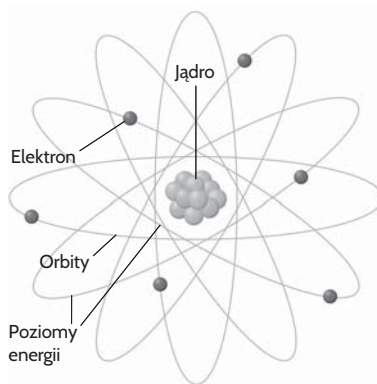


W poprzednich rozdziałach dowiedzieliśmy się, że Einstein ogłosił w 1905 roku, że energia świetlna jest w istocie kwantowa, zgodnie ze wzorem Plancka  $E = h\nu$ . Było to w czasach, gdy najnowszym modelem atomu był model Thomsona („ciasto z rodzynkami”), w którym atomy tworzyły jednolitą mieszkankę dodatnich i ujemnych ładunków. Model ten został zastąpiony w 1911 roku przez model Rutherforda z jego ciężkim, dodatnio naładowanym jądrem otoczonym przez chmurę elektronów. Gdy jednak Bohr zmodyfikował swój pogląd i zaczął mówić o tylko kilku przypominających planety elektronach w przypadku lekkich atomów, model Rutherforda-Bohra przyciągnął powszechną uwagę. Był on od tego czasu ciągle używany jako symbol atomów, a nawet w odniesieniu do energii „atomowej” (choć właściwym określeniem jest tutaj „energia jądrowa”).

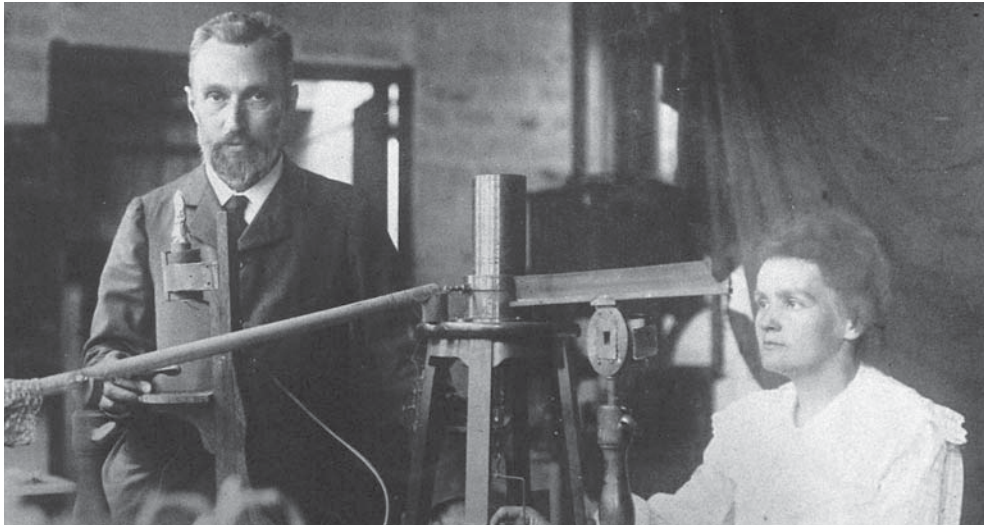
Planetarny model atomu Rutherforda-Bohra i jego uaktualnienie zawartości jądra dzięki odkryciu protonów i neutronów to prosty model, który łatwo zapamiętać i którego uczone nas w szkole. Ten model zawiera wszystkie niezbędne składniki, aby ostatecznie wytłumaczyć naturę i organizację chemiczną pierwiastków. Pierwiastki są chemicznie trwałe, gdyż ich masa atomowa  $M$  i liczba atomowa  $Z$  są określone przez całkowitą liczbę dodatnio naładowanych protonów ( $Z$ ) i sumę jądrowych protonów i obojętnie naładowanych neutronów ( $N$ ), czyli  $M = Z + N$ . Rozpad radioaktywny, odkryty przez Henriego Becquerela i badany szczegółowo przez Marię i Piotra Curie, może wpływać na  $Z$  i  $M$ . Pierwiastek emitujący cząstki alfa, które nie są niczym innym niż jądrami helu o  $Z = 2$  i  $M = 4$ , zmienia się w lżejszy pierwiastek o liczbie atomowej  $Z - 2$  i masie atomowej  $M - 4$ . Na przykład uran ( $Z = 92$ ) o masie  $M = 235$  będzie emitował cząstkę alfa i rozkładał się na tor ( $Z = 90$ ) o masie  $M = 231$ . Ten rozkład zajmuje około 700 milionów lat. Natomiast czysto chemiczne reakcje wpływają tylko na liczbę i ułożenie planetarnych elektronów.

Zdumiewający jest przy tym fakt, że atom wydaje się bardzo pusty. Atomy zwykle mają średnicę około  $10^{-8}$  centymetrów – jest to jednostka długości nazywana angstre-

#### MODEL RUTHERFORDA-BOHRA



*Atom Rutherforda-Bohra zawierający także jądrowe neutrony i protony*



*Piotr i Maria Curie odkryli cechy radioaktywnych atomów*

mem. Jednak jądro jest milion razy mniejsze i ma około  $10^{-14}$  centymetrów – ta jednostka nosi nazwę fermi. Jeśli powiększylibyśmy atom do wielkości piłki futbolowej, to jądro byłoby mniejsze niż ziarenko piasku umieszczone w jej środku, a mimo to zawiera niemal całą masę atomu, gdyż elektrony są  $1/1836$  razy lżejsze od protonów.

## **ORBITY BOHRA I KWANTYZACJA PĘDU**

Choć intuicyjnie elegancki, zaproponowany model planetarny wpadł w poważne kłopoty. Znaczące przyspieszenie elektrostatyczne, którego doświadczają ujemne i dodatnie ładunki, oznaczało, że elektrony podlegają ogromnym przyspieszeniom. Aby zobaczyć, skąd to się bierze, weźmy prawo Coulomba dla sił elektrostatycznych, które mówi, że siła między dwoma ładunkami  $Q$  oraz  $q$  to:

$$F = k \frac{Qq}{r^2}$$

gdzie  $k$  to stała Coulomba ( $8,99 \times 10^9$  newtonów  $m^2/C^2$ ),  $Q$  oraz  $q$  to ładunki dwóch cząstek w kulombach (C), natomiast  $r$  jest ich odległością mierzoną w metrach. Dla elektronu i protonu w atomie wodoru  $r = 10^{-10}$  metrów, a  $|q| = |Q| = 1,6 \times 10^{-19}$  C,