

Wiadomości Uniwersyteckie

Nr 3/232
Marzec
2017



150.

rocznica urodzin
Marii Curie-Skłodowskiej



Fotorelacja



JUBILEUSZ

Rola Marii Curie-Skłodowskiej
w rozwoju nauki

s. 12–19

KARTKA Z KALENDARZA

Profesor Edward Olszewski.
Wspomnienie

s. 21–25

NAUKA I LUDZIE

Lublin 2017 – 700 lat miasta.
Lokacja miasta na prawie
magdeburskim...

s. 27–30

PL ISSN 1233-216X

Pokaz przedpremierowy filmu *Maria Skłodowska-Curie*

Fot. Grzegorz Hartfel, www.filmweb.pl



Łaj Pokromski nakreślił z kolei proces pozyskiwania funduszy na produkcję filmu. Na koniec widzowie mieli okazję zadać gościom kilka pytań i porozmawiać indywidualnie po spotkaniu.

Światowa premiera filmu *Maria Skłodowska-Curie* odbyła się we wrześniu 2016 r. ramach Międzynarodowego Festiwalu Filmowego w Toronto. W listopadzie 2016 r. obraz znalazł się w prestiżowym Konkursie Głównym Międzynarodowego Festiwalu Sztuki Autorów Zdjęć Filmowych – Camerimage. 20 stycznia 2017 r. został uho-

23 lutego 2017 r. w sali widowiskowej Inkubatora Medialno-Artystycznego UMCS odbył się przedpremierowy pokaz filmu *Maria Skłodowska-Curie* dla społeczności akademickiej Uniwersytetu, zaproszonych gości oraz mediów. Udział w nim wzięli m.in. rektor prof. Stanisław Michałowski, prorektorzy prof. Urszula Bobryk i prof. Arkadiusz Bereza, kanclerz Grażyna Fiok oraz rektorzy UMCS poprzednich kadencji. Wydarzenie zorganizowano w ramach obchodów 150. rocznicy urodzin Marii Curie-Skłodowskiej.



Fot. Grzegorz Hartfel, www.filmweb.pl

Rektor prof. Stanisław Michałowski przywitał zebranych gości, mówiąc: „Bardzo się cieszę, że możemy wspólnie obejrzeć historię kobiety, która dzięki swojej inteligencji, wybitnej wiedzy i umiejętnościom dokonała tak epokowych odkryć”.

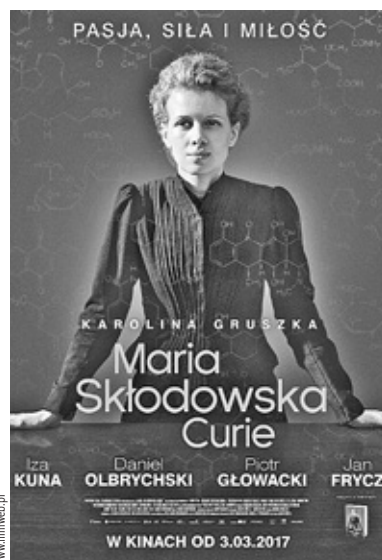
Pokaz filmowy swoją obecnością uświetnili twórcy produkcji: reżyser Marie Noëlle, producent Mikołaj Pokromski i aktor Daniel Olbrychski. Po projekcji odbyło się spotkanie autorskie prowadzone przez Łukasza Kucharskiego z TV UMCS, podczas którego widzowie mieli okazję poznać kulisy powstania filmu. Marie Noëlle opowiedziała o poszukiwaniu aktorów do poszczególnych ról: „Największą trudność miałam ze znalezieniem odtwórczyni Marii. Zajął mi to dwa lata. [...] Kiedy zobaczyłam Karolinę Gruszkę, zakochałam się w niej”.

W podobnym tonie wypowiadał się Daniel Olbrychski, czyli filmowy prof. Emil Amagat. Aktor był pod

wrażeniem Karoliny Gruszki i chwalił umiejętności językowe zarówno jej, jak i Izabeli Kuni (odgrywającej siostrę Marii). Aktorki w filmie posługują się językiem francuskim, choć na co dzień nim nie władają. Miko-

norowany najważniejszymi niemieckimi nagrodami filmowymi: Bavarian Film Awards – za najlepszą reżyserię i najlepszą scenografię. W polskich kinach film zagościł 3 marca 2017 r.

Opracowanie: Centrum Promocji



Reżyseria: Marie Noëlle

Scenariusz: Marie Noëlle, Andrea Stoll

Produkcja: Belgia, Francja, Niemcy, Polska 2016

Zdjęcia: Michał Englert

Muzyka: Bruno Coulais

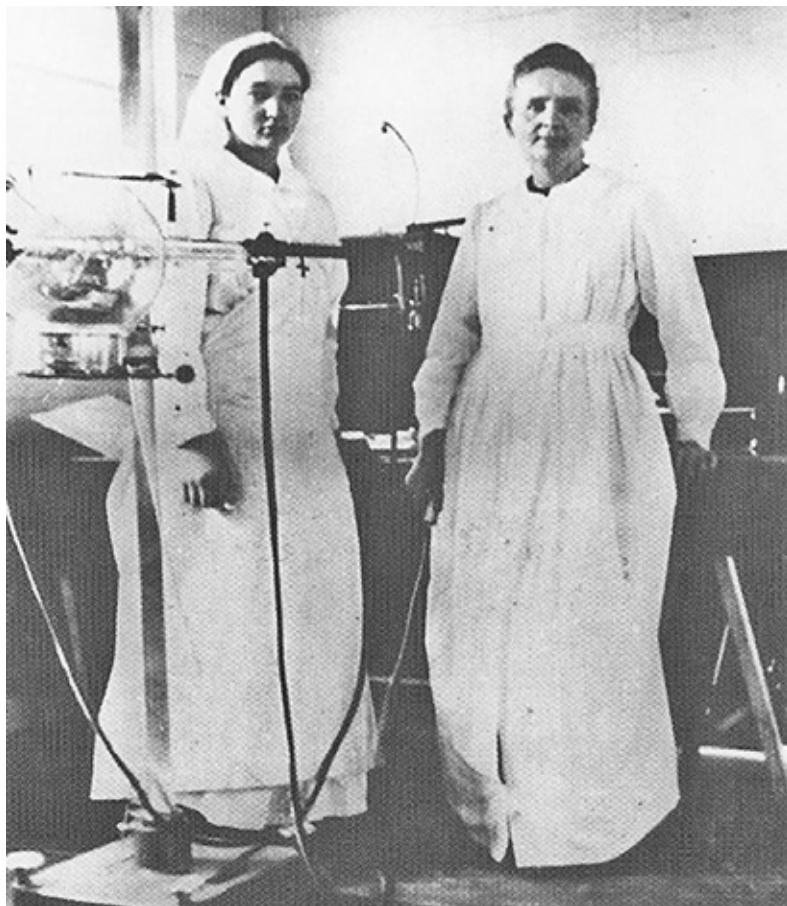
Obsada: Karolina Gruszka – Maria Skłodowska-Curie; Arie Walthaler – Paul Langevin; Charles Berling – Piotr Curie; Izabela Kuna – Bronisława Skłodowska; Malik Zidi – André Debierne; André Wilms – Eugène Curie; Daniel Olbrychski – Emile Amagat; Marie Denard – Jeanne Langevin; Samuel Finzi – Gustave Téry; Piotr Głowacki – Albert Einstein; Jan Frycz – Ernest Solvay; Sabin Tambrea – August Gyldenstøpe

Rola Marii Curie-Skłodowskiej w rozwoju nauki

(...) trzeba mieć odwagę i głównie wiarę w siebie, w to, że się jest do czegoś zdolnym i że do tego czegoś dojść potrzeba¹

M. Skłodowska

Postęp, jaki w naukach przyrodniczych dokonał się za sprawą Marii Curie-Skłodowskiej, jest niezaprzeczalny. Chcąc jednak w pełni pojąć przełomowość osiągnięć naszej Patronki, należy osadzić je w realiach epoki, w której przyszło jej żyć i pracować – poznać ówczesny stan wiedzy oraz poglądy autorytetów naukowych, przede wszystkim jednak uświadomić sobie wielorakie ograniczenia (zarówno te techniczne, jak i kulturowe), z którymi Skłodowskiej przyszło się zmierzyć, a które – za sprawą otwartego umysłu, uporu i niezłomnej konsekwencji – udało się jej przezwyciężyć.



• Maria z córką Ireną podczas szkolenia radiologicznego w szpitalu polowym na froncie I wojny światowej. Źródło: P. Cieśliński, J. S. Majewski, *Śladami Marii Skłodowskiej-Curie*, Warszawa 2011.

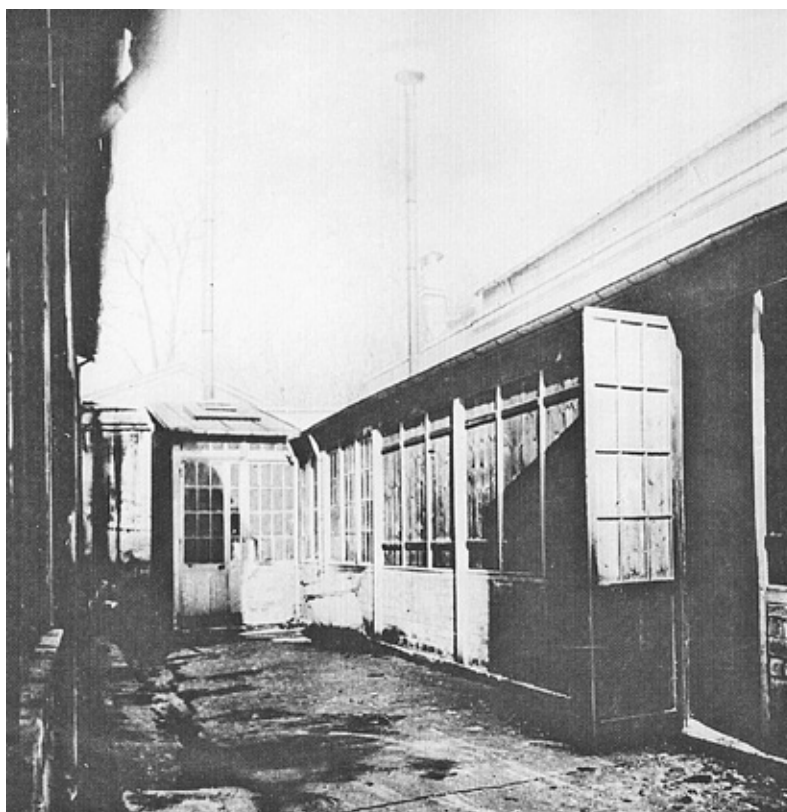
Świat nie ma już dziś dla nas tajemnic² – orzekł w 1885 r. wybitny francuski chemik Marcelin Berthelot, oddając tym samym trafnie stan świadomości środowiska naukowego u schyłku XIX w. Panowało wówczas dość powszechne przekonanie (poparte chociażby przez takie autorytety jak Philipp von Jolly, Albert Michelson czy William Kelvin), jakoby fizyka osiągnęła szczytową formę swojego rozwoju i stała się nauką niemalże kompletną. Wymagające zaś wciąż wyjaśnienia fakty doświadczalne były raczej marginalizowane: (...) w tym czy innym zakątku pozostaje jeszcze do zbadania jakiś pyłek czy pęcherzyk, ale jeśli chodzi o system jako całość, to jest on dość zabezpieczony (...)³. Jednym z takich „pęcherzyków” zdawało się być zjawisko emisji promieniowania z substancji zawierającej uran, przypadkowo zaobserwowane przez Henriego Becquerela w lutym 1896 r. To, całkowicie zbagatelizowane wówczas przez świat nauki, odkrycie miało wkrótce, za sprawą Skłodowskiej, dać początek nowej dziedzinie badań.

Promieniowanie

28 grudnia 1895 r. niemiecki fizyk Wilhelm Conrad Roentgen opublikował pracę, w której donosił o odkryciu nowego typu niewidzialnego promieniowania charakteryzującego się dużą przenikliwością (promienie X). Przedstawił jego podstawowe właściwości, a także zasugerował, że źródłem tego promieniowania mogą być fale podłużne w eterze⁴. Brak bezpośrednich dowodów na potwierdzenie tej hipotezy stał się dla wielu fizyków impulsem do podjęcia szeregu badań w celu pełnego wyjaśnienia natury promieni X. Atrakcyjność tematu oraz ogólna dostępność potrzebnej aparatury badawczej⁵ zaowocowały zintensyfikowanymi pracami. Badania prowadzono zarówno w Europie, jak i Stanach Zjednoczonych. Podejmowane na szeroką skalę wysiłki eksperymentalne niejednokrotnie obarczone były błędami metodologicznymi lub interpretacyjnymi. Nie tylko wyciągano fałszywe

wnioski dotyczące promieni X, ale też stale pojawiały się komunikaty donoszące o coraz to nowszych, często wręcz niedorzecznych, typach promieniowania. Dość wspomnieć chociażby „czarne światło” emitowane rzekomo przez lampę parafinową (Gustave Le Bon) albo przenikliwe promieniowanie, którego źródłem miały być kreda i cukier (Anthony McKissick). Hanichi Muraoka z Kioto twierdził zaś, że właściwości zbliżone do promieniowania X wykazywało także światło pochodzące od... robaczków świętojańskich⁶.

Równolegle swoje badania prowadził także Becquerel. Postanowił sprawdzić hipotezę, wysuniętą przez Henriego Poincarégo, zgodnie z którą promieniowanie X miałyby być związane ze zjawiskiem fosforescencji⁷. Do eksperymentu wykorzystał siarczan uranylowo-potasowy, znany ze swych silnych właściwości fosforescencyjnych. Próbkę tej substancji, poddaną uprzednio kilkugodzinnemu działaniu światła słonecznego, umieścił na owiniętej czarnym papierem kliszy fotograficznej. Po wywołaniu kliszy stwierdził jej wyraźne zaczernienie w miejscu kontaktu z siarczanem. Hipoteza Poincarégo zdawała się więc być wstępnie potwierdzona. Dalsze prace udaremniły jednak warunki atmosferyczne panujące w Paryżu. Z powodu znacznego zachmurzenia Becquerel zmuszony był przerwać eksperymenty i schował nieoświetloną próbkę wraz z kliszą do szuflady. Trudno spekulować, dlaczego po kilku dniach zdecydo-



• Nieistniejący obecnie budynek pracowni przy rue Lhomond, gdzie Becquerel i małżeństwo Curie przenieśli się, rozpoczynając prace nad poszukiwaniem nowych pierwiastków w blendzie smolistej. W pracowni panowały niezwykle surowe warunki (brak izolacji, nieszczelny dach), toteż potocznie nazywano ją szopą. Źródło: P. Cieśliński, J. S. Majewski, *Śladami Marii Skłodowskiej-Curie*, Warszawa 2011.

wał się jednak ją wywołać. Pomimo pozostawienia substancji przez dłuższy czas bez jakiegokolwiek dostępu światła, zaobserwował zaczernienie na błonie fotograficznej. Becquerel odrzucił wcześniejsze, błędne wnioski i skierował swoją uwagę na właściwe już tory – związki uranu emitują samorzutnie przenikliwe promieniowanie, jednak ich źródło nadal było dla niego zagadką. Seria kolejnych eksperymentów

pozwoliła zaobserwować, że promieniowanie to ma zdolność rozładowywania elektroskopu (własności jonizujące).

Stwierdził ponadto, że promienie uranowe, podobnie jak światło, ulegają odbiciu, załamaniu i polaryzacji. Te ostatnie wnioski wyciągnął w oparciu o błędną analizę otrzymanych wyników. Becquerel był doświadczonym badaczem i wszystkie swoje eksperymenty planował precyzyjnie oraz wykonywał z należytą starannością. Nie mógł jednak wówczas wiedzieć, że wykorzystane przez niego przyrządy (zwierciadło, płytki polaryzujące) wykonane były z materiałów silnie pochtaniających promieniowanie uranowe, co doprowadziło go do mylnej interpretacji faktów i przyczyniło się do wyraźnego spadku zainteresowania tym zagadnieniem w środowisku naukowym⁸. W atmosferze szumu informacyjnego nie dziwi, że promienie odkryte przez Becquerela zostały całkowicie zlekceważone, zwłaszcza że ich natura zda-

1 M. Skłodowska, *List do brata Józefa*, 18 marca 1894. Cyt. za: Ève Curie, *Maria Curie*, Warszawa 1969, s. 121.

2 M. Berthelot, *Les Origines de l'Alchimie*, Paris 1885. Cyt. za: A. K. Wróblewski, *Historia Fizyki*, Warszawa 2011, s. 395.

3 Wspomnienia rozmów Maxa Plancka z Phillipem von Jollym. M. Planck, *Jedność fizycznego obrazu świata. Wybór pism filozoficznych*. Cyt. za: *Ibidem*.

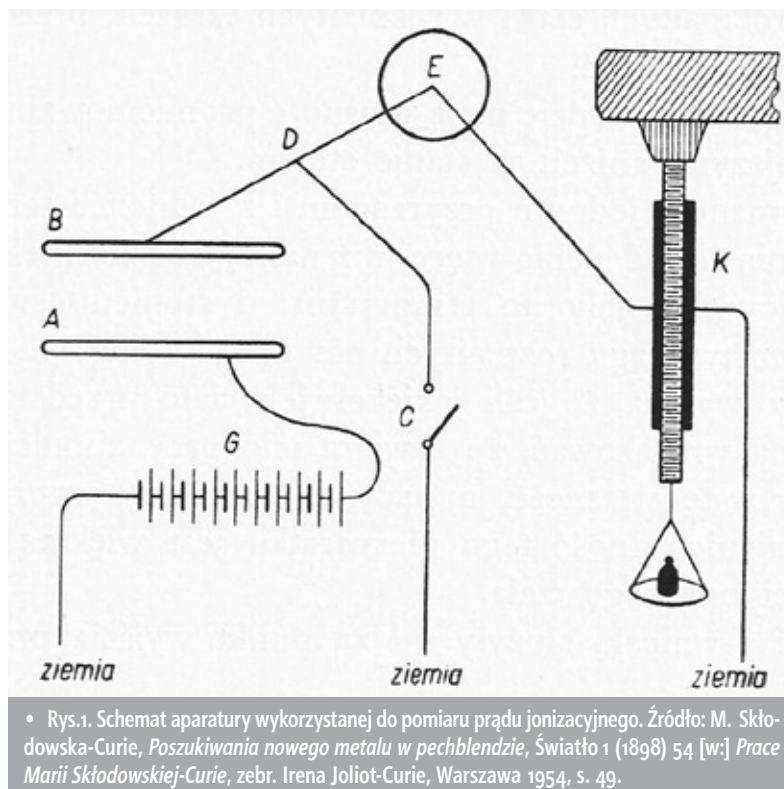
4 W fizyce XIX w. mianem eteru określano ośrodek, w którym rozchodzą się fale elektromagnetyczne. Koncepcja eteru pojawiła się na skutek fałszywego przekonania o analogii fal elektromagnetycznych i mechanicznych, które propagowały się poprzez drgania ośrodka.

5 Promienie X otrzymywane były przy użyciu rury Crooksa służącej do badania wyładowań w gazach. Aparatura ta stanowiła wówczas wyposażenie niemal każdego laboratorium.

6 Zob. L. Badash, *Radioactivity before Curies*, *American Journal of Physics* 33 (1965) 128.

7 Zjawisko fosforescencji polega na opóźnionej emisji światła z niektórych substancji, po uprzednim ich naświetleniu.

8 O. Glasser, *Wilhelm Conrad Roentgen and the Early History of the Roentgen Rays*, Springfield 1934.



wała się być dobrze poznana, a własności bliskie własnościom światła.

„Badanie ciał radioaktywnych”⁹

Jest rok 1897. Maria Curie-Skłodowska kończy właśnie, prowadzone od trzech lat w Paryżu, prace nad właściwościami stali hartowanej i rozpoczyna poszukiwania tematu rozprawy doktorskiej. Jej uwagę zwraca nierozwiązana zagadka pochodzenia promieni uranowych. Podejmuje się, pod kierunkiem Becquerela, badać to – zignorowane przez świat nauki – zjawisko.

Z Paryżem Skłodowska związana jest od chwili podjęcia studiów na Sorbonie jesienią 1891 r. W 1893 r. uzyskała z pierwszą lokatą tytuł licencjata nauk fizycznych, w rok później – nauk matematycznych z lokatą drugą. Jako uzdolniona absolwent-

ka prestiżowej uczelni początkowo szukała możliwości podjęcia pracy naukowej w Polsce. Jednak, po odrzuceniu jej kandydatury na stanowisko asystenta przez Uniwersytety Warszawski i Jagielloński oraz licznych namowach ze strony Piotra Curie (którego poślubiła w lipcu 1895 r.), zdecydowała się wrócić do Paryża.

Doktorantka rozpoczyna badania – z odwagą godną dojrzałego naukowca – od zerwania z dotychczasowymi, sprowadzającymi się głównie do analiz jakościowych, zawodnymi metodami. W oparciu o stwierdzone uprzednio właściwości jonizacyjne, Curie-Skłodowska orientuje swoją pracę w kierunku analiz ilościowych. Pomiary słabego prądu jonizacyjnego (rzędu 100 nanoamperów) wykonuje przy pomocy elektrometru połączono- go z kwarcem piezoelektrycznym¹⁰.

Schemat wykorzystanej aparatury przedstawiony jest na Rys.1.

Badany preparat umieszczany był na płytce B kondensatora połączonej z jednym biegunem baterii. Płyta A, po przerwaniu w punkcie C połączenia z uziemieniem, była ładowana do potencjału wskazywanego przez elektrometr E. Szybkość odchylenia wskazówek elektrometru jest wtedy proporcjonalna do natężenia powstałego prądu, ze względu jednak na jego niewielką wartość, wyniki otrzymane tą metodą byłyby obciążone sporym błędem. Skłodowska skorzystała więc z nowatorskiego rozwiązania. Otóż, ładunek, gromadzący się na płycie A kondensatora, był kompensowany ładunkiem indukowanym przez kwarc piezoelektryczny K, uzyskiwanym poprzez odształcenie kryształu po przyłożeniu odpowiedniego ciężaru. Stopniowe zwiększanie obciążenia, utrzymujące wskazówkę elektrometru na zerze, pozwoliło zmierzyć natężenie prądu jonizacji (a więc pośrednio **aktywność** substancji), czyli ilość ładunku przepływającą przez kondensator w jednostce czasu.

Wykonując szereg pomiarów dla różnych próbek zawierających uran, Skłodowska zauważyła, że zdolność emisji promieniowania nie zależy od stanu fizycznego substancji ani też jej składu chemicznego, a jedynie od zawartości uranu. Jest więc **cechą atomową**. Stwierdziła ponadto, że ze wszystkich znanych pierwiastków tylko uran i tor emitują promieniowanie. Porównanie wartości aktywności różnych badanych preparatów uranowych pozwoliło równocześnie zauważyć, że niektóre minerały (blendy smolisty, chalkolit, autunit) wykazują aktywność kilkakrotnie wyższą niż czysty uran (w ilościach odpowiadających jego zawartości procentowej dla danej próbki minerału). Chcąc wykluczyć ewentualne niepewności pomiarowe, Skłodowska syntetyzuje chalkolit z czystych związków uranu. Sztuczny minerał wykazuje dokładnie taką **promieniotliwość, jaką winien posiadać ze względu na swój skład chemiczny**¹¹. Ta obserwacja pozwo-

⁹ Tytuł rozprawy doktorskiej Marii Skłodowskiej-Curie.

¹⁰ Piezoelektryczność jest własnością niektórych kryształów, polegającą na indukowaniu ładunków elektrycznych na ich powierzchni w wyniku naprężeń mechanicznych. Ilość indukowanego ładunku jest wprost proporcjonalna do wartości przyłożonych naprężeń. Zjawisko piezoelektryczne zostało w 1880 r. odkryte przez braci Pierre’a i Jacquesa Curie. Skłodowska od początku w swoich pracach wykorzystywała aparaturę opartą na piezokwarcu, skonstruowaną przez Pierre’a.

¹¹ M. Curie-Skłodowska, *Poszukiwania nowego metalu w pechblendzie*, Światło 1 (1898) 54 [w:] *Prace Marii Skłodowskiej-Curie*, zebr. Irena Joliot-Curie, Warszawa 1954, s. 53.

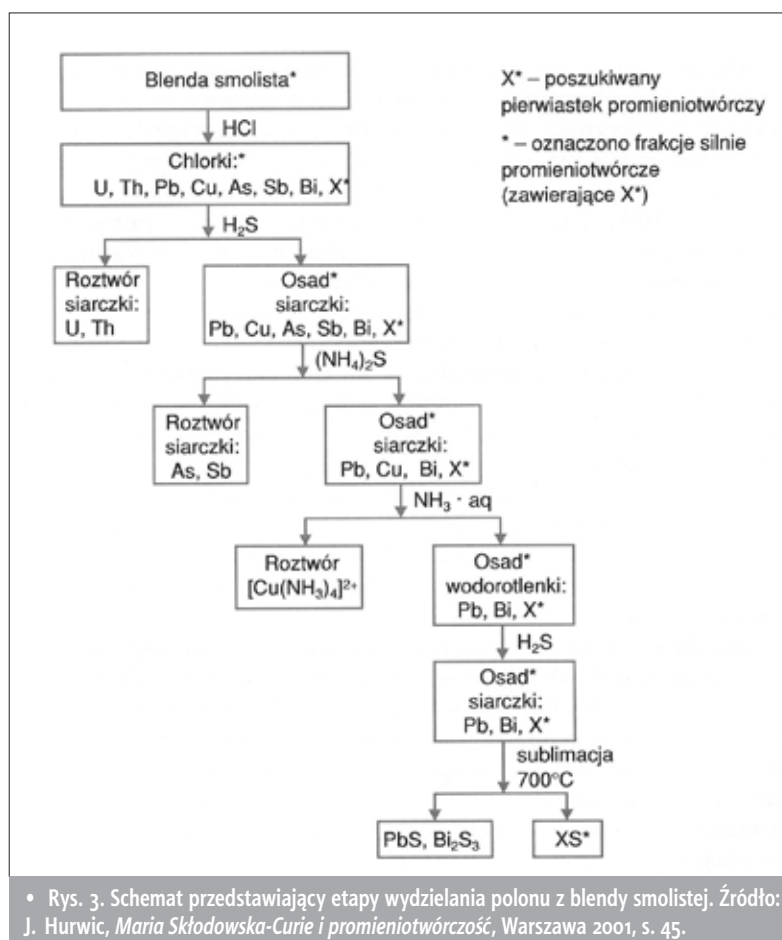
liła postawić następującą hipotezę: za wysoką aktywność badanych minerałów odpowiada niewielka ilość wchodzącej w ich skład substancji, bardzo silnie promieniującej, a do-
tąd nieznaną¹². To nieoczekiwane, a zarazem obiecujące odkrycie skłoniło Piotra Curie do włączenia się w badania żony.

„(...) na część kraju, z którego pochodzi jedno z nas”¹³

Prace nad wydzieleniem nieznanego substancji prowadzone były metodą analizy chemicznej jakościowej. Kurs analizy Skłodowska odbyła jeszcze w Warszawie w latach 1890–1891 w laboratorium Muzeum Przemysłu i Rolnictwa. Jak później sama przyznała: *Gdyby mnie w Warszawie dobrze nie nauczyli analizy profesor Napoleon Milicer i jego asystent doktor Kossakowski, nie wydzieliłabym radu (...)*¹⁴. Do badań małżonkowie użyli blendy smolistej (Rys. 2.), ponieważ emitowała ona czterokrotnie silniejsze promieniowanie niż czysty uran. To właśnie aktywność była jedyną znaną badaczom cechą poszukiwanej substancji. Rozdzielając frakcje na poszczególnych



• Rys. 2. Fragment rudy uranu. Źródło: M. Krawczyk, *Maria Skłodowska-Curie. Znaczenie jej odkryć dla medycyny*, Warszawa 2011, s. 22.



etapach analizy, każdorazowo wykonywali pomiary zdolności jonizacyjnych i w kolejnych krokach koncentrowali się na frakcjach silnie promieniujących.

Warto w tym miejscu zaznaczyć, że te pionierskie prace dały podstawę **metodzie wskaźników promieniotwórczych**, która znalazła swoje szerokie zastosowania m.in. w badaniach chemicznych, fizycznych, biologicznych, geologicznych i archeologicznych¹⁵. Schemat poszczególnych etapów przeprowadzonych operacji chemicznych przedstawia Rys. 3. Kilkumiesięczna praca przyniosła rezultaty w postaci otrzymania produktu końcowego promieniującego 400-krotnie intensywniej niż czysty uran. 18 lipca 1898 r. na posiedzeniu Paryskiej Akademii Nauk

małżonkowie Curie ogłosili: *Wierzymy zatem, że substancja, którą wydobyliśmy z blendy smolistej, zawiera metal jeszcze nieopisany. Jeśli potwierdzi się istnienie tego nowego metalu, proponujemy, żeby nazwano go „**polonem**”, na część kraju, z którego pochodzi jedno z nas*. Wtedy też użyto po raz pierwszy powszechnie dziś stosowany termin **radioaktivité**. W pracach, pisanych w języku polskim, Skłodowska-Curie wprowadza pojęcie **radioaktywność** stosowane przez nią przemienne z określeniem **promieniotwórczość**.

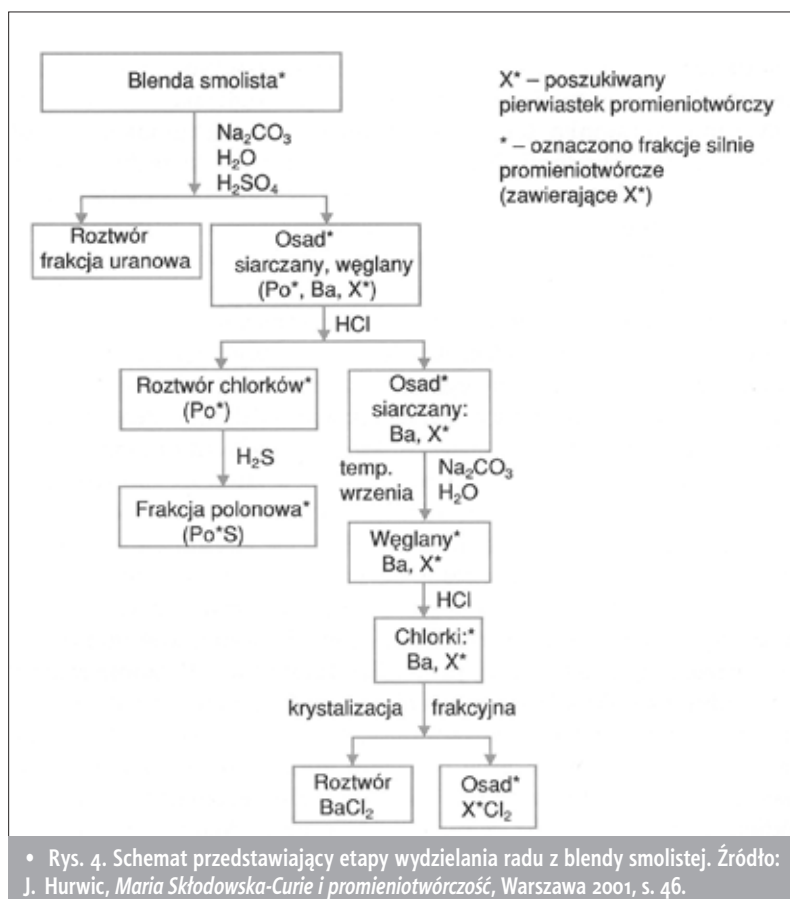
Wkrótce okazuje się, że polon nie jest jedynym pierwiastkiem odpowiedzialnym za silną promieniotwórczość blendy smolistej. Korzystając z pomocy doświadczonego chemika Gustave’a Biemonta, państwo Curie

¹² M. Curie-Skłodowska, *Badanie ciał radioaktywnych*, Chemik Polski 4 (1904) [w:] *Ibidem*, s. 258.

¹³ Sprawozdanie Francuskiej Akademii Nauk (lipiec 1898). Cyt. za: Eve Curie, *Maria Curie*.

¹⁴ Cyt. za: T. Miłobędzki, *Dawne typy w nowej chemii*, Roczniki Chemii (1939) 19.

¹⁵ R. L. Wolke, *Marie Curie's Doctoral Thesis: Prelude to a Nobel Prize*, J. Chem. Educ. 65 (1988) 561.



kontynuują rozdzielanie frakcji (patrz Rys. 4.). Otrzymany przez nich chlorek baru został następnie przebadany przez Eugène'a Demarçay'a, specjalizującego się w spektroskopii emisyjnej¹⁶. Zaobserwowano słabą linię fioletową, która nie występowała w widmie żadnego z dotychczas znanych pierwiastków. Analiza widmowa potwierdziła więc występowanie w próbce niewielkiej ilości nowo odkrytego pierwiastka. Otrzymał on nazwę **rad**.

Kolejny etap prac zakładał wyodrębnienie mierzalnej ilości czystego chlorku radu. Ze względu na znikomą zawartość procentową radu występującego naturalnie w rudzie uranowej, do badań potrzeba było kilku ton surowca. Pierwszą tonę odpadów pochodzących z wydoby-

cia blendy smolistej Curie otrzymali bezpłatnie od rządu austriackiego¹⁷. Po trzech latach ciężkiej pracy w niezwykle trudnych warunkach lokalowych udało się otrzymać 1 decygram radu, którego czystość potwierdza spektroskopowo Demarçay. Jednocześnie Curie-Skłodowska pracuje nad wyznaczeniem **ciężaru atomowego** radu. Zakładając, że rad jest pierwiastkiem dwuwartościowym, wyznacza przy użyciu chlorku radu masę atomową nowo odkrytego pierwiastka. Podaje wartość 225 z dokładnością do 1 jednostki masy i zalicza go do pierwiastków ziem alkalicznych, umiejscawiając w układzie okresowym tuż pod barem. Małżeństwo Curie nigdy nie zdecydowało się na opatentowanie technologii otrzymywania

radu ze względów etycznych – *rad jest pierwiastkiem chemicznym, własnością wszystkich ludzi*¹⁸.

Jednocześnie Curie badali inne właściwości promieniowania: działanie chemiczne, wydzielanie ciepła przez sole radu, zdolność przenikania promieni przez różne ciała stałe, wpływ pola magnetycznego, świecenie. Stwierdzili, że czysty chlorek radu posiada właściwości paramagnetyczne, zaś sole radu są trwałym źródłem wydzielanego samorzutnie ciepła. Zaobserwowali ponadto, że emitowane promieniowanie nie jest jednorodne i różnie reaguje poddane działaniu pola magnetycznego (promieniowanie mniej przenikliwe jest odchylane w polu magnetycznym, podczas gdy promienie bardziej przenikliwe nie ulegają odchyleniu – patrz Rys. 5.).

Od początku prac nad promieniotwórczością Skłodowską interesuje natura tego zjawiska. W artykule z 1899 r. pt. *Promienie Becquerela i polon* wskazuje na kilka możliwych źródeł procesu. Postuluje: *Promieniotwórczość jest emisją materii, czemu towarzyszy zmniejszanie się ciężaru substancji promieniotwórczych*. Głosząc referat w 1900 r. na Międzynarodowym Kongresie Fizyków, małżeństwo Curie wysuwa hipotezę o możliwości przekształcania się atomu. W odczycie pojawiają się drobne nieścisłości w postaci przeszacowanej masy elektronu i błędnego wniosku o beta-promieniotwórczości radu (źródłem emisji elektronów są w rzeczywistości produkty rozpadu radu). Natomiast zasadniczy trzon zaprezentowanej wówczas koncepcji, poddającej w wątpliwość dogmatyczną niezmienną atomu, należy uznać za przełomowy. Postulowanego ubytku masy nie byli jednak w stanie zmierzyć. Dopiero w 1902 r., za sprawą Ernesta Rutherforda i Fredericka Soddy'ego, przekształcanie się jednego pierwiastka w inny na skutek przemiany promieniotwórczej stało się niezbywalnym faktem doświadczalnym¹⁹.

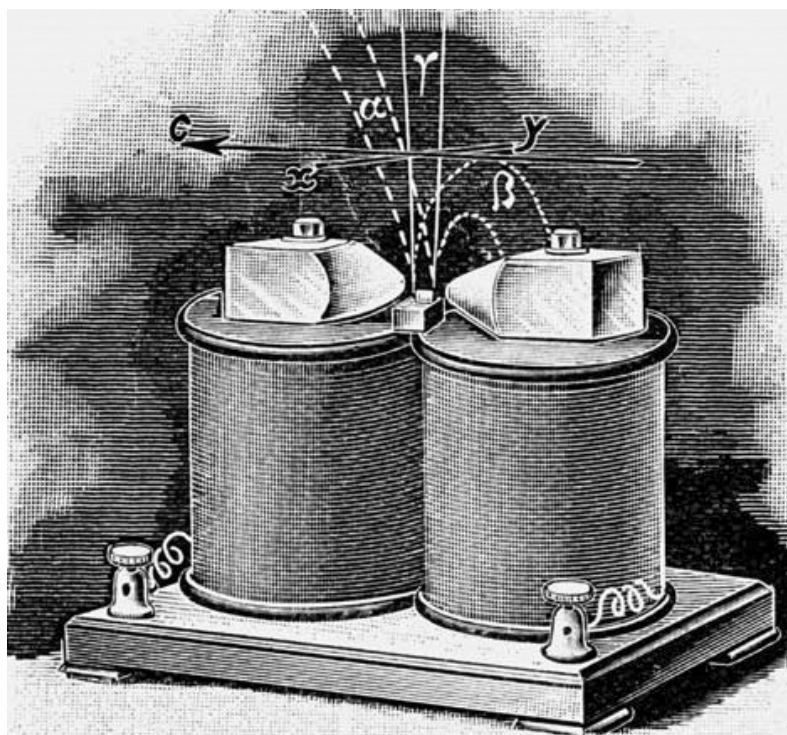
10 grudnia 1903 r. Szwedzka Akademia Nauk w Sztokholmie przyznaje Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki –

¹⁶ Spektroskopia emisyjna to metoda pozwalająca na zidentyfikowanie składu chemicznego badanej substancji w oparciu o analizę charakterystycznego widma wysyłanego przez atomy.

¹⁷ Rudy uranu były wówczas wydobywane ze względu na zawarty w nich żółty barwnik wykorzystywany przy wytwarzaniu szkła i ceramiki.

¹⁸ Cyt. za: J. Hurwic, *Op. cit.*, s. 86.

¹⁹ E. Rutherford, F. Soddy, *The Cause and Nature of Radio-Activity*, Philosophical Magazine 4 (1902).



• Rys. 5. Schemat aparatury użytej przez Marię i Piotra Curie do badania oddziaływania promieniowania z polem magnetycznym. Widoczne odchylenie torów promieni beta i alfa (linie przerywane). Linia ciągłą zaznaczono bieg promieni gamma, nieoddziałujących z polem elektromagnetycznym. Rysunek wykonał Gaston Poyet w 1904 r. Źródło: *Encyclopaedia Britannica*, www.britannica.com/biography/Pierre-Curie?oasmlid=138829.

w połowie Becquerelowi, w połowie Piotrowi i Marii Curie za *ich wspólne badania zjawisk promieniowania odkrytych przez profesora Henriea Becquerela*²⁰.

Warto w tym miejscu wspomnieć, że w 1897 r. Maria została po raz pierwszy matką. Otrzymała więc najbardziej prestiżowe wyróżnienie naukowe za osiągnięcia, jakich dokonała, dzieląc swój czas pomiędzy pracę badawczą a życie rodzinne. Jej córka Irena stała się w przyszłości jej najbliższą współpracowniczką. W 1935 r. powtórzyła sukces rodziców, zostając laureatką Nagrody Nobla w dziedzinie chemii za odkrycie, wraz ze swoim mężem Fryderykiem Joliot-Curie, zjawiska **sztucznej promieniotwórczości**.

Owocną współpracę małżonków Curie przerwała tragiczna śmierć Piotra w kwietniu 1906 r. Dalsze prace Maria prowadzić będzie głównie

samodzielnie. Wciąż jeszcze nie został w pełni udowodniony elementarny charakter polonu. Otrzymany we wcześniejszych badaniach preparat zawierał jedynie śladowe ilości tego pierwiastka, co nie uniemożliwiło wykorzystanie spektroskopii emisyjnej do stwierdzenia jego obecności. Przy pomocy chemika André Louisa Debierne'a udało się w 1910 r. uzyskać wysoce aktywną próbkę zawierającą 0,1 mg polonu – ilość wystarczającą do zaobserwowania w widmie spektralnym wyraźnej linii, którą można było temu pierwiastkowi przypisać.

Elementarny charakter radu był także kwestionowany. Ówczesny autorytet świata nauki – Lord Kelvin – rozgłaszał na łamach brytyjskiego dziennika „The Times”, że rad jest jedynie związkiem chemicznym atomu ołowiu o masie 206 i 5 atomów helu o masie 4. Rzeczywiście, obserwowano wydzielanie helu z próbek

bogatych w rad. Zjawisko to jednak zostało jednoznacznie wyjaśnione przez Rutherforda, który doświadczalnie wykazał, że obserwowane cząstki (**alfa**) są niczym innym jak podwójnie zjonizowanymi (pozbawionymi elektronów) atomami helu, które nie mogły w żaden sposób wchodzić w skład związku chemicznego. Spory obojga uczonych przeniosły się później na łamy prestiżowego czasopisma naukowego „Nature” i ustały dopiero wraz ze śmiercią Kelvina.

Tymczasem Curie-Skłodowskiej udało się otrzymać 4 decygramy czystego chlorku radu, co pozwoliło na dokładniejsze wyznaczenie **masy atomowej radu** – otrzymała wartość 226,45. Bezsprzeczny dowodem elementarnego charakteru radu było uzyskanie przez nią, we współpracy z Debiernem, radu metalicznego w 1910 r. Za to osiągnięcie została rok później uhonorowana Nagrodą Nobla w dziedzinie chemii. Stała się wówczas pierwszym dwukrotnym laureatem tego prestiżowego wyróżnienia, przy tym z dwóch różnych dziedzin. Po dziś dzień pozostaje jedyną kobietą, która dostała takiego zaszczytu dwukrotnie.

We wrześniu 1910 r. na Międzynarodowym Kongresie Radiologicznym podniesiony został problem porównywania wartości promieniowania mierzonego w różnych laboratoriach. Konieczne okazało się opracowanie wzorca radu. Zadanie to powierzono Marii Curie-Skłodowskiej. Wzorzec ten, zawierający 21,99 mg czystego chlorku radu, w sierpniu 1911 r. został przekazany do Międzynarodowego Urzędu Miar i Wąg mieszczącego się w Sévres pod Paryżem. Na wniosek Curie-Skłodowskiej, Kongres ustanowił także jednostkę aktywności nazwaną kiurem (Ci). Zgodnie z uogólnioną nieco później definicją 1 Ci to aktywność substancji promieniotwórczej, w której zachodzi 37 miliardów rozpadów na sekundę²¹.

„Nauka leży u podstaw każdego postępu, który ułatwia życie ludzkie i zmniejsza cierpienie”

Odkryciom radu i polonu należy przypisać znaczenie daleko wykra-

²⁰ Cyt. za: J. Hurwic, *Maria Skłodowska-Curie i promieniotwórczość*, Warszawa 2001, s. 67.

²¹ Do powszechnie dziś stosowanego Międzynarodowego Układu Jednostek (SI) ostatecznie jednak została wprowadzona jednostka wygodniejsza – becquerel. 1 Bq to aktywność substancji, w której w ciągu jednej sekundy zachodzi jeden akt przemiany.



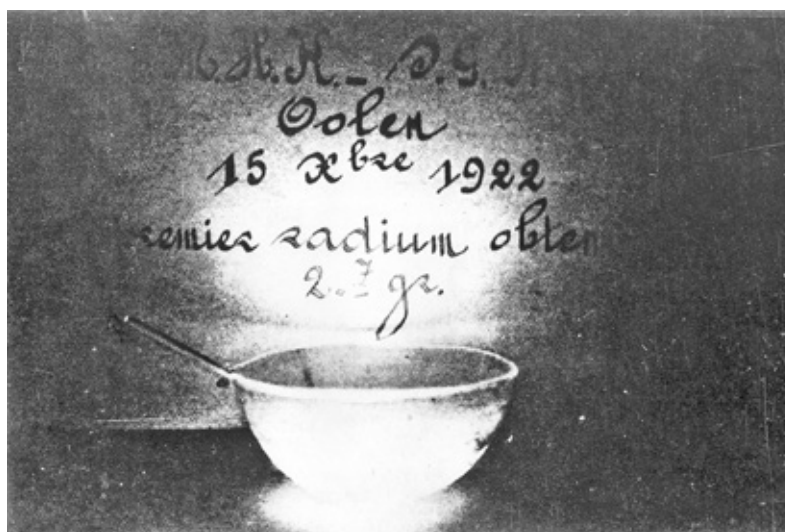
Fot. ze zbiorów Centrum Promocji UMCS

• Otwarcie Instytutu Radowego w Warszawie (1932 r.)

czające poza sam fakt stwierdzenia występowania w przyrodzie nowo poznanych pierwiastków. Świat nauki nie tylko przekonał się o istnieniu nieznannej dotąd materii, ale też, za sprawą jej zdumiewających właściwości, po raz pierwszy stanął przed szansą, by „zajrzeć” do wnętrza atomu. Curie-Skłodowska, głosząc swój pierwszy wykład na Sorbonie, silnie akcentuje potencjał tkwiący w promieniotwórczości. Zwraca uwagę na postęp, jaki dokonał się w nauce na przestrzeni ostatniego dziesięciolecia. Świadoma, jak istotnym narzędziem poznawczym może stać się radioaktywność, wskazuje na szeroki wachlarz możliwych zastosowań w badaniach chemicznych, fizycznych, medycznych. W ostatnich zdaniach wyraża przekonanie, że energia wytwarzana w Słońcu pochodzi częściowo lub nawet całkowicie od radioaktywnych substancji wchodzących w jego skład²². Z perspektywy czasu należy uznać w pełni profetyczny charakter wypowiedzianych wówczas słów – znacznie później okaże się bowiem, że źródło energii słonecznej tkwi właśnie procesie reakcji silnie związanej cząstki alfa.

Stosunkowo wcześniej zdano sobie sprawę z możliwości wykorzystania właściwości substancji promieniotwórczych do celów leczniczych. Becquerel miał zwyczaj nosić w kieszeni swojej kamizelki szklaną rurkę zawierającą kilka decygramów chloru baru z domieszką radu. Po pewnym czasie spostrzegł, że na skórze, w miejscu kontaktu z próbką, poja-

wiło się zaczerwienienie, które z czasem przekształciło się w niewielką ranę. Piotr Curie, chcąc sprawdzić fizjologiczne skutki promieniowania, poddał się kilkugodzinemu oddziaływaniu radu, umieszczając preparat na ramieniu. Szczegółowo opisany i opublikowany przez naukowców proces destrukcji żywej tkanki dał początki tzw. **curieterapii**, czyli meto-



Fot. ze zbiorów Centrum Promocji UMCS

• Rad sfotografowany w ciemności przy swoim własnym świetle

²² R. Sosnowski, *The legacy of Maria Curie Skłodowska*, *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sec. Physica* 46 (2011) 101.

dzie zwalczania nowotworów złośliwych przy użyciu radu oraz innych pierwiastków promieniotwórczych.

Odkrycie radioaktywności miało też znaczący wpływ na rozwój archeologii i geologii. Już w latach 1904–1905 Amerykanin Bertram Boltwood przeprowadził szereg pionierskich badań, mających na celu określenie wieku różnych skał i Ziemi²³. Uran rozpada się, emitując cząstkę alfa. Cięższy produkt tego rozpadu jest również nietrwały i po pewnym, charakterystycznym czasie przekształca się w kolejny pierwiastek promieniotwórczy. Szereg tych przemian kończy się na stabilnym ołowiu. Boltwood datowanie minerałów oparł więc na pomiarach stosunku zawartości ołowiu do uranu w badanych próbkach.

Poza pracą badawczą Maria Skłodowska-Curie angażowała się również aktywnie w liczne działania polegające głównie na wykorzystaniu osiągnięć nauki w służbie społeczeństwu. Podczas I wojny światowej zajęła się pozyskiwaniem aparatów radiologicznych do celów diagnostycznych na froncie. Za jej sprawą utworzona została sieć ambulansów (tzw. „małych curie”) z zainstalowaną przewoźną aparaturą do prześwietleń. Nie tylko, wraz z córką Ireną, szkoliła niższy personel medyczny, ale także osobiście zasiadała za kierownicą pojazdów (jako pierwsza kobieta uzyskała prawo jazdy na półciężarówkę). Współpracowała też z przemysłem radowym produkującym ten pierwiastek na szerszą skalę, głównie do celów medycznych. Nie do przecenienia jest także rola, jaką odegrała w rozwoju chemii, fizyki i medycyny poprzez tworzenie instytutów radowych, w których naukowcy z tych dziedzin mieli prowadzić badania interdyscyplinarne. Instytut Radowy w Paryżu powstał w 1914 r. Niezbędny do badań, a zarazem niezwykle kosztowny 1 gram radu (cena wyprodukowania radu wahała się od



• Maria i Piotr Curie w laboratorium przy ul. Lhomond (1904 r.)

Fot. ze zbiorów Centrum Promocji UMCS

100 do 120 tys. dolarów za gram)²⁴ otrzymała w 1921 r. z rąk prezydenta Stanów Zjednoczonych Warrena Hardinga. Osiem lat później udało jej się uzyskać środki na zakup radu dla Instytutu utworzonego w Warszawie. Centra leczenia chorych na nowotwory na całym świecie powstawać zaczęły już w latach 30.

Praca Marii Skłodowskiej-Curie nad zjawiskiem promieniotwórczości przyczyniła się do skierowania uwagi świata naukowego na całkiem nowe obszary badawcze. Bezpośrednią konsekwencją stało się odkrycie jądra atomowego, dające z kolei impuls do dalszych poszukiwań zmierzających do poznania jego struktu-

ry i procesów w nim zachodzących. W ten sposób narodziła się fizyka jądrowa, fizyka cząstek elementarnych oraz radiochemia, a wraz z nimi szereg dziedzin pokrewnych, nastawionych na praktyczne zastosowania, np. w medycynie: diagnostyka i leczenie nowotworów, teleradioterapia, brachyterapia, medycyna nuklearna. *Kiedy rad został odkryty, nikt nie wiedział, że okaże się użyteczny w szpitalach. Była to praca czysto naukowa. I jest to dowód na to, że badań naukowych nie można oceniać z punktu widzenia bezpośredniej użyteczności. Naukę trzeba oceniać ze względu na nią samą, ze względu na jej piękno, a w dodatku zawsze istnieje szansa, że odkrycie naukowe takie jak rad może stać się dobrodziejstwem ludzkości*²⁵.

Anna Zdeb

Studium Doktoranckie Fizyki
Instytut Fizyki UMCS

23 P. Radvanyi, *The Discovery of Radioactivity*, Europhysics News 27 (1996) 57.

24 S. Emling, *Maria Skłodowska-Curie i jej córki*, Warszawa 2013, s. 64.

25 M. Curie-Skłodowska, Spotkanie w Vassar College (USA) 16 maja 1921 r., Cyt. za: M. Krawczyk, *Maria Skłodowska-Curie – znaczenie jej odkryć dla medycyny*, Warszawa 2011, s. 22.