



11. ábra. Österreicher Manes József emléktáblája Balatonfüreden

Kitaibel kortársai közül pedig említsük meg az erdélyi Mátyus Istvánt (1725–1802), a szintén Winterl-tanítvány Nyulas Ferencet (1758–1808) és persze Schustert, aki azután átvette a kémia művelését Kitaibeltől. Nem állítjuk, hogy ez haszontalan tevékenység volt, de ha arra gondolunk, hogy a következő száz évben ez határozta meg a magyar kémiát, beleértve Than Károlyt és az ő tanítványait is, elvonva őket a tudományos és vegyipari fejlődés fő vonulatától, akkor inkább a hátrányát látjuk.

Kitaibel például ilyen vizsgálatokat csinált. A szén-dioxidot mésvízzel és ammónia-kloriddal határozta meg. Zavarosodás volt észlelhető. A ként rézsó-, illetve ólomsó-oldattal vizsgálta. Fekete csapadék képződött. Az oxigént Scheele módszerével vas(II)-szulfát és ammónia hozzáadásával mérte. Vöröses barna csapadék volt látható. A vas kimutatását vízbe függesztett gubaccsal csinálta. Ez kékes csapadékot (gubacstinta) eredményezett. A szulfátot bárium sókkal csapta le. A kálium kimutatása platina-kloriddal vagy alumínium-szulfáttal történt (timsó-képződés). A nitrátok jelenlétét tömény kénsav és vas hozzáadása után vörösbarna gázképződés jelezte.

### Egyéb kémiai jellegű tevékenysége

Kitaibel debreceni szappanokkal kísérletezett, amelyek faggyúból és sziksóból készültek. Feloldotta azokat forró vízben, és különböző földfém-oxidokat, illetve fémsókat adva az oldathoz kicsapta a zsírsavak sóit. Kitaibel nem tudta, hogy zsírsavak sóit állította elő, csak a csapadékok színét, állagát írta le. Michel-Eugène Chevreul (1786–1889) francia kémikus állítja majd elő a zsírsavakat és értelmezi a zsírok és szappanok mibenlétét több mint negyedszázaddal később. E területen a magyarok közül Görgey Artúr (1818–1916) tette le a névjegyét, aki 1845 és 1848 között a prágai Károly Egyetemen J. Redtenbacher (1810–1870) professzornál tanult és kutatott.

Kitaibel foglalkozott sófőzéssel, cukorfőzéssel és pálinkafőzéssel is [2, 3]. Ezek egy része az ország mezőgazdasági feldolgozóiparának fejlesztését szolgálta, illetve kapcsolódott a háborús erőfeszítésekhez, mert az import korlátozottá vált. Bár voltak saját technológiai újításai is, nagyobb részt külföldi minták alapján dolgozott. A sófőzéshez kérte és megkapta a königsborni sóleparló műszaki rajzait. Cukorfőzési kísérleteit 1811–12-ben Erzsébetben folytatta az Achard-féle répafeldolgozási eljárást használva. Különböző nyersanyagokból, így kukoricából, juharfából készített cukrot. Pálinkát burgonyából, búzalisztból, illetve malátából készített.

A tellúr felfedezésének izgalmas történetéről a cikk második részében lesz szó.

#### IRODALOM

- [1] Pauli Kitaibel: Hydrographica Hungariae. Szerk. Joannes Schuster. Kiadó: J. M. Trattner de Petrőza, Pest, 1829.
- [2] Szathmáry L.: Kitaibel Pál, a magyar chemikus. A Magyar Gyógyszerésztudományi Társaság Értesítője (1931) 343–375.
- [3] Szathmáry L.: Régi magyar vegytudorok. Sajtó alá rendezte: Gazda István. Magyar Tudománytörténeti Intézet, Piliscsaba, 2003. 157–192.
- [4] Szabadváry E, Szőkefalvi Nagy Z.: A kémia története Magyarországon. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1972. 152–169.
- [5] Papp G.: Kitaibel és Klaproth vitája a tellúr felfedezéséről a korabeli dokumentumok tükrében. Börzsönyvidék (Szob) (2005) 3, 147–178.
- [6] Papp G.: Pilsun – „új” név a tellúr szinonimlistáján. Magyar Kémikusok Lapja (2001) 56, 179–181.
- [7] Waldstein F & Kitaibel P: Descriptiones et icones plantarum rariorum Hungariae („Descriptions and pictures of the rare plants of Hungary”; M. A. Schmidt, Vienna, I. kötet 1802, II. kötet 1805, III. kötet 1812.

## Radnóti Katalin

# 150 éve született Marie Curie

*Az idén 150 éve született Marie Curie (Varsó, 1867. november 7. – Passy, 1934. július 4.). Jelen írás ebből az alkalomból készült, és célja, hogy röviden bemutassa Marie Curie életét, tanulmányait, úttörő jellegű munkáját és hatását napjainkra.*

Marie Skłodowska-Curie sok tudományos pályát választó nő példaképe. Egyedüli nőként és több esetben az egyetlenként, a következőket érte el:

- a Sorbonne első női előadója, professzora és laboratórium-vezetője,
- az első női tudományos Nobel-díjas,
- az első kétszeres Nobel-díjas,
- az egyetlen nő, aki két Nobel-díjat is kapott,
- az egyetlen, aki két különböző kategóriában kapott tudományos Nobel-díjat,

- az egyetlen, akinek a lánya is Nobel-díjat kapott,
- az első nő, akit saját érdemei elismeréseként temettek a párizsi Pantheonba [1].

### A családi háttér, tanulmányai

Maria Salomea Skłodowska akkor még az Orosz Birodalomhoz tartozó Varsóban született 1867. november 7-én. Szülei tanárok voltak, akiknek legfiatalabb, ötödik gyermeke volt. Apja, Władysław Skłodowski matematikát és fizikát tanított, és két fiúgimnáziumot vezetett.



ziumnak volt az igazgatója. Anyja, Bronisława, tekintélyes lány-internátust vezetett Varsóban, de sajnos korán meghalt tüdővészben, amikor Maria tizenkét éves volt.

Maria 1883. június 12-én 15 éves korában érettségizett a Varsói Lánygimnáziumban, kiváló eredménnyel. Az érettségi utáni évet



1. ábra. Marie Curie fiatalkori fényképe

(1. ábra) vidéken töltötte apja rokonainál, majd apjával élt Varsóban. Az 1863-as lengyel felkelés cári megtorlása miatt a Skłodowski családnak jelentős anyagi veszteségeket kellett elszenvednie, ezért Maria sokáig magántanítónak működött, később nevelőnői állás vállalt vidéken egy földbirtokos családnál. Itt beleszeretett a fiatal Kazimierz Żorawskiba. A szerelem kölcsönös volt, de mivel a szülőknek nem tetszett a házasságkötés gondolata egy nincstelen rokonnal, az ötletet visszautasították, Kazimierz pedig nem volt elég erős ahhoz, hogy ellenálljon szülei akaratának.

Marie szabadidejében matematikai, fizikai, szociológiai és filozófiai tanulmányokat folytatott. Eközben anyagilag segítette testvérét, Bronisławát, aki orvostanhallgató volt a párizsi egyetemen. Abban az időben Lengyelországban a nők nem járhattak egyetemre. A két testvér megegyezett abban, hogy előbb Maria támogatja nővérét orvosi tanulmányai befejezésében, később viszontzásul Bronisława fogja őt segíteni. A csodálatos az, hogy ezt az ígéretüket maradéktalanul be is váltották.

Marie később, varsói házitanítósa alatt kezdte meg tanulmányait a Varsói Ipari és Mezőgazdasági Múzeum által szervezett kémiai analitikai tanfolyamon unokafivére, Józef Boguski vezetésével, aki korábban Dmitrij Mengyelejev orosz kémikus aszisztenseként dolgozott. Ezen a tanfolyamon tett szert azokra a nagyon fontos analitikai kémiai ismeretekre, melyek segítségével évekkel később sikerült előállítania a polóniumot és a rádiumot.

Marie később, varsói házitanítósa alatt kezdte meg tanulmányait a Varsói Ipari és Mezőgazdasági Múzeum által szervezett kémiai analitikai tanfolyamon unokafivére, Józef Boguski vezetésével, aki korábban Dmitrij Mengyelejev orosz kémikus aszisztenseként dolgozott. Ezen a tanfolyamon tett szert azokra a nagyon fontos analitikai kémiai ismeretekre, melyek segítségével évekkel később sikerült előállítania a polóniumot és a rádiumot.

Maria 1891-ben érkezett meg Párizsba. Kezdetben nővérénél és sógoránál lakott, később kibérelt egy egyszerű padlásszobát, és megkezdte tanulmányait a Sorbonne-on, ahol matematikát és fizikát tanult. Nappal órákra járt, esténként pedig annyira belefeledkezett tanulmányaiban, hogy vacsorázni is elfelejtett, és alig aludt. 1893-ban fizikából, 1894-ben matematikából szerezte meg diplomáját.

## Találkozás Pierre Curie-vel és házasságuk

1894-ben találkozott Pierre Curie-vel, aki ekkoriban a Sorbonne fizika-kémia tanszékén volt oktató. Közös tudományos érdeklődésük, a mágnesség hozta őket össze, mivel ezekben az időkben Maria a különböző acélok mágneses tulajdonságait vizsgálta.

1894 nyarán Maria Varsóba látogatott, mivel céljai között az szerepelt, hogy megszerzett tudását hazájában fogja hasznosítani. Reményét, hogy majd hazájában folytathatja karrierjét, nem tudta feladni egészen addig, míg a krakkói egyetem női mivolta miatt megtagadta alkalmazását. Ekkor visszatért Párizsba. Távolléte egymás iránti vonzódásukat Pierre-rel csak erősebbé tette és 1895 júliusában összeházasodtak. Ettől kezdve a két fizikus tudományos munkája és magánélete is összeforrt. Maria megtalálta azt

az élettársat, akire támaszkodni tudott mind személyes, mind tudományos életében.

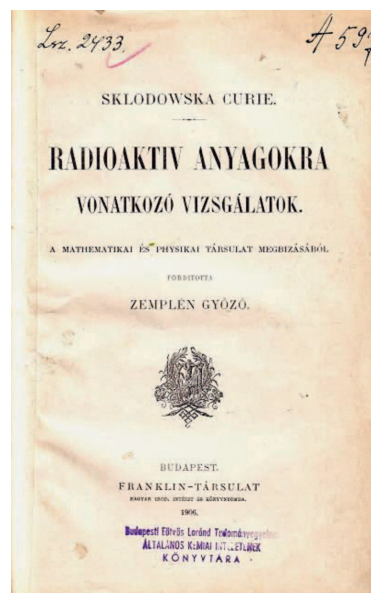
1897-ben született meg a házaspár Irène lánya, aki később édesanyjához hasonlóan, férjével együtt Nobel-díjas tudósházaspár lett.

Marie Curie 1898 elején szerette volna elkezdni doktori munkáját. A témát keresve talált rá Henri Becquerel eredményeire. Pierre Curie engedélyt kapott annak az *École de Physique et Chimie Industrielle de la Ville de Paris* (Párizs Város Ipari Fizikai és Kémiai Iskolája) igazgatójától, ahol tanárként működött, hogy felesége használhassa a technikához tartozó üres műhelyt, ahol fűtési lehetőség sem volt. Időközben Pierre Curie is oly érdekesnek és izgalmasnak találta felesége kutatásait, hogy abbahagyta saját, sok eredményt hozó kutatási témáját, és csatlakozott Marie sugárzó anyagainak a tanulmányozásához, elsősorban a kondenzátoros mérőeszköz megalkotásával, mellyel nagyon kis áramerősségek voltak mérhetők. A készülék elektrométerből, ionizációs kamrából és egy piezoelektromos kvarckristályból állt, amelyet Pierre és fivére, Jacques fejlesztett ki. A műszerrel Marie Curie megmérte egy sor fém, só, oxid és ásvány sugárzóképeségét, melyet a fenti módszerrel mért ionizációs árammal tekintett arányosnak.

Az elvégzett munkáról szóló dolgozatában több fontos megállapítás szerepelt [2]:

- Minden megvizsgált uránvegyület aktív volt, és általában annál aktívabb, minél több uránt tartalmazott.
- A tórium és vegyületei is emittálnak ionizáló sugárzást. A radioaktivitás tehát *atomi tulajdonság*, az urán- és a tóriumatomok tulajdonsága.
- Egyes uránérccek aktivitása nagyobb, mint a fémurán és az urán-oxidé.

Például a csehországi Joachimstálból származó uránérc fajlagos aktivitása háromszor nagyobb volt, mint a fémes urán ugyanazon paramétere. Mivel a radioaktivitás atomi tulajdonság, ebből következik, hogy egy érc aktivitása csak akkor lehet nagyobb, mint a tiszta uráné, ha az érc *más radioaktív elemet* is tartalmaz. Ez azért is különösen fontos volt, mert akkor még nem ismerték az atomok felépítését, ez pedig közelebb vitte a tudományt az atomszerkezet feltárásához. Továbbá ebből fejlődött ki maga a nukleáris tudomány is, mely néhány évtized múlva megváltoztatta az emberiség életét. Nemcsak az atombomba megalkotására és ledobására kell gondolnunk, hanem a számtalan egyéb, békes célú felhasználásra is, mint az energiatermelés és az orvosi alkalmazási lehetőségek.



2. ábra. Marie Curie doktori értekezésének magyar kiadása

Marie Curie 1903. június 25-én védte meg doktori

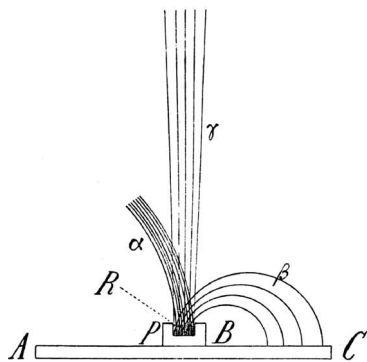
Az új elemek kinyeréséhez 8 tonna uránszurokércet dolgoztak fel kis laboratóriumi edényekben, míg végül 0,1 gramm tiszta rádium-kloridot sikerült elkülöníteniük. Eljárásukat szabadalom nélkül közzé tették.

Marie Curie 1903. június 25-én védte meg doktori





disszertációját, melynek címe: *Kutatások a radioaktív anyagok köréből* volt [3]. A Doktori Bizottság a Sorbonne három professzora: Lippmann, Bauty és Moissan volt. Marie Curie dolgozata sok nyelven megjelent, nagyon rövid időn belül magyarul is Zemplén Győző fordításában a *Mathematikai és Fizikai Lapokban*, a Mathematikai és Fizikai Társulat kiadásában Budapesten, az 1904. és 1905. évi számokban, öt részletben, majd könyvben is kiadták (2. ábra). Doktori munkája során közel száz különböző kísérletet, mérést, mérésorozatot végzett el. Ezek közül néhány eredeti mérési leírás, idézet olvasható a Nukleon 90-es számú írásában [4]. Értekezése szokatlanul hosszú, mintegy 100 oldal körüli, míg abban az időben azok 20–30 oldalra tettek ki. De Marie Curie fontos feladatának tartotta, hogy értekezésében az akkor nagyon új területről minél teljesebb körű áttekintést nyújtson.



3. ábra. A mágneses mező hatása a radioaktív sugárzásra

gül a mai széles körű felhasználási módok fejlődtek ki, például a rákos daganatok esetében alkalmazott sugárterápia.

A természetben szép számmal megtalálható instabil atommagok által kibocsátott  $\alpha$ -,  $\beta$ - és  $\gamma$ -sugárzások mágneses tulajdonságainak tanítása során az ő doktori értekezésében szereplő ábrát (3. ábra) vagy ahhoz nagyon hasonlót, szokták bemutatni a témával foglalkozó tankönyvekben. A leírás szerint az ABC fényképezőlemezre az R rádiumot egy P ólomtömbbe vájta kis mélységbe elhelyezve és annak környezetében erős homogén mágneses teret létesítve, mely a rajz síkjára merőleges, a preparátumból kiinduló sugarak különválnak. A mágneses mezőbe az indukciós vonalakra merőlegesen érkező töltött testek körpályán mozognak a Lorentz-erő hatására.

Marie Curie dolgozatában utalt arra is, hogy míg az  $\alpha$ -részecskék energiája meghatározott érték, addig a  $\beta$ -részecskék esetében

4. ábra. Marie Curie „Nobel-díja”



ez közel sincs így. Ezt jelzi az ábrán is, hiszen a  $\beta$ -sugarak mágneses mezőben való eltérülésének érzékeltetésére több különböző sugarú körívet rajzolt. „A  $\beta$ -sugarak ugyanúgy terelődnek el, mint a katódsugarak és a rajzokban kör alakú görbékbe mennek át, melyek sugara tág határok közt ingadozik ... valóságos folytonos spektrum”. [2]

Ugyanebben az évben, 1903-ban kapta meg a fizikai Nobel-díjat férje és Becquerel társaságában. A díjat először csak Becquerelnek és férjének akarták odaítélni, de Pierre Curie ezt visszautasította. Levélben tájékoztatta a Nobel Bizottságot, hogy eredményeiket feleségével közösen érték el, azokban felesége szerepe meghatározó volt, és ha őt kihagyják a díjazottak közül, akkor visszautasítja a díjat (4. ábra).



5. ábra. Eva Curie

Marie Curie második leánygyermekét, Eve-t, 1904. december 6-án, 37 éves korában szülte. Ez a leánya, Eve Curie (5. ábra) írta meg később édesanyja életrajzát, küzdelmes, sok betegséggel terhelt, de mégis diadalmas életét a *Madame Curie* című könyvében. [5]

## Az özvegy Marie Curie

Marie Curie 1906-ban tragikus körülmények között elvesztette férjét. (Pierre Curie ekkor 47 éves volt.) Ezután egyedül vezette



6. ábra. Marie Curie és leányai

kutatólaboratóriumát, tartotta az előadásokat a Sorbonne-on és nevelte leányait (6. ábra).

A Francia Tudományos Akadémia 1911. január 23-án, egy szavazatkülönbséggel nem Madame Curie-t, hanem vetélytársát, Edouard Branlyt választotta meg akadémikusnak. Viszont ugyanebben az évben megkapta második Nobel-díját kémikusként elért eredményeiért. Ennek emlékére, a százéves évfordulóra lett a 2011 év a kémia éve. Marie Curie-t a párizsi Sorbonne Egyetem díszdoktorává avatta 1913-ban.

Ez az elismerés többek között azt is eredményezte, hogy a francia kormány létrehozta a Rádium Intézetet, a későbbi Curie Intézetet (Institut Curie). Itt nagy intenzitással indultak meg a rádium további fizikai és kémiai tulajdonságainak, valamint élet-tani hatásainak a vizsgálatai.

Am 1911-ben nem mint tudóst ünnepelték Franciaországban, hanem egyenesen támadták, magánéleti okokból. Curie ekkor már öt éve özvegy volt, miután Pierre, férje és társa a kutatásaiban, balesetben meghalt. Két lányukat, Irène-t és Eve-t egyedül nevelte tovább, és átvette férje helyét a Sorbonne-on, ahol tanszékvezetőként fáradhatatlanul dolgozott, hogy új értelmet találjon életének. 1910-ben kapcsolatba kezdtek Paul Langevin fizikussal, aki bár külön élt feleségétől, de technikailag még nő volt. Miközben



1911 őszén Curie, Langevin és 20 másik tudós egy brüsszeli konferencián voltak, Langevin felesége átadta a sajtónak a férje és Curie közötti szerelmes leveleket, amelyeket megjelentettek, és Curie-t házasságszembőlőnek bélyegezték. Kitért a botrány. Miután Curie lengyel volt, felerősödtek a kívülállóságára utaló hangok, és hasonló közutalat kezdett kibontakozni ellene, mint Richard Dreyfuss esetében. Pletykálni kezdtek esetleges zsidó származásáról is. Miután hazaértek a konferenciáról, Curie háza körül kiabáló tömeg gyűlt össze, az akkor 7 és 14 éves lányai anynyira félték, hogy Curie a család egy barátjához költözött velük, amíg elült a botrány.

Idősebb lánya, Irène mintegy örökölte édesanyja vonzalmát a fizika iránt, folytatva a családi hagyományt – az I. világháború ideje alatt – édesanyjával a röntgenográfia alkalmazásainak fejlesztésén dolgozott. Nekik köszönhetően az orvosok röntgenfelvételeket készíthettek a sérült csontokról és a testekben található repszektről. Irányítása alatt kétszáz új röntgenállomás létesült. Marie Curie hús darab röntgenkocsit saját maga szerelt fel és adott át a hadseregnek; ezek zömmel személyautók vagy szállító-kocsik voltak, és gazdag magánemberek vagy nagyvállalatok bocsájtották rendelkezésére. Megtanult vezetni, sőt, sokszor még autószerelői feladatokat is ellátott. Irène-nel közösen végezték a röntgenes személyzet kiképzését is. A háború végén „katonai érdemeiért” tüntették ki.

1914-ben megalapította a párizsi Rádium Intézetet (Institut du Radium) a radioaktivitás gyógyászati alkalmazásainak kutatására és a rádium előállítására. Az Intézet pár évvel később a magfizikai és magkémiai kutatások központjává vált. Marie Curie haláláig dolgozott itt. Az eltelt évek alatt a legkülönbözőbb nemzetek fizikusai, vegyészei dolgoztak nála. Az időszak alatt körülbelül ötszáz tudományos dolgozat készült, melyek közül harminc volt Marie Curie saját munkája, de az összes többinél is közreműködött segítő tanácsaival.

Két lánya kíséretében 1921-ben nagy sikerű utat tett az Egyesült Államokban, ahol Warren B. Harding elnök az amerikai nők által gyűjtött pénzből vásárolt 1 grammnyi rádiumot ajándékozott neki [6]. Marie Curie sok előadást tartott, főleg Belgiumban, Brazíliában, Csehországon és Spanyolországban. A Népszövetség Tanácsa beavasztotta a Szellemi Együttműködés Nemzetközi Bizottságába.

1922. február 7-én, miután már az egész világ ünnepelte Marie Curie-t (7. ábra), a Francia Akadémia

7. ábra. Marie Curie szobra Varsóban

is tagjává választotta az orvosi röntgendiagnosztika terén kifejtett eredményes munkája elismeréseként elsőként, mint nő.

Marie és Pierre Curie-nek munkájuk során fogalmuk sem volt róla, hogy tudományos felfedezésükért mekkora árat kell majd fizetniük. Akkoriban még nem tudtak a radioaktív sugárzás veszélyes hatásairól, így Marie a legkisebb elővigyázatosság nélkül dolgozott a radioaktív anyagokkal, a tesztlésre szánt, radioaktív izotópot tartalmazó csöveket például a zsebében hordozta és az íróasztala fiókjában tárolta.

Marie Curie egész életében igen intenzíven dolgozott. Utolsó munkája, 1934 első hónapjaiban, az aktínium optikai spektru-



8. ábra. Marie Curie és Pierre Curie sírja a párizsi Panthéonban

mának tanulmányozása volt. Egészségét felőrölte a testét ért ionizációs sugárzás óriási dózisa, melyet elsősorban az első világháború alatti röntgenvizsgálatok során szedett össze. Vérszegénységben hunyt el 1934. július 6-án. A sceaux-i temetőben temették el férje mellé. Hatvan évvel később, 1995. április 20-án, Marie és Pierre Curie földi maradványait elhelyezték a párizsi Panthéonban (8. ábra).

## Emlékezete

Szülőházában, a varsói Újvárosban, múzeum ápolja a kétszeres Nobel-díjas emlékét. A kiállítás képeket mutat be az életéből, láthatók személyes tárgyak, jegyzetfüzetek, levelek, valamint első laboratóriumának berendezése a hozzá tartozó eszközökkel.

Marie Skłodowska-Curie kémikust választották minden idők legnagyobb lengyeljének a lengyel történelmi múzeum és a Mowia Wieki történelmi folyóirat interneten zajló szavazásán az érdeklődők 2011. március 8-án.

Marie és Pierre Curie munkássága új korszakot nyitott a fizikában és a kémiában, a radioaktivitás vizsgálatának terén nagy lendületet adott a kortársaknak és a későbbi kutatóknak egyaránt. A nukleáris tudomány eredményei az élő és élettelen természettudományok szinte minden területén alkalmazást nyertek. A nukleáris tudomány a természettudományok motorja volt a 20. században. Ezt az állítást a tudományterület által elnyert 57 db Nobel-díj is igazolja [7]. A 96-os rendszámú elem Marie és Pierre Curie után kapta nevét – a kúrrium vegyjele Cm.

A Curie házaspár tiszteletére határozták meg a radioaktivitás egyik mértékegységét (curie, jele Ci). Pierre és Marie Curie után három radioaktív ásványt neveztek el: ezek a curit, skłodowskit és kuprosklodowskit. Lublinban működik a Maria Curie-Skłodowska Egyetem, Varsóban pedig a Maria Skłodowska-Curie Rákkutató Intézet.



## IRODALOM

- [1] Hargittai Magdolna (2015): Nők a tudományban határok nélkül. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- [2] Curie, P., Curie, Mme P., Bémont, G. (1898) Sur une nouvelle substance fortement radioactive, contenue dans la pechleude, Compt. Rend., 127, 1215. (Magyar változat: Vértes Attila (szerk.): Szemelvények a nukleáris tudomány történetéből. Akadémiai Kiadó. Budapest. 2009. 25–27.)
- [3] Skłodowska Curie: Radioaktív anyagokra vonatkozó vizsgálatok (fordította: Zemplén Győző) Franklin-Társulat, Budapest, 1906. (Eredeti: Mme S. Curie 1904-es könyve, amely az 1903-as doktori disszertációján alapult.)
- [4] Radnóti Katalin: A Kémia Éva – Marie Curie kísérletei Nukleon (2011) 4, 2. [http://nuklearis.hu/sites/default/files/nukleon/Nukleon\\_4\\_2\\_90\\_Radnoti.pdf](http://nuklearis.hu/sites/default/files/nukleon/Nukleon_4_2_90_Radnoti.pdf)
- [5] Curie, Eve: Madame Curie. Gondolat Könyvkiadó. Budapest. 1967, ötödik kiadás.
- [6] Emling, Shelley: Marie Curie és lányai. HVG könyvek, 2013.
- [7] Vészits Ferencné (szerk.): A Nobel-díjasok kislexikona. Gondolat Könyvkiadó, Budapest, 1974.