

Maria Skłodowska-Curie (1867–1934) — jej życie i odkrycia naukowe

Rok 2011 — decyzją Zgromadzenia Organizacji Narodów Zjednoczonych (Rezolucja 63 podjęta z inicjatywy Etiopii), na wniosek UNESCO oraz IUPAC — proklamowano Międzynarodowym Rokiem Chemii (IYC 2011, *The International Year of Chemistry*). W tym roku przypada również setna rocznica otrzymania Nagrody Nobla w dziedzinie chemii przez Marię Skłodowską-Curie (MCS100), a także setna rocznica założenia Międzynarodowego Zrzeszenia Towarzystw Chemicznych, których bezpośrednim następcą stała się Międzynarodowa Unia Chemii Czystej i Stosowanej (IUPAC).

W grudniu 2010 roku Sejm Rzeczypospolitej Polskiej przyjął uchwałę w sprawie ustanowienia roku 2011 Rokiem Marii Skłodowskiej-Curie (ryc. 1). Obchody Międzynarodowego Roku Chemii staną się ponadto okazją do podkreślenia wkładu kobiet w naukę światową.

RODZINA, DZIECIŃSTWO I EDUKACJA MARI

Rodzina Skłodowskich pochodziła ze szlachty osiadłej na Mazowszu. Dziadek Marii, Józef Skłodowski, studiował na Uniwersytecie Warszawskim, a później został

dyrektorem cieszącego się bardzo dobrą opinią gimnazjum w Lublinie, gdzie był świetnym nauczycielem fizyki i chemii. Stryjeczny brat Józefa Skłodowskiego, Edmund, studiował nauki fizykalno-chemiczne na Sorbonie, gdzie opracował przemysłową metodę otrzymywania aluminium. Syn Józefa, Władysław (ojciec Marii), także chciał podjąć naukę na Uniwersytecie Warszawskim, jednak po powstaniu w 1830 roku uczelnia została tymczasowo zamknięta. Władysław był zmuszony brać prywatne lekcje z biologii, a następnie rozpocząć studia na politechnice w Sankt Petersburgu. Po powrocie do Warszawy pracował jako asystent nauczyciela. W roku 1860 poślubił piękną i starannie wykształconą Bronisławę Boguską, dyrektorkę jedynej prywatnej szkoły dla dziewcząt przy ulicy Freta w Warszawie [1].

Marya Salomea Skłodowska urodziła się w Warszawie 7 Listopada 1867 roku w oficynie domu przy ulicy Freta 16 (dzisiaj mieści się tam siedziba Polskiego Towarzystwa Chemicznego oraz znajdujące się pod jego opieką Muzeum Marii Skłodowskiej-Curie) jako najmłodsze z pięciorga dzieci. Starsze rodzeństwo Marii to: Zofia (ur. 1862), Józef (ur. 1863), Bronisława (ur. 1865) i Helena (ur. 1866). Ojciec Władysław Skłodowski

Bogdan Skwarzec

Katedra Analityki i Radiochemii Środowiska
Wydziału Chemii Uniwersytetu Gdańskiego



Rycina 1. Maria Skłodowska-Curie

Adres do korespondencji:
Prof. dr hab. n. med. Bogdan Skwarzec
Katedra Analityki i Radiochemii Środowiska
Wydział Chemii Uniwersytetu Gdańskiego
ul. Sobieskiego 18, 80-952 Gdańsk
e-mail: bosk@chem.univ.gda.pl

Copyright © 2011 Via Medica
ISSN 1897-3590

wierzył, że za pośrednictwem swego nauczania będzie w stanie podtrzymać polski patriotyzm oraz kulturę. Po powstaniu styczniowym, gdy rosyjskie władze zakazały polskim profesorom nauczania fizyki oraz chemii, zajęcia z nauk ścisłych profesora Skłodowskiego zostały odwołane [1]. W późniejszym okresie Maria Skłodowska-Curie napisała, że jej ojciec został przez te rosyjskie represje pozbawiony możliwości zrobienia kariery w dziedzinie nauk ścisłych [2]. Od najmłodszych lat ojciec wpajał Marii zamiłowanie do „przryków fizycznych” znajdujących się w gablotach gimnazjum. Od wczesnego dzieciństwa do jej umysłu docierały pewne pojęcia z zakresu nauk matematyczno-przyrodniczych. W wieku zaledwie czterech lat Maria nauczyła się czytać i odtąd pochłaniała książki, wśród których były także podręczniki i dzieła techniczne z biblioteki ojca. Z domu rodzinnego wyniosła również nawyk pracowitości. W 1871 roku matka Marii zachorowała na gruźlicę i została zmuszona do rezygnacji z pracy. Aby zaoszczędzić na budżecie domowym, szła buty dla swoich dzieci. Pomimo kosztownej kuracji w austriackich Alpach i Nicei umarła w maju 1878 roku. W międzyczasie, w styczniu 1875 roku, na tyfus umarła najstarsza piętnastoletnia siostra Marii — Zofia. Bolesne przeżycia związane ze śmiercią matki i siostry spowodowały u Marii głęboką depresję, która towarzyszyć jej będzie w dalszych latach życia [3]. Początkowo Maria razem z siostrami uczęszczała do szkoły przy ulicy Freta, a później przy Marszałkowskiej. W roku 1878 Władysław Skłodowski zapisał Marię do rosyjskiego III Żeńskiego Gimnazjum przy Krakowskim Przedmieściu 36, które zapewniało wyższą edukację. Rodzeństwo Skłodowskich spełniło oczekiwania swojego ojca, kończąc naukę jako najlepsi uczniowie. Także Maria, mając niecałe 16 lat, ukończyła 12 czerwca 1883 roku państwowe gimnazjum z najlepszym wynikiem w klasie (najwyższą oceną z każdego przedmiotu) oraz

złotym medalem jako najlepsza uczennica [1, 4].

PRACA I TAJNE STUDIOWANIE

Maria po ukończeniu gimnazjum, wyczerpana pracą, wyjechała na prawie cały rok na wieś do rodziny. Najpierw kilka miesięcy spędziła na południu w domu wujka Boguskiego, a potem u kolejnego wujka u podnóża Karpat. Był to najszczęśliwszy okres jej młodości życia [2]. Po pobycie u rodziny Maria powróciła do Warszawy, gdzie wraz z siostrą Bronią studiowały w latach 1884–1885 w tajnej wyższej szkole dla kobiet, zwanej „Latającym Uniwersytetem” [1]. W trakcie nauki Bronia i Maria udzielały korepetycji w domu, ale ich zarobki były na tyle niskie, że Maria zatrudniła się jako guwernantka w domu adwokata w Warszawie, a w 1886 roku u zamożnej rodziny ziemiańskiej Żórawskich we wsi Szczuki, w dawnej guberni płockiej. W międzyczasie Bronia udało się odłożyć kwotę wystarczającą na pokrycie zaledwie pierwszego roku studiów medycznych na paryskiej Sorbonie. Siostry obiecały sobie wzajemną pomoc, postanowiły, że Maria połowę swojej pensji będzie przysyłać Broni na pokrycie kosztów studiów, a gdy Bronia zostanie lekarzem, to wtedy będzie mogła pomóc Marii przyjechać do Paryża i dostać się na Sorbonę [3]. Pracując u rodziny Żórawskich, Maria zakochała się w synu gospodarza Kazimierzu, studencie Uniwersytetu Warszawskiego (późniejszym wybitnym matematykiem polskim, rektorze Uniwersytetu Jagiellońskiego i członku Polskiej Akademii Umiejętności). Młodzi poinformowali państwa Żórawskich o swoich ślubnych planach, ale nie uzyskali zgody rodziców. Z trudnej sytuacji wybawił Marię ojciec, który objął posadę dyrektora domu poprawczego poza Warszawą. Przekazał Marii, aby nie wysyłała więcej pieniędzy siostrze, ponieważ odtąd on weźmie na siebie to zobowiązanie. Maria z ulgą wypowiedziała pracę rodzinie Żórawskich [3].

Po ponad trzech latach Maria wróciła do Warszawy i w 1890 roku dzięki swemu bratu ciotecznemu, fizykochemikowi Józefowi Jerzemu Boguskiemu (w latach 1875–1876 był asystentem Dmitrija Mendelejewa, później został profesorem Warszawskiego Instytutu Politechnicznego), kierownikowi pracowni fizycznej, uzyskała dostęp do laboratorium w Muzeum Przemysłu i Rolnictwa. Tam pod opieką Napoleona Milicera (ucznia Roberta Wilhelma Bunsena, współtwórcy metody analizy widmowej) oraz jego asystenta Ludwika Kossakowskiego opanowała podstawy analizy chemicznej wraz z analizą minerałów i wód oraz zetknęła się z pracą naukowo-badawczą. Z tej pracowni Maria wyniosła pokaźny zasób wiedzy chemicznej i umiejętności analityczne, które będą jej bardzo pomocne w późniejszych pracach badawczych [2]. Na odczucie wygłoszonym na początku XX wieku powiedziała: „Gdyby mnie w Warszawie dobrze nie nauczyli analizy profesor Napoleon Milicer i jego asystent doktor Kossakowski, nie wydzieliłabym radu” [5]. W międzyczasie Bronia ukończyła wydział medycyny na Sorbonie (jako jedna z zaledwie trzech kobiet na tysiąc studentów) i wyszła w Paryżu za mąż za lekarza Kazimierza Dłuskiego. We wrześniu 1891 roku Maria napisała do Broni, że jeżeli tylko mogłaby jej zaoferować pokój i wyżywienie, przyjedzie do Paryża i zapisze się na Sorbonę [1].

WYJAZD DO PARYŻA I STUDIA NA SORBONIE

W wieku dwudziestu czterech lat Maria miała już ukształtowany charakter i osobowość, znamionowały ją zamiłowanie do badań doświadczalnych i spory zasób wiedzy [4]. Z doświadczenia wiedziała, że jeżeli będzie mieć wystarczająco dużo ciepłości i uporu, może osiągnąć to, co na pierwszy rzut oka wydaje się niemożliwe. Znajomość z Kazimierzem Żórawskim kosztowała ją cztery lata bolesnych przeżyć. Maria umocniła się

w przekonaniu, że należy mieć się na baczności przed angażowaniem w relacje z ludźmi. Postanowiła poświęcić się nauce i zrealizować pragnienie studiowania nauk matematyczno-fizycznych [3]. Pod koniec listopada 1891 roku Maria spakowała swoje ubrania, materac z pierza, jedzenie, picie oraz stołek, kupiła najtańszy bilet IV klasy (bez przedziałów) na pociąg do Paryża i rozpoczęła czterodniową podróż, którą zakończyła na dworcu Gare du Nord. Czekał na nią mąż Broni, Kazimierz Dłuski, który zabrał ją do ich mieszkania [1].

W trakcie tygodnia Maria, w towarzystwie siostry Broni, udała się na Sorbonę, aby zapisać się na zajęcia na Wydziale Nauk Ścisłych. Była jedną z dwudziestu trzech kobiet spośród prawie dwóch tysięcy studentów tego wydziału. Podpisała formularz zgłoszeniowy nie swoim polskim imieniem Maria, ale jego francuskim odpowiednikiem — Marie [3]. Pobierała nauki u tak znakomitych profesorów jak Paul Appell (późniejszy dziekan Wydziału), Gabriel Lippmann oraz Henri Pincare (matematyk i fizyk, którego badania z zakresu mechaniki nieba miały fundamentalne znaczenie dla zrozumienia naszego układu słonecznego) [2]. Po kilku miesiącach mieszkania u Dłuskich, Maria wynajęła nieogrzewany pokój na poddaszu sześciopiętrowego budynku w Dzielnicy Łacińskiej. Był to pierwszy z czterech takich pokoiów, które miała wynajmować w ciągu następnego dwóch i pół roku. Wraz z końcem każdego semestru wyprowadzała się, aby zaoszczędzić na wydatkach. Dla Marii okres studiów to czas ciężkiej pracy i ubóstwa. W autobiografii z 1923 roku napisała, że zimą w jej pokoju było tak przeraźliwie zimno, iż w misce zamarzała woda. Sypiała, przykrywając się wszystkimi ubraniami, jakie miała. Czasami, jednak nie za często, udawało jej się kupić wiadro węgla. Niekiedy urozmaicała swoją dietę, składającą się z herbaty, czekolady, chleba i owoców, jajkiem lub mięsem. Były to jednak rzadkie okazje [2].



Rycina 2. Maria i Piotr Curie

28 lipca 1893 roku Maria uzyskała licencjat nauk fizykalnych (*licence ès science physiques*) z pierwszą lokatą (z oceną „bardzo dobrze”) i rozpoczęła pracę w laboratorium Lippmanna, gdzie zajęła się badaniami nad magnetycznymi właściwościami różnych rodzajów stali. Dokładnie rok później, 28 lipca 1894 roku, otrzymała licencjat nauk matematycznych (*licence ès science mathématiques*), zajmując drugą lokatę (z oceną „dość dobrze”) w całej grupie. Dwa lata później, w 1896 roku, zdała (z pierwszą lokatą) konkursowy egzamin nauczycielski (*agrégation*), uprawniający do nauczania w żeńskich szkołach średnich [1].

MARIA I PIOTR CURIE

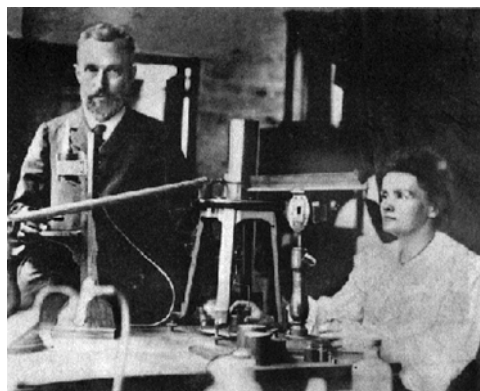
Z powodu braku miejsca w laboratorium Lippmanna, Marii nie udało się początkowo poczynić zbyt wielkich postępów, ale za namową polskiego fizyka Józefa Wierusz-Kowalskiego (ucznia Wilhelma Röntgena, profesora we Fryburgu) spotkała się z mało znanym fizykiem, który był jednym z czołowych ekspertów Francji w dziedzinie praw magnetyzmu — Pierrem Curie, profesorem Miejskiej Szkoły Fizyki Przemysłowej i Chemii Przemysłowej w Paryżu (*École Municipale de Physique et de Chimie Industrielles*).

Służył jej fachową poradą w zakresie użycia najnowocześniejszego elektrometru kwadrupolowego, który udoskonalił wraz ze swoim bratem Jacques'em [3]. Współpraca Marii z Piotrem zbliżyła ich do siebie i 26 lipca 1895 roku wzięli ślub cywilny (Piotr był bezwyznaniowy) w merostwie Sceaux pod Paryżem. Przez małżeństwo Maria nabyła obywatelstwo francuskie. Po ślubie posługiwała się czasami dwoma nazwiskami. Polskim zwyczajem przeciwnie do francuskiego nazwisko pannieńskie umieszczała na pierwszym miejscu (Szkłodowska-Curie). Małżeństwo to zapoczątkowało współpracę naukową, która wkrótce miała nabrać światowego znaczenia (ryc. 2). Dwa lata po ślubie, 12 września 1897 roku przyszła na świat pierwsza córka państwa Curie, Irena (Irène), a 6 grudnia 1904 roku druga — Ewa (Evè) [1].

PRACA BADAWCZA

W 1896 roku Henri Becquerel odkrył nowe zjawisko: promienie wysyłane przez sole uranu, mające związek z fosforescencją i podobne do promieniowania rentgenowskiego. Becquerel wykazał, że uran i jego związki samorzutnie wysyłają niewidzialne promienie przenikające przez ciała nieprzezroczyste, działające na kliszę fotograficzną i jonizujące powietrze. Sądząc, że temat ten został wyczerpany, Becquerel porzucił swe badania [6]. Maria Skłodowska-Curie wybrała jako temat pracy doktorskiej badania promieni uranowych odkrytych przez Henri Becquerela. Zainteresowała się szczególnie jonizacją, jako jedyną ilościowo mierzalną cechą ich właściwości. Becquerel oceniał jonizację promieni na podstawie prędkości opadania listków elektroskopu, sposób ten był mało dokładny. Maria postanowiła zerwać z praktykami ówczesnych badaczy nowych promieni.

Po pierwsze, użyła do pomiaru przewodnictwa powietrza precyzyjnego i czułego



Rycina 3. Maria z Piotrem w laboratorium

elektrometru wyposażonego w kwarc piezoelektryczny (elektroskop połączony z komorą jonizacyjną), opracowanego przez braci Jacques'a i Pierre'a Curie (ryc. 3). Prąd elektryczny przepływający przez zjonizowane powietrze w naładowanym kondensatorze był kompensowany przez prąd generowany w obwodzie kwarcu piezoelektrycznego. Wzmocnione w ten sposób natężenie prądu jonizującego, a stąd przewodnictwa, jest dokładną miarą aktywności badanego preparatu [2].

Po drugie, postanowiła zbadać dostępne minerały, skały i inne substancje. Dzięki dokładnym pomiarom stwierdziła, że natężenie promieni Becquerela nie zależy od fizycznego stanu preparatu uranowego, ani od jego składu chemicznego, a tylko od zawartości uranu: jest do tej zawartości proporcjonalne. Ponadto na przykład: pechblenda (blendy smolistej) wykazywała cztery razy większą aktywność od metalicznego uranu, a chalkolit zsyntezowany przez Marię wykazywał aktywność odpowiadającą zawartości w nim uranu, ale była ona sześciokrotnie niższa od aktywności chalkolitu naturalnego [2, 4]. Oprócz uranu badała wszystkie znane wówczas pierwiastki w stanie wolnym lub związanym i stwierdziła, że promieniuje również tor. Minerał toru o nazwie aeschnit [złożony tlenek toru $(\text{Ce}, \text{Ca}, \text{Fe}, \text{U}, \text{Th})(\text{Ti}, \text{Nb})_2 (\text{O}, \text{OH})_6$] wyka-

zywał również większą aktywność, niż sam tor. W odkryciu Marii nie mniej ważne jest stwierdzenie, że żaden ze znanych wówczas pierwiastków, poza uranem i torem, nie promieniuje. 12 kwietnia 1898 roku Maria napisała pracę, którą w jej imieniu na posiedzeniu Akademii Nauk zreferował jej mentor, profesor Gabriel Lippmann [7]. W następnych tygodniach Maria doszła do wniosku, że domieszki w naturalnym chalkolicie powinny zawierać jeszcze jakiś nie znany pierwiastek silnie promieniujący. Zsyntetyzowała związki o takim samym składzie jak chalkolit (lecz z czystych składników) i udowodniła doświadczalnie istnienie pierwiastka lub pierwiastków silniej promieniujących, niż uran i tor. Piotr zafascynowany jej odkryciem przerwał swoją pracę i odtąd małżonkowie Curie kontynuowali wspólnie pracę nad poszukiwaniem nieznanego pierwiastka w blendzie smolistej z czeskiej kopalni uranu w Jachymowie (związki uranu używane były jako żółty barwnik do produkcji czeskich wyrobów ze szkła) [8].

Maria izolowała pierwiastki zawarte w smółce przy użyciu klasycznej analizy chemicznej, a wspólnie z Piotrem rozdzielone frakcje poddawali pomiarowi ich jonizacji. Po kilku miesiącach mogli stwierdzić, że promieniowanie koncentruje się przede wszystkim w dwóch odrębnych chemicznych frakcjach. Jedna pod względem chemicznym zachowywała się jak bizmut (promieniująca 400-krotnie silniej niż uran), druga — jak bar. Maria była przekonana, że odkryli nowy pierwiastek, mogli to potwierdzić metodą spektroskopową, polegającą na podgrzaniu danego pierwiastka do momentu, gdy stał się on jarzącym gazem, a następnie załamaniu światła, jakie emitował, za pomocą pryzmatu i analizie powstającego widma. Metodą tą odkryto wcześniej 8 nowych pierwiastków. Eugene Demarçay (ekspert w dziedzinie widm) poddał analizie substancję wyizolowaną przez Marię, ale nie był w stanie wytworzyć czystej linii widma [1]. To gorzkie

rozczarowanie nie załamało Marii, była bowiem przekonana, że posiada wystarczający dowód na istnienie nowego pierwiastka. Małżonkowie Curie w dniu 18 lipca 1898 roku donieśli Akademii Nauk w Paryżu o nowym ciele promieniotwórczym zawartym w smółce uranowej i odkryciu nowego pierwiastka oraz zaproponowali, by studiowane przez nich zjawisko nazwać promieniotwórczością (*radioactivité*). „Niektóre rudy, zawierające uran i tor (blendy smoliste, chalcokit, uranit), są bardzo aktywne pod względem emisji promieni Becquerela. W poprzedniej pracy jedno z nas wykazało, że ich aktywność jest nawet większa od aktywności uranu i toru i wyraziło opinię, że fakt ten należy przypisać jakiejś innej, nadzwyczaj aktywnej substancji, która znajduje się w tych rudach w bardzo nieznacznej ilości [...]. Przypuszczamy, że ciało, które wyodrębniliśmy z blendy smolistej, zawiera nieznaną jeszcze metal, zbliżony do bizmutu pod względem właściwości chemicznych. Jeśli istnienie tego metalu się potwierdzi, proponujemy dla niego nazwę »polon« od nazwy ojczyzny jednego z nas” [9]. Maria Skłodowska-Curie poczuwała się również do obowiązku zakomunikowania o swych pracach polskiej społeczności naukowej. Ogłosiła 18 października 1898 roku na ten temat artykuł w miesięczniku „Światło” i nazwała tam radioaktywność „promieniowalnością”. Później w polskim tekście swej rozprawy doktorskiej przekształciła tę nazwę w „promieniotwórczość” i używała obu tych terminów [10]. Maria i Piotr zdawali sobie sprawę, że polon nie jest jedynym źródłem silnego promieniowania blendy smolistej, kontynuowali zatem rozdzielanie frakcji barowej. Becquerel w imieniu małżonków Curie 26 grudnia 1898 roku przedłożył w Akademii Nauk pracę, która została opublikowana w jej sprawozdaniu: „[...] Wyżej wyszczególnione fakty każą nam przypuszczać, że w tym nowym związku promieniotwórczym znajduje się nowy pierwiastek, który proponujemy na-

zwać radem. Nowy ten związek zawiera na pewno bardzo znaczną ilość baru, mimo to jednak jest on silnie promieniotwórczy. Promieniotwórczość radu musi być zatem ogromna” [11].

Początkowo odkrycia Marii Skłodowskiej-Curie zostały przyjęte z obojętnością. Kim była ta osoba? Co najwyżej przyszłym naukowcem, który nawet jeszcze nie ukończył swojej pracy doktorskiej. Polska emigrantka, która pracowała wcześniej jako guwernantka. Żona zatrudnionego w szkole przemysłowej wykładowcy i w dodatku kobieta. Sam Becquerel patrzył na nią z góry dlatego, że była kobietą, a w stosunku do Piotra był dwulicowy. Poza tym zarówno Maria, jak i Piotr nie należeli do establishmentu [3]. Od jesieni 1900 roku Maria pracowała w Wyższej Szkole Normalnej w Sèvres, jako pierwsza profesor kobieta, uczyła przyszłe nauczycielki żeńskich szkół licealnych.

Na początku małżonkowie prowadzili badania w miejskiej Szkole Fizyki Przemysłowej i Chemii Przemysłowej w oszklonej pracowni na parterze, która służyła za magazyn i halę maszyn. Pomieszczenie było niewygodne, a panująca w nim wilgoć utrudniała pomiary elektrostatyczne. Dyrektor szkoły oddał do dyspozycji Piotra i Marii opuszczoną szopę, w której mieściło się niegdyś prosektorium paryskiej Szkoły Lekarskiej przy ulicy Lhomond [1].

W tym drewnianym baraku ze szparami małżonkowie Curie przerobili kilka ton odpadów pozostałych po wydzieleniu uranu z blendy smolistej w Jachymowie (ryc. 4). W ciągu trzech i pół miesiąca Maria wraz z Andre Debierne'em przetworzyła pierwszą tonę odpadów i otrzymała 2 kg radonośnego chlorku baru, który był około 60 razy aktywniejszy od uranu [12]. Po trzech latach intensywnej pracy przetworzyła 8 ton odpadów z blendy smolistej i otrzymaną frakcję chlorku baru wraz z radem oczyszczała na drodze wielokrotnej (ponad tysiąckrotnej)



Rycina 4. Słynna szopa przy rue Lhomond, gdzie państwo Curie odkryli polon i rad

krystalizacji frakcyjnej, otrzymując preparaty coraz aktywniejsze i pozbawione baru. Wreszcie w lipcu 1902 roku otrzymała 1 decygram chlorku radu, którego czystość stwierdził spektroskopowo Demarçay. Wyznaczyła jego masę atomową na 225. Nie ulegało już żadnej wątpliwości, że rad jest nowo poznanym pierwiastkiem i można go było umieścić w układzie okresowym pod barem, jako najcięższy pierwiastek ziem alkalicznych [13]. Największą zapłatą za wysiłek był dla małżonków Curie widok świecących preparatów radowych, które wieczorem przychodzili oglądać. Wprawdzie to Becquerel odkrył promieniotwórczość, ale dopiero odkrycie radu umożliwiło stworzenie nauki o promieniotwórczości, która leżała u podstaw nowoczesnych poglądów na budowę materii. Równocześnie z pracami nad otrzymaniem czystego chlorku radu Maria i Piotr Curie badali różne właściwości promieniowania wysyłanego przez substancje [4].

Stwierdzili, że:

1. promieniowanie wysyłane przez radonośne sole baru może przekształcić zwykły tlen w ozon; zapoczątkowali w ten sposób chemię radiacyjną [14];
2. ciała nieaktywne znajdujące się w pobliżu preparatu radowego same stawały się promieniotwórcze; nazwali to promieniotwórczością wzbudzoną [15].

Maria tłumaczyła możliwą naturę promieniotwórczości w ten sposób: „Promie-

niowanie jest emisją materii, czemu towarzyszy zmniejszenie się ciężaru substancji promieniotwórczych [16]”.

Na Międzynarodowym Kongresie Nauki Piotr i Maria mówili o możliwości przekształcenia się atomu: „Rad wysyłałby nieustannie cząstki skrajnie małe naładowane elektrycznością ujemną. Energia, zmagazynowana w postaci energii potencjalnej, stopniowo by się rozpraszała i takie traktowanie zjawiska prowadziłoby w sposób nieuchronny do tego, że nie można by już uważać, że atom jest niezmienny”. Wydawało się zatem, że źródłem energii są jakieś procesy zachodzące wewnątrz atomów, a nie reakcje chemiczne. Wniosek ten, wysunięty przez Marię, miał doniosłe znaczenie i właśnie to spostrzeżenie zaskarbiło jej uznanie naukowców [17]. Hipotezę o przekształceniu atomu Maria Curie rozwinęła w odczycie, który wygłosiła 14 czerwca 1900 roku na Sorbonie, na dorocznym zebraniu publicznym Towarzystwa Przyjaciół Nauk (*Société Secours des Amis des Science*) [18]. Istotę przemiany promieniotwórczej poprawnie wytłumaczyli Rutherford i Soddy w latach 1902–1903, wykazując doświadczalnie, że istotnie atom pierwiastka promieniotwórczego przekształca się w tej przemianie w atom innego pierwiastka, ale należy podkreślić, że to Maria Curie pierwsza, trzy lata przed uczonymi brytyjskimi, wskazała na taką możliwość. W przeciwieństwie do radu brakowało dowodów spektroskopowych istnienia polonu, nic nie wiadano o jego właściwościach chemicznych, z wyjątkiem podobieństwa analitycznego do bizmutu, i nie znano jego masy atomowej. Polon istniał *de facto* jako pierwiastek chemiczny, ale *de jure* jednak przez Międzynarodową Komisję Ciężarów Atomowych nie był za taki uznawany [3].

Piotr Curie wraz z Becquerelem przeprowadzili badania wpływu promieniowania wysyłanego przez radonośny chlorek baru na żywe organizmy i ludzką skórę [19]. Z badań tych narodziła się curieterapia, tj.

”
Maria Curie wraz z mężem Piotrem Curie oraz z Henri Antoine Becquerem 10 grudnia 1903 roku została laureatem Nagrody Nobla z fizyki za badania promieniotwórczości naturalnej, a także za odkrycie polonu i radu

metoda leczenia polegająca na stosowaniu radu i innych naturalnych substancji promieniotwórczych do leczenia, przede wszystkim nowotworów złośliwych [2].

W czerwcu 1903 roku na zaproszenie Instytutu Królewskiego (*Royal Institution*) Maria Skłodowska-Curie wyjechała wraz z mężem do Londynu, gdzie Piotr wygłosił odczyt o radzie. Powitał ich lord Kelvin William Thomson, który w prezencie otrzymał odrobinę radu zamkniętą w szklanej ampułce. Na wykładzie byli obecni między innymi: Lord Rayleigh John William Strutt (późniejszy laureat Nagrody Nobla z 1904 roku za badanie gęstości gazów i odkrycie argonu), Sir Crookes William (w 1861 roku odkrył pierwiastek tal; badacz zjawisk towarzyszących wyładowaniom elektrycznym w rozrzedzonych gazach), Sir Joseph John Thomson (późniejszy laureat Nagrody Nobla z fizyki z 1906 roku za badania teoretyczne i eksperymentalne mechanizmu przewodnictwa elektrycznego w gazach) oraz Sir Dewar James (pierwszy skroplił wodór; wynalazł „naczynie Dewara”) [3].

PRACA DOKTORSKA

Wyniki badań uzyskane samodzielnie bądź wspólnie z Piotrem, czy z pomocą Bémonta lub Debierne’a (z zaznaczeniem, jaki był udział każdej z tych osób), Maria Skłodowska-Curie zebrała w rozprawie zatytułowanej „Badanie ciał promieniotwórczych”, którą w czerwcu 1903 roku przedstawiła Wydziałowi Matematyczno-Przyrodniczemu Uniwersytetu Paryskiego w celu uzyskania stopnia doktora [20]. Obrona odbyła się 25 czerwca 1905 roku przed komisją egzaminacyjną, której przewodniczył Gabriel Lippmann. Był to niezwykle zespół, znajdowało się wśród nich aż trzech przyszłych laureatów nagrody Nobla: Gabriel Lippmann (laureat Nagrody Nobla w dziedzinie fizyki z 1908 roku za podanie metody otrzymywania w emulsji barwnych obrazów fotograficznych), Henri Moissan (laureat Nagrody



Rycina 5. Dyplom Nagrody Nobla Marii i Piotra Curie

Nobla w dziedzinie chemii w 1906 roku; odkrywca fluoru) oraz Edmond Bouty (fizyk) [1]. W opinii przewodniczącego czytamy: „Wydzielenie radu jest zasługą samej Pani Curie, ona też kontynuowała badania właściwości radu, wykonując doświadczenia sama lub we współpracy z Panem Curie [...] Wyodrębniwszy rad, Pani Curie niewątpliwie oddała nauce usługę pierwszorzędnej wagi [...] Pani Curie odkryła ponadto inny pierwiastek aktywny — polon, którego jednak nie udało jej się wyodrębnić”. Polonu Maria Curie nie wyodrębniła. Wyodrębnił go jednak ten pierwiastek w czystej postaci w jej laboratorium i dokonano z nim szeregu ciekawych eksperymentów [3].

PIERWSZA NAGRODA NOBLA I ŚMIERĆ PIOTRA

Maria Curie wraz z mężem Piotrem Curie oraz z Henri Antoine Becquerem 10 grudnia 1903 roku została laureatem Nagrody Nobla z fizyki za badania promieniotwórczości naturalnej, a także za odkrycie polonu i radu (ryc. 5). Choroba małżonków przeszkodziła im w wyjeździe do Sztokholmu po odbiór nagrody, zrobili to dopiero w 1905 roku. W przemówieniu Piotr Curie przestrzegał ludzkość przed wielkimi zbrodniami, którzy, wciągając narody do wojny, mogą użyć zdobyczy nauki o budowie materii jako narzędzia zniszczenia [1].

Piotr i Maria Curie zdobywali coraz większe uznanie oraz sławę we Francji i za

granicą. W 1904 roku utworzono na Sorbonie specjalną Katedrę Fizyki dla Piotra Curie, a Marię mianowano adiunktem i kierownikiem laboratorium przy tej katedrze. Niestety laboratorium to nie zdążyło powstać za życia Piotra. Piotr Curie 19 kwietnia 1906 roku, wracając z zebrania Stowarzyszenia Profesorów Wydziału Nauk, uległ tragicznemu wypadkowi, został stratowany przez wózek konny [3]. Maria po śmierci Piotra objęła, nie bez problemów, Katedrę Fizyki na Sorbonie, najpierw jako wykładowca (od 5 listopada 1906 roku przejęła wykłady po Piotrze), a dopiero po dwóch latach w 1908 roku została profesorem zwyczajnym, jako pierwsza we Francji kobieta na takim stanowisku. Powróciła do badań nad radem, otrzymała 4 decygramy chlorku baru. W 1907 roku powtórzyła wyznaczenie masy atomowej radu i uzyskała dokładną wartość 226,45 [21], a w 1910 roku przy pomocy chemika André-Luisa Debierne otrzymała metaliczny rad [22].

We wrześniu 1910 roku wzięła udział w Międzynarodowym Kongresie Radiologicznym w Brukseli, gdzie powierzono jej sporządzenie międzynarodowego wzorca radu, i pracę tę wykonała w sierpniu 1911 roku. Wzorzec zawierał 21,99 miligrama czystego chlorku baru, przekazano go Międzynarodowemu Urzędowi Miar i Wag w Sèvres pod Paryżem. Ten sam Kongres na wniosek Marii Curie ustalił jednostkę promieniotwórczości curie (1 Ci to taka ilość emanacji, która pozostaje w równowadze z 1 gramem radu w ciągu tego samego czasu) [23].

GŁOSOWANIE W AKADEMII NAUK I SKANDAL Z PAULEM LANGEVINEM

Za namową przyjaciół Maria zgłosiła swą kandydaturę na wakujące miejsce w sekcji fizyki ogólnej Akademii Nauk w Paryżu, mając uzasadnione przekonanie, że będzie wybrana. Członkowie wszystkich pięciu akademii wchodzących w skład Instytutu Francji (w tym Akademii Nauk) większością głosów wypowiedzieli się 4 stycznia 1911 roku

za możliwością przyjęcia kobiet. Następnie dnia sekcja fizyki ogólnej rozpatrzyła zgłoszoną kandydaturę. Profesor Gabriel Lippmann zreferował dorobek Marii i w głosowaniu ustalono kolejność kandydatów: Maria Curie na pierwszym miejscu, pięciu kandydatów w porządku alfabetycznym na drugim i nazwisko teoretyka Marcela Brillouina, dołączone na wniosek pewnego członka Akademii. Maria musiała złożyć wymagane przez tradycję wizyty wszystkim członkom Akademii. Wreszcie 23 stycznia 1911 roku odbyło się publiczne posiedzenie wyborcze Akademii, na które notabene kobiety nie miały wstępu. Głosujących było 58; Edouard Branly (wynalazca koherera — urządzenia do wykrywania fal elektromagnetycznych) otrzymał 29 głosów, pani Curie 28, a Brillouin 1 głos. Ponieważ żaden z kandydatów nie uzyskał bezwzględnej większości, zarządzono drugą turę głosowania. Tym razem Branly otrzymał 30 głosów, a Maria pozostała przy 28. Był to jedyny w dziejach Akademii wypadek, by kandydat postawiony na pierwszym miejscu nie został wybrany [3].

Tego samego roku spotkało Marię jeszcze gorsze przeżycie. Na przełomie jesieni i lata wybuchł skandal. Skrajnie prawicowe pisma, takie jak: „*L’Oeuvre*”, „*Le Journal*”, „*La Libre Parole*”, rozpętały na cały kraj i świat dziką nagonkę z powodu romansu Marii Curie z jej współpracownikiem, fizykiem Paulem Langevinem, człowiekiem żonatym, ojcem czworga dzieci [4]. Wszczęto przeciwko Marii nieprzebijającą w środkach kampanię antyfeministyczną, nacechowaną ksenofobią. Doszło do tego, że poszczute przez prasę tłumy oblegały jej dom w Sceaux tak, że musiała uciec z miasta wraz z córeczkami. Prawie cała elita intelektualna Francji, Europy i Stanów Zjednoczonych stanęła w jej obronie [3].

KONGRESY SOLVAYA

Maria Curie w 1911 roku brała udział w I Kongresie Solvajowskim (Rada Fizyki Solvaya)



Rycina 6. Maria Skłodowska-Curie na I Kongresie Solvaya w Brukseli w 1911 roku



Rycina 7. Dyplom II Nagrody Nobla dla Marii Skłodowskiej-Curie

w Brukseli poświęconym teorii kwantów promieniowania. Spotkała tam najwybitniejszych naukowców epoki. Obrady Kongresu zorganizował chemik i przemysłowiec belgijski Ernest Solvay, założyciel Międzynarodowego Instytutu Fizyki, a przewodniczył im Hendrik Lorentz (holenderski fizyk; laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1902 r.). Wśród uczestników Kongresu znaleźli się między innymi: Max Karl Planck (fizyk niemiecki, późniejszy laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1918 r.), Ernest Rutherford (fizyk angielski; laureat Nagrody Nobla z chemii w 1908 r.), Albert Einstein (fizyk niemiecki, późniejszy laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1921 r.), Walter Hermann Nernst (chemik niemiecki, późniejszy laureat Nagrody Nobla z chemii w 1920 r.), Jean Baptiste Perrin (fizyk francuski, późniejszy laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1926 r.), Henri Poincaré (matematyk i filozof francuski) oraz Paul Langevin (fizyk francuski) (ryc. 6) [1].

Maria Skłodowska-Curie, wyprzedzając panujące wówczas poglądy naukowe, wyraziła podczas kongresu przekonanie, że wewnętrzna część atomu jest siedliskiem promieniotwórczości. Maria Skłodowska-Curie uczestniczyła także w sześciu następnych Radach Fizyki Solvaya i była członkiem Międzynarodowego Komitetu, który wraz z Radą Administracyjną stał na czele Międzynarodowego Instytutu Fizyki Solvaya [3].

DRUGA NAGRODA NOBLA

Po powrocie do Paryża zamiast zająć się pracą naukową, Maria odpowiadała na zarzuty prasy i ciężko zapadła na zdrowiu. W listopadzie 1911 roku przyznano Marii Skłodowskiej-Curie (jako pierwszej w świecie) drugą nagrodę Nobla, tym razem z chemii, za pracę nad własnościami chemicznymi i fizycznymi polonu i radu oraz za prace dotyczące metod wyodrębniania, oczyszczania i pomiaru aktywności pierwiastków promieniotwórczych, w tym za otrzymanie radu w stanie czystym (ryc. 7). W podróży do Sztokholmu towarzyszyła Marii siostra Bronia i starsza córka Irena. W przemówieniu wygłoszonym podczas ceremonii odebrania Nagrody Nobla w dniu 10 grudnia 1911 roku Maria Curie omówiła własne odkrycia i podkreśliła zasługi Piotra [1].

INSTYTUT RADOWY W PARYŻU

W 1912 roku delegaci Towarzystwa Naukowego Warszawskiego, pod przewodnictwem Henryka Sienkiewicza, namawiali bezskutecznie Marię do powrotu do Polski. Odmówiła nie tylko ze względu na zły stan zdrowia i obawy, że nie zdoła zorganizować nowej pracowni radiologicznej, ale także z powodu planów związanych ze zorganizowaniem budującego się w Paryżu instytutu, imienia jej męża. Udało jej się tego dokonać w 1914 roku, założyła Instytut Radowy i pracowała



Rycina 8. Instytut Radowy w Paryżu



Rycina 9. Maria Skłodowska-Curie w samochodzie służby rentgenologicznej

w nim aż do śmierci (ryc. 8). W Instytucie utworzono dwa działy: fizyczno-chemiczny i biologiczno-lekarski. Dyrekcję pierwszego (*Laboratoire Curie*) powierzono Marii, drugiego lekarzowi, Claudiusowi Regaud. W 1964 roku w Instytucie zostało otwarte Muzeum Curie dedykowane całej rodzinie: Marii, Pierre'owi, ich córce Irenie i zięciowi Fédéríkowi Joliot-Curie, czwórce wybitnych naukowców i pięciokrotnym noblistom [3].

Podczas I wojny światowej Maria wraz z córką Ireną zorganizowały wojskowe ruchome stacje służby rentgenologicznej, w których same brały aktywny udział i szkoliły do ich obsługi personel (ryc. 9). Maria Curie zorganizowała leczenie promieniotwórczością. Do naświetlania przygotowywała rurki z promieniotwórczą emanacją wydzielaną przez rozpadający się rad. Kilka lat po zakończeniu działań wojennych Maria szczegółowo opisała działalność służby rentgenowskiej i radiologicznej w czasie wojny

[24]. W roku 1918 Irena uzyskała licencjat z fizyki i została asystentką matki [1].

W następnych latach Maria wytrwale kontynuowała w Instytucie Radowym badania naukowe nad promieniotwórczością polonu. Opracowała metodę otrzymywania silnych źródeł polonowych i stworzyła chemię polonu [25, 26].

WIZYTA MARII W STANACH ZJEDNOCZONYCH, GENEWIE I POLSCE

W 1921 roku dzięki amerykańskiej dziennikarce Marie Mattingley-Moloney, redaktorce pisma „*The Delineator*”, Maria wyjechała z córkami do Stanów Zjednoczonych, tam spotykała się z prezydentem Warrenem G. Hardingiem. Otrzymała wtedy w prezencie od amerykańskich kobiet gram radu zamknięty w szkatułce, do której złoty kluczyk wręczył jej prezydent Harding [3]. W 1922 roku brała udział w pracach Międzynarodowej Komisji Współpracy Intelktualnej w Genewie. Rada Ligi Narodów mianowała Marię Skłodowską-Curie członkiem tej komisji; później została jej wiceprzewodniczącą. Za ogromny jej wkład w medyczne zastosowania radu do zwalczania nowotworów złośliwych Maria w 1922 roku została członkiem Narodowej Akademii Medycznej w Paryżu [1].

Nigdy nie zapomniała o Polsce, dzięki jej bezpośredniej pomocy w warszawskiej Pracowni Radiologicznej mogły rozwinąć się badania naukowe. W 1925 roku przybyła do kraju i wzięła udział w poświęceniu kamienia węgielnego pod Instytut Radowy w Warszawie. Spotkała się wtedy z prezydentem Stanisławem Wojciechowskim oraz wieloma polskimi fizykami i chemikami. Tego samego roku Irena obroniła pracę doktorską zatytułowaną „Badania nad promieniami alfa polonu” [1].

W październiku 1929 roku Maria odwiedziła Stany Zjednoczone po raz drugi. Była gościem prezydenta Stanów Zjednoczonych Hoovera Herberta Clarka i przez kilka dni



Rycina 10. Instytut Radowy w Warszawie przy ulicy Wawelskiej 15. Na skwerku przed gmachem znajduje się pomnik Marii Skłodowskiej-Curie dłuta Ludwiki Kraskowskiej-Nitschowej

mieszkała w Białym Domu. Ameryka darowała Marii Curie drugi gram radu, zakupiony za pieniądze (około 80 000 dolarów) zebrane wśród kobiet amerykańskiej Polonii. Zwiedziła Uniwersytet Św. Wawrzyńca pod opieką Owena D. Younga (amerykańskiego prawnika i ekonomisty). Na frontonie gmachu fizyki obejrzała płaskorzeźbę w kamieniu przedstawiającą jej wizerunek. Wzięła także udział w jubileuszu Edisona [3]. Do Polski przyjechała ponownie w 1932 roku i 29 maja uczestniczyła jako honorowy dyrektor w uroczystości otwarcia Instytutu Radowego (dzisiaj to Instytut Onkologii) im. Marii Skłodowskiej-Curie w Warszawie, powstałego dzięki składkom całego społeczeństwa (ryc. 10). Dyrektorem Instytutu Radowego została jej siostra dr Bronisława Dłuska. Wraz z prezydentem RP prof. Ignacym Mościckim wzięła udział w inauguracji szpitala należącego do Instytutu. W czasie tego pobytu ofiarowała 1 gram radu dla potrzeb leczniczych, darowany w czasie pobytu w Ameryce w 1929 roku. Uczestniczyła także w sadzeniu drzewek przed Instytutem Radowym. Była to ostatnia podróż Marii Skłodowskiej-Curie do Polski [1].

OSTATNIE LATA ŻYCIA I ŚMIERĆ MARI

Na wiosnę 1933 roku Maria prowadziła ostatnie wykłady na Sorbonie. W październiku 1933 roku odbył się w Paryżu VII Kon-



Rycina 11. Płyta nagrobna Marii i Piotra Curie

gres Solvayowski poświęcony strukturze i własnościom jądra atomowego. Komitetowi naukowemu Kongresu przewodniczył Paul Langevin. Na Kongres poza Marią Skłodowską-Curie zaproszono jeszcze dwie kobiety: Lisę Meitner (współpracującą wówczas w Berlinie z Otto Hahnem, gdzie w 1919 roku odkryli pierwiastek protaktyn) oraz Irenę Joliot-Curie wraz z mężem Frederikiem Joliot-Curie (fizyków francuskich; późniejszych laureatów Nagrody Nobla z chemii w 1935 r.). Albert Einstein był nieobecny na Kongresie, ponieważ przebywał wtedy w Stanach Zjednoczonych [1].

Tuż przed śmiercią Maria zakończyła pisanie monografii „Promieniotwórczość”, lecz nie doczekała się wydania książki. Publikacja ta zawierała treść jej wykładów na Sorbonie [27]. Odkrycie sztucznej promieniotwórczości w 1934 roku przez jej córkę Irenę Curie i zięcia Fredericka Joliot sprawiło Marii ostatnią wielką radość [28]. W 1935 roku Irena wraz z mężem zostali laureatami Nagrody Nobla w dziedzinie chemii przyznanej za syntezy nowych pierwiastków promieniotwórczych.

W 1934 roku u Marii zaczęły wyraźnie występować objawy anemii złośliwej (białaczki aplasycznej o przebiegu gwałtownym, gorączkowym). Zmarła 4 lipca 1934 roku w sanatorium Sancellemoz w Sabaudii na skutek choroby spowodowanej długoletnią pracą z substancjami promieniotwórczymi;



Rycina 12. Przeniesienie zwłok Marii i Piotra Curie do Panteonu

była pierwszą ofiarą radioaktywności. Pochowano ją w Sceaux pod Paryżem, obok męża (ryc. 11) [1].

EPILOG

20 kwietnia 1995 roku doczesne szczątki Piotra i Marii przeniesiono do paryskiego Panteonu. W uroczystości wzięli udział: prezydent Francji — François Mitterand, Polski — Lech Wałęsa oraz członkowie rodzin otoczonej czcią pary naukowców: ich córka Ewa, dzieci nieżyjącej już córki Ireny i jej męża Frederica Joliot-Curie, dwójka wybitnych naukowców, fizyków jądrowych — Helene Langevin-Joliot (żona Michaela Langevina, wnuka Paula) i Pierre Joliot. Maria Skłodowska-Curie została pierwszą kobietą pochowaną pod kopułą paryskiego Panteonu w uznaniu jej zasług. Odznaczona została Legią Honorową (ryc. 12) [3].

LEGENDA MARI SKŁODOWSKIEJ-CURIE ORAZ ZNACZENIE I KONSEKWENCJE JEJ ODKRYĆ

Maria Skłodowska-Curie była pierwszą kobietą, która została doktorem nauk, wykładowcą i profesorem Sorbony. Jej lista zasług i osiągnięć naukowych jest niezwykle długa: dzięki jej pracom powstała nauka o promieniotwórczości, opracowane przez nią metody badań pierwiastków promieniotwórczych do dzisiaj stanowią podstawę radiochemii, wraz z Piotrem zajęła się badaniem wpływu

promieniowania jonizującego na procesy chemiczne, stwarzając chemię radiacyjną, odkryła dwa pierwiastki promieniotwórcze: polon i rad. Jest, jak dotąd, jedynym podwójnym laureatem Nagrody Nobla z dziedziny naukowej (fizyka i chemia). Cała fizyka i chemia jądrowa tkwią swymi korzeniami w odkryciach małżonków Marii i Piotra Curie. Wspólnie z Piotrem zainicjowali medyczne zastosowanie promieniotwórczości i stworzyli metodę leczenia radem (curioterapię). Nazwisko Curie noszą nie tylko liczne placówki naukowe, ulice i place w miastach różnych krajów, ale też od nazwiska Curie pochodzi nazwa pierwiastka nr 96 — kiur (curium), nazwy trzech minerałów uranowych (kiuryt, skłodowskit i kuproskłodowskit). Podobiznę Marii Skłodowskiej-Curie można znaleźć wśród wizerunków „największych dobroczyńców ludzkości” [3].

UCZNIOWIE I NASTĘPCY MARI SKŁODOWSKIEJ-CURIE W POLSCE

Jednym z pierwszych Polaków, uczniów Marii Skłodowskiej-Curie był Mirosław Kernbaum, pionier w dziedzinie chemii radiacyjnej, który ustalił mechanizm radiolizy wody. Po trzyletnim pobycie w pracowni Marii, przeniósł się do Krakowa z zamiarem kontynuowania tam badań. Niestety, zaledwie w wieku 29 lat popełnił samobójstwo. Dla uczczenia jego pamięci, jego ojciec ofiarował w 1907 roku Towarzystwu Naukowemu

Warszawskiemu sumę 10 tysięcy rubli na założenie w Polsce pracowni radiologicznej i zobowiązał się utrzymywać tę pracownię, której kierownictwo zgodziła się objąć sama Maria Skłodowska-Curie [29]. Maria Curie delegowała do Warszawy dwóch najzdolniejszych asystentów: Jana Danysza (badacza promieni beta i twórcę ich spektroskopii) i Ludwika Wertensteina (autora prac nad odrzutem cząstek atomu promieniotwórczego, spowodowanym emisją cząstek alfa i beta). Pracownia radiologiczna im. Mirosława Kernbauma powstała w sierpniu 1913 roku, a w listopadzie tego roku Maria Skłodowska-Curie przybyła do Warszawy, by wziąć udział w jej otwarciu. Szczegółowo ustaliła plan prac badawczych i organizacji placówki [1]. Jej zastępcą został Danysz, któremu pomagać miał Wertenstein jako asystent. Pracownia stała się filią paryskiego laboratorium Marii Curie. Po śmierci Danysza (zginął we Francji w jednej z pierwszych bitew I Wojny Światowej) faktyczne kierownictwo pracowni objął Wertenstein, który w latach 1921–1925, na wniosek Marii, został zastępcą kierownika, a w roku 1926 oficjalnie kierownikiem; Maria Skłodowska-Curie pozostała kierownikiem honorowym. Pracownia istniała do wybuchu II Wojny Światowej w 1939 roku. W 1918 roku do pracowni przybył Henryk Herszfinkiel i zajmował się metodami rozdzielania pierwiastków promieniotwórczych. W roku 1934 w pracowni warszawskiej Ludwik Wertenstein oraz Marian Danysz (syn Jana) i Michał Żyw otrzymali sztuczny promieniotwórczy fluor, bombardując azot cząstkami alfa i w analogiczny sposób promieniotwórczy skand z potasu [29]. Józef Rotblat w pracowni otrzymał w 1935 roku promieniotwórczy kobalt, powszechnie dziś używany w medycynie i tech-

nice, jako źródło promieniowania, natomiast w 1939 roku odkrył emisję neutronów w procesie rozszczepienia. W roku 1932 w Warszawie dzięki inicjatywie Marii Skłodowskiej-Curie i ofiarności społeczeństwa powstał Instytut Radowy (dzisiaj Instytut Onkologii im. Marii Skłodowskiej-Curie). Maria ofiarowała placówce gram radu w ampułce do celów leczniczych i została jej honorowym dyrektorem. Dyrektorem Instytutu został Franciszek Łukaszczyk, pracownik działu lekarsko-biologicznego w Instytucie Radowym w Paryżu. Kierownictwo pracowni onkologii eksperymentalnej powierzono Cezaremu Pawłowskiemu, który przez kilka lat pracował w Laboratorium Curie Paryskiego Instytutu Radowego. Poza Pracownią imienia Kernbauma i Instytutem Onkologii w Warszawie wielu polskich uczniów Marii Curie kontynuowało w polskich wyższych uczelniach prace rozpoczęte pod jej kierunkiem. Byli to: Zygmunt Aleksander Klemensiewicz, fizyk jądrowy na Politechnice Lwowskiej (w okresie międzywojennym) i po wojnie na Politechnice Gliwickiej, Alicja Dorabalska, która skonstruowała wspólnie z Wojciechem Świętosławskim mikrokalorimetr adiabatyczny do badania efektów cieplnych promieniotwórczości, pracowała najpierw na Politechnice Warszawskiej, później Lwowskiej (była pierwszą kobietą profesorem tej uczelni), a po II Wojnie Światowej na Politechnice Łódzkiej, gdzie wypromowała wielu wybitnych profesorów tej uczelni, Ignacy Złotowski, fizykochemik, który prowadził badania mikrokalorometryczne ciepła promieniowania radu i produktów jego przemian, a po II Wojnie Światowej zorganizował Katedrę Chemii Jądrowej na Uniwersytecie Jagiellońskim, następnie Warszawskim [29].

PIŚMIENNICTWO

1. Curie E., *Madame Curie: A Biography*, Gallimard, Paris, 1937 (przekład polski Maria Curie, PWN, Warszawa 1967).
2. Skłodowska-Curie M., *Pierre Curie and Autobiographical Notes*, Macmillan Company, New York 1923.
3. Goldsmith B., *Obsessive Genius: The Inner World of Marie Curie*, New York, W.W. Norton, 2005 (przekład polski Geniusz i obsesja, Wydawnictwo Dolnośląskie, Wrocław, 2006).
4. Reid R., *Marie Curie*, William Collins Sons & Co Ltd, London, 1974.
5. Miłobędzki T., Dawne typy w nowej chemii, *Roczniki Chemii*, 1939; 19: 17–30.
6. Becquerel H. Sur les radiations invisibles émises par les sels d'uranium, *C.R.Acad. Sci.Paris*, 1896; 122: 689–694.
7. Mme Skłodowska Curie. Rayons émis par les composés de l'uranium et du thorium, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Paris* 1898; 126: 1101–1103.
8. Pflaum R., *Grand Obsession: Madame Curie and Her World*, Doubleday, New York, 1989.
9. Curie P., Mme S. Curie. Sur une substance nouvelle radioactive contenue dans la pechblende, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Paris*, 1898; 127: 175–178.
10. Skłodowska-Curie Marya, Poszukiwanie nowego metalu w pechblendzie, *Światło*, 1898; 1: 54–61.
11. Curie P., Mme P. Curie et G. Bémont. Sur une nouvelle substance fortement radioactive, contenue dans la pechblende, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Paris*, 1898; 127: 1215–1217.
12. Mme Skłodowska Curie, Sur le poids atomique du métal dans le chlorure de baryum radifère, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Paris*, 1899a, 129, 760–762.
13. Mme Curie, Sur le poids atomique du radium, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Paris*, 1902; 135: 161–163.
14. Curie P., Curie M., Effets chimiques produits par les rayons de Becquerel, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Paris*, 1899a, 129: 823–825.
15. Curie P., Mme M.-P. Curie, Sur la radioactivité provoquée par les rayons de Becquerel, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Paris*, 1899b; 129: 714–716.
16. Mme Skłodowska Curie, Les rayons de Becquerel et le polonium, *Revue Générale des Sciences Pures et Appliquées*, 1899b; 10: 41–50.
17. Curie P., Curie M., Les nouvelles substances radioactives et les rayons qu'elles émettent, *Rapports présentés au Congrès International de Physique*, 1900; v.III: 79–114.
18. Mme Curie, Les nouvelles substances radioactives, *Revue Scientifique (Revue Rose)*, Série 4, 1900; 14: 65–71.
19. Becquerel H., Curie P., Action physiologique des rayons du radium, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Paris*, 1901; 132: 1289–1291.
20. Mme Skłodowska Curie, *Recherches sur les substances radioactives*, Thèses, à la Faculté des Sciences de Paris, Gauthier-Villars, Paris, 1903.
21. Mme Curie, Sur le poids atomique du radium, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Paris*, 1907; 145: 422–425.
22. Curie M., Debierne A. Sur le radium métallique, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Paris*, 1910; 151: 523–525.
23. Mme Curie M., Les mesures en radioactivité et l'étalon du radium, *Journal de Physique*, 5e série, 1912; 2: 715–746.
24. Mme Curie, *La radiologie et la guerre*, Libraire Félix Alcan, Paris, 1921.
25. Mme Curie, Sur la distribution des intervalles d'émission des particules alpha du polonium, *Journal de Physique et le Radium*, 1920; 1: 12–14.
26. Skłodowska-Curie M., Stan obecny chemii polonu, *Roczniki Chemii*, 1926; 6: 355–361.
27. Mme Curie, *Radioactivité*, Hermann et Cie, Paris, 1935.
28. Mme Curie I., Joliot M.F., Un nouveau type de radioactivité, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Paris*, 1934; 198: 254–256.
29. Hurwic J., *Maria Skłodowska-Curie i promieniotwórczość*, Wydawnictwo Edukacyjne Zofii Dobrowskiej, Warszawa 1993.