kiváló nőket, akik az amerikai egyesült államokbeli Tennessee állam gazdasági, politikai és kulturális életére jelentős hatással voltak. Nekrológja 2019-ben jelent meg a *The New York Times*ban, az *Overlooked* sorozatban.

Róna Erzsébet a korszak olyan meghatározó tudósaival dolgozott együtt a nukleáris kémia területén, mint Kazimierz (Kasimir) Fajans, Otto Hahn, Lise Meitner, Stefan Meyer, Marie Curie, Irène és Frédéric Joliot-Curie, Ernest Rutherford, Enrico Fermi, de jól ismerte Szilárd Leót is. Első kézből értesült olyan jelentős felfedezésekről, mint a mesterséges radioaktivitás, a maghasadás. A Nobel-díjas Hevesy György vele közösen végezte első hazai nyomjelzéses vizsgálatait.

Róna Erzsébet tudományos és magánéletébe betekintést nyújt az 1978-ban megjelent életrajzi ihletésű könyve (Rona, 1978), a róla készült nekrológok (Bruker, 1982), Palló Gábor a korszak magyar tudományos életét, az atomfizika hazai megjelenését bemutató könyve (Palló, 1992) és Maria Rentetzi a Bécsi Rádiumintézet történetét feldolgozó monográfiája (Rentetzi, 2007).

Róna Erzsébet Budapesten született, jómódú zsidó család gyermekeként. Édesapja orvos volt, aki ismerte és már az 1900-as évek elején alkalmazni kezdte az úgynevezett Curie-terápiát, amely a bőrrákos esetek kezelésére a rádium által kibocsátott sugárzás használatát jelentette. A természet jelenségeinek szeretetét édesapjától és nagyanyjától tanulta, akikkel sok érdekes megfigyelést végzett.

„Mindig is orvosnak akartam tanulni. Az orvosi kutatás légkörében nőttem fel, de apám ellenezte, hogy ezt válasszam. Azt gondolta, hogy az túl nehéz egy nőnek. Korai halála után tiszteletben tartottam a szándékait, és úgy döntöttem, hogy a kémiát és a fizikát választom. Nagyon érdeklődő voltam a fizikai kémia iránt.” (Rona, 1978, 2.)

Tanulmányait Budapesten a Pázmány Péter Tudományegyetemen végezte. Már másodéves korában az Állatorvosi Főiskola kémiai laboratóriumában dolgozott önkéntesként. Doktori értekezését kémiai témából írta: *A bróm és az egyértékű telített aliphás alkoholok* címmel, Bugarszky István (1868–1941, az MTA levelező tagja) vezetésével, mindössze huszonegy évesen (Róna, 1912). További munkássága azonban már nukleáris témakörökhöz kapcsolódott.

Tanulmányai befejezését követően nyolc hónapon át Kazimierz Fajansnál (1887–1975) dolgozott posztdoktori képzésen Karlsruhe-ban, ahol radiokémiai tudását bővítette. Itt ismerkedett meg az izotópfogalom elődjének tekinthető, úgynevezett plejádok kifejezéssel és a különböző radioaktív elemeket sorozatokba rendező elképzelésekkel.

Az első világháború előtt és alatt is Budapesten élt. Ebben az időszakban dolgozott együtt többek közt a későbbi Nobel-díjas Hevesy Györggyel (1885–1966). A Hevesyvel való közös munka eredményeképp született cikkek érdekességeit, méréseit jelen írás második részében mutatom be. Visszaemlékezésében olvasható, hogy ekkoriban kísérleti munkája mellett Tangl Ferenc (1866–1917, az MTA rendes tagja) kérésére orvosok számára kémiai témájú kurzusok vezetésében is részt vett a Budapesti Egyetemen (Rona, 1978).

A Tanácsköztársaság leverése után, a fehérterrorként megélt politikai helyzet miatt Róna Erzsébet Berlinbe ment, ahol néhány évig Otto Hahn (1879–1968) és

Lise Meitner (1878–1968) mellett dolgozott a Vilmos Császár Intézet Radioaktív osztályán. Visszaemlékezése szerint a kezdeti években nagyon jók voltak a kutatási körülmények, de Németországban az általános közhangulat egyre komorabbá vált. Időközben átkerült a Textil Intézetbe, melyet igen érdekesnek is talált. A Németországban óriásra nőtt infláció miatt 1927-ben hazajött Magyarországra. Itthon egy textiltechnológiai fejlesztéssel foglalkozó cégnél helyezkedett el. Nyári szabadságát családjával együtt a híres ausztriai Bad Ischlben töltötte, ahol találkozott Stefan Mayerrel (1872–1949), az 1910-ben létrehozott Bécsi Rádiumintézet igazgatójával, aki meghívta őt az intézetbe dolgozni. Róna Erzsébet boldogan csatlakozott a csoporthoz, ahol ezután tizenhárom évet töltött.

Az intézet munkájának fénykora a két világháború közti évekre tehető. Az intézetben ebben az időszakban (1919 és 1934 között) 113 kutató dolgozott, közülük 43 nő és 70 férfi, akik Európa különböző tájairól érkeztek. Sok neves publikáció is született, elsősorban a következő folyóiratokban: *Zeitschrift für Physik*, *Physikalische Zeitschrift*, *Naturwissenschaften*, *The Journal of the Chemical Society* és *Nature*. A kutatási témák interdiszciplináris jellegűek voltak, felölelték a fizika, kémia, geológia, fiziológia és az orvosi biológia területét. A légkör rendkívül családias volt, ahogy az több kutató visszaemlékezéseiben is olvasható. Az intézetben Hevesy György is többször megfordult.

Napjainkban többen foglalkoznak a női kutatók tudományos hozzájárulásával a nukleáris technika fejlődéséhez, akik közül sokan lettek professzorok hazájukban, például Norvégiában Ellen Gleditsch (1879–1968), Ausztriában Berta Karlik (1904–1990) és a Bécsi Rádiumintézet munkatársai. Ezekben az életrajzokban is kitüntetett helyen szerepel Róna Erzsébet (Rentetzi, 2007). Napjainkban a Bécsi Rádiumintézet jogutódjának az Osztrák Tudományos Akadémia Szubatomi Fizikai Intézete és a Bécsi Egyetem Izotópkutató és Nukleáris Fizikai Intézete tekinthető.

Róna Erzsébet munkájával hamarosan komoly elismerést vívott ki. Az intézet megbízásából 1928-ban Irène Curie (1897–1956) munkatársaként dolgozott Párizsban, a Curie Intézetben, ahol Marie Curie-vel (1867–1934) is találkozott. Feladata a polónium-előállítás technikájának elsajátítása volt. Az általa előállított polóniumot a Bécsi Rádiumintézet kapta meg kutatási célokra. Róna Erzsébet rámutatott a radioaktív sugárzás veszélyeire is. Ő maga sokszor viselt védőmaszkot a radioaktív izotópokkal végzett munka közben (Rentetzi, 2007).

Az első mesterséges radioaktív elem felfedezését követően a Joliot-Curie házaspárt meghívták a Bécsi Rádiumintézetbe, hogy ismertessék munkájukat. A házaspárt Bécsben Róna Erzsébet kalauzolta. Ezt követően meghívták Párizsba, ahol tanulmányozhatta a felfedezés körülményeit. Még két alkalommal járt Róna Erzsébet a Curie Intézetben, 1957-ben és a Marie Curie századik születésnapjára szervezett megemlékezésen 1967-ben. Arról azonban nem tudni, hogy Magyarországra is eljött volna.

A neutron felfedezésének idején, 1932-ben, Róna Erzsébet Cambridge-ben tartózkodott Ernest Rutherford (1871–1937) laboratóriumában. Ezt követően a Bécsi Rádiumintézetben is elkezdtek olyan kísérleteket végezni, ahol neutronnal bombáztak különböző elemekből készült céltárgyakat. Ennek eredményeképp több izotópot fedeztek fel, például a túlium 171-es tömegszámú izotópját, holott a természetben csak a stabil 169-es tömegszámú izotóp fordul elő. Felfedezték továbbá az európium és cézium több mesterséges radioaktív izotópját is.

Úran céltárgyat is bombáztak neutronokkal, melyet a 30-as években több, a radioaktivitással foglalkozó kutatócsoport is megtett, például Enrico Fermi (1901–1954) és csoportja Rómában és a Joliot-Curie házaspár Párizsban.

„Mi is hamarosan csatlakoztunk a többi laboratóriumhoz a radioaktív anyagok bombázása témakörében. A Fermi csoport, valamint Hahn, Meitner és Strassmann uránt használt célpontként, Joliot-Curie uránt és tóriumot is. Mi a tóriumot választottuk.” (Rona, 1978, 40.)

Irène Curie-hez hasonlóan az egyik terméket ők is aktíniumként azonosították, bár kémiai tulajdonságai igazából lantánra utaltak. Ezt azonban nem akarták elhinni, mivel rendkívül furcsának tűnt, hogy eredményül nem olyan elem izotópját kapják, amely a periódusos rendszerben hasonló helyen van. A kérdést 1938 végén Otto Hahn is megvizsgálta Berlinben, és felfedezte a maghasadást.

Ausztria 1938-as annektálása után a zsidó származású tudósok – így Róna Erzsébet is – elhagyták a Bécsi Rádiumintézetet, ahonnan ő előbb Cambridge-be, majd Oslóba ment. Itt találkozott Otto Hahnnal, aki elmondta a maghasadás felfedezését, amelyet Lisa Meitner magyarázott meg. Tehát első kézből értesült erről a korszakalkotó felfedezésről is. Oslóból még hazajött Magyarországra, majd 1941-ben kivándorolt Amerikába. További pályafutása ott folytatódott. Elutazása előtt még utoljára családjával elment Bartók Béla (1881–1945) utolsó budapesti koncertjére, aki hozzá hasonlóan szintén az Egyesült Államokba tartott.

„Úgy történt, hogy Bartók Béla is ugyanakkor emigrált Amerikába. Az indulásom előtti este még adott egy zongorakoncertet. Ez volt Magyarországon az utolsó.” (Rona, 1978, 53.)

Utazása során megállt Bécsben, ahol felkereste Stefan Meyert, és több korábbi munkatársával is találkozott. Ezután az USA felé vette az irányt, látogatói vízummal. Megérkezése után három hónapig munka nélkül maradt, majd hirtelen két állást is kapott Washingtonban. Az egyik kémiantanári állás volt, míg a másik kutatómunka, melyben óceáni üledékek radioaktivitását kellett vizsgálni. Ez utóbbi feladatra korábbi munkái és publikációi alapján hívták meg.

„Reggel 8-tól délig a Trinity College-ban tanítottam, majd 13,30-tól este hatig a Geofizikai Laboratóriumban dolgoztam.” (Rona, 1978, 55.)

Később a Manhattan-tervben is részt vett, melynek keretében polónium előállítására volt a feladata. Arról nem világosították fel, ahogy sok más részfeladaton dolgozó kollégáját sem, hogy ez miért is szükséges, annyira titkos volt az atom-

bomba program. Valószínűleg ez a polónium volt berilliummal keverve később az atombombák neutronforrása. A Tennessee állambeli Oak Ridge-ben dolgozott, tanított, majd később a floridai Miami-ban lett professzor. Az aktivációs analízis módszerét felhasználva a tengervíz összetételének meghatározásával, a tengerfenék elemeinek geokronológiájával és radiometrikus kormeghatározással foglalkozott.

Már bécsi évei alatt is kedvelt kutatási területe volt az óceánok geográfiája. Sok nyarat töltött Svédországban Otto Pettersson (1848–1941) és fia, Hans Pettersson (1888–1966) meghívására, akikkel a tengeri üledékek radioaktivitását vizsgálták. Később Miami-ban ezeket a kutatásokat folytatta. Mint azt könyvében leírta, ezek a vizsgálatok alapvetőek voltak a Föld korának meghatározásához. Az egyes izotópok arányának vizsgálata során jöttek rá arra, hogy a Föld nem csupán néhány millió, hanem legalább 4,5 milliárd éves. A módszerrel a geológusok kezébe pontos időskálát tudtak adni, akik addig csak relatív skálákat tudtak használni. A Föld hőmérsékletének a különböző földtörténeti korokban való meghatározására Fritz [Friedrich Franz] Koczyval (1914–1967), a Bécsből az USA-ba emigrált professzorral közösen dolgoztak ki módszert. Ennek alapja az oxigén 16-os és 18-as tömegszámú stabil izotópjai arányának megmérése volt. Méréseik alapján megállapították, hogy a mainál jóval melegebb időszakok is voltak a Földön.

Élete utolsó éveire visszatért Oak Ridge-be, ahol megírta személyes élményeit, melyek összefonódtak a nukleáris tudomány fejlődésével, alakulásával (Rona, 1978).

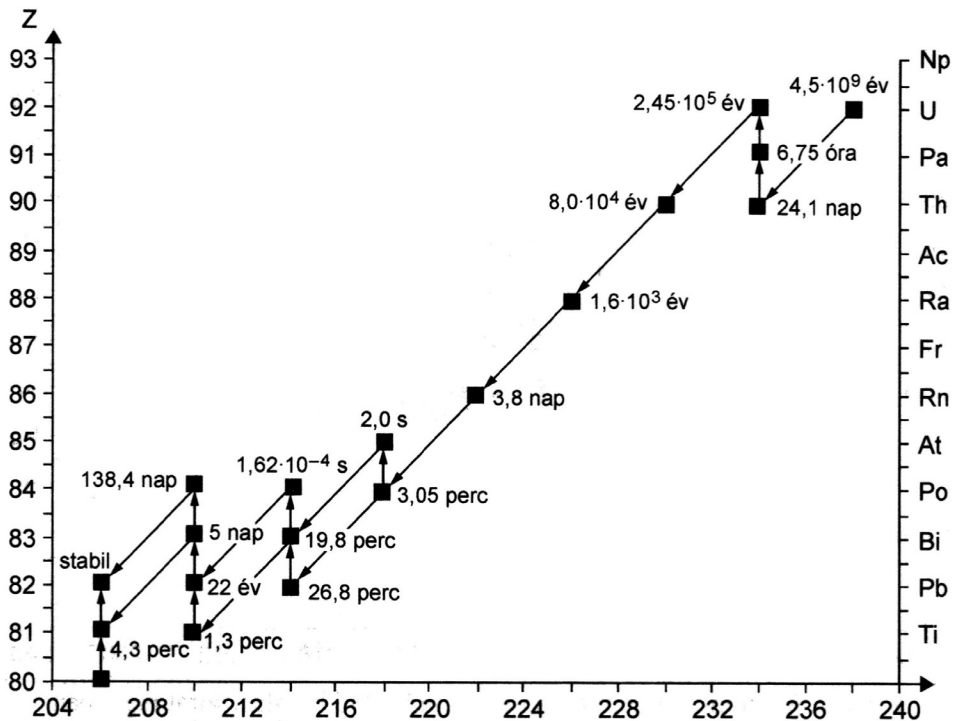
RÓNA ERZSÉBET HAZAI KUTATÁSAI

Róna Erzsébet közel negyven publikáció elkészítésében vett részt szerzőként és társszerzőként, német és angol nyelven. Életrajzi írásában két korai magyar nyelvű cikkéről, azok létrejöttének körülményeiről részletesebben írt. Az első, melyről bővebben is beszámolt, különösen fontos volt számára, hiszen az abban *felvetett probléma csak jóval később oldódott meg* (Róna, 1978). Ez 1914-ben, huszonnégy éves korában jelent meg. Az írás tudománytörténetileg is érdekes, mivel *betekintést nyújt abba a megismerési folyamatba, ahogyan a radioaktív családokat feltérképezték*. Az urán bomlásakor keletkező egyik anyagot kívánta előállítani, melyet UY-nak neveztek (Radnóti, 2014), és korábban Antonov (Antonoff) már előállította Rutherford manchesteri laboratóriumában (Antonov, 1913).

„Hevesy felhívta figyelmemet G. N. Antonoff-nak Rutherford Laboratóriumában, Manchesterben, Angliában végzett munkájára. Egy új radioaktív elemet választott el az uránsókból: egy béta-sugárzót, az UY-t. Később Soddy és A. Fleck

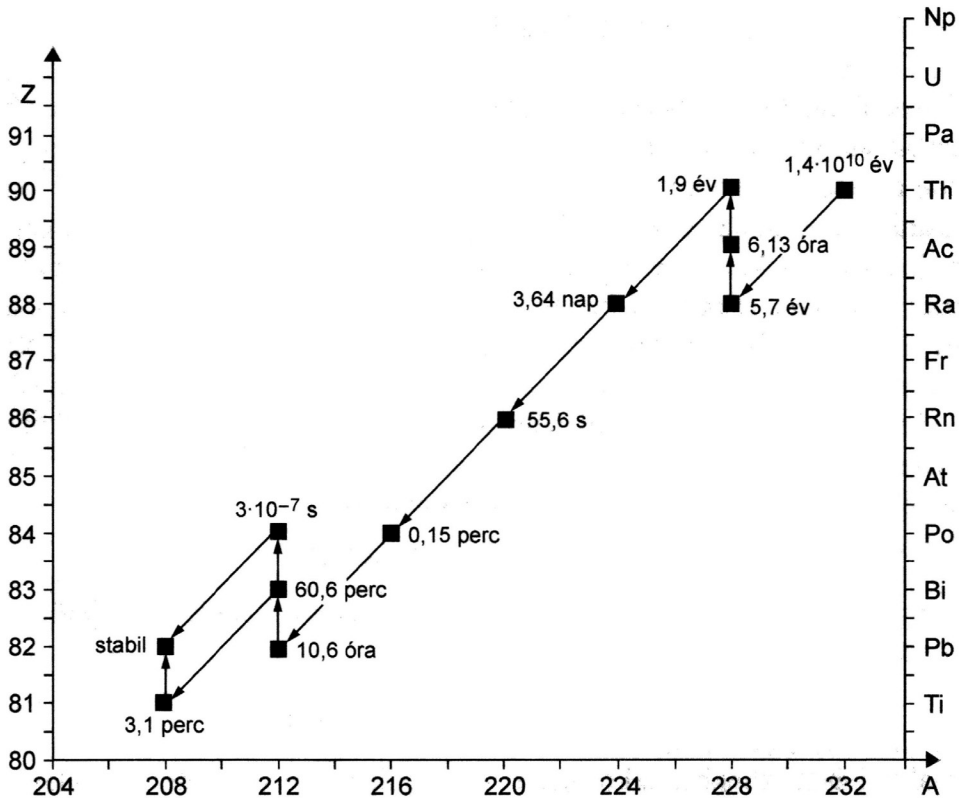
nem tudták ellenőrizni Antonoff eredményeit. Hevesy radioaktív nyomjelző módszerét kívánta alkalmazni erre a problémára, és megkért, hogy ismételjem meg Antonoff kísérleteit, kicsapási és frakcionálási módszerekkel, hogy így küszöböljem ki az urán és minden leányelem interferenciáját az új elemmel. Sikertelenül ellenőriztem Antonoff eredményét.” (Róna, 1978, 8.)

Róna Erzsébet cikkének bevezető részében ismertette a problémát, majd részletesen leírta azokat a kémiai műveleteket, ahogy a kérdéses anyagot előállította (Róna, 1914b). Cikkében vázolta az urán átalakulásai során végbemenő radioaktív folyamatokat, miszerint az urán kibocsát egy α -részecskét, majd ezt két β -sugárzás követi, így ismét urán keletkezik. Az egyik köztes termék a még akkor ismeretlen protaktínium, amelyet Lise Meitner és Otto Hahn csak 1917-ben fedezett fel, de Róna Erzsébet már utalt rá. Rámutatott arra, hogy a tórium bomlási sorában szintén megfigyelhető egy ehhez hasonló átalakulás, a keletkezett anyag azonban mégsem teljesen azonos az eredeti kiindulási anyaggal, mivel az átalakulás során négy egységgel könnyebb izotóp keletkezik. Róna Erzsébet munkájának könnyebb nyomon követése érdekében bemutatom a bomlási sorokat mai jelöléseink felhasználásával a következő három ábra segítségével.



1. ábra. Az urán-238 bomlási sora (Radnóti–Inzelt, 2009)

Az urán-238 bomlási sorában (1. ábra) található a „híres” RaD, melyet Hevesy György nem tudott elválasztani az ólomtól, hiszen az egy huszonkét év felezési idejű ólomizotóp, mely a nyomjelzés ötletét adta. A feladatot Rutherfordtól kapta Manchesterben, amikor megérkezett az osztrák kormány ajándékaént több száz kiló radioólom, nagy rádium-D tartalommal.

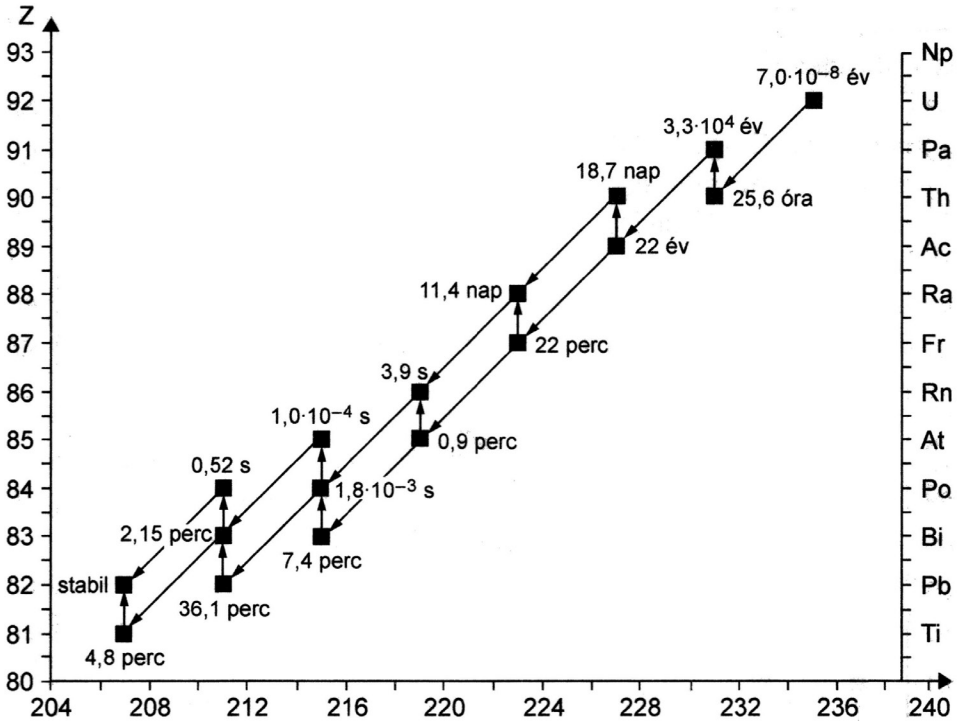


2. ábra. A tórium-232 bomlási sora (Radnóti–Inzelt, 2009)

A tórium bomlási sorában (2. ábra) található az a ThB, melyet először Hevesy György és Róna Erzsébet használtak nyomjelzésre közös munkájukban, mely az ólom 10,6 órás felezési idejű izotópja (Hevesy–Róna, 1915).

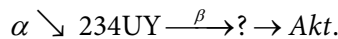
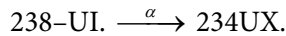
Az urán-235 bomlási sorozatát (3. ábra) régebben aktíniumsorozatnak nevezték.

Az urán esetében sokféle bomlási termék keletkezik, melyekre a felezési idők alapján következtettek. A termékeket kémiaiilag is megpróbálták azonosítani, előállítani, majd figyelve további bomlásukat, következtetéseket levonni a különböző bomlási sorokban elfoglalt helyükre vonatkozóan.



3. ábra. Az urán-235 bomlási sora (Radnóti–Inzelt, 2009)

Róna Erzsébetnek az urán csak részben ismert bomlási sorának elágazásait kellett meghatároznia. A kiindulási hipotézis szerint az urán bomlási sora az urán első alfa bomlása során elágazik. Cikkében a következőképp írta le a folyamatot:

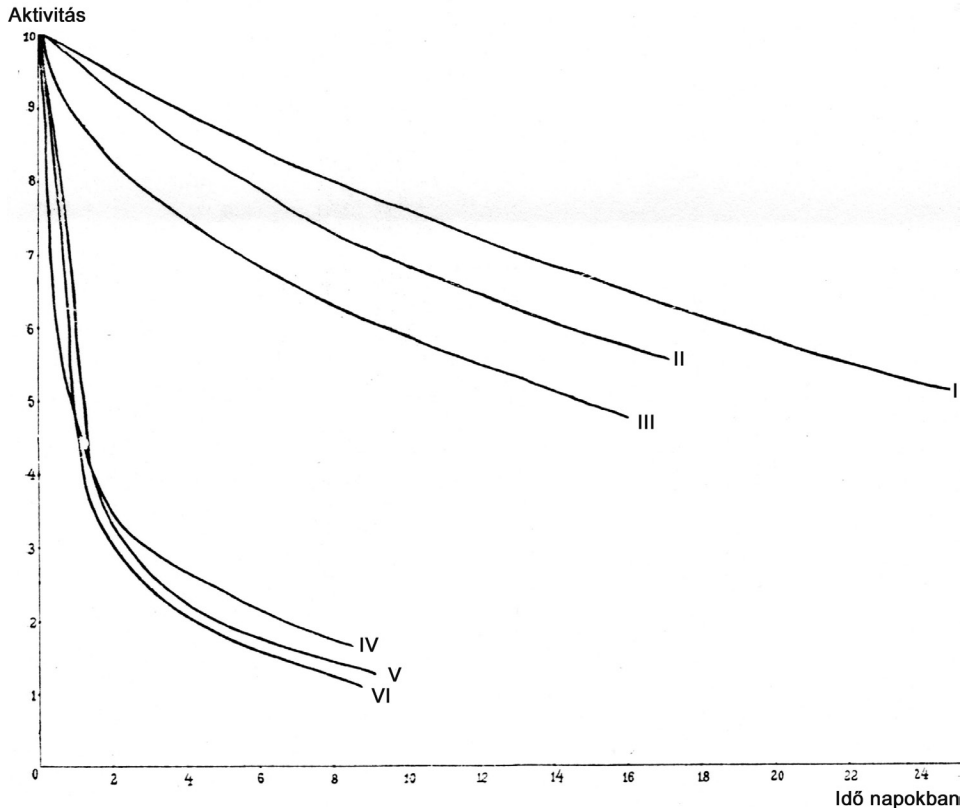


4. ábra. Róna Erzsébet cikkéből a probléma bemutatása (Róna, 1914b)

A kérdés az volt, hogy hogyan lehetséges ilyen elágazás? Az elkülönítés sikerült, melyet Róna a különböző felezési idők ismeretében tudott megtenni. A megfelelő aktivitásokat, azok változását ábrázolta is az idő függvényében. Az UX felezési ideje az akkori mérések szerint 23 nap, míg a kipreparált UY esetén ez alig 1,5 nap. Ez szépen látszik a grafikonokból (5. ábra).

Az UY a tórium 231-es tömegszámú izotópja, az UX pedig a tórium 234-es tömegszámú izotópja volt. *Az uránnak kétféle bomlási sorozata van*, a keresett UY

pedig nem a 238-as tömegszámú urán sorozatának a tagja, hanem az urán 235-ös tömegszámú izotópjából keletkezik α -bomlással. Ez nem volt ismert abban az időben, mivel ezt az uránizotópot akkor még nem ismerték, csak 1935-ben fedezték fel tömegspektroszkóppal.



5. ábra. A preparátumok aktivitásának változása az idő (napok) függvényében (Róna, 1914b)

Tehát a kiindulási hipotézis a bomlási sor elágazására (4. ábra) nem bizonyult helyesnek, de ezt abban az időben még nem lehetett tudni. Azt hitték, hogy a sorozat már az uránnál elágazik, és két irányban folytatódik, mivel több példát is ismertek az elágazásra. A tudományos megismerésre jellemző analógiás gondolkozás tipikus példáját láthatjuk ebben az esetben. Elágazások vannak a bomlási sorokban más esetekben, mint a RaC, a ThC és az ActC, amelyek a bizmut 214, 212 és 211 tömegszámú izotópjai, és három különböző sorozathoz tartoznak, amint az a régi jelölésekből is látható. Róna Erzsébet azonban már 1914-ben furcsának tartotta az urán esetében azt, hogy mindkét bomlási folyamatban α -bomlás történik. Említett cikkében a következőt írta:

„Ezen sorozat szokatlannak tűnik fel, hogy az urán mindkét elágazása α átalakulás eredménye, eddig ilyen esetet nem ismertünk és azt hittük, hogy elágazások csak úgy jöhetnek létre, hogy az atomok egy része α részt, a másik β részt lövel ki.” (Róna, 1914b)

Azt is jól sejtette, hogy az UY „valószínűleg a thorium-plejádhoz tartozik”, vagyis mai fogalmainkat használva a tórium egyik izotópja. Cikkében javasolta, hogy meg kellene határozni az atomsúlyát, hiszen ezt az adatot használták abban az időben a kémiai elemek azonosításához. A Th-231 felezési ideje 26,6 óra, az UX pedig a Th-234 tömegszámú izotópja, felezési idejére pedig 24,1 nap a ma elfogadott érték.

Az urán 238-as bomlási sorában még egyszer megjelenik a tórium egy másik, hosszú felezési idejű (80 000 év) izotópja, amit sokáig külön elemnek hittek, és ioniumnak neveztek, tömegszáma 230. Erre az „elemre” is utalt cikkének bevezetőjében, valamint a protaktíniumra, ami az aktínium bomlási sorában van. Ennek a sorozatnak a kiinduló izotópja az urán 235-ös tömegszámú izotópja volt. Ténylegesen már Antonov is utalt arra, hogy az UY az aktínium sorozathoz tartozhat. A mindössze a természetes urán 0,72%-át kitevő 235-ös tömegszámú uránizotópunk napjainkban rendkívül fontos szerep jut, hiszen az atomerőművekben főleg ennek az izotópunk a hasadása szolgáltatja az energiát.

Róna Erzsébet munkáját fontosnak tartották a korabeli tudományos életben. A Magyar Tudományos Akadémia III. osztályának ülésén 1914. március 16-án vitatkoztak is róla, ahol dolgozatát Zemplén Győző, a korszak egyik legkiválóbb fizikusa mutatta be (Palló, 1992). Róna az alkalmazott mérőeszközzel cikkében ugyan nem írt, de ez minden bizonnyal a Weszelszky Gyula (1872–1940) által kifejlesztett kondenzátoros mérőműszer lehetett (Weszelszky, 1917), melyet a korszak másik jelentős magyar női kutatója, Götz Irén (1889–1941) is használt doktori értekezéséhez. Götz Irén is járt Marie Curie laboratóriumában ösztöndíjasként, azonban munkásságának csak az első éveiben foglalkozott radioaktív kutatásokkal. Ők ketten minden bizonnyal ismerték egymást, de erről semmi írásos nyom nem maradt fenn.

1915-ben Róna Erzsébet és Hevesy György közös kísérleti munkákról beszámoló cikket jelentettek meg a nyomjelzéses technika egy konkrét alkalmazásáról. Ebben tórium- és bizmutsók oldódási sebességének változását vizsgálták különböző körülmények között (Hevesy–Róna, 1915).

Róna Erzsébet 1917-es cikkében a rádiumemánáció (radonkibocsátás) diffúzióállandóját határozta meg, majd kiszámította a rádium atomátmérőjét. Erre a témára is Hevesy György hívta fel a figyelmét, mivel a korábbi mérések szerint az túl nagy, 40×10^{-8} cm-nek adódott, ami egy összetett molekula mérettartománya. Róna Erzsébet $1,75 \times 10^{-8}$ cm értéket kapott, mely már realisabb eredmény (Róna, 1917). Eredményeinek megerősítése is hamar megtörtént, mivel éppen abban az időben egy svéd kutató, Eva Ramstead is ezt az értéket kapta. Róna Erzsébet évekkel később találkozott is vele Stockholmban (Róna, 1978).

A leírás alapján azt mondhatjuk, hogy valószínűleg ebben az esetben is a Weszelszky Gyula által kifejlesztett készüléket használhatta a radioaktív gáz mennyiségének meghatározásához, valamint mérési módszerként a Götz Irén által kifejlesztett módszert, miszerint a „leolvasásokat az emanáció bevitele után 3,5 órával eszközöltem” (Róna, 1917). Ebből is gondolhatjuk, hogy Götz Irénnel ismerték egymást, talán dolgoztak is közösen, csak közös cikket nem jelentettek meg.

Jelen írásban röviden bemutatam egy Magyarországon kevésbé ismert magyar kutatót, Róna Erzsébet életét és a nukleáris ismeretek kialakulásának kezdetén végzett hazai kutatásait.

IRODALOM

- Antonov (Antonoff), G. N. (1913): L'Uranium Y et la place qu'il occupe dans la s'erie de l'uranium. *Bulletin de l'Acad'emie Imp'eriale des Sciences de St.-P'etersbourg*. VI s'erie, 7, 15, 875–876. <http://www.mathnet.ru/links/689b56db4361dc4709a8042eb218f0c7/im6689.pdf> (Letöltés 2021. 10. 1.)
- Brucer, M. (1982): In Memoriam: Elizabeth Rona (1891?–1981). *The Journal of Nuclear Medicine*, 23, 1, 78–79. <https://jnm.snmjournals.org/content/jnumed/23/1/78.full.pdf> (Letöltés 2021. 10. 1.)
- Hevesy Gy. – Róna E. (1915): Die Lösungsgeschwindigkeiten der molekularen Schichten. *Zeitschrift für Physikalische Chemie*, 89, 294.
- NYT (2019): Overlooked No More: Elizabeth Rona, Pioneering Scientist Amid Dangers of War. *The New York Times*, 02 September 2019. 18. <https://nyti.ms/3Is81YX> (Letöltés 2021. 10. 1.)
- Palló G. (1992): *Radioaktivitás és a kémiai atomelmélet*. Budapest: Akadémiai Kiadó
- Radnóti K. (2014): Götz Irén és Róna Erzsébet munkássága. *Nukleon*, VII, 171. https://nuklearis.hu/sites/default/files/nukleon/7_4_171_Radnoti_0.pdf (Letöltés 2021. 10. 1.)
- Radnóti K. – Inzelt Gy. (2009): „Bámulattal szemléljük a testek önsugárzását...” Az atomkorszak magyar úttörői. In: Vértes Attila (szerk.): *Szemelvények a nukleáris tudomány történetéből*. Budapest: Akadémiai Kiadó, 69–106.
- Rentetzi, M. (2007): *Trafficking Materials and Gendered Experimental Practices*. New York: Columbia University Press, <http://www.gutenberg-e.org/rentetzi/> (Letöltés 2021. 10. 1.)
- Róna E. (1912): *A bróm és az egyértékű aliphás alkoholok*. (doktori értekezés) Budapest: Budapesti Tudományegyetem
- Róna E. (1914a): Az urán átalakulásairól. *Mathematikai és Természettudományi Értesítő*, 32, 350.
- Róna E. (1914b): Az urán átalakulásairól. *Magyar Chemikusok Lapja*, 5, 42.
- Róna E. (1917): A rádium-emanáció diffúzióállandója és atomátmérője. *Magyar Chemiai Folyóirat*, 23, 156.
- Rona, E. (1978): *How it Came About. Radioactivity, Nuclear Physics, Atomic Energy*. Oak Ridge Associated Universities
- Weszelszky Gy. (1917): *A rádióaktivitás*. A *Magyar Chemiai Folyóirat* XXIII. évfolyamának melléklete. Budapest: Királyi Magyar Természettudományi Társulat