

## Siedemdziesiąta piąta rocznica odkrycia sztucznego wytwarzania pierwiastków promieniotwórczych przez Irenę i Fryderyka Joliot-Curie

Richard F. Mould

*Do najważniejszych odkryć związanych z radioaktywnością należą: odkrycie promieni X w 1895 r., radioaktywności w 1896 r., radu i polonu w 1898 r., pozytronu w 1932 r. i neutronu – również w 1932 r. Następnym wielkim krokiem było odkrycie sztucznej produkcji pierwiastków promieniotwórczych w 1934 r. Artykuł ten powstał w rocznicę tego wydarzenia.*

### 75<sup>th</sup> Anniversary of the artificial production of radioactive elements by Irène & Frédéric Joliot-Curie

*Following the discovery of X-rays in 1895, of radioactivity in 1896, of radium & polonium in 1898, of the positron in 1932 and the neutron also in 1932, the next most important discovery was that of artificial production of radioactive elements in 1934 and the 75<sup>th</sup> anniversary of this event is celebrated by this short article*

**Słowa kluczowe:** sztuczna radioaktywność, Irena i Fryderyk Joliot-Curie, Instytut Radowy w Warszawie, rozszczepienie jąder, mgłowa komora Wilsona

**Key words:** artificial radioactivity, Irène & Frédéric Joliot-Curie, Nobel Prize, Warsaw Radium Institute, nuclear fission, Wilson cloud chamber

#### Wstęp

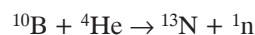
Rok 2009 to 75. rocznica odkrycia sztucznej produkcji pierwiastków promieniotwórczych przez Irenę i Fryderyka Joliot-Curie [1]. Małżeństwo Joliot-Curie otrzymało Nagrodę Nobla w 1935 r. w dziedzinie chemii. Była to trzecia Nagroda Nobla w rodzinie Curie. Przypomnijmy, że w 1903 r. nagrodę otrzymali Henri Becquerel oraz Piotr i Maria Curie, a w 1911 r. nagroda w dziedzinie chemii przypadła Marii Curie.

Irena i Fryderyk Joliot-Curie nie dokonali odkrycia pozytronu (zrobił to w 1932 r. Carl Anderson), ani neutronu (odkrytego w tym samym roku przez Jamesa Chadwicka). Wydaje się, że nie docenili, lub wręcz nie zrozumieli wagi wyników niezwykle ważnych prac Waltera Bothe z 1930 r. [2], ani nawet swoich własnych, wykonanych w rok później [3, 4]. W doświadczeniach opisanych w 1931 r. wykazali, że promieniowanie wzbudzone przez beryl miało znacznie większą zdolność przenikania, niż jakiegokolwiek promieniowanie gamma stwierdzone dotychczas w pierwiastkach radioaktywnych.

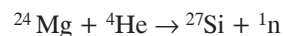
#### Odkrycie w 1934 roku

W styczniu 1934 r. Irena i Fryderyk Joliot-Curie odkryli sztuczną radioaktywność, bombardując bor cząsteczkami

alfa ze źródła polonowego (Ryc. 1). Radioaktywny azot  $^{13}\text{N}$  uzyskany został wraz z emisją neutronu.



$^{13}\text{N}$  uległ dezintegracji po emisji pozytronów i dał w wyniku  $^{13}\text{C}$ . Małżonkowie Curie powtórzyli natychmiast to doświadczenie, używając magnezu i aluminium.



Fryderyk Joliot-Curie w wykładzie „noblowskim” z 12 grudnia 1935 r. tak opisał swoje doświadczenia z glinem  $^{27}\text{Al}$ : „Utworzony atom to prawdopodobnie krzem, ale ponieważ jest w znikomej ilości, nie można go chemicznie zidentyfikować. Z drugiej strony, jeżeli utworzony atom jest radioaktywny, może być zidentyfikowany przy użyciu metod radiochemicznych. Przykładowo, jeśli aluminium napromienione promieniami alfa emituje neutrony, a sformowany atom jest radioaktywny, można potwierdzić, że posiada właściwości fosforu.

Cienka płytką aluminiową, napromieniona uprzednio promieniami alfa, rozpuszczana jest w roztworze kwasu solnego. Reakcja chemiczna wytwarza wodór *in statu nascendi*, który przenosi pierwiastek radioaktywny



**Ryc. 1.** Irena i Fryderyk Joliot-Curie w Pracowni Fizycznej Institut du Radium w Paryżu w 1934 r.; w tym właśnie roku odkryli sztuczną radioaktywność

do cienkościennej rurki; gromadzi się on ponad wodą. Ta separacja wykazuje, że został wytworzony jakiś inny pierwiastek niż aluminium przy napromienieniu przez heliony (cząstki alfa). Dostarcza to niezbitych dowodów osiągniętej przemiany; również, podczas tego samego doświadczenia, śladowe ilości fosforu będą oddzielone od aluminium.

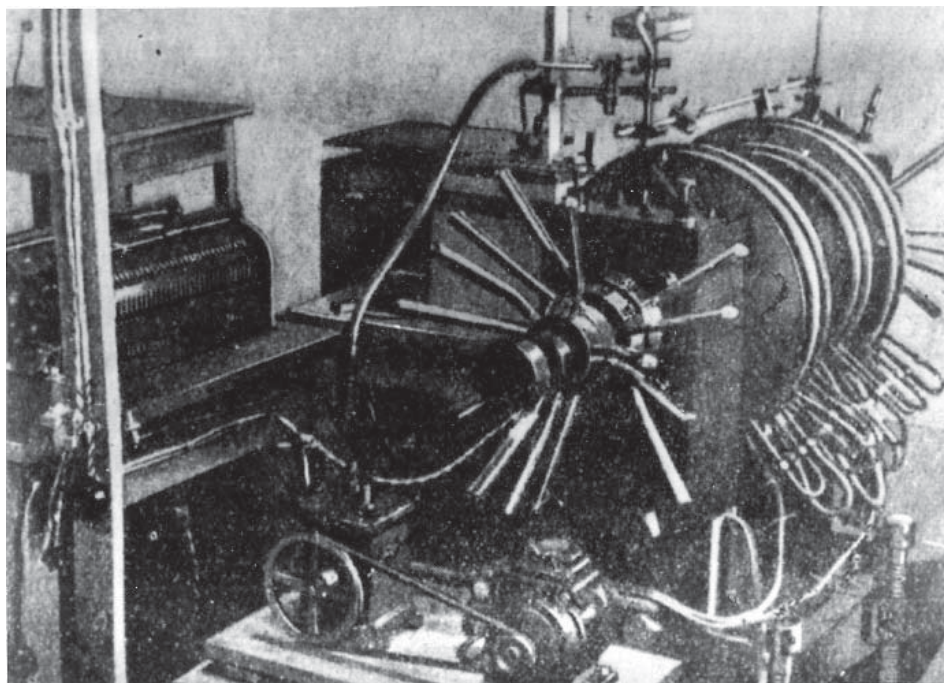
Na koniec, aktywowane aluminium jest rozpuszczane w mieszaninie kwasu i utleniacza. Do roztworu dodaje się niewielką ilość fosforanu sodu i soli cyrkonu; stwierdzono, że fosforan cyrkonu, wytrącając się, zawiera elementy radioaktywne. W przypadku aluminium doświadczenia te powinny być wykonywane bardzo precyzyjnie; nie mogą trwać dłużej niż 6 minut, bowiem średni czas wytwarzania radioaktywnych atomów nie przekracza 5 minut. Badania chemiczne wykazały, że substancja radioaktywna, formowana w borze pod wpływem promieni alfa, jest izotopem azotu”.

### **Przekazanie części pieniędzy otrzymanych wraz z nagrodą Nobla Instytutowi Radowemu w Warszawie**

Irena i Fryderyk Joliot-Curie złożyli wizytę w Pracowni Fizycznej Instytutu Radowego w Warszawie w październiku 1936 r. (Ryc. 2). Przekazali wówczas 12 000 złotych z otrzymanej nagrody Nobla na zakup potężnego elektromagnesu dla Instytutu (Ryc. 3), niezbędnego dla mgłowej komory Wilsona. Później, w 1939 r., w Pracowni Chemii Nuklearnej Collège de France w Paryżu, po odkryciu w 1938 r. zjawiska rozszczepienia jąder przez Otto Hahna i Fritza Strassmanna [5], Fryderyk Joliot-Curie jako pierwszy uczony na świecie wykonał fotografię



**Ryc. 2.** Małżonkowie Joliot-Curie w Instytucie Radowym w Warszawie, w towarzystwie doc. Cezarego Pawłowskiego, 1936 r.



Ryc. 3. Elektromagnes zakupiony dla Instytutu Radowego z finansową pomocą Państwa Joliot-Curie, obecnie eksponat Muzeum Marii Skłodowskiej-Curie w Warszawie

tego zjawiska, uzyskanego przy użyciu mgłowej komory Wilsona (Ryc. 4-5).

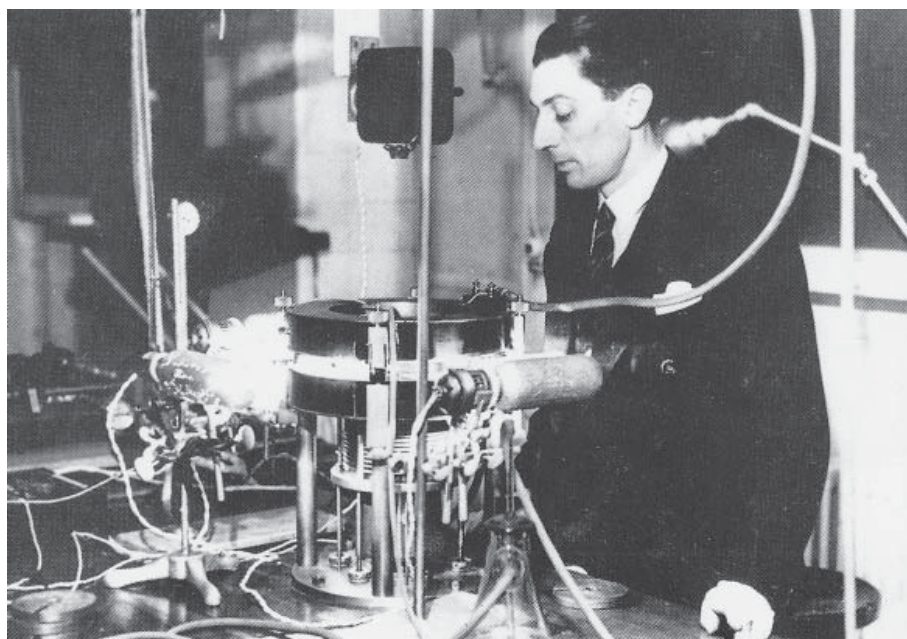
#### **Bibliografia poświęcona**

#### **Irenie i Fryderykowi Joliot-Curie**

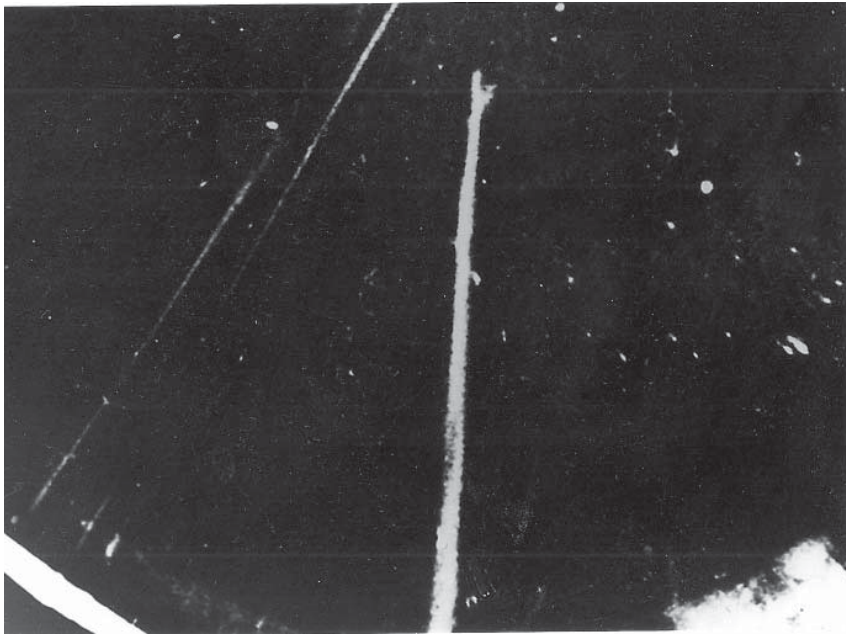
W porównaniu do wielkiej ilości prac poświęconych Marii Skłodowskiej-Curie, książki mówiące o życiu i pracy Ireny Curie (1897-1956) i Fryderyka Joliot (1900-1958) są nieliczne [6-13]. Istotnych informacji dostarczyć mogą też inne dzieła [14-16]. W sumie [6-16] dają one wnikli-

wy obraz życia osobistego uczonych, ich losów podczas dwóch wojen światowych, pracy naukowej i zainteresowań politycznych.

Warto zauważyć, że dwa osiągnięcia Ireny są mało znane i najczęściej przemilczane. To ona wynalazła elektroskop pod koniec lat 20. ub. wieku [17] (Ryc. 6-7), a potem napisała i wydała w 1946 r. podręcznik *Les Radioéléments Naturels* [18] używany potem przez jej uczniów na Sorbonie. Sześć działów tego podręcznika przytoczono w Tabeli I. Jak widać, zawierają też informacje o sztucznej radioaktywności.



Ryc. 4. Fryderyk Joliot-Curie z mgłową komorą Wilsona w Collège de France w Paryżu



Ryc. 5. Pierwsza na świecie fotografia zjawiska *nuclear fission*, wykonana przez Fryderyka Joliot-Curie w 1939 r.

BREWER FRÈRES & PARIS

ÉLECTROSCOPE  
de Mademoiselle  
**Irène CURIE**  
pour la mesure de  
**RADIOACTIVITÉ**  
des ENGRAIS

♦♦♦

MATÉRIEL  
COMPLET  
DE LABORATOIRES

♦♦♦

PRODUITS  
CHIMIQUES  
PURS

♦♦♦

Balance à amortisseurs à air  
avec micromètre circulaire de  
A. Manoncourt, ingénieur.

**BREWER FRÈRES, PARIS**  
76, boulevard St-Germain — R. C. 55,388

Ryc. 6. Ogłoszenie nt. elektroskopu wynalezionej przez Irenę Curie



Ryc. 7. Irena Curie w Instytut du Radium w Paryżu, w trakcie przygotowywania źródła promieniowania, rok 1920 r.

**Tab. I. Dział podręcznika *Les Radioéléments Naturels* autorstwa Ireny Joliot-Curie [18]**

- 
- (1) Propriétés chimiques et préparation des radioéléments sauf le protection et les dépôts
  - (2) Propriétés chimiques et préparation du protoactinium
  - (3) Propriétés chimiques et préparation des corps des dépôts actifs
  - (4) Radiochimie, électrochimie, indicateurs radioactifs
  - (5) Appareils de mesures, méthodes de dosage
  - (6) Propriétés chimiques et préparation des radioéléments artificiels représentant des éléments
- 

15. Radvanyi P. Les Curies Deux Couples Radioactifs. *Pour La Science* listopad 2001 – luty 2002. Również jako: Radvanyi P. Die Curies eine Dynastie von Nobelpreisträgern. *Spektrum der Wissenschaft Biographie* 2003; wyd. II.
16. Brian D. *The Curies: a Biography of the Most Controversial Family in Science*. Hoboken: John Wiley, 2005.
17. Curie I. Electroscopie pour la mesure de la radioactivité des engrais. *Ann de la Sci Agronomique Fr et étrangè* 1922.
18. Joliot-Curie I. *Les Radioéléments Naturels. Propriétés, Chimiques, Préparation, Dosage*. Paris: Hermann et Cie, 1946.

Otrzymano: 15 czerwca 2009 r.  
Przyjęto do druku: 20 lipca 2009 r.

### Podziękowanie

Dziękuję Musée Curie w Paryżu i Muzeum Marii Skłodowskiej-Curie w Warszawie za udostępnienie mi fotografii z ich zbiorów na przestrzeni wielu lat, w tym – Ryc. 1-7 zamieszczonych w tej pracy.

#### Richard F. Mould MSc PhD

4 Town End Meadow  
Cartmel  
Grange-over-Sands  
Cumbria LA11 6QG  
United Kingdom

### Piśmiennictwo

1. Curie I, Joliot F. Artificial production of a new kind of radioactive element. *Nature* 1934; 133: 201-2.
2. Bothe W, Becker H. Künstliche Erregung von Kern- $\gamma$ -Strahlen. *Zeitschrift für Physik* 1930; 66: 289-306.
3. Curie I. Sur le rayonnement gamma nucléaire excité dans le glucinium et dans le lithium par les rayons alpha du polonium. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1931; 193: 1412-4.
4. Joliot F. Sur l'excitation des rayons gamma nucléaires de bore par les particules alpha. Energie quantique du rayonnement gamma du polonium. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1931; 193: 1415-17.
5. Hahn O, Strassmann F. Ueber die Entstehung von Radiumisotopen aus Uran durch Bestrahlen mit schnellen und verlangsamten Neutronen. *Naturwissenschaften* 1938; 26: 755-6.
6. Joliot-Curie F. *Textes Choisis*. Paris: Editions Sociales, 1959.
7. Biquard P. *Frédéric Joliot-Curie*. Paris: Editons Eghers, 1961. Również jako: Biquard P. *Frédéric Joliot-Curie the Man & His Theories*. London: Souvenir Press, 1965.
8. Joliot-Curie F, Curie I. *Oeuvres Scientifiques Complètes*. Paris: P.U.F., 1961.
9. Ziegler G (ed). *Choix de Lettres de Marie Curie et Irène Joliot-Curie 1905-1934*. Paris: Les Editeurs Français Réunis, Editions Messidor, 1974.
10. Goldsmith M. *Frédéric Joliot-Curie*. London: Lawrence & Wishart, 1976.
11. Pflaum R. *Marie Curie & Her Daughter Irene*. Minneapolis: Lerner, 1993.
12. Chouchan M. *Irène Joliot-Curie ou la Science au Coeur*. Paris: Hachette, 1998.
13. Pineault M. *Frédéric Joliot-Curie*. Paris: Editions Odile Jacob, 2000.
14. del Regato JA. Jean Frédéric Joliot. In: del Regato JA. *Radiological Physicists*. New York: American Association of Physicists in Medicine, 1983, s. 97-115.