



Polskie Towarzystwo Medycyny Nuklearnej

KRÓTKA HISTORIA ZJAWISKA PROMIENIOTWÓRCZOŚCI

**dr n. tech. Adam Bajera
Członek honorowy PTMN**



KRÓTKA HISTORIA PROMIENIOTWÓRCZOŚCI

TREŚĆ

- Pragnienie wiedzy - Pierwsze doświadczenia**
- Dokładniejsze doświadczenia - Etapy rozwoju fizyki jądrowej**



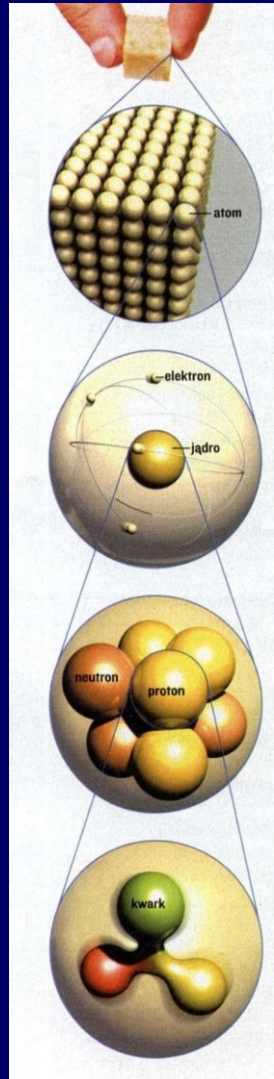
KRÓTKA HISTORIA PROMIENIOTWÓRCZOŚCI

15 wieków temu grecy uznali, że najmniejszą niepodzielną cząstką materii są atomy. Dziś wiemy, że to nieprawda.

Okazało się bowiem, że każdy atom złożony jest z jądra i krążących wokół niego elektronów, co w roku 1911 odkrył brytyjski fizyk Ernest Rutherford.

Wkrótce zauważono, że jądra są utworzone przez mniejsze od nich cząstki: protony z ładunkiem elektrycznym dodatnim i elektrycznie obojętne neutrony .

W 1964 r. amerykański fizyk Murray Gell-Mann odkrył, że neutrony i protony składają się z trzech jeszcze mniejszych cząstek, zwanych kwarkami.



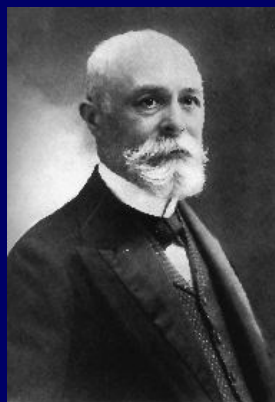


KRÓTKA HISTORIA PROMIENIOTWÓRCZOŚCI

**Uczni, którzy przyczynili się do odkrycia promieniotwórczości
i wyjaśnili właściwości promieniowania jonizującego**



W. Röntgen



H. Becquerel



M. Skłodowska-Curie



P. Curie



E. Rutherford



Pragnienie wiedzy...

Pierwsze naukowe podejście do zagadnień materii zawdzięczamy chemii, a długa droga ludzkich wysiłków nad zrozumieniem struktury materii i jej właściwości rozpoczęła się w 1662 r. dzięki Robertowi Boyle'owi, który podał ścisłą definicję pierwiastka chemicznego.

Następnie angielski chemik J. Dalton zaproponował definicje atomu, a dopiero w roku 1897 J.J. Thomson zidentyfikował oraz określił własności elektronu.

Nieco wcześniej, w roku 1871 D.I. Mendelejew stworzył okresowy układ pierwiastków, co pozwoliło przewidzieć istnienie wielu nieznanych wówczas pierwiastków.



Pragnienie wiedzy...

Koniec XIX i początek XX wieku to okres rozkwitu nadzwyczajnych odkryć z dziedziny promieniotwórczości.

Jako pierwsze ze wszystkich znanych dotychczas rodzajów promieniowania jonizującego, odkryte zostało promieniowanie X.

W 1895 roku W. Röntgen badał wyładowania w szklanej rurce odpompowanej do wysokiej próżni, z wtopionymi elektrodami metalowymi. Zauważył on silne świecenie papieru pokrytego platynocyjankiem baru, nawet wtedy, gdy szklana rurka była całkowicie zasłonięta czarnym papierem.



Odkrycie promieniowania jonizującego

Wtedy wydedukował, że wewnątrz rurki zachodzi proces będący źródłem jakiegoś silnie przenikliwego promieniowania jonizującego powietrze. Okazało się, że promienie X przenikają z łatwością tkanki miękkie ciała ludzkiego, natomiast są pochłaniane przez kości, jak przedstawiano w postaci zdjęć autentycznych oraz żartobliwie.



Zdjęcie roentgenowskie dłoni żony wynalazcy - Bertie Röntgen



Poster obrazujący ludzi widzianych „oczami promieniowania X”.



Pierwsze doświadczenia

Zaledwie w rok później po odkryciu Röntgena, w roku 1896, narodziła się fizyka jądrowa, która doprowadziła do odkrycia promieniotwórczości.

Badaczami, którzy wnieśli największy wkład w wyjaśnienie tego zjawiska była trójka uczonych: Henryk Antoni Becquerel, Maria Skłodowska-Curie oraz Piotr Curie.

Henri Becquerel zajmował się badaniem fluorescencji, magnetyzmu i polaryzacji światła. W 1896r przez przypadek odkrył zjawisko radioaktywności, gdy badał fluorescencję rud uranu. Stwierdził istnienie promieniotwórczości wyjaśniając, że uran i jego związki są spontanicznymi źródłami niewidzialnego promieniowania, przechodzącego przez przedmioty nieprzezroczyste dla światła i oddziałującego również na płytę fotograficzną.



Pierwsze doświadczenia

Powtarzając eksperymenty, które przeprowadził Röntgen, zawinął fluorescencyjny minerał (rudę uranu) w materiał światłoczuły oraz czarny materiał nie przepuszczający światła. Zanim jednak zdjął czarną pokrywę, by wystawić kliszę na światło fluorescencyjne, odkrył, że jest ona już całkowicie zaczerniona.

Otrzymał za to Nagrodę Nobla z fizyki w 1903 r, wspólnie z Piotrem i Marią Curie, którzy udowodnili, że owo promieniowanie jest własnością uranu. Od nazwiska naukowca pochodzi jednostka radioaktywności: *Beckerel*.

Występujące w przyrodzie, naturalne substancje, które wysyłają promieniowanie zaobserwowane przez Becquerel'a nazwano promieniotwórczymi lub radioaktywnymi.



Pierwsze doświadczenia

Promieniowanie wysyłane przez substancje radioaktywne ma następujące cechy:

- 1. Zaczernia kliszę fotograficzną.**
- 2. Wywołuje działanie chemiczne: pod wpływem tego promieniowania tlen zamienia się na ozon natomiast woda i chlorowódz ulegają rozkładowi.**
- 3. Wywołuje luminescencję niektórych substancji np. siarczku cyjanku.**
- 4. Emitują ciepło, w stanie czystym świecą w ciemności.**



Kolejne doświadczenia

Pod koniec XIX wieku Thomson i Rutherford zajmowali się badaniem zjawiska jonizacji gazów naświetlanych promieniami odkrytymi przez Becquerel'a.

W czasie doświadczenia Rutherford odkrył, że istnieją, w zasadzie dwa rodzaje tego promieniowania – jedno, nazwane **ALFA, było łatwo absorbowane, nawet przez kartki papieru; i drugie, nazwane **BETA**, mogło przenikać nawet przez grube blachy metalowe (na przykład przez 2.5mm aluminium). Wkrótce wykryto również trzeci rodzaj promieniowania – wyjątkowo przenikliwego – mogącego nawet przenikać przez kilku centymetrowe warstwy ołowiu. Nadano mu nazwę **GAMMA**.**



Dokładniejsze doświadczenia

Następne lata upłynęły naukowcom na wyjaśnianiu natury tych trzech rodzajów promieniowania.

Jak się okazało, mało przenikliwe promienie alfa, to strumień dodatnio naładowanych cząsteczek (odchylają się w polu magnetycznym w tą samą stronę co inne, dodatnie cząsteczki). Okazało się że stosunek ładunku do masy tych cząsteczek jest dwa razy mniejszy niż dla jąder wodoru.

Naukowcy wysnuli wniosek, iż cząsteczki alfa, to jądra helu. Mają masę równą 4-rem masom wodoru i ładunek dodatni +2.



Dokładniejsze doświadczenia

Cząsteczki beta, znacznie bardziej przenikliwe niż cząstki alfa, dają się odchylić w polu elektrycznym i magnetycznym, w taki sposób iż cząstki te muszą mieć ładunek ujemny.

Po dalszych badaniach naukowcy doszli do wniosku, iż cząsteczki beta to po prostu elektrony.

Promieniowanie gamma, okazało się być promieniowaniem – podobnie jak światło – elektromagnetycznym, o długości fali mniejszej od 10^{-11} m.

Zauważono też, że różne pierwiastki promieniotwórcze wysyłają te trzy promieniowania w RÓŻNEJ ILOŚCI !!!



KRÓTKA HISTORIA PROMIENIOTWÓRCZOŚCI

Dokładniejsze doświadczenia

Pojawiło się zasadnicze pytanie:

**DLACZEGO JĄDRA ATOMOWE
PIERWIASTKÓW
EMITUJĄ PROMIENIOWANIE ?!**

Odpowiedź dała nowa nauka: Fizyka Jądrowa.



Etapy rozwoju fizyki jądrowej

Ernest Rutherford badał zachowanie pierwiastków radioaktywnych. W roku 1907 wykonał tzw. *Eksperyment Rutherforda*. Cząstki alfa przepuścił przez bardzo cienką złotą folię.

Rozkład kątowy rozproszonych cząstek skłonił Rutherforda do wysnucia wniosku, że cała masa oraz dodatni ładunek atomu skupiony jest w bardzo niewielkiej objętości. W ten sposób potwierdził eksperymentalnie istnienie jądra atomowego.

Interpretacja wyników tego eksperymentu leży u podstaw modelu atomu sformułowanego przez Rutherford'a – małe, dodatnio naładowane jądro, jest okrążane przez ujemnie naładowane elektrony.



Etapy rozwoju fizyki jądrowej

Ponad to, udowodnił, że źródłem promieniowania jest spontaniczny rozpad jąder atomów. W roku 1908 otrzymał za to odkrycie Nagrodę Nobla z chemii.

W 1919r kolejnym osiągnięciem Rutherford'a było dokonanie przemiany atomów azotu w tlen w wyniku reakcji jądrowej. W ten sposób udało mu się spełnić marzenie średniowiecznych alchemików o zmianie jednych pierwiastków w inne !!!

W roku 1921, Rutherford, współpracując z Nielsem Bohrem (który postulował poruszanie się elektronów po wybranych orbitach), stworzył teorię istnienia w jądrze neutronów, które w jakiś sposób kompensują siły powodujące odpychanie się dodatnio naładowanych protonów, tak, że jądro zachowuje się jak obiekt spójny.



Etapy rozwoju fizyki jądrowej

Teorię Rutherford'a – przewidującą istnienie neutronów – udowodnił w roku 1932 jego współpracownik James Chadwick, który w 1935 r. otrzymał za to odkrycie nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki.

W modelu Rutherford'a zwiększanie ilość nukleonów jądrze prowadzi do wzrostu siły odpychania kulombowskiego pomiędzy protonami. W efekcie siły odpychania zaczynają przeważać nad siłami przyciągania, czyli tzw. silnymi oddziaływaniami jądrowymi. Jądro takie traci stabilność i prędzej, czy później rozpadnie się!

Niestabilne jądro emituje cząsteczkę alfa lub beta zamieniając się w jądro innego pierwiastka. Przemiana zachodzi – oczywiście – zgodnie z zasadą zachowania ładunku i energii !!



KRÓTKA HISTORIA PROMIENIOTWÓRCZOŚCI

Etapy rozwoju fizyki jądrowej

Zatem skąd w jądrze elektron ???

Jak w ogóle zachodzi ta przemiana ???



Etapy rozwoju fizyki jądrowej

Naukowcy w latach dwudziestych starali się odpowiedzieć na te pytania. Jednak odkryli tylko kolejne sprzeczności i niewiadome. Dopiero w 1931 roku Wolfgang Pauli wytłumaczył ten proces. Stwierdził, iż w czasie przemiany beta w jądrze jeden z neutronów zmienia się w proton, elektron i neutrino (dziś zwane antyneutrinem – cząstkę, która ma ładunek równy zeru i nie ma masy spoczynkowej) – które opuszczają jądro.

Teorią rozpadu beta zajął się Enrico Fermi. W wyniku wnikliwej analizy wprowadził do nauki nową siłę: oddziaływanie słabe. Opublikował tę pracę w 1933r po włosku, gdyż jej oryginalna wersja – angielska – została odrzucona przez czasopismo "Nature" jako „zbyt spekulatywna!”. Pierwsze próby doświadczalnego potwierdzenia tej teorii miały miejsce dopiero w roku 1953.



Etapy rozwoju fizyki jądrowej

Za badania mające na celu "odkrycie nowych substancji promieniotwórczych... i odkrycie selektywnego działania spowolnionych neutronów" Fermi otrzymał w 1938 Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki. Przeoczył jednakże zjawisko o wielkim znaczeniu !!!

Podczas systematycznych prób napromieniowywania różnych pierwiastków, Fermi i jego koledzy zbombardowali spowolnionymi neutronami również uran. Nieuchronnie doprowadziło to do rozszczepienia jądrowego, ale Fermi uważał, że doszło do powstania pierwiastków tzw. trans-uranowych. W przemówieniu w okazji odbierania Nagrody Nobla nawiązał do rzekomego wyprodukowania przez siebie pierwiastków o liczbach atomowych 93 i 94, które nazwał *ausonium* i *hesperium*.



Etapy rozwoju fizyki jądrowej

Już w 1938 Otto Hahn i Lise Meitner jako pierwsi uświadomili sobie, że w tego rodzaju reakcjach dochodzi do tzw. rozszczepienia jądra atomowego.

Rozszczepienie jądra atomowego, jest to rodzaj rozpadu promieniotwórczego jądra atomowego ciężkich pierwiastków na ogół na dwa, czasem na więcej fragmentów, również będących jądrami atomowymi. Powstałe w jego wyniku fragmenty mają nadmiar neutronów, które emitowane są z tych jąder po rozszczepieniu.

W Ameryce Fermi wkrótce został wciągnięty w przedsięwzięcie zmierzające do uzyskania kontrolowanej łańcuchowej reakcji jądrowej. W 1942 zbudował pierwszy reaktor jądrowy pod płytą stadionu University of Chicago w Stagg Field, przy użyciu grafitu, jako moderatora rozszczepialnego. Fermi i jego zespół przystąpili do konstruowania pierwszego stosu atomowego.



Etapy rozwoju fizyki jądrowej

2 grudnia 1942 o godzinie 14:20 rozpoczęła się era atomowa, gdyż właśnie wtedy uruchomiono stos Fermiego, w którym przez 28 minut dochodziło do samopodtrzymującej się reakcji łańcuchowej. Fermi pracował nad *projektem Manhattan* i był świadkiem pierwszego wybuchu bomby atomowej w lipcu 1945 na pustyni w stanie Nowy Meksyk.

Teoria oddziaływań słabych Fermiego stworzona w 1932 roku w celu wyjaśnienia rozpadu beta postulowała istnienie *bozonu W* przenoszącego siły i powodującego przemiany cząstek. Teoria ta została połączona z elektrodynamiką kwantową w teorię tzw. oddziaływań elektroslabych. Chwilę jej powstania można uznać za pierwszą próbę unifikacji oddziaływań na poziomie reakcji jądrowych.



KRÓTKA HISTORIA PROMIENIOTWÓRCZOŚCI

Koniec tematu

Kompilacja - adam.bajera@euromail.pl