

# ARTYKUŁY

## 150-LECIE URODZIN MARI SKŁODOWSKIEJ-CURIE, DWUKROTNEJ LAUREATKI NAGRODY NOBLA (W 1903 R. I W 1911 R.)

*150 Years from nativity of Madame Maria  
Skłodowska-Curie, twice winner of the Nobel prize  
(in 1903 and 1911)*

Edward Rurarz, Małgorzata Sobieszczak-Marciniak

**Streszczenie:** Rok 2017 jest czasem wielu rocznic związanych z Marią Skłodowską-Curie i jej dokonaniem. 150 rocznica urodzin uczzonej, 120 rocznica urodzin Ireny Joliot-Curie, 10 rocznica śmierci Ewy Curie Labouisse i 85 rocznica otwarcia Instytutu Radowego w Warszawie to przyczynek do wielu wydarzeń i artykułów na temat życia, odkryć i osiągnięć Marii Skłodowskiej-Curie. Historia badań nad promieniotwórczością, pierwiastkami promieniotwórczymi, to historia fizyki jądrowej, chemii radiacyjnej i onkologii. Oczywiście Maria i Piotr Curie nie byli jedynymi uczonymi zajmującymi się tymi dziedzinami, ale niewątpliwie to właśnie oni, a właściwie Maria Skłodowska-Curie była inicjatorką tak nowoczesnego myślenia o atomie. To dzięki jej uporowi, odwadze w stawianiu pytań i wydawałoby się niemożliwych do udowodnienia hipotez, nauka zawdzięcza nowe metody badawcze i pierwiastki promieniotwórcze. To jej kompleksowe myślenie o badaniach naukowych i medycynie dało początek nowoczesnym metodom leczenia nowotworów, powstanie dwóch bliźniaczych placówek onkologicznych- Instytutów Radowych w Paryżu i w Warszawie otworzyło drogę do budowy całej sieci onkologicznej i kompleksowego leczenia pacjentów.

**Abstract:** Year 2017 is a year of many anniversaries connected with Maria Skłodowska-Curie and her achievements. The 150th anniversary of the birth of Maria Skłodowska-Curie, the 120th anniversary of the birth of Irena Joliot-Curie's, the 10th anniversary of Eve Curie Labouisse's death and the 85th anniversary of the opening of the Radium Institute in Warsaw represent a contribution to many events and articles on Maria Skłodowska-Curie's life, discoveries and accomplishments. The history of research on radioactivity and radioactive elements is the history of nuclear physics, radiation chemistry and oncology. Obviously, Maria and Piotr Curie were not the only scientists involved in these fields, but undoubtedly they, or Maria Skłodowska-Curie actually, who initiated such modern thinking about the atom. It is thanks to her persistence and courage to ask questions, as well as her perseverance in proving hypotheses that had been almost impossible to prove, the science owes new research methods and radioactive elements. It is Maria Curie's comprehensive thinking about the research and medicine that has given rise to modern methods of cancer treatment, the establishment of two twin oncology centres: the Radium Institute in Paris and in Warsaw. These have opened the way to building the entire oncology network and comprehensive patient treatment.

**Słowa kluczowe:** badania, promieniotwórczość, laboratorium, chemia, fizyka jądrowa, eksperymenty, pierwiastki chemiczne, wiedza, uczeni, rocznice, urodziny, Panteon

**Key words:** research, radioactivity, laboratory, chemistry, nuclear physics, experiments, chemical elements, knowledge, scientists, anniversary, birth, Pantheon

Droga Marii i Piotra Curie z szopy laboratoryjnej do Panteonu

Motto: *W dziejach eksperymentów przypadek pomaga dobrze przygotowanym umysłom.*

Edward Rurarz

Ludwik Pasteur (1822-1895)

W pewnym nieokreślonym momencie w bezkresnym czasie STWÓRCA przekształcił Energię w Materię. W ten sposób powstała Ziemia. Jeśli nasza Ziemia przeżyje szaleństwo spowodowane przez człowieka, to historyk przyszłości zapisze jako największy prze-

łomowy moment w historii kosmosu realizację marzenia Prometeusza – kiedy Człowiek, odwracając równanie  $E = mc^2$  (znane nam wszystkim) w mrokach ciemności, przed wschodem słońca w dniu 16 lipca 1945 r. nad pustynią w stanie Nowy Meksyk zmienił

Materię z powrotem w Energię. Powstało olśniewające światło „wielokrotnie jaśniejsze niż promienie słońca w południe”. Było ono również świadectwem narodzin epoki atomowej. Przeróżający grzyb atomowy pojawił się jako symbol wzbudzającej grozę destrukcyjnej mocy bomby jądrowej i szkodliwej natury promieniowania jądrowego.

Wchodzimy w drugie stulecie od momentu odkrycia promieniotwórczości i często dominuje w nim strach przed zjawiskiem promieniowania, uniemożliwiający wręcz podejmowanie racjonalnych decyzji. Jak to się stało? Jak do tego doszło?

Odpowiedź jest tylko jedna – dążenie do wiedzy jest nieodłączną cechą rodzaju ludzkiego. To ono właśnie było zachętą dla Holendra Antoniego van Leeuwenhoek (1632-1723) do zbudowania mikroskopu, pozwalającego zajrzeć w głąb nieskończone małych obiektów, a także dla Włocha Galileo Galilei (Galileusza; 1564-1642) do zbudowania teleskopu, umożliwiającego poznanie struktur i granic wszechświata. Od czasu do czasu w historii ludzkości zdarzają się rozstrzygające obserwacje lub syntezy idei dostarczane przez wybitnych ludzi. Na przykład, nasz rodak Mikołaj Kopernik (1473-1543) odkrył, że Ziemia nie jest centrum wszechświata i że istnieją inne wszechświaty. Z kolei angielski fizyk Izaak Newton (1642-1727) odkrył w 1687 r. siłę wzajemnego ciężenia, czyli grawitację, łącząc ziemię z niebem.

Dążenie do wiedzy jest zachętą dla ludzkości, aby w obecnych czasach wydawać miliony dolarów na ogromne akceleratory, statki kosmiczne, radioteleskopy i teleskopy kosmiczne.

To naprawdę niesamowite, że najbardziej wnikliwe koncepcje dotyczące struktury materii pojawiły się bardzo wcześnie w historii nauki, trwały przez całe stulecia i nawet dziś mają wpływ na nasz sposób myślenia. Żarliwe pragnienie zmniejszenia ogromnej różnorodności form występowania materii doprowadziło już starożytnych Greków do spekulacji na temat podziału materii na małe, niepodzielne jednostki, czyli atomy. Grecy poszli dalej w swych koncepcjach i spekulacjach, zakładali bowiem, że cała materia we wszechświecie została utworzona z czterech elementów: ognia, ziemi, powietrza i wody, z których można utworzyć przeróżne strukturalne kombinacje, dające wielką różnorodność dostrzegalnych postaci materii. Pierwsze naukowe podejście do zagadnień materii zawdzięczamy chemii. Długa droga ludzkich wysiłków nad zrozumieniem struktury materii rozpoczęła się w 1662 r., kiedy Robert Boyle (1627-1691) ustalił podstawową naturę pierwiastków chemicznych i tym samym spowodował kres alchemii.

Angielski chemik John Dalton (1766-1844) zaproponował definicję atomu jako „najmniejszej cząstki materii, która zachowuje chemiczne własności pierwiastka”. Słowo „chemiczne” jest w tej definicji istotne i wskazuje na kontekst wielu dokonań. Dalton był w stanie wyjaśnić prawo zachowania masy w reakcjach chemicznych, odkryte w 1789 r. przez A.L. Lavoisiera (1743-1794) oraz prawo stosunków stałych sformułowane w 1799 r. przez francuskiego chemika J. L. Prousta (1754-1826). To ostatnie prawo zostało

przez niego rozszerzone na prawo stosunków wielokrotnych (1804-1808). Odkrycie Daltona stanowiło kolejny punkt zwrotny w poznaniu struktury materii w pierwszej dekadzie XIX wieku – wieku rozkwitu europejskiej kultury i cywilizacji, zwiastującego tragedię Europy w dwóch wojnach światowych.

Wiek XIX był okresem wielkich wynalazków! Robert W. Bunsen (1811-1899) i Gustaw R. Kirchhoff (1824-1887) opracowali i rozwinęli ilościową metodę analizy widmowej (1859) i odkryli nowe pierwiastki takie jak rubid, cez i tul. Rudolf J. E. Clausius (1822-1888) opracował kinetyczną teorię gazów i stworzył podstawy termodynamiki. Od 1862 r. znano też prędkość światła dzięki J. Bradleyowi (1693-1762), A. H. L. Fizeau (1819-1896) i J. B. Foucaultowi (1819-1868). Z kolei J. C. Maxwell (1831-1879) sformułował w 1864 r. teorię zjawisk elektromagnetycznych, łącząc elektryczność, magnetyzm i światło. Na podstawie tej teorii w 1888 r. H. R. Hertz (1857-1894) odkrył doświadczalnie fale elektromagnetyczne. Nadanie nazwy „elektron” najmniejszej porcji ładunku elektrycznego w zjawisku elektrolizy Faradaya zostało zaproponowane w 1894 r. przez J. Stoneya (1820-1894), ale identyfikację i ostateczne określenie właściwości elektronu jako cząsteczki elementarnej zawdzięczamy angielskiemu fizykowi-J. J. Thomsonowi (1856-1940) w roku 1897.

Uporządkowanie pierwiastków według ich masy atomowej doprowadziło około 1860 r. do odkrycia periodyczności w ich własnościach chemicznych i fizycznych. W 1869 r. Dmitrijowi J. Mendelejewowi (1834-1907) udało się stworzyć okresowy układ pierwiastków chemicznych (zwany potem na jego cześć „układem Mendelejewa” i „tablicą Mendelejewa”), wiążąc własności pierwiastków z ich miejscem w układzie. Układ ten podlegał powiększeniu i zmianom w trakcie następujących 60 lat aż do roku 1930, kiedy znane były 92 naturalnie występujące pierwiastki, w tym uran, ułożone w logicznej kolejności. Układ Mendelejewa był pomocny w odkryciu wielu pierwiastków (w ciągu ponad 125 lat od jego stworzenia) aż do pierwiastka o liczbie atomowej 118.

Kilka przełomowych odkryć miało miejsce w krótkim, bo zaledwie 10-letnim okresie na przełomie XIX i XX wieku: promieniowanie X w 1895 r., promieniotwórczość naturalna rok później, własności elektronu w 1897 r., teoria kwantów w 1900 r., w 1905 r. - teoria względności. Indywidualnie każde z tych odkryć miało ogromne znaczenie w przyszłości, a razem były zwiastunem tego, co współcześnie nazywamy nowoczesną fizyką i chemią. Większość ze wspomnianych odkryć uhonorowano Nagrodą Nobla.

W 1895 r. Wilhelm Konrad Roentgen (1845-1923) badał wyładowania w rurce szklanej z wtopionymi metalowymi elektrodami (anodą i katodą), do których przykładał napięcie. Stwierdził, że elektrony wychodzące z katody, padając na ściankę szklaną, powodują jej świecenie (produkują światło widzialne). Naświetlając siarczek cynku lub platynocyjanek baru, zaobserwował wystąpienie silniejszego efektu świecenia niż w przypadku szkła. Zdumienie Roentgena wywołało silne świecenie papieru pokrytego

platynocyjankiem baru, kiedy rurka szklana była całkowicie zasłonięta czarnym papierem. Promienie zachowujące się jak „niewidzialne światło”, które przechodziły przez przedmioty nieprzezroczyste, nie były znane. Roentgen nadał im nazwę promieni X, jako że były wielką niewiadomą. Litera x jest w matematyce używana do oznaczenia nieznannej wartości, ale w późniejszym okresie bardziej przyjęła się nazwa „promieniowanie rentgenowskie”, na cześć jego odkrywcy. Roentgen odkrył również, że promienie X zaciemniają płyty fotograficzne. Natura tych promieni jako fal elektromagnetycznych o krótkiej długości ( $v \approx 10^{-10}$  m) została potwierdzona w następnym roku. Wiadomość o tym odkryciu szybko rozeszła się po świecie, a na początku 1896 r. właściwości promieni X badano w laboratoriach fizycznych w całej Europie i Ameryce Północnej. Odkryciu towarzyszyła demonstracja pierwszego zdjęcia ręki żony Roentgena, Berty, na którym widoczne są kości ręki i złota obrączka na palcu. Wyniki obserwacji wywołały niemałą sensację nie tylko wśród społeczeństwa, jak i wśród medyków, którzy w promieniowaniu X widzieli nowe zastosowanie w diagnostyce medycznej. W związku z tym, że promienie rentgenowskie mają właściwości przenikające, pozwalają zajrzeć w głąb ludzkiego ciała, bez potrzeby stosowania skalpela chirurgicznego.

Obecnie promieniowanie rentgenowskie ma zastosowanie w szpitalach i portach lotniczych, w laboratoriach fizycznych i biologicznych, w produkcji nanostruktur dla elektroniki oraz w budowie maszyn. Przenika ono do całego współczesnego życia.

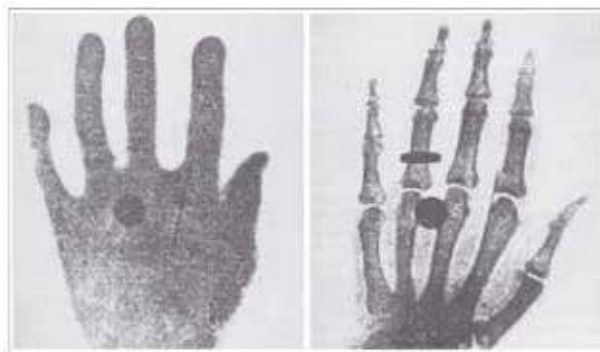
Do godnych podziwu odkryć w fizyce, mających wpływ na rozwój nauki, można zaliczyć teorię względności Alberta Einsteina (1879-1955), łączącą energię i masę oraz identyfikującą istotne znaczenie układu odniesienia.

Równie ważną teorię zaprezentował w 1900 r. Max Planck (1858-1947), w której wprowadził pojęcie kwantów, ale nie znalazła ona jednak początkowo uznania wśród fizyków. Dopiero w 1905 r., gdy Einstein za pomocą tej teorii wyjaśnił zjawisko fotoelektryczne, zaczęto ją traktować z większą łaskawością. I za to właśnie Albert Einstein otrzymał Nagrodę Nobla, a nie za teorię względności!

Wszystkie te odkrycia wywarły duży wpływ na wynalazczość w technice. Wiek XIX był wyjątkowo bogaty w nowe osiągnięcia techniczne. Przykładami mogą być: wynalezienie fotografii przez J. N. Niepce (1765-1833), w 1847 r. wyprodukowano pierwsze kable do elektrotechniki, w 1852 r. rozpoczęto produkcję na większą skalę kwasu siarkowego, w 1854 r. – wytwarzanie aluminium i żarówek, w 1855 r. – produkcja stali na wielką skalę (konwertory Bessemera), w 1856 r. – produkcja szkła na wielką skalę, 1861 r. – wynalezienie telefonu i produkcja amoniaku na skalę przemysłową (metoda Solvaya), 1867 r. – Alfred Nobel, chemik, inżynier i przemysłowiec, wynalazł dynamit i inne silniejsze materiały wybuchowe. W tym samym roku zbudowano pierwszą maszynę do pisania, w 1880 r. dokonano analizy i syntezy barwnika indygo, w 1881 r. – pierwsze elektryczne oświetlenie Wystawy Świato-

wej w Paryżu, w 1885 r. – pierwsze samochody, 1895 r. – produkcja techniczna ciekłego powietrza. Spektakularny rozwój chemii organicznej, w wyniku którego powstały tysiące nowych związków organicznych miał miejsce w drugiej połowie XIX w. Jedną z nowych substancji organicznych był wspomniany już dynamit, który sprawił, że współczesne działania wojenne stały się okrutnymi i krwawymi.

Co działo się w dziedzinie fizyki po odkryciu promieni przez Roentgena? W 1896 r. narodziła się FIZYKA JĄDROWA, na dziesięć lat przed odkryciem przez E. Rutherforda (1871-1937) istnienia jądra w atomie! Do tego odkrycia przyczyniło się odkrycie promieniotwórczości przez H. A. Becquerela (1852-1908), w trakcie eksperymentów nad promieniami X, odkrytymi przez Roentgena w roku poprzednim. Jest jakimś znakiem czasu, że w tym samym 1896 r., w którym Becquerel odkrył promieniotwórczość, zmarł Alfred Nobel (fundator nagród za największe osiągnięcia w dziedzinie fizyki, chemii, medycyny, literatury i pokoju; przyznawanie tych corocznych nagród rozpoczęło 10 grudnia 1901 r., w piątą rocznicę śmierci fundatora).



**Fot. 1.** Obraz ręki otrzymany przy zastosowaniu „promieni Becquerela” (a) i „promieni Roentgena” (b). Łatwo stwierdzić, że promienie Roentgena dają ostrzejszy obraz w krótszym czasie, a więc były bardziej przydatne.  
**Photo 1.** Image of hand performed with “Becquerel’s rays” (left) and “Roentgen rays” (right). Roentgen rays which produced sharper photographic images in shorter time, were naturally more popular.

Intensywne badania tego nowego zjawiska w fizyce prowadzone w latach 1896-1898 doprowadziły do odkrycia promieniotwórczości. Badaczami, którzy wnieśli swój wkład w wyjaśnienie zjawiska promieniotwórczości byli: **Henryk Antoni Becquerel** (1852-1908), **Maria Skłodowska-Curie** (1867-1934) i **Piotr Curie** (1859-1906). Pierwszy z nich stwierdził istnienie promieniotwórczości, a państwo Curie podali interpretację tego zjawiska. Los tak zrzucił, że uczeni ci byli wyjątkowo predestynowani do badania *terra incognita* w ówczesnej chemii i fizyce, gdzie wszystko było tajemnicze i niezwykle.

**H. A. Becquerel**, podobnie jak jego ojciec Edmond Alexander (1820-1891), a także dziadek Antoni Cesar (1788-1878), był specjalistą w dziedzinie luminescencji<sup>2</sup>. Był bardzo pomysłowy w opracowywaniu koncepcji i realizacji eksperymentów na niewielką skalę za niewielkie pieniądze. Był także specjalistą w zakresie zastosowań laboratoryjnych technik fotograficznych, które w tamtych czasach były dobrze

rozwięte. Podobnie jak jego ojciec, Henryk Becquerel, fascynował się solami uranu i zbadał ich widma zarówno w świetle widzialnym, jak i w podczerwieni.

Uran został odkryty w 1789 r. w postaci tlenku przez niemieckiego chemika M. Klaprotha w trakcie badania blendy smolistej pochodzącej z Saksonii w Niemczech. Dopiero w 1841 r. francuski chemik E. Poligot (1811-1890) uzyskał uran w postaci metalicznej. Do roku 1896 r. uran nie był rzadkością w laboratoriach. W czasie swego odkrycia Becquerel również uzyskał kryształy uranu.

H. A. Becquerel, badając konsekwencje odkrycia Roentgena, stwierdził, że fosforescencja wywołana w szkle rurki próżniowej podczas wytwarzania promieni X sugerowała mu, a także innym fizykom, że zjawisko fosforescencji nawet w naturalnych materiałach, które świeciły się przy ekspozycji na światło, mogło być związane z działaniem promieni X. Umieścił on fosforyzującą sól uranu na światłoszczelnej kopercie, zawierającej nieeksploatowaną płytkę fotograficzną i ustawił ją w świetle słonecznym. Jeśli prześwietlona płyta wykaże czarne plamy w miejscach, gdzie znajdowała się sól uranowa, Becquerel przypuszczał, że byłoby to spowodowane „promieniami X”. Ucieszyło go odkrycie, że czarne plamy rzeczywiście pojawiły się i zauważył on również, że promienie X przeniknęły przez cienkie folie aluminiowe i miedziane. Długotrwały okres pochmurnej pogody pomógł w jego wysiłkach, gdyż później, po wywołaniu płyt fotograficznych, które leżały w ciemności w szufladzie biurka i na których znajdowały się szczypty soli uranowych, Becquerel ze zdumieniem stwierdził na nich występowanie zaciemnionych obszarów w miejscach, gdzie znajdowała się sól uranowa. Doszedł on do wniosku, że sól uranowa wytwarza przenikliwe promieniowanie nawet znajdując się w swoim normalnym, niewzbudzonym stanie.

### Zjawisko promieniotwórczości zostało odkryte!

Edward Rurarz, Małgorzata Sobieszczak-Marciniak

Po trzech dniach nie pogody w lutym 1896 r. Becquerel skupił swą uwagę na nowo odkrytym promieniowaniu uranowym (w późniejszych czasach nazwano je również „promieniowaniem Becquerela”) i wysnuł wniosek, że promieniowanie to nie zależy ani od składu chemicznego pierwiastka (soli uranowych) ani od jego temperatury. Z chwilą, gdy zdano sobie sprawę z tego, że promieniowanie z łatwością jonizuje gazy, gdyż może wyładować elektroskop, pojawiły się nowe narzędzia pozwalające na badanie zjawiska (Becquerel odkrył promieniotwórczość przy wykorzystaniu płyt fotograficznych). Emisja promieni Becquerela była niezależna od temperatury soli uranowych w zakresie temperatur od -20 do 100°C. Natura emitowanych promieni była skomplikowana, ponieważ część z nich była odchylana przez pola magnetyczne lub elektryczne oraz absorbowana. Łatwo zauważyć, że odkrycie promieniotwórczości nie było tylko ślepym przypadkiem, ale wynikiem prawdziwego talentu naukowego! Dokonanie interpretacji obserwowanego zjawiska przez naukowców w ówczes-

nych latach było niemożliwe. Nikt nie mógł wyjaśnić pochodzenia tych promieni (energii).

W owym czasie naukowcy nie byli świadomi znaczenia odkrycia Becquerela, które było mniej spektakularne niż odkrycie promieni X (zob. rys. 1). Nie tylko dziennikarze i społeczeństwo nie poświęcili wiele uwagi odkryciu Becquerela, ale i społeczność naukowa. Nic dziwnego, że sam Becquerel tracił stopniowo zainteresowanie odkrytym przez siebie zjawiskiem. Dwa lata później był on bardziej zainteresowany zjawiskiem Zeemana (wpływem pól magnetycznych na promieniowanie) niż swym odkryciem!

Piotr Curie był edukowany w domu przez ojca, Eugeniusza Curie – doktora medycyny oraz prywatnych nauczycieli. Młody Piotr wykazywał duże zdolności do matematyki i doskonale znał geometrię przestrzenną, która okazała się bardzo pomocna w jego badaniach nad krytalografią. W 1878 r. został asystentem na Sorbonie. Wspólnie ze starszym bratem Jacques'em odkryli zjawisko piezoelektryczności. W tym samym roku Piotr Curie został powołany na stanowisko wykładowcy w Szkole Fizyki i Chemii Przemysłowej w Paryżu i rozpoczął samodzielne badania nad zjawiskiem magnetyzmu. W 1895 r. sformułował teorię na temat magnetyzmu i otrzymał tytuł naukowy doktora. Nie ma wątpliwości, że Piotr Curie posiadał nie tylko rozległą wiedzę w dziedzinie fizyki, ale był również niezwykle utalentowanym eksperymentatorem.

Maria Skłodowska urodziła się 07.11.1867 r. w Warszawie w dość licznej rodzinie. Była najmłodsza z pięciorga dzieci (czterech córek: Zofii, Bronisławy, Heleny, Marii oraz syna Józefa).



Fot. 2. Maria Skłodowska najmłodsza z pięciorga dzieci od lewej: Zofia, Helena, Maria, Józef, Bronisława

Photo 2. Maria Skłodowska, the youngest of five children, from the left: Zofia, Helena, Maria, Józef and Bronisława

Ukończyła, podobnie jak reszta rodzeństwa za złotym medalem rządowe gimnazjum w Warszawie. Miłość do nauki, odwaga stawiania pytań i obrony własnych tez zrodziła się u Marii pod wpływem utalentowanych nauczycieli, atmosfery domu rodzinnego i rodziców-pedagogów (byłych nauczycieli fizyki i matematyki). Od najmłodszych lat Maria wyróżniała się niezwykłą pamięcią. Dzieciństwo i młodość Marii Skłodowskiej upływały w czasach wzmożonej rusyfi-

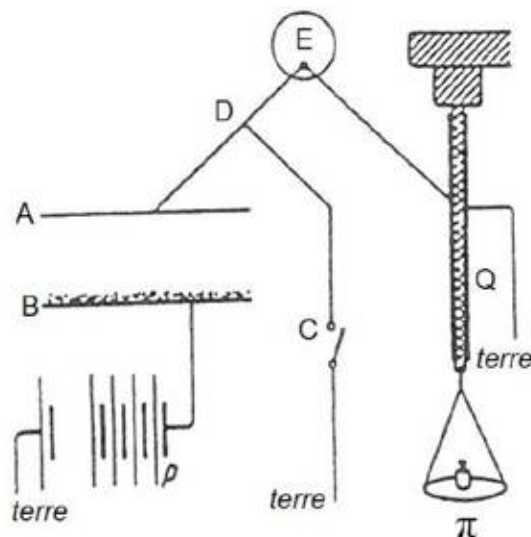
kacji, jaka nastąpiła po upadku powstania styczniowego. W tym czasie w jej życiu nastąpiły tragiczne wydarzenia, które miały niewątpliwą wpływ na jej osobowość i charakter. W 1876 r. zmarła na tyfus najstarsza siostra-Zofia, z którą Maria była bardzo silnie związana emocjonalnie, zaś dwa lata później śmierć zabrała chorującą na gruźlicę matkę. Od tej chwili powoli, powoli Maria zaczyna odsuwać się od religii. Śmierć matki spowodowała, że wszystkie obowiązki związane z wychowaniem i wykształceniem dzieci spoczęły na Władysławie Skłodowskim. Próbował on także podreperować sytuację finansową rodziny, ulokował jednak swój majątek tak nieszczęśliwie, że oszczędności przepadły. Fakt ten spowodował, iż nie było środków, aby wysłać najmłodszą Marię na wymarzone studia na Sorbonie.

W wieku 18 lat Maria objęła posadę guwernantki w majątku administrowanym przez pp. Zórawskich w Szczukach, a z otrzymywanego wynagrodzenia pomagała starszej siostrze Bronisławie, będącej na studiach medycznych w Paryżu. Siostry zawarły bowiem niepisany układ, polegający na wzajemnej pomocy, potem to Bronisława będzie Marii pomagała utrzymać się w Paryżu. W latach 1884–1891 dzięki wsparciu kuzyna ze strony matki, Józefa Boguskiego, Maria miała możliwość nauki analizy chemicznej w laboratorium chemicznym i fizycznym Muzeum Przemysłu i Rolnictwa w Warszawie. Warto tu zauważyć, że był to jedyny czas, kiedy uczyła się chemii. Podczas jednego z pobytów w Warszawie powiedziała, że gdyby jej w Warszawie nie nauczyli analizy chemicznej prof. Napoleon Milicer i dr Kossakowski, nie wydzieliłaby radu. W 1891 r., w wieku 24 lat Maria Skłodowska rozpoczęła studia na wydziale nauk ścisłych na paryskiej Sorbonie. Była niezwykle pilną studentką, z zachwytem wsłuchującą się w wykłady. Zafascynowała ją także uczucie swobody, tak inne od tego, do czego była przyzwyczajona w Warszawie, możliwość czytania książek, jakie się chce, rozmawiania w dowolnym języku, swobodny wybór tematów, to tylko niektóre przejawy owej swobody, o której pisała w listach do rodziny. Znajdowała jednak czas i okazję, aby zwiedzać okolice Paryża i napawać się pięknem przyrody, na które zawsze była wrażliwa. W 1893 r. uzyskała licencjat z fizyki z najlepszym wynikiem i rozpoczęła pracę w laboratorium badawczym profesora Gabriela Lippmana. Rok później ukończyła studia matematyczne, zajmując tym razem drugie miejsce. Miała wówczas 27 lat, posiadała dwa stopnie naukowe i planowała wrócić do Warszawy i pracować jako nauczycielka. W ojczyźnie mogła liczyć tylko na taką posadę. W Paryżu poznała wielu wybitnych fizyków. U prof. Józefa Wierusza-Kowalskiego (1866–1927), wybitnego polityka i dyplomaty, a także fizyka i profesora uniwersytetu we Fryburgu, znanego Marii jeszcze przed wyjazdem na studia, Maria Skłodowska poznała Piotra Curie. Ten starszy od niej o 8 lat francuski fizyk, który po niedawnych osobistych trudnych przeżyciach nie zamierzał zbliżać się do żadnej kobiety, został niemalże porażony osobą Marii Skłodowskiej.

Ona zaś, poraniona emocjonalnie po rozstaniu z synem zarządzającym majątkiem w Szczukach, także nie zamierzała wiązać się z nikim. Jednak już po pierwszym spotkaniu okazało się, że los lubi płatać figle. Wspólne

pojmowanie świata, wspólne zainteresowania, podobne poglądy, a wreszcie umiejętność słuchania ze strony obojga zbliżyła ich do siebie. W lipcu 1895 r. w merostwie w Sceaux, gdzie mieszkał Piotr, zawarli związek małżeński, a Maria Skłodowska miała odtąd nosić także nazwisko Curie. Miała także zamieszkać we Francji. Warto tu wspomnieć, iż Maria dwukrotnie wcześniej próbowała znaleźć zatrudnienie w ojczyźnie, nie chciał jej jednak zatrudnić żaden uniwersytet, z tym najstarszym, Jagiellońskim włącznie. Czas, kiedy kobiety wykładają na uczelniach wyższych miały dopiero nadejść, a młoda Maria Skłodowska-Curie była ich zapowiedzią.

Naturalnym etapem po ukończeniu studiów było rozpoczęcie pracy nad doktoratem. Należało tylko znaleźć interesujący, najlepiej niebadany dotąd przez nikogo obszar. Wspomniany już H. Becquerel, odkrywając zjawisko nazwane potem przez Marię zjawiskiem promieniotwórczości i nie zajmując się już potem jego zgłębianiem, niemalże podał jej temat na tacy. Podjęła więc decyzję – miała wyjaśnić, co wywołuje obserwowane przez Becquerela promieniowanie z uranu, to temat godny doktoratu.

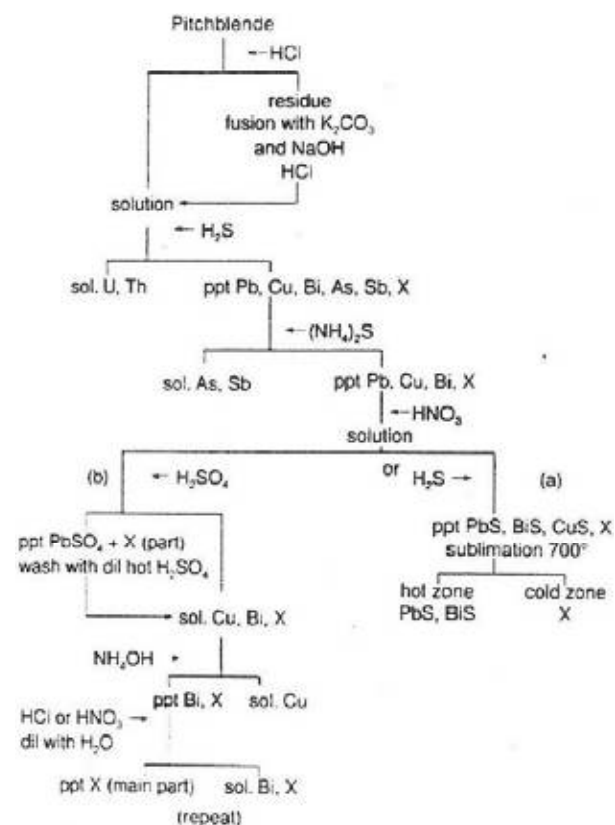


**Rys. 1.** Układ do pomiaru promieniotwórczości, używany przez Marię Curie. Składał się z 2 płasko-równoległych metalowych elektrod A i B, między którymi wytwarzano pole elektryczne P. Na płytce (elektrodzie) B umieszczano materiał promieniotwórczy. Pomiedzy płytkami zaczyna płynąć słaby prąd, wytworzony w powietrzu przez emitowane promieniowanie z preparatu, i jest on mierzony bardzo precyzyjną i wiarygodną metodą kompensacyjną. Prąd kompensowany przez prąd przeciwnego znaku z komory jonizacyjnej i płytki kwarcowej Q zmierzono elektrometrem kwadrantowym E. Po raz pierwszy ta metoda kompensacji prądów pozwoliła precyzyjnie ustalić związek aktywności promieniotwórczej z mierzonymi prądami. Słowa i litery nie objaśnione na rys. 1: C, D - połączenia z ziemią, słowo „terre” w jęz. francuskim oznacza ziemię, a  $\pi$  - wagę.

**Fig. 1.** Apparatus used by Marie Curie for measurement of radioactivity. It consisted of 2 parallel-mounted metallic electrodes A and B, between which an electric field was generated (P). One electrode (B) was loaded with a radioactive material to be measured and the very small electric current produced in the air by the rays and flowing between the electrodes was measured with a highly sensitive and reliable compensation method. The compensation of the opposite currents from the ionization chamber and from the quartz (Q) was controlled by quadrant electrometer (E). For the first time the emission of uranic rays could be quantified on the basis of the intensity of the current (picoampere range). The words and letters not explained in the Fig. 1: C, D - connection to the ground, French word terre = ground,  $\pi$  - weight

Piotr Curie, pracując jako profesor w szkole technicznej, uzyskał pozwolenie, aby jego żona mogła prowadzić badania w szopie, która służyła jej jako laboratorium. Pomieszczenie było dość prymitywne, ale Maria i Piotr cieszyli się niezależnością, prowadząc w nim badania. Maria rozpoczęła systematyczne badania nad promieniowaniem soli uranu, kryształów i minerałów. Wtedy to nazwała tę cechę promieniotwórczością (radioaktywnością) i rozpoczęła badania nad zmierzaniem promieniotwórczości przy pomocy zjawiska piezoelektrycznego, które wcześniej odkrył jej mąż. W swoich badaniach posługiwała się komorą jonizacyjną (zob. rys. 1.) połączoną z elektrometrem i z kryształem piezoelektrycznym jako ładunkiem elektrycznym (które zastąpiły elektroskopy i klisze fotograficzne). W odróżnieniu od wcześniejszych badań w dziedzinie promieniotwórczości badania państwa Curie były również wykonywane w dziedzinie analizy chemicznej ilościowej, ale z najwyższą precyzją. Początkowe wyniki tych badań tak zainteresowały Piotra, że przerwał swoje badania nad magnetyzmem stali i wspólnie z żoną kontynuował jej badania. Małżonkowie wykazali, że zarówno pierwiastek uran, jak i tor posiadają właściwości promieniotwórcze. Niezależnie od nich właściwość tę potwierdził niemiecki fizyk Gerhard S. Schmidt (1865-1949). Właściwości promieniotwórcze były bardzo intrygujące i stało się oczywistym, że zaobserwowane promieniowanie nie było promieniowaniem rentgenowskim, ale nowym rodzajem promieniowania, bardziej energetycznym i przenikliwym. W trakcie badań nad zawartością uranu w blendzie smolistej (rudzie, z której usunięto uran) i w chalkolicie, małżeństwo Curie spostrzegło, że próbki charakteryzowały się wyższą aktywnością niż czysty uran. Doszli do wniosku, że w badanych minerałach musi występować inny, bardziej promieniotwórczy pierwiastek. Warto podkreślić, że badania nad promieniotwórczością przeniosły się z dziedziny fizyki do chemii. Ani Becquerel, ani Piotr Curie nie byli chemikami, tylko Maria była przygotowana do przeprowadzenia analizy chemicznej zarówno pod kątem eksperymentalnym, jak i teoretycznym, a przygotowanie to zdobyła, przypomnijmy, podczas zajęć w Muzeum Przemysłu i Rolnictwa w Warszawie. W wyniku serii żmudnych, pracochłonnych i czasochłonnych separacji chemicznych kilku ton blendy smolistej uzyskali w lipcu 1898 r. pierwiastek śladowy, „którego aktywność (tj. rozpad na 1 sekundę), jest 400 razy wyższa niż aktywność podobnej ilości uranu”. Blendę smolistą sprowadzali z Czech z kopalni uranu.

Na prośbę Marii nowy pierwiastek promieniotwórczy nazwali **polonem**, aby uhonorować jej kraj ojczysty – Polskę. Chociaż znana była analiza chemiczna blendy smolistej, państwo Curie dokonali jej z zastosowaniem nowej niezwykle czulej metody, obejmującej pomiar radioaktywności poszukiwanego pierwiastka. Sekwencja chemiczna separacji, która doprowadziła do odkrycia polonu, została ukazana na rys. 2.



**Rys. 2.** Sekwencja chemiczna separacji, która doprowadziła do odkrycia polonu. Był on częściowo wydzielony z Bi przez sublimację (gałąź A) lub metodą frakcyjnego strącania wodorotlenków (gałąź B)

**Fig. 2.** Flow chart of the chemical separations which led to the discovery of polonium. The polonium was partially separated from Bi by sublimation [path (a)] or by a wet method based on fractional precipitation of hydroxides [path (b)]

Do grudnia 1898 r. państwo Curie wydzielili nowy pierwiastek o bardzo wysokiej aktywności (milion razy większej od uranu) – rad (Ra), którego nazwa pochodzi od łacińskiego słowa „radius” (promień). Ważną rolę w wydzieleniu radu odegrała współpraca z francuskim chemikiem Gustawem Bemont’em (1867 – 1932). Istnienie nowego pierwiastka zostało wykazane w trakcie niezwykle żmudnych chemicznych separacji, w wyniku których udało się otrzymać 0,120 g chlorku radu ( $\text{RaCl}_2$ ) z jednej tony blendy uranowej. Analiza blendy uranowej była „radiochemiczna” separacją, którą jako pierwsza wykonała Maria Curie. Maria była świadoma, jak ważne było udowodnienie, że Ra i Po są pierwiastkami. Doszła do wniosku, że jest to prostsze w przypadku radu. Nie ustawała w wysiłkach, aby określić masę atomową radu. W lipcu 1902 r. Maria Skłodowska-Curie ogłosiła, że masa atomowa radu wynosi  $225 \pm 1$ . Dzisiaj znamy ją jako 226,0254, a więc w granicach błędności dowodzącej. W rezultacie przeprowadzenia opisywanych badań uczona otrzymała doktorat z nauk ścisłych w czerwcu 1903 r. Warto tu wspomnieć, że już rok później praca została wydana także w języku polskim. To ważne, gdyż potwierdza fakt przywiązania uczony do pierwszej ojczyzny oraz dbałość i szybkie informowanie polskich uczonych o własnych osiągnięciach.

Po światowym sukcesie Marii Skłodowskiej-Curie, Henryk Becquerel wraca do badań nad promieniotwórczością. Państwo Curie przekazali mu próbkę radu i odseparował on promieniowanie alfa i beta emitowane przez ten pierwiastek. W tym samym roku (1903) Maria Skłodowska-Curie z Piotrem Curie i prof. Becquerelem wspólnie otrzymują Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki, za odkrycie promieniotwórczości. To kolejna zapowiedź zmian w systemie społecznym, pierwsza kobieta nagrodzona najwyższą nagrodą naukową.

Trzeba dodać, że podczas badania różnorodnych związków potasu, między innymi związków potasu z obecnym w nich tantalem (Ta) i niobem (Nb), uczona stwierdziła słabą ich aktywność, którą przypisała raczej cięższemu pierwiastkom – tantalowi i niobowi niż potasowi. Dziś wiemy, że aktywność ta pochodzi od długożyciowego izotopu  $^{40}\text{K}$ !

Odkrycie nowych pierwiastków ma zawsze duże znaczenie dla nauki. W roku 1900 cztery lata po odkryciu promieniotwórczości, liczba pierwiastków radioaktywnych wynosiła 5: uran, tor, polon, rad i aktyn (odkryty w październiku 1899 r. przez francuskiego chemika A. Debierne'a (1874 – 1949), ucznia i przyjaciela Piotra Curie, podczas pracy nad separacją polonu z blendy uranowej). Zdawano sobie sprawę, że miejsce tych 3 ostatnich pierwiastków znajduje się między bizmitem a torem.

Państwo Curie napotkali wiele problemów, takich jak:

- 1) poszukiwanie promieniotwórczych rud;
- 2) opracowanie metod separacji mikroilości promieniotwórczych pierwiastków;
- 3) przebadanie ich fizycznych i chemicznych właściwości zarówno w formie metalicznej, jak i innej;
- 4) produkcja dużych ilości radu (w formie metalu i innej);
- 5) opracowanie precyzyjnych metod pomiaru efektów cieplnych emitowanego promieniowania;
- 6) uważne badanie właściwości różnych form promieniowania;
- 7) opracowanie całkowicie nowych metod pomiaru i sprzętu.

Wkład państwa Curie w naukę miał bardziej niż zasadnicze znaczenie i polegał na wykazaniu, że promieniotwórczość jest zjawiskiem atomowym i może być wykorzystana do odkrycia nowych pierwiastków. Do tego momentu uważano, że znane pierwiastki są stabilne.

W świetle powyższych faktów przyznanie Nagrody Nobla państwu Curie nie jest sensacją. Przed otrzymaniem Nagrody Nobla w 1903 r. Maria i Piotr Curie nie byli znani w świecie nauki. Piotrowi Curie dwukrotnie odmówiono stanowiska wykładowcy na Sorbonie i pracował on jako nauczyciel w szkole. Maria była wykładowcą fizyki w szkole dla dziewcząt w Sevres na przedmieściach Paryża, zdając wcześniej z I lokatą egzamin nauczycielski dający odpowiednie uprawnienia. Można powiedzieć, że po otrzymaniu Nagrody Nobla sytuacja państwa Curie zmieniła się na lepsze, Piotr został powołany na stanowisko profesora na Sorbonie, a Maria – na szefową laboratorium na tej samej uczelni. Choć uczeni widzieli także wiele utrudnień, które do ich życia wprowadziła sława związana z przyznaniem owej nagrody.

W życiu prywatnym uczonych także wiele się działo na przestrzeni tych ostatnich lat. W roku 1897 przychodzi na świat pierwsza córka, Irena. Później

szła uczona, noblistka, partnerka naukowa Marii, siedem lat później druga córka – pianistka, pisarka, dziennikarka, działaczka społeczna – Ewa, umiera także w Warszawie Władysław Skłodowski.

Dzień 19 kwietnia 1906 r. przyniósł jednak kolejny osobisty dramat w życiu uczonej. Tego dnia w wypadku ulicznym zginął bowiem Piotr Curie. Uczona została sama z córkami, z rozpoczętymi pracami w laboratorium i z kwiatami, które jeszcze kilka dni wcześniej zbierali razem z Piotrem. W tym też roku zaproponowano Marii katedrę, w której wykładał Piotr, nie było dla niej prostą decyzją skorzystać z tej propozycji. Poza bólem miała świadomość, że gdyby jej mąż żył, nie dopuszczono by jej do stanowiska wykładowcy, co więcej, dwa lata później, w roku 1908 została pierwszą kobietą profesorem zwyczajnym Sorbony. Teraz już okowy społecznych przesądów zaczynają pękać coraz wyraźniej. Maria kontynuowała badania nad promieniotwórczością, rozbudowała laboratorium i przygotowała międzynarodowy wzorec radu. W roku 1910 r. opublikowano jej dzieło na temat promieniotwórczości. Rok później ubiegała się o przyjęcie w poczet członków Francuskiej Akademii Nauk, jej kandydatura przepadła jednak w głosowaniu. Jakby na pocieszenie, czy na potwierdzenie wielkości uczonej, w 1911 r. Szwedzka Akademia Nauk przyznała jej Nagrodę Nobla za pracę nad wydzieleniem czystego radu.



Fot. 3. W 1911 r. Szwedzka Akademia Nauk przyznała Marii Skłodowskiej-Curie Nagrodę Nobla

Photo 3. In 1911 the Swedish Academy of Sciences awarded the Nobel Prize to Maria Skłodowska-Curie

Była uczoną i do tego kobietą uhonorowaną tą nagrodą dwukrotnie i to w dwóch różnych dziedzinach naukowych. Do dziś nikt nie powtórzył tego wyczynu. Niewątpliwie ta nagroda pomogła jej w utworzeniu w Paryżu Instytutu Radowego w 1912 r., w którym kierowała wydziałem fizyczno-chemicznym aż do śmierci. Od 1911 r. uczona jako jedyna kobieta bierze udział w słynnych kongresach Solvayowskich. Na tych spotkaniach największych fizyków ówczesnego świata do roku 1933 była jedyną kobietą. We wspomnianym roku dołączyły dwie inne damy nauki, Irena Joliot Curie i austriacka uczona, Lise Meitner. (zob. fot. 4, 5 i 6).

INSTITUT DU RADIUM.  
LABORATOIRE CURIE.  
1, rue Ponsard-Claire, Paris (5<sup>e</sup>).

Paris 8<sup>e</sup> Février 1923

CERTIFICAT. N° 3.38

DOSAGE DE RADIUM PAR LE RAYONNEMENT T.

NATURE ET PROVENANCE DE L'APPAREIL.  
Appareil à sel de Radium solide avec aiguille platine marquée N. 57  
Appareil n° 9  
Epaisseur 1.5 mm  
Le poids 0.544 gr.  
apporté par P. Hospital Necker le 29 Juin 1923  
et rendu à " " le 9 Février.

CONDITIONS DE MESURES.  
Le rayonnement T de l'appareil est comparé au rayonnement T de l'Étalon du Laboratoire.  
Si l'appareil n'a pas atteint son rayonnement limite, celui-ci est déduit des mesures par le calcul.  
L'appareil qui fait l'objet de ce Certificat avait atteint son rayonnement limite.

RÉSULTAT DES MESURES.  
Le rayonnement T limite émis à l'extérieur de l'appareil est équivalent à celui de  
1.425 Milligrammes de radium élément.

QUANTITÉ DE RADIUM CONTENUE DANS L'APPAREIL.  
Cette quantité est évaluée en tenant compte de l'absorption du rayonnement T par la paroi de l'appareil, conformément à l'épaisseur de celle-ci et à son coefficient d'absorption.  
L'épaisseur indiquée par P. Hospital Necker est mm. 0.5  
La correction qui en résulte est évaluée à 6%  
du rayonnement T qui émane de la substance.  
La quantité de radium contenue dans l'appareil est donc :

MILLIGRAMMES DE RADIUM ÉLÉMENT 1.325  
un mille-gramme, trois cent vingt cinq sur les dix

MILLIGRAMMES de Bromure de Radium hydraté RaBr<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O 2.420  
deux mille-grammes, quatre cent vingt sur les dix

à la condition que la matière employée ne contienne pas d'autres substances radioactives que le radium et ses dérivés.  
La précision des mesures est suffisante pour que l'erreur ne puisse atteindre 1%  
Ce Certificat est unique et doit accompagner l'appareil pour lequel il a été délivré.

Le Directeur du Laboratoire.  
M. Curie.

**Fot. 4.** Świadcstwo pomiarów zawartości radu w próbce, sporządzone własnoręcznie przez Marię Curie (kopia)

**Photo 4.** Certificate of the measurements of radium content in the sample performed by Madame Maria Curie with Her own hands (a copy)

Maria utrzymywała kontakty ze swoją ojczyzną, wspierała badania naukowe w Warszawie i wysłała do Polski swoich stypendystów, m.in. dwóch wybitnych fizyków, swoich uczniów: Jana Danysza (1889-1914) oraz Ludwika Wertensteina (1887-1945) do pracy w Laboratorium Radiologicznym, zorganizowanym przez Warszawskie Towarzystwo Naukowe.

Już od samego początku, kiedy Maria Skłodowska stała się Madame Curie, była lojalną obywatelką Francji (nadal pozostając polską patriotką). Była nią wtedy, kiedy dokonywała odkryć w szopie laboratoryjnej i dwukrotnie otrzymała Nagrodę Nobla, przynosząc prestiż Francji i Polsce, jak i podczas działań na frontach I wojny

światowej. Kiedy ogłoszono w Paryżu mobilizację, pisała w jednym z listów do Paula Langevina, że skoro nie może swoich sił oddać swojej własnej ojczyźnie, odda je ojczyźnie przybranej. Dzięki swemu uporowi zorganizowała dziesiątki ruchomych punktów prześwietleń, wyposażyła samochodowe laboratoria radiologiczne, prowadząc także samodzielnie furgonetki Renault i Peugeot, aby w szpitalach wojskowym diagnozować rannych. Szkoлиła również dziewczęta z obsługi tych urządzeń (chłopcy służyli w wojsku na froncie), aby mogły zostać asystentkami radiologicznymi (pielęgniarkami). Po wojnie w Instytucie Radowym powstała szkoła techników radiologów, do której przyjeżdżali także żołnierze amerykańscy.



**Fot. 5.** Ich 23 i ona jedna! Maria Curie jako uczestnik Pierwszego Kongresu Solvayowskiego w Brukseli (29.10-03.11.1911 r.), w którym wzięli udział najznakomitsi fizycy ówczesnej Europy. Od lewej do prawej stoją: R. B. Goldschmidt, M. Planck, H. Rubens, A. Sommerfeld, F. Lindemann, M. de Broglie, M. Kundsén, Hasenohrl, Hostelet, Herzen, J. H. Jeans, E. Rutherford, H. Kamerlingh-Onnes, A. Einstein, P. Langevin; Siedzą: W. Nernst, M. Brillouin, E. Solvay, H. A. Lorentz, O. H. Warburg, J. Perrin, W. Wien, M. Curie i H. Poincaré

**Photo 5.** One woman among 23 men. Marie Curie as a member of intellectual elite of European Physics during First Solvay Congress in Brussels (29 Oct.-3 Nov. 1911). From left to right, standing: R.B. Goldschmit, M. Planck, H. Rubens, A. Sommerfeld, F. Lindemann, M. de Broglie, M. Kundsén, Hasenohrl, Hostelet, Herzen, J.H. Jeans, E. Rutherford, H. Kamerlingh Onnes, A. Einstein, P. Langevin; Sitting: W. Nernst, M. Brillouin, E. Solvay, H.A. Lorentz, O.H. Warburg, J. Perrin, W. Wien, M. Curie, H. Poincaré



**Fot. 6.** W 1933 w kongresie brały udział jeszcze dwie kobiety: Irena Joliot Curie i Lise Meitner

**Photo 6.** In 1933 two other women also took part in the Solvay Congress: Irena Joliot Curie and Lise Meitner



Po I wojnie światowej, w 1918 r. zaczął funkcjonować w Paryżu Instytut Radowy, który stał się międzynarodowym centrum badań nad składem chemicznym substancji promieniotwórczych i ich zastosowań w medycynie.

W latach 1921 i 1929 r. Maria Skłodowska-Curie wyjeżdżała do Stanów Zjednoczonych (zob. fot. 7), po finansowe wsparcie dla Instytutów Radowych w Paryżu i w Warszawie.



**Fot. 7.** Powiększony kadr z fot. 5. Maria Curie pomiędzy Janem Perrin (po jej lewej) i Henrykiem Poincaré (po prawej)

**Photo 7.** Enlarged fragment of Fot 5. Marie Curie between Jean Perrin (on the left) and Henri Poincaré (on the right)



**Fot. 8.** Ameryka, Ameryka! Jedni jadą do niej za chlebem, a inni, jak Maria Curie z córkami Ireną i Ewą (rok 1921) i panią W. G. Maloney udają się po 1 gram radu, który mają jej ofiarować amerykańskie kobiety

**Photo 8.** America, America! While some went there for bread, Marie Curie went there in 1921 with Her daughters Irene and Eve and Mrs W.G. Maloney for a gram of radium offered to Her by American women

Maria Curie wygłosiła wiele wykładów w wielu krajach (m.in. w Belgii, Brazylii, Czechosłowacji, Hiszpanii, itp.), gdzie uniwersytety nadały jej tytuł doktora honoris causa, i gdzie otrzymała liczne nagrody i wyróżnienia, a także honorowe członkostwo towarzystw naukowych. Była także członkiem Międzynarodowej Komisji do Spraw Intelktualnej Współpracy w Lidze Narodów, reprezentowała tam także sprawę polską.

29 maja 1932 r. uczona przyjechała po raz ostatni do Warszawy na uroczystość otwarcia Instytutu Radowego w Warszawie.

Placówkę w całości wybudowano ze składek społecznych, społeczeństwo oddawało w ten sposób cześć sławnej Polce. Ona zaś zapewniła część wyposażenia i pierwszy gram radu.

Maria Skłodowska-Curie zmarła 4 lipca 1934 r. na białaczkę, spowodowaną długotrwałym działaniem promieniowania. Pochowano ją zgodnie z wolą zmarłej podczas skromnej, rodzinnej ceremonii w rodzinnym grobie w Sceaux u boku Piotra Curie. W roku 1995 prochy uczonych spoczęły w paryskim Panteonie, w którym spoczywają zasłużeni dla Francji. Maria Skłodowska-Curie jest pierwszą cudzoziemką i jedyną kobietą uhonorowaną w ten sposób za własne zasługi naukowe (fot. 8 i 9).



**Fot. 9.** Trumny z prochami Marii i Piotra Curie przed Panteonem, Paryż, 19 kwietnia 1995 r. W głębi fotografii widać prezydenta Francji F. Mitterranda, mera Paryża J. Chiraca i dalej córkę M. Curie, panią Ewę Curie-Labouisse

**Photo 9.** The coffins with ashes of Marie and Pierre Curie in front of Pantheon, Paris, 19 April 1995. In the deep background: President F. Mitterrand, Lord Mayor of Paris J. Chirac and Eve Curie – Labouisse, daughter of M. Curie

Odkrycie naturalnej promieniotwórczości miało miejsce we Francji, natomiast do identyfikacji składowych atomu największy wkład wnieśli Brytyjczycy. Identyfikacja jądra atomu dokonana w 1911 r. przez Ernesta Rutherforda stanowiła wielki przełom w nauce. Wraz z F. Soddy w 1912 r. Rutherford przypisał radioaktywność procesowi obejmującemu spontaniczny rozpad atomów. Rutherford, Soddy, Becquerel, państwo Curie i P. Villard (1900) zidentyfikowali poprzez zachowanie w polu magnetycznym trzy rodzaje emisji promieniowania: 1) cząsteczki alfa naładowane dodatnio; 2) cząsteczki beta jako elektrony naładowane ujemnie; 3) bezcząsteczki, wysokopenertrujące emisje promieni gamma.

W wyniku wielu eksperymentów dowiedziano, że wszystkie trzy typy promieniowania pochodzą z jądra naturalnie promieniotwórczych pierwiastków. Dalszym postępowaniem było ustalenie protonowo-neutronowego składu jąder atomowych i wyjaśnienie zjawiska izotopii. W następnych dekadach odkryto również inne źródła radioaktywności: w 1919 r. Rutherford realizuje pierwszą reakcję jądrową, używając cząsteczek alfa, natomiast odkrycie neutronu nastąpiło w 1932 r. przez J. Chadwicka, a sztucznej promieniotwórczości w 1934 r. przez Irenę Curie i F. Joliot'a. Opisano również właściwości różnych materiałów promieniotwórczych. Wszystkie te fakty spowodowały, że promieniotwórczość przekształciła się w nową gałąź nauki – **FIZYKĘ JĄDROWĄ!**

Ponieważ odkrycie promieniotwórczości i radioaktywnych pierwiastków ewaluowało w kierunku fizyki jądrowej, to ich zastosowanie dotyczy przede wszystkim medycyny jądrowej, reaktorów jądrowych i broni jądrowej. Pierwsze zastosowanie uzyskało akceptację społeczeństw, ale pozostałe dwa zastosowania są bardziej problematyczne.



**Fot. 10.** Ceremonia przeniesienia prochów małżeństwa Curie na Panteon, Paryż, 19.04.1995 r.

**Photo 10.** The funeral ceremony of transfer the remains of the Curies at Pantheon (19 April 1995, Paris)

Nazwiska **H. A. Becquerel, M. i P. Curie** istnieją w nauce. Dla przykładu:

1. Uznanyimi jednostkami promieniotwórczości w świecie są:

**1 becquerel = 1 Bq = 1 rozpad na sekundę,**

**1 curie = 1 Ci = 3,7 x 10<sup>10</sup> rozpadów na sekundę.**

2. Dr Glenn Seaborg ze współpracownikami odkryli nowy sztucznie wytworzony pierwiastek o liczbie atomowej 96, który na cześć państwa Curie nazwali **curium**.
3. Metoda leczenia raka, w której izotop jest umieszczony na powierzchni (brachy) lub bezpośrednio wewnątrz (endo) guza rakowego jest nazywana brachyterapią lub **endocurieterapią**.
4. Jeden z polskich uniwersytetów w Lublinie (UMCS) nosi nazwę Marii Curie-Skłodowskiej.
5. W Warszawie, przy ul. Freta 16, w domu, w którym urodziła się Maria Skłodowska-Curie, znajduje się muzeum poświęcone jej pamięci.
6. Wiele szkół, instytucji publicznych i fundacji w Polsce nosi jej imię.
7. W Warszawie od 22 lat działa w dawnym Instytucie Radowym (obecnie Klinika Centrum Onkologii) przy ul. Wawelskiej 15 Towarzystwo Marii Skłodowskiej-Curie w Hołdzie propagujące wiedzę o postaci i dokonaniach uczonej.

## PODZIĘKOWANIA

Autor tego artykułu pragnie serdecznie podziękować za pomoc pracownikom bibliotek:

- 1) Instytutu Francuskiego (Warszawa, ul. Widok 12);
- 2) Fizyki Teoretycznej (Warszawa, ul. Hoża 69);
- 3) Muzeum Marii Skłodowskiej-Curie (Warszawa, ul. Freta 16);
- 4) Towarzystwa Marii Skłodowskiej-Curie w Hołdzie (Warszawa, ul. Wawelska 15).

Zdjęcia pochodzą z archiwum Towarzystwa Marii Skłodowskiej-Curie w Hołdzie i archiwum autora.

*dr Edward Rurarz,  
Instytut Problemów Jądrowych,  
Otwock-Świerk*

*mgr Małgorzata Sobieszczak-Marciniak,  
prezes Towarzystwa Marii Skłodowskiej-Curie  
w Hołdzie,  
Warszawa*

## Przypisy:

- 1 Po II wojnie światowej fizycy potrafili organizować wielkie przedsięwzięcia naukowe, budować w szybkim tempie wielkie urządzenia badawcze i rozmawiać ze swoimi rządami.
- 2 Luminescencja - termin ogólny, który obejmuje różne procesy wzbudzania, takie jak chemiluminescencję, katodoluminescencję i fotoluminescencję oraz emisję światła. Niezależnie od czynnika wzbudzającego, luminescencję dzielimy na: fluorescencję, która trwa tylko w czasie działania czynnika wzbudzającego oraz fosforescencję, polegającą na uwalnianiu energii zgromadzonej w materiale luminescencyjnym (świecenia), trwającą nawet po usunięciu czynnika wzbudzającego.