



TOMASZ POSPIESZNY

NOWA ALCHEMIA

CZYLI HISTORIA RADIOAKTYWNOŚCI

TOMASZ POSPIESZNY



NOWA ALCHEMIA

CZYLI
HISTORIA
RADIOAKTYWNOŚCI

Z 142 ILUSTRACJAMI



WYDAWNICTWO SOPHIA
WARSZAWA 2022



Rutherford

© 2022 by Tomasz Pospieszny
© 2022 by Wydawnictwo Sophia

Redaktor wydawnicza:
Ewelina Wajs-Baryła

Redakcja naukowa:
prof. UAM dr hab. Iwona Kowalczyk
prof. dr hab. Bogumił Brycki

Redakcja:
Aleksandra Janiszewska

Korekta:
Agata Łojek (UKKLW)

Projekt okładki i ikonografia:
Ewelina Wajs-Baryła

Wybór zdjęć:
Tomasz Pospieszny

Projekt typograficzny, skład i przygotowanie do druku:
Wydawnictwo Sophia

ISBN 978-83-963601-1-3

Na stronie czwartej wykorzystano portret Ernesta Rutherforda autorstwa Oswalda Birleya z 1934 roku
© Alexander Turnbull Library, Wellington, New Zealand.
Na grzbiecie okładki wykorzystano fotografię Ernesta Rutherforda z kolekcji Tomasza Pospieszneho.
Wszystkie wykorzystane w książce autografy naukowców pochodzą z domeny publicznej.



Wydawnictwo Sophia
ul. Relaksowa 28a tel. 884 302 470
02-796 Warszawa kontakt@wydawnictwosophia.pl
<https://bit.ly/SophiaKsiazki> <https://bit.ly/ALCHEMIA>



Książka, którą nabyłeś, jest dziełem twórcy i wydawcy. Prosimy, abyś przestrzegał praw, jakie im przysługują. Jej zawartość możesz udostępnić nieodpłatnie osobom bliskim lub osobiście znanym. Ale nie publikuj jej w internecie. Jeśli cytujesz jej fragmenty, nie zmieniaj ich treści i koniecznie zaznacz, czyje to dzieło. A kopiując ją, rób to jedynie na użytek osobisty.

Więcej o prawie autorskim na www.legalnakultura.pl

Szanujmy cudzą własność i prawo!
Polska Izba Książki

SPIS TREŚCI

Przedmowa	10
Od Autora	13
Spis tabel i rysunków	16
1. Aptekarska precyzja (1789)	21
2. Dłoń frau Röntgen (1895)	39
3. Rodzina z tradycjami (1896)	67
4. Magiczne światełka	93
Radowa Madonna (1898)	96
Brat radu (1899)	134
Kazimierz Największy (1918)	146
Geny rozrabiaki (1939)	182
5. Królik z antypodów	193
Weseli malcy (1899)	210
Emanacja (1900)	218
Transmutacja (1902)	228
Niewiarygodny strzał (1911)	248
Rozbicie atomu (1919)	260
6. Duńskie udoskonalenie (1913)	277
7. Samotny wilk (1913)	315
8. Annus mirabilis (1932)	339
9. Papież fizyki (1934)	407
10. Hähnchen und Lischen (1938)	453
11. Ręka boga (1940)	501
Słowniczek	527
Appendix	539
Chronologia odkryć w fizyce i chemii jądrowej	545
Podziękowania	551
Streszczenia	555
Nowa Alchemia czyli historia radioaktywności	556
New Alchemy the history of Radioactivity	558
Neue Alchemie, das heißt: die Geschichte der Radioaktivität	560
Nouvelle Alchimie ou l'histoire de la Radioactivité	562
La Nueva Alquimia, es decir: La historia de la Radiactividad	564
O Autorze	566
Bibliografia	569
Indeks osobowy	597

Na początku nie było żadnego Boga. Nie było ani czasu, ani przestrzeni. Było tylko światło i ciemność. I to było doskonałe. Światło poruszało się w sobie i rozbłysło. Słup światła wdarł się w ciemność i znalazł tam nieruchomą od zawsze materię. Uderzył w nią z całą siłą, aż obudził w niej Boga.

Olga Tokarczuk

Prawiek i inne czasy

Jeżeli się przypadkiem znajdą lekkomyślni, którzy nieobeznani z żadną częścią matematyki zechcą wszelako o każdej sąd swój dawać, powołując się na pewne miejsce pisma świętego, źle do tego celu naciągnięone, i ośmielą się dzieło moje ganić i potępiać, oświadczam: iż o takich wcale nie dbam, tak dalece, że nawet ich sądem jako płochym, gardzę.

Mikołaj Kopernik

Do Jego Świątobliwości Papieża Pawła III,

z przedmowy do dzieła O obrotach ciał niebieskich

PRZEDMOWA

Alchemia. Sztuka tajemna. Splatająca żywy Arystotelesa, ziemię, powietrze, ogień i wodę, z siarką i rtęcią. Szukająca kamienia filozoficznego, metody transmutacji metali w złoto. Szukająca panaceum, lekarstwa na wszystkie choroby. Zaprawiane magią doświadczenia alchemiczne prowadziły często do nieoczekiwanych rezultatów. Były to albo eksperymenty wyjaśniające chemiczną złożoność materii, albo też doświadczenia zmierzające w kierunku złowieszco brzmiącej przepowiedni *Mane, Tekel, Fares*¹. Z perspektywy czasu widać jednak, że każdy alchemiczny eksperyment prowadził do wzbogacenia wiedzy. Już w czasach starożytnych w atmosferze magii otaczającej próby alchemiczne pojawił się pierwszy aparat destylacyjny. Kilka wieków później doświadczenia Dżabira Ibn Hajjana „Gerbera” (VII w n.e.) doprowadziły do powstania teorii flogistonu. Gromadzona przez setki lat wiedza alchemiczna pozwalała na stopniowe oddzielanie czynnika magicznego od rzeczywistych przemian chemicznych. Michał Sędziwój (XVI/XVII w.) w *Novum Lumen Chymicum* zwrócił uwagę na „pokarm życia” znajdujący się w powietrzu i jego znaczenie w procesach spalania i oddychania. Był to istotny krok na drodze transformacji alchemii w chemię. Porzucenia klasycznych żywiołów i sformułowania idei pierwiastka chemicznego. Zasadnicze rozróżnienie pomiędzy alchemią i chemią wprowadziło dzieło Roberta Boyle’a *The Skeptical Chymist* (1661), w którym podkreślono, że budowę i naturę materii opisuje eksperyment bez odniesienia do ezoterycznych interpretacji. Wielowiekowe idee transmutacji metali były jednakże tak głęboko zakorzenione w pokoleniowej świadomości, że nawet Izaak Newton, ojciec nowożytnej nauki, z trudem się od nich odzęgnywał.

Pasja poznawania świata materialnego, jego budowy, struktury rzeczywistej, nie mistycznej, prowadziła w ciągu następnego dziesięciolecia do odkrycia wielu pierwiastków, nie tylko tych powszechnie występujących w związkach, ale również tych rzadszych i tych cięższych. Wieki XVIII i XIX to złoty czas, w którym rodziła się chemia i fizyka. Uran, cyrkon, cer. Deprecjacja teorii

1 „Policzone, zważone, podzielone” lub „policzone, zważone, rozdzielone”. Przepowiednia, którą miała napisać tajemnicza ręka na ścianie pałacu babilońskiego władcy Baltazara podczas wydanej przez niego uczy. Słowa te były zapowiedzią szybkiego upadku państwa nowobabilońskiego oraz śmierci samego króla Baltazara.

flogistonu, potwierdzenie teorii utleniania Antoine'a de Lavoisiera, opracowanie wagi analitycznej to tylko niektóre osiągnięcia Martina Heinricha Klaprotha, czółowego osiemnastowiecznego chemika, człowieka bardzo skromnego, przepojonego ciekawością poznawania otaczającego go świata.

Odkrycia Klaprotha i jego następców przyczyniały się do lepszego rozumienia Natury. Ale jak twierdził Demokryt: „W rzeczywistości nie wiemy nic, bo prawda leży w głębi”². I do tej głębi sięgnęli fizycy. Badania wyładowań elektrycznych w gazach rozrzedzonych, zainicjowane przez Michaela Faradaya, przeprowadzone w zmodyfikowanej przez Heinricha Geisslera lampie próżniowej, umożliwiły Johannowi Hittorfovi odkrycie promieni katodowych. Badania tych promieni, zwłaszcza przez Crookesa i Lenarda, były wstępem do odkrycia promieni X. Eksperymenty Wilhelma Conrada Röntgena obserwującego fluorescencję platynocyjanku baru w różnych środowiskach eksperymentalnych doprowadziły do odkrycia przenikliwych promieni o naturze falowej, mających fundamentalne znaczenie naukowe i aplikacyjne.

Odkrycie promieni Röntgena było rzeczywistym spojrzeniem w głąb materii. Wszystko, co od tego czasu obserwowano, było nowe. Nieznane. Ekscytujące. I jeszcze dodatkowe odkrycie Becquerela. Samoistne promieniowanie materii. Bez naświetlań. Nie fluoroscencyjne. Tajemnicze. Niewyjaśnione. Nowa alchemia.

Było to również spojrzenie w głąb natury ludzkiej. Nie zawsze pięknej. Chemicy i fizycy przełomu XIX i XX wieku byli wybitnymi uczonymi. Koryfeuszami nauki. Gigantami umysłu. Wielu z nich znało wagę swoich odkryć, część potrafiła też docenić znaczenie odkryć innych uczonych. Nie wszyscy jednak posiadali cechy i charakter Klaprotha. Wymiana przeciwstawnych poglądów, nawet bardzo ostra, jest dochodzeniem do prawdy. Bezwzględna krytyka wyników badań innych uczonych, bez uwzględnienia ich argumentów, nie przyczynia się do poznania prawdy. Bywa zarzewiem osobistych dramatów i tragedii. Umiejętność korekty własnych poglądów, nawet po długim czasie, przyczynia się również do rozwoju nauki. Ale niestety są i tacy uczeni, w gronie tych najwybitniejszych, którzy raz przyjętych poglądów nigdy nie zmieniają, nawet pod przytłaczającym naporem faktów. Broniąc swoich przekonań, często używają w stosunku do adwersarzy dyskredytujących argumentów politycznych i narodowościowych, które w nauce nigdy nie powinny mieć miejsca.

Takie było środowisko uczonych w tamtych czasach. Czy się zmieniło...? Sylwetki uczonych przedstawionych przez Autora nie są marmurowymi posągami, ale obrazami żywych ludzi z ich ludzką naturą – czasem dobrą, czasem złą.

Nowa Alchemia czyli historia radioaktywności jest książką niezwykłą. Dla wszystkich. Dla osób zainteresowanych naukami ścisłymi i dla osób patrzących na rozwój ludzkości przez pryzmat osiągnięć naukowych. Jest to książka fascynująca. Nie tylko ze względu na imponujący materiał faktograficzny przedstawiający w detalach rozwiązywanie tajemniczych, niemalże alchemicznych zjawisk związanych z radioaktywnością, ale również z uwagi na przedstawienie osobowości

2 J. Legowicz (red.), *Filozofia starożytna Grecji i Rzymu*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1968, s. 102.

ludzi dających odpowiedzi na fundamentalne pytania dotyczące budowy materii. Z uwagi na dokumentacyjny charakter książki, zawierającej ponad 1800 przypisów i przedstawiającej historię radioaktywności od XIX wieku do chwili obecnej, książka może być traktowana jako materiał źródłowy dla czytelników zapoznających się z radioaktywnością.

Historia radioaktywności jest nierozdzielnie związana z postacią Marii Skłodowskiej-Curie. Dążenie do prawdy, pracowitość i szacunek dla innych to cechy, którymi zawsze kierowała się w życiu. Maria Skłodowska-Curie była osobą, która nie tylko skutecznie wydzierła Naturze tajemnice, ale równie skutecznie walczyła o prawa i szacunek dla kobiet.

Znamienne słowa wypowiedziane przez Alberta Einsteina po śmierci Marii Skłodowskiej-Curie mogą być przesłaniem dla wszystkich ludzi troszczących się o przyszłość Europy i świata:

Jej siła, czystość charakteru, surowość wymagań wobec siebie samej, obiektywizm, nieskazitelne poglądy, wszystkie te cechy były tak wysokiego gatunku, że rzadko spotyka się je razem, połączone u jednej osoby. Stale uważała, że jest w służbie społeczeństwa, a jej wyjątkowa skromność nie dopuszczała pochlebstw. Gdyby zaledwie niewielka część siły charakteru i oddania pani Curie były żywe wśród europejskich intelektualistów, Europę czekałaby jaśniejsza przyszłość.

Książka *Nowa Alchemia czyli historia radioaktywności* Tomasza Pospiesznego jest znakomitym kompendium wiedzy o radioaktywności. Fizycy i chemicy, czytając tę książkę, poczują bliskość osób znanych im dotychczas ze wzorów, równań i wykresów. Inni czytelnicy wezmą udział w alchemicznym kręgu. Poczują magię odkrywania.

prof. dr hab. Bogumił Brycki
Poznań, grudzień 2021

OD AUTORA

*Gdyby w wyniku jakiegoś kataklizmu zniszczona została cała wiedza naukowa
i tylko jedno zdanie przetrwałoby dla następnych generacji istot,
jakie zdanie zawierałoby najwięcej informacji w najmniejszej liczbie słów?
Wszystko jest zbudowane z atomów.*

Richard Feynman
(1918–1988)

Pomysł na napisanie tej książki zrodził się jesienią 2019 roku w związku z moim wystąpieniem podczas XXIII Festiwalu Nauki w Warszawie. Długo zastanawiałem się, jak je zatytułować. W końcu zdecydowałem się na: *Nowa Alchemia czyli historia promieniotwórczości*. Inspiracją stała się niezwykle ciekawa książka Ernesta Rutherforda pod znamienym tytułem *The Newer Alchemy*¹, w której uczonego omawia przemiany pierwiastków chemicznych powodowane radioaktywnością. 28 listopada 1936 roku w ramach Henry Sidgwick² Memorial Lecture wygłosił on w Newnham College wykład, który później nieco rozszerzył i w lutym 1937 roku wydał w formie książki. Uczeń pisał:

W tym wykładzie pokrótce przedstawię współczesną pracę nad transmutacją pierwiastków. Tytuł ma sugerować kontrast do tej starożytnej formy alchemii, która przez prawie dwa tysiące lat fascynowała ludzki umysł. Wiara w możliwość transmutacji materii powstała na początku ery chrześcijańskiej. Poszukiwania Kamienia Filozoficznego, aby przemienić jeden pierwiastek w drugi, a zwłaszcza wytworzyć złoto i srebro ze zwykłych metali, były nieustannie prowadzone w średniowieczu. Istnienie tej idei na przestrzeni wieków w dużej mierze wynikało z filozoficznej koncepcji natury materii opartej na autorytecie Arystotelesa. [...]

W miarę rozwoju wiedzy chemicznej stara idea transmutacji [alchemicznej] nie wytrzymała próby czasu. Stwierdzono, że materię można rozłożyć na 80 lub więcej odrębnych pierwiastków, których atomy wydawały się trwałe i niezniszczalne. Zwykłe siły fizyczne i chemiczne na nasze polecenie zdawały się nie być w stanie w żaden sposób zmienić atomów pierwiastków. Ta idea trwałości atomów doznała wstrząsu, gdy w 1902 roku odkryto, że atomy dwóch dobrze znanych pierwiastków, uranu i toru, przechodzą istny proces spontanicznej transformacji, chociaż w bardzo małym tempie. Wniosek ten wynikał z odkrycia radioaktywności tych dwóch ciężkich pierwiastków, które spontanicznie emitują przenikliwe rodzaje promieniowania, zdolne do zaczernienia klisz fotograficznych i rozładowania naelektryzowanego ciała. Ta radioaktywność jest oznaką niestabilności danych atomów³.

1 E. Rutherford, *The Newer Alchemy*, Cambridge at the University Press, Cambridge 1937. Warto również posłuchać krótkiego wykładu uczonego z grudnia 1935 roku, w którym podsumowuje swoje odkrycia: https://bit.ly/Rutherford_Lecture [dostęp: 30.05.2022].

2 Henry Sidgwick (1838–1900) był angielskim filozofem i ekonomistą nurtu utylitarystycznego. Był również zdecydowanym zwolennikiem równouprawnienia kobiet w dostępie do edukacji wyższej. W 1871 roku założył Newnham College, będący drugim żeńskim college'em Uniwersytetu w Cambridge.

3 E. Rutherford, *The Newer...*, s. 1–4.

Wszystkie cytaty ujęte w książce podane są w tłumaczeniu T. Pospieszego, chyba, że zaznaczono inaczej.

Lektura tych słów na długo zapadła mi w pamięć i stały się one inspiracją.

Moje wystąpienie z 2019 roku spotkało się z bardzo przychylną reakcją publiczności. Wykład został nawet uznany za najlepszy w ramach XXIII edycji Festiwalu Nauki w Warszawie. Kilka osób było na tyle zainteresowanych poruszonymi w nim zagadnieniami, że zasugerowały mi, aby powstała na ten temat książka. Pomyślałem wówczas, że warto rozszerzyć wykład o zagadnienia, których czas nie pozwolił przedstawić podczas prezentacji. Tak narodziła się koncepcja niniejszej książki. Jej tytuł bezpośrednio nawiązuje do tytułu wykładu i książki Rutherforda.

Podczas pracy korzystałem z moich poprzednich książek, w których poruszałem tematy związane z historią radioaktywności⁴ oraz felietonów mojego autorstwa ukazujących się na łamach Piękniejszej Strony Nauki⁵, w których przedstawiałem powiązane zagadnienia. Niektóre z nich po raz pierwszy ukazują się w formie drukowanej.

Oczywiście zdaję sobie sprawę, że książka nie jest doskonała, zawsze może się okazać, że komuś brakuje w niej wyjaśnień takich czy innych zagadnień z zakresu radioaktywności. Moim zamiarem było jednak przedstawienie historii tej niezwyklej nauki, a nie *stricte* problemów, którymi się ona zajmuje. Nie jest to podręcznik akademicki, który traktuje o tej kwestii z całym aparatem matematycznym. Celowo unikałem wzorów (w całym tekście podałem trzy wzory fizyczne) czy wyprowadzeń, tak aby każda osoba mogła zrozumieć, na czym polega i czym jest zjawisko radioaktywności. Nie będę ukrywał, że bywało to niezwykle trudne. Język naukowców to najczęściej wzory i wykresy, które pięknie i klarownie ilustrują poszczególne zagadnienia. Czasami wystarczy tylko spojrzeć na równanie i wszystko staje się jasne. Jeden z najwybitniejszych filozofów, matematyków i fizyków niemieckich Gottfried Wilhelm Leibniz⁶ (1646–1716) powiedział: *Dum Deus calculat, mundus fit*⁷ – i jest w tym sporo prawdy. Bez względu na to, kto liczy...

Historia radioaktywności nierozzerwalnie wiąże się z postaciami Marii Skłodowskiej-Curie, Pierre'a Curie oraz Ernesta Rutherforda. Bez cienia przesady należy uznać, że to im zawdzięczamy poznanie tego zjawiska. Dzięki ich pracy i geniuszowi promieniowanie emitowane przez „dziwne” pierwiastki zyskało rozgłos w świecie naukowym. Z czasem dołączyli do nich inni badacze, rozbudowujący fundamenty nowej nauki i tworzący na nich olbrzymi pałac. Kładli oni także nacisk na zastosowanie praktyczne pierwiastków radioaktywnych. I mimo iż samo zjawisko odkrył w 1896 roku Antoine Henri Becquerel, to narodziny radioaktywności należy przypisać

4 T. Pospieszny, *Zapomniany geniusz. Lise Meitner – pierwsza dama fizyki jądrowej*, Novae Res, Gdynia 2016; tenże, *Radowa księżniczka. Historia Ireny Joliot-Curie*, Novae Res, Gdynia 2017; tenże, *Pasja i geniusz. Kobiety, które zasłużyły na Nagrodę Nobla*, Wydawnictwo Po Godzinach, Warszawa 2019; tenże, *Maria Skłodowska-Curie. Zakochana w nauce*, Wydawnictwo Sophia, Warszawa 2022. Rozdziały dotyczące odkrycia polonu i radu, emanacji, sztucznej radioaktywności oraz rozszczepienia jądra atomowego zaczerpnąłem z moich poprzednich książek. W niektórych przypadkach zostały one poszerzone i zmienione.

5 <http://piekniejszastronnanauki.pl/>

6 Doskonałą biografię uczzonego napisała: M.R. Antognazza, *Leibniz. Biografia intelektualna*, Copernicus Center Press, Kraków 2018.

7 „Gdy Bóg rachuje, staje się świat”.

pionierskim pracom Rutherforda i małżonków Curie. To dzięki nim ziściło się marzenie alchemików.

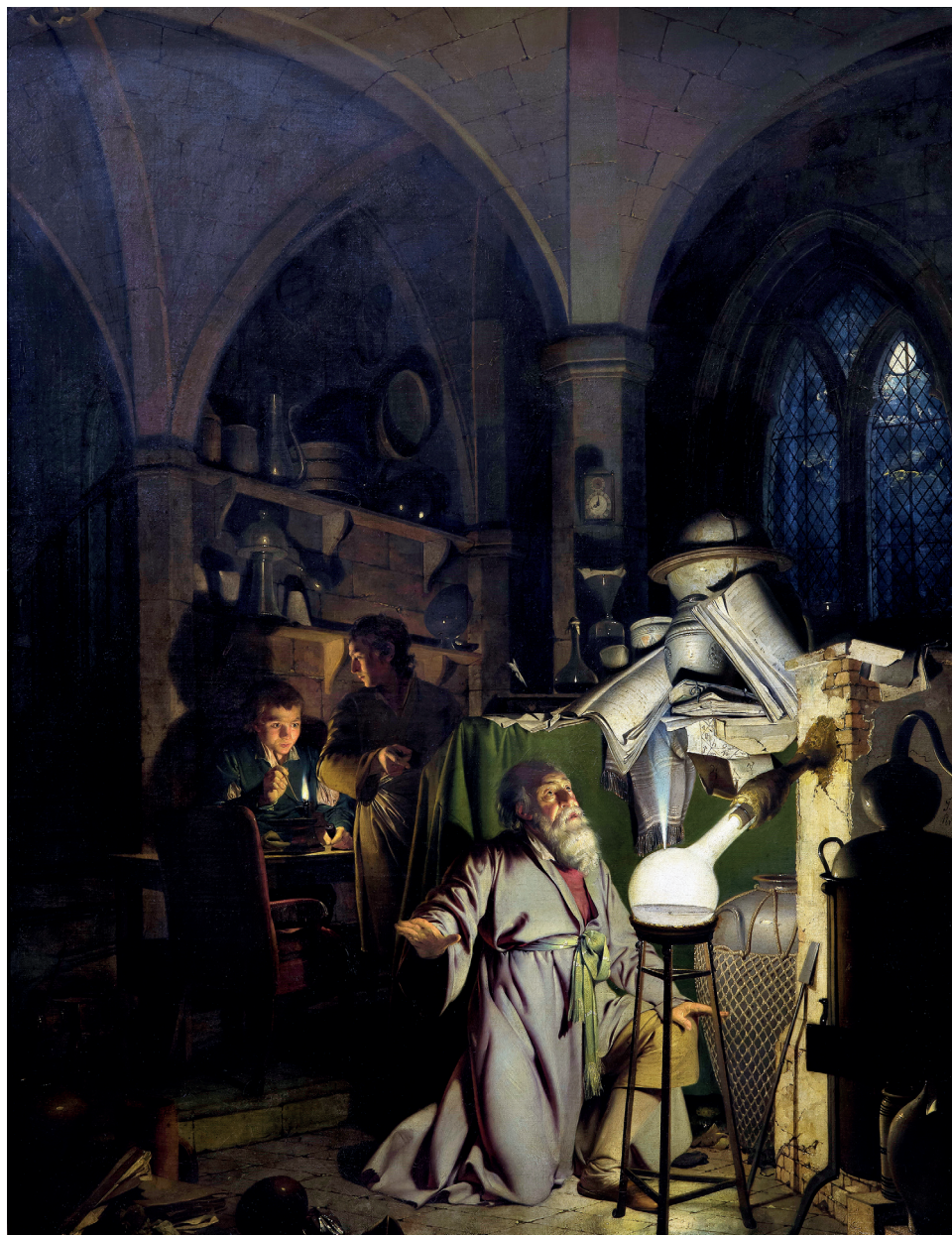
Opowieść zaczynam od odkrycia i badania ostatniego naturalnie występującego w przyrodzie pierwiastka chemicznego – uranu. Specyficznymi właściwościami fizycznymi sprowokował on naukowców do poświęcenia mu uwagi. Odkrycie polonu, radu, aktynu, radonu czy protaktynu oraz ich izotopów (odmian tego samego pierwiastka różniących się masą) było naturalną konsekwencją badania uranu i jego rud. Problem pojawił się, kiedy w układzie okresowym pierwiastków zwyczajnie zaczęło brakować miejsca na pojawiające się tak licznie „nowe” pierwiastki chemiczne. Dopiero koncepcja izotopów Fredericka Soddy’ego uporządkowała chwilowo chaotyczny świat chemii i fizyki.

Odkrycie radioaktywności miało także konsekwencje dla dotychczasowych koncepcji budowy atomu. Stało się jasne, że atom nie jest niepodzielną małą „kulką”, lecz czymś bardziej złożonym. W 1897 roku Joseph John Thomson, angielski fizyk pracujący w Laboratorium Cavendisha na Uniwersytecie w Cambridge, zafascynowany promieniowaniem katodowym, stwierdził, że są to cząstki. Był pierwszym uczonym, który określił stosunek ich ładunku do masy. Odkrył tym samym pierwszą cząstkę elementarną – najmniejszą i niepodzielną. Nazwał ją elektronem. W 1911 roku z kolei Ernest Rutherford odkrył jądro atomowe. Atom stawał się coraz bardziej złożony. W końcu w 1913 roku Niels Bohr opracował model atomu wodoru, zgodnie z którym elektron krąży wokół jądra jako naładowany punkt materialny, przyciągany przez jądro siłami elektrycznymi.

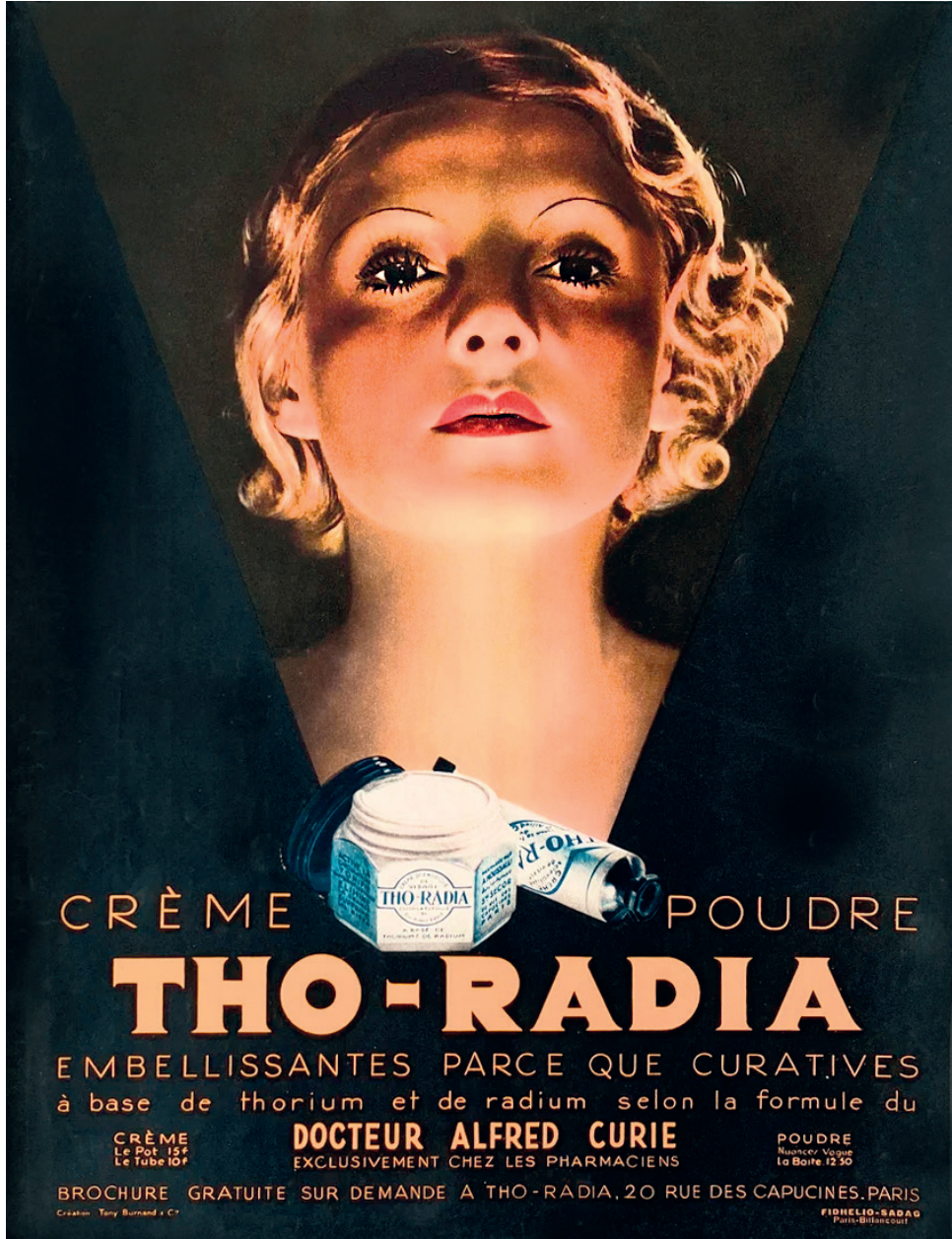
W latach trzydziestych ubiegłego wieku uczeni zaczęli zgłębiać budowę jądra atomowego. James Chadwick odkrył neutron. Budowa atomu stawała się coraz bardziej złożona. Neutron niemający ładunku elektrycznego stał się idealnym materiałem do badań. Mógł bez większego problemu pokonywać oddziaływania elektrostatyczne i wnikać do jądra atomowego pierwiastka, od którego wszystko się zaczęło – do jądra uranu. Prace Enrica Fermiego, Lise Meitner i Ottona Hahna doprowadziły natomiast do wyzwolenia energii atomowej. Ludzkość weszła w nową erę.


Historia radioaktywności to w gruncie rzeczy historia genialnych kobiet i mężczyzn, którzy podjęli się prób opisania praw i zjawisk Matki Natury. Niniejsza książka jest swoistą biografią części nauki, która zmieniła nasze wyobrażenie świata. Moim zamiarem było, aby jej historię opowiedzieli ci, którzy ją tworzyli. Oddajmy im zatem głos.

Tomasz Pospieszny
wrzesień 2020 – grudzień 2021



Alchemik poszukujący kamienia filozoficznego odkrywa fosfor, obraz Josepha Wrighta of Derby, 1771, olej na płótnie, Derby Museum and Art Gallery. Domena publiczna.



CRÈME  POUDRE

THO-RADIA

EMBELLISSANTES PARCE QUE CURATIVES
à base de thorium et de radium selon la formule du

DOCTEUR ALFRED CURIE
EXCLUSIVEMENT CHEZ LES PHARMACIENS

CRÈME
Le Pot 15f
Le Tube 10f

POUDRE
Nuances Vogue
La Boite 12 50

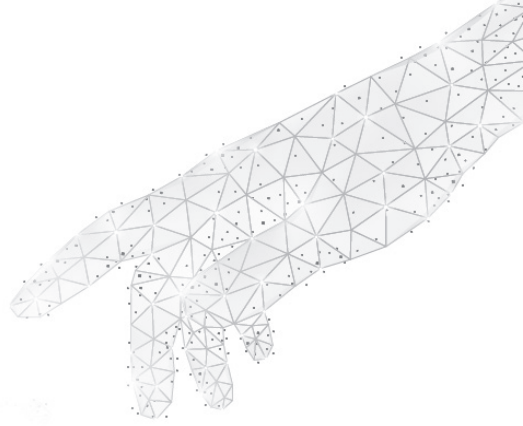
BROCHURE GRATUITE SUR DEMANDE A THO-RADIA, 20 RUE DES CAPUCINES, PARIS

Creation: Tony Burnand & Co

FIDELIO-SADAG
Paris-Gobelinscourt

Reklama kosmetyków z serii *Tho-radia* sygnowana przez dr. Alfreda Curie.

Domena publiczna.



APPENDIX



ELEMENTS

	Hydrogen.	1 ^{wt}		Strontian	46 ^{wt}
	Azote	5		Barytes	68
	Carbon	5 ⁴		Iron	50
	Oxygen	7		Zinc	56
	Phosphorus	9		Copper	56
	Sulphur	13		Lead	90
	Magnesia	20		Silver	190
	Lime	24		Gold	190
	Soda	28		Platina	190
	Potash	42		Mercury	167

Lista symboli pierwiastków chemicznych opracowana przez Johna Daltona w 1806 roku.

Wellcome Collection Gallery. Domena publiczna.

**ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ,
ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНОМЪ ВѢСѢ И ХИМИЧЕСКОМЪ СХОДСТВѢ.**

			Ti=50	Zr= 90	?=180.
			V=51	Nb= 94	Ta=182.
			Cr=52	Mo= 96	W=186.
			Mn=55	Rh=104,4	Pt=197,1.
			Fe=56	Ru=104,4	Ir=198.
			Ni=Co=59	Pd=106,6	Os=199.
H=1			Cu=63,4	Ag=108	Hg=200.
	Be= 9,4	Mg=24	Zn=65,2	Cd=112	
	B=11	Al=27,3	?=68	Ur=116	Au=197?
	C=12	Si=28	?=70	Sn=118	
	N=14	P=31	As=75	Sb=122	Bi=210?
	O=16	S=32	Se=79,4	Te=128?	
	F=19	Cl=35,5	Br=80	I=127	
Li=7	Na=23	K=39	Rb=85,4	Cs=133	Tl=204.
		Ca=40	Sr=87,6	Ba=137	Pb=207.
		?=45	Ce=92		
		?Er=56	La=94		
		?Yt=60	Di=95		
		?In=75,6	Th=118?		

Д. Менделѣевъ

Pierwszy układ okresowy pierwiastków chemicznych stworzony przez Dymitra Mendelejewa
w 1869 roku. Domena publiczna.

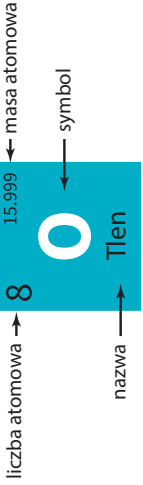
NOWA ALCHEMIA CZYLI HISTORIA RADIOAKTYWNOŚCI

	GRUPA 0.	GRUPA I.	GRUPA II.	GRUPA III.	GRUPA IV.	GRUPA V.	GRUPA VI.	GRUPA VII.	GRUPA VIII.
Wodór 1.008	Hel He 3.99	Lit Li 6.94	Beryl Be 9.1	Bor B 11.0	Węgiel C 12.00	Azot N 14.01	Tlen O 16.00	Fluor F 19.0	
	Neon Ne 20.2	Sód Na 23.00	Magnez Mg 24.32	Glin Al 27.1	Krzem Si 28.3	Fosfor P 31.04	Siarka S 32.07	Chlor Cl 35.46	
A	Argon A 39.88	Potas K 39.10	Wapń Ca 40.07	Skand Sc 44.1	Tytan Ti 48.1	{ Wanad V 51.0	Chrom Cr 52.0	Mangan Mn 54.93	Żelazo Fe 55.84
B		Miedź Cu 63.57	Cynk Zn 65.37	Gal Ga 69.9	German Ge 72.5	Arsen As 74.96	Selen Se 79.2	Brom Br 79.92	Kobalt Co 58.97
A	Krypton Kr 82.92	Rubid Rb 85.45	Stront Sr 87.63	Itr Yt 89.0	Cyrkon Zr 90.6	{ Niob Nb 93.5	Molibden Mo 96.0	-----	Ruten Ru 101.7
B		Srebro Ag 107.88	Kadm Cd 112.40	Ind In 114.8	Cyna Sn 119.0	Antymon Sb 120.2	Tellur Te 127.5	Jod I 126.92	Rod Rh 102.9
A	Ksenon Xe 130.2	Cez Cs 132.81	Bar Ba 137.37	[Lantan La 139.0	Cer Ce 140.03	Prazeodym Pr 140.6	Neodym Nd 144.3	Samar Sa 150.4	
	Europ Eu 152.0	Gadolin Gd 157.3	Terb Tb 159.2	Terb Tb 159.2	Dysproz Dy 162.5	Erb Er 167.7			
	Tul Tm 168.5	Iterb Yb 172.0	Lutet Lu 174.0	Lutet Lu 174.0	{ Tantal Ta 181.5	Wolfram W 184.0	Osm Os 190.9	Iryd Ir 193.1	Platyna Pt 195.2
B	Złoto Au 197.2	Rtęć Hg 200.6	Tal Tl 204.0	Ołów Pb 207.10	Bizmut Bi 208.0	(Polon)	-----	-----	
A	Emanacja Radu 222.	-----	Rad Ra 226.0	Tor Th 232.4	Uran X ₂ (Brewium)	Uran U 238.5			

Układ okresowy pierwiastków z 1914 roku, [za:] F. Soddy, *The Chemistry of Radio-Elements*, II, Longman, Green and Co., London 1914.

- niemetale
- metale alkaliczne
- metale ziem alkalicznych
- metale przejściowe
- półmetale
- metale bloku p
- halogeny
- metale ziem alkalicznych
- lantanowce
- aktywnowce
- pierwiastki radioaktywne
- gazy szlachetne

OKRES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 1.008 H Wodór	2 4.0026 He Hel																
2	3 6.938 Li Lit	4 9.012 Be Beryl																
3	11 22.989 Na Sód	12 24.304 Mg Magnez	13 26.9815 B Bor	14 12.0096 C Węgiel	15 14.0064 N Azot	16 15.999 O Tlen	17 18.998 F Fluor	18 35.446 Cl Chlor										
4	19 39.0983 K Potas	20 40.078 Ca Wapń	21 44.9559 Sc Szkand	22 47.867 Ti Tytan	23 50.9415 V Wanad	24 51.9961 Cr Chrom	25 54.938 Mn Mangan	26 55.845 Fe Żelazo	27 58.933 Co Kobalt	28 58.6934 Ni Nikiel	29 63.546 Cu Miedź	30 65.38 Zn Cynk	31 69.723 Ga Gal	32 72.630 Ge German	33 74.922 As Arsen	34 75.971 Se Selen	35 79.901 Br Brom	36 83.798 Kr Krypton
5	37 85.4678 Rb Rubid	38 87.62 Sr Stront	39 88.9058 Y Itr	40 91.224 Zr Cyrkon	41 92.906 Nb Niob	42 95.95 Mo Molibden	43 98 Tc Technet	44 101.07 Ru Ruten	45 102.9055 Rh Rod	46 106.42 Pd Pallad	47 107.8682 Ag Srebro	48 112.414 Cd Kadm	49 114.818 In Ind	50 118.710 Sn Cyna	51 121.760 Sb Antymon	52 127.60 Te Tellur	53 126.904 I Jod	54 131.293 Xe Ksenon
6	55 132.905 Cs Cez	56 137.327 Ba Bar	57-71 * Lantanowce*	72 178.49 Hf Hafn	73 180.548 Ta Tantal	74 183.84 W Wolfram	75 186.207 Re Ren	76 190.23 Os Osm	77 195.084 Ir Iryd	78 196.967 Pt Platyna	79 196.967 Au Złoto	80 200.592 Hg Rtęć	81 204.382 Tl Tal	82 207.2 Pb Ołów	83 208.980 Bi Bizmut	84 209 Po Polon	85 210 At Astat	86 (222) Rn Radon
7	87 (223) Fr Frans	88 (226) Ra Rad	89-103 ** Aktynowce**	104 (261) Rf Rutherfordford	105 (263) Db Dubn	106 (265) Sg Seaborg	107 (267) Bh Bohr	108 (269) Hs Has	109 (271) Mt Meitner	110 (281) Ds Darmstadt	111 (282) Rg Roentgen	112 (285) Cn Kopernik	113 (286) Nh Nihon	114 (289) Fl Flerow	115 (290) Mc Moskow	116 (293) Lv Liwermor	117 (294) Ts Tenes	118 (294) Og Oganesson



57 138.905 La Lantan	58 140.116 Ce Cer	59 140.908 Pr Praseodym	60 144.24 Nd Neodym	61 (145) Pm Promet	62 150.36 Sm Samar	63 151.964 Eu Europ	64 157.25 Gd Gadolin	65 158.925 Tb Terb	66 162.500 Dy Dysprowz	67 164.930 Ho Holm	68 167.259 Er Erb	69 168.934 Tm Tul	70 173.045 Yb Yterb	71 174.968 Lu Lutet
89 (227) Ac Aktyn	90 232.037 Th Tor	91 231.036 Pa Protaktyn	92 238.029 U Uran	93 (237) Np Neptun	94 (244) Pu Pluton	95 (243) Am Ameryk	96 (247) Cm Klir	97 (247) Bk Berkel	98 (251) Cf Kaliforn	99 (252) Es Einsten	100 (257) Fm Ferm	101 (258) Md Mendelew	102 (259) No Nobel	103 (266) Lr Lorens

stan skupienia w stanie standardowym (25 °C, 1000 hPa) oznaczono kolorami:

- ciało stałe
- ciecz
- nieznany
- gaz

Układ okresowy pierwiastków chemicznych z 2022 roku.

Das Königlich vnd freye weitberühmte Bergk

geburt Jesu Christi unsers Seligmachers / M. D. XLVIII.



werck im Sanct Joachimthal / sampt andern zugehörndem

Silberberckmrecken etc. Im Jar / Nach der

Kopalnia srebra w Jáchymovie,

rycina z książki *Nach der geburt Jesu Christi unsers Seligmachers*, 1548. Deutsche Fotothek.

Domena publiczna.

NOWA ALCHEMIA CZYLI HISTORIA RADIOAKTYWNOŚCI

W książce przedstawiono historię najważniejszych odkryć dokonanych w chemii i fizyce jądrowej na tle życia najwybitniejszych badaczy atomu.

Historia radioaktywności rozpoczyna się wraz z uznaniem uranu za pierwiastek chemiczny przez Martina Heinricha Klaprotha, który ogłosił to w 1789 roku. Przeszło sto lat później w 1895 roku Wilhelm Conrad Röntgen, prowadząc badania nad promieniowaniem katodowym, odkrył zagadkowe promienie X. Był to punkt zwrotny do dalszych odkryć. Rok później Antonie Henri Becquerel, badając promienie X, przez przypadek odkrył, że uran i jego sole samoczynnie wysyłają tajemnicze promieniowanie, które między innymi zaczerpnia klisze fotograficzne. W 1897 roku John Joseph Thomson, zaintrygowany promieniowaniem katodowym, stwierdził, że są to cząstki, i jako pierwszy określił stosunek ich ładunku do masy. Odkrył elektron – pierwszą cząstkę elementarną.

W 1898 roku Maria Skłodowska-Curie, poszukując tematu rozprawy doktorskiej, rozpoczęła badanie promieniowania uranowego, które wkrótce nazwała radioaktywnością. Uczona wraz z mężem Pierre'em Curie odkryła dwa nowe „cudowne” pierwiastki radioaktywne: polon i rad. Rok później André Debierne odkrył kolejny pierwiastek emitujący promieniowanie – aktyn. W kolejnych latach odkryto inne pierwiastki radioaktywne, takie jak protaktyn (Kazimierz Fajans, Lise Meitner, Otto Hahn) oraz frans (Marguerite Catherine Perey). Inni uczeni odkrywali wiele różnych pierwiastków chemicznych, dla których z czasem zaczynało brakować miejsca w układzie okresowym. Narodziła się nowa, magiczna nauka – radioaktywność.

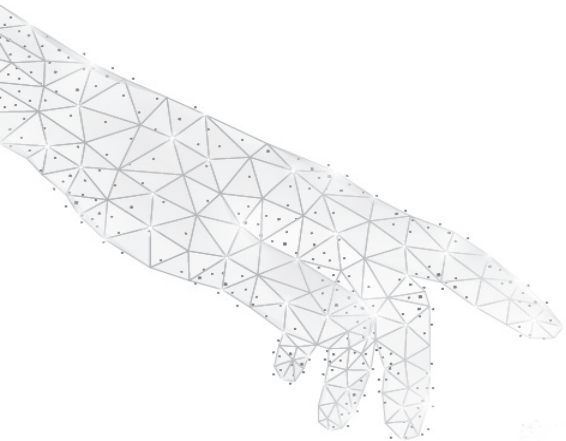
Kolejne odkrycia potoczyły się niczym lawina. W 1899 roku Ernest Rutherford stwierdził, że uran emituje dwa rodzaje promieniowania – ciężkie, dwudodatnio naładowane jądra atomów helu, oraz lekkie i bardzo przenikliwe elektrony. Nazwał je odpowiednio promieniowaniem alfa (α) i beta (β). Rok później Paul Ulrich Villard zidentyfikował trzeci rodzaj promieniowania – bardzo przenikliwy, który nazwał promieniowaniem gamma (γ). Rutherford wraz z Harriet Brooks w 1900 roku odkrył pierwszy gaz radioaktywny – radon. W 1902 roku wspólnie z Frederickiem Soddy'm sformułował pierwszą teorię przemian radioaktywnych. Ich teoria całkowicie odmieniła chemię i fizykę, wprowadzając alchemiczne marzenia w naukową rzeczywistość. W 1911 roku Rutherford,

badając rozproszenie cząstek α , odkrył jądro atomowe i podał koncepcję budowy atomu, którą w 1913 roku udoskonalił duński uczony Niels Bohr. Kolejne niezwykle ważne odkrycie dokonane przez Rutherforda przypadło na 1919 rok, kiedy przeprowadził pierwszą sztuczną reakcję jądrową: przekształcił atomy azotu w atomy tlenu. Praca ta została potwierdzona i udokumentowana przez Patricka Blacketta. Naukowcy zaczęli patrzeć na atom zupełnie inaczej. Z wolna zaczęli dostrzegać potęgę, jaka może w nim tkwić.

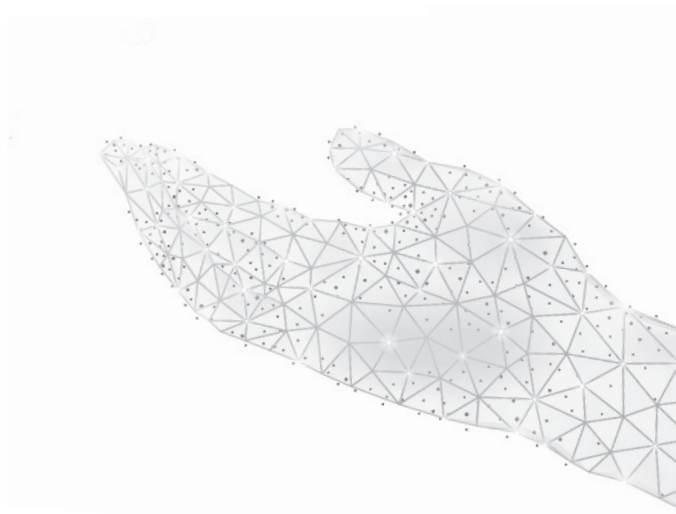
W 1913 Kazimierz Fajans, niezależnie od Soddy'ego podał regułę przesunięć. Narodziła się teoria izotopów, którą eksperymentalnie potwierdziła Stefania Horowitz i Otto Hönigschmid.

Niezwykłe owocne w nowe i rewolucyjne odkrycia naukowe były lata trzydzieste ubiegłego stulecia. W 1932 roku James Chadwick odkrył neutron, a John Cockcroft i Ernest Walton przeprowadzili pierwszą reakcję jądrową z użyciem protonów w akceleratorze. Carl Anderson odkrył dodatni elektron, czyli pozyton. W 1934 roku Irène i Frédéric Joliot-Curie, bombardując cząstkami α folię aluminiową, otrzymali radioaktywny izotop fosfor. Odkryli tym samym sztuczną radioaktywność. Badania nad bombardowaniem pierwiastków neutronami rozpoczął w Rzymie wraz ze swoim zespołem Enrico Fermi. Jego badania zmierzały do odkrycia pierwiastków 93 i 94 leżących za uranem w układzie okresowym. Jego koncepcję podważała odważna teoria Idy Noddack, która uważała, że pod wpływem neutronu jądro uranu może „pękać”. Teoria Noddack pozostała niezauważona i zignorowana. Jednak eksperymenty Fermiego doprowadziły do jednego z najważniejszych odkryć w historii. W 1939 roku Niemcy Otto Hahn i Fritz Strassmann, bombardując jądro uranu neutronami, doprowadzili do rozszczepienia jądra atomowego. Austriacka fizyczka Lise Meitner i jej siostrzeniec Otto Robert Frisch podali prawidłową interpretację tego doświadczenia. Teoria Noddack okazała się prawdziwa. Marzenie Fermiego zrealizowali kilka lat później Edwin McMillan oraz Glenn Seaborg, którzy otrzymali między innymi neptun i pluton – dwa pierwsze pierwiastki otrzymane przez człowieka, a nie wyizolowane.

Era atomowa powstała dzięki niezwykle prostemu czynnikowi, który determinuje rozwój cywilizacji – dzięki ludzkiej ciekawości. Uczni, którzy mieli odwagę marzyć i dążyć w kierunku nieznanego czasami poprzez zaplanowane i precyzyjne badania, innym razem przez zupełny przypadek, poszukiwali możliwych dróg prowadzących do wyjaśnienia i zrozumienia praw Matki Natury. Swoimi pracami wprowadzili ludzkość w erę potęgi atomowej.



O AUTORZE



Tomasz Pospieszny, profesor UAM, doktor habilitowany nauk chemicznych, poznaniak i bibliofil. Na co dzień pracuje w Zakładzie Produktów Bioaktywnych na Wydziale Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, gdzie zajmuje się chemią produktów naturalnych, w szczególności syntezą i modyfikacją steroidów oraz ich pochodnych.

Fascynat historii nauk przyrodniczych. Podziwia życie, pracę i wkład kobiet w tworzenie nauki. Jest autorem licznych wykładów i artykułów oraz konsultantem merytorycznym książek i programów dotyczących życia i działalności naukowej Marii Skłodowskiej-Curie. Napisał biografie Marii Skłodowskiej-Curie: *Nieskalana sławą. Życie i dzieło Marii Skłodowskiej-Curie* (Novae Res, 2015), Lise Meitner: *Zapomniany geniusz. Lise Meitner pierwsza dama fizyki jądrowej* (Novae Res, 2016) oraz Ireny Joliot-Curie: *Radowa księżniczka. Historia Ireny Joliot-Curie* (Novae Res, 2017).

W 2017 roku uhonorowany medalem 100-lecia odkrycia radu, przyznawanym instytucjom i osobom szczególnie zasłużonym w promowaniu dzieła Marii Skłodowskiej-Curie przez Towarzystwo Marii Skłodowskiej-Curie w Hołdzie. W roku 2018 stworzył autorski cykl wykładów akademickich *Piękniejsza strona nauki – rola kobiet w tworzeniu chemii i fizyki*. Jest współautorem wystaw poświęconych Marii Curie oraz innym kobietom nauki. W maju 2022 roku otrzymał medal 90. lecia Instytutu Radowego w Warszawie, przyznany przez Narodowy Instytut Onkologii im. Marii Skłodowskiej-Curie w Warszawie.

W czerwcu 2019 roku nakładem Wydawnictwa Po Godzinach ukazała się jego książka *Pasja i geniusz. Kobiety, które zasłużyły na Nagrodę Nobla*. W październiku 2019 roku otrzymał nagrodę Rady Programowej 23. Warszawskiego Festiwalu Nauki za najlepszy wykład.

W kwietniu 2022 roku nakładem Wydawnictwa Sophia ukazało się poszerzone wznowienie książki Tomasza Pospieszego pt. *Maria Skłodowska-Curie. Zakochana w nauce*. W maju 2022 roku wspólnie z dr. inż. Piotrem Chrzastowskim – potomkiem rodziny Skłodowskich – i Eweliną Wajsbaryłą – biografką Bronisławy Dłuskiej – opublikował w Wydawnictwie Sophia zbiór prywatnych listów pt. *Drogi Józiu. Listy Marii Skłodowskiej-Curie do rodziny w Polsce*.

Jesteśmy kameralnym wydawnictwem specjalizującym się w książkach popularnonaukowych – takich, jakie sami najbardziej lubimy czytać. Wierzymy, że każda książka powinna być nie tylko dobrze napisana, ale również doskonale zaprojektowana i starannie wydana. Dbamy o każdą powierzoną nam publikację na każdym etapie redakcji. Jesteśmy otwarci na wszystkie pomysły i sugestie naszych Autorów.

Z przyjemnością oddajemy do rąk Czytelników najnowszą książkę — *Nowa Alchemia czyli historia radioaktywności*. Jest to pierwsza polska książka o historii radioaktywności. Opowiada o przełomowych odkryciach w dziejach historii atomu. Jest to swoista biografia fizyki i chemii – od odkrycia uranu do otrzymania plutonu i neptunu – opowiedziana z punktu widzenia jej twórców, kobiet i mężczyzn. Autor w przystępny sposób opowiada o zjawiskach fizycznych i chemicznych. Publikacja powstała w oparciu o liczne źródła, przede wszystkim obcojęzyczne, co stanowi jej dodatkowy walor.

Nakładem Wydawnictwa Sophia wkrótce ukażą się:

- Władysław Skłodowski, *Pamiętnik*.
- Józef Skłodowski, *Wspomnienia*.
- Maria Goetel-Szancenbachowa, *Aby ocalić od zapomnienia...*
- Ewelina Wajs-Baryła, Bronisława Dłuska. *Całe życie dla innych*.
- Tomasz Pospieszny, *Lise Meitner. Życie nauką*.
- Tomasz Pospieszny, *Stefania Horowitz. Portret nieznaną*.
- Tomasz Pospieszny, *Irena Joliot-Curie. Radowa dziedziczka*.

Zapraszamy na:

www.wydawnictwosophia.pl

www.facebook.com/wydawnictwosophia

W tym wykładzie pokrótce przedstawię współczesną pracę nad transmutacją pierwiastków. Tytuł ma sugerować kontrast do tej starożytnej formy alchemii, która przez prawie dwa tysiące lat fascynowała ludzki umysł. Wiara w możliwość transmutacji materii powstała na początku ery chrześcijańskiej. Poszukiwania Kamienia Filozoficznego, aby przemienić jeden pierwiastek w drugi, a zwłaszcza wytworzyć złoto i srebro ze zwykłych metali, były nieustannie prowadzone w średniowieczu. Istnienie tej idei na przestrzeni wieków w dużej mierze wynikało z filozoficznej koncepcji natury materii opartej na autorytecie Arystotelesa.

Ernest Rutherford

Średniowieczna alchemia wierzyła w możliwość przemiany podłych kruszców w szlachetne złoto. Była to idea fantastyczna i naiwna, a jednak ludzie poświęcali jej majątek, a nawet życie. Ścisła, realna chemia rozdzieliła materię na szereg pierwiastków niezmiennych, utworzonych z atomów swoistych, a niepodzielnych. Przejście od jednego z tych pierwiastków do drugiego wydawało się utopją, wprost absurdem. A jednak ostatnie lata przekonały nas, że tak nie jest. Wiemy dziś, że atomy mogą się rozpadać, a pierwiastki mogą się przeobrażać w drugie.

dr Józef Skłodowski

Nowa Alchemia czyli historia radioaktywności jest książką niezwykłą. Dla wszystkich. Dla osób zainteresowanych naukami ścisłymi i dla osób patrzących na rozwój ludzkości przez pryzmat osiągnięć naukowych. Jest to książka fascynująca. [...] jest znakomitym kompendium wiedzy o radioaktywności. Fizycy i chemicy czytając tę książkę, poczują bliskość osób, znanych im dotychczas ze wzorów, równań i wykresów. Inni czytelnicy wezmą udział w alchemicznym kręgu. Poczują magię odkrywania.

prof. dr hab. Bogumił Brycki

