

9 La scoperta dell'atomo



John Dalton (1766-1844).

Intorno all'anno 1800 i chimici francesi Lavoisier e Proust scoprirono le leggi fondamentali che regolano la formazione dei composti nelle reazioni chimiche.

Per spiegare queste leggi l'inglese John Dalton propose la *teoria atomica*, secondo cui ogni elemento chimico è costituito da moltissimi **atomi** identici, ciascuno

dei quali ha in sé tutte le proprietà dell'elemento.

Gli atomi dovevano essere particelle molto piccole, invisibili anche al microscopio, con dimensioni dell'ordine di 10^{-10} m (un decimo di milionesimo di millimetro) e prive di carica elettrica.

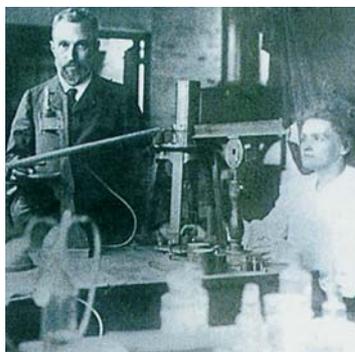
In greco *atomo* significa «indivisibile»: per Dalton infatti gli atomi erano i costi-

tuenti ultimi della materia, privi di qualsiasi struttura interna.

Nel 1870 il chimico russo Dimitri Ivanovic Mendeleev basò su questa teoria la sua classificazione dei diversi tipi di atomi: il risultato era riassunto nella *tabella periodica*, che permetteva di spiegare tutti i fenomeni chimici allora conosciuti.

● La radioattività e il modello «a panettone» di Thomson

Alla fine dell'Ottocento però i francesi Pierre e Marie Curie scoprirono che gli atomi di alcuni elementi chimici possono trasformarsi spontaneamente in atomi di tipo diverso. Tra questi atomi «speciali» c'è il *radio*, e il fenomeno fu chiamato **radioattività**.



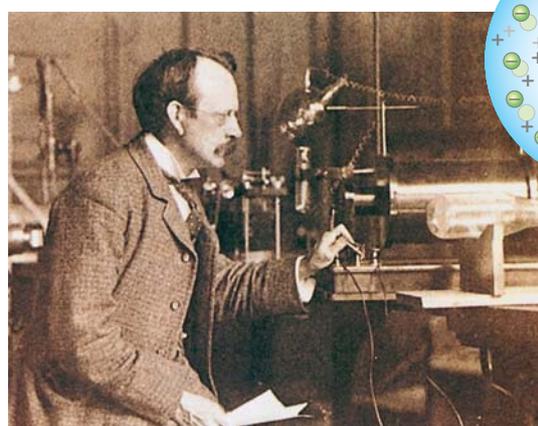
Pierre e Marie Curie.

Gli atomi radioattivi emettono corpuscoli chiamati *particelle alfa* (se carichi positivamente) o *particelle beta* (se carichi negativamente).

La radioattività quindi dimostra che l'atomo non è indivisibile, ma contiene particelle più piccole e dotate di carica elettrica.

Poiché però complessivamente l'atomo è neutro, al suo interno devono esserci particelle con cariche elettriche positive e negative che si compensano a vicenda.

Negli stessi anni il fisico inglese Joseph John Thomson, facendo esperimenti con i *tubi catodici*, aveva identificato gli **elettroni**, che sono



Joseph John Thomson (1856-1940) e il modello «a panettone» della struttura dell'atomo.

particelle più piccole degli atomi, sono cariche negativamente e hanno proprietà simili alle particelle beta.

Thomson concluse che l'atomo contiene elettroni, e propose il primo modello per

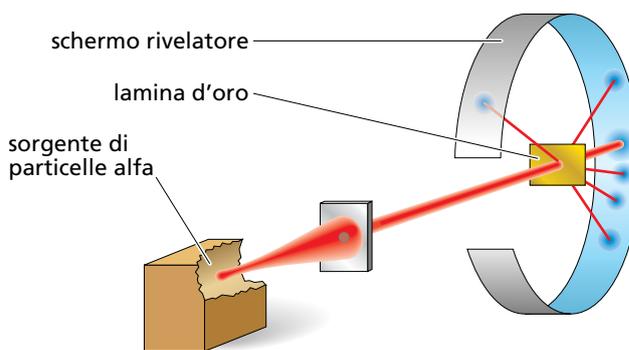
la struttura interna dell'atomo: una specie di «panettone» sferico, fatto di una sostanza dotata di carica elettrica positiva, al cui interno sono distribuite «uvette» corrispondenti agli elettroni.

● L'atomo in realtà è quasi vuoto

Nel 1911 il fisico neozelandese Ernest Rutherford eseguì un esperimento destinato a rivoluzionare la nostra conoscenza dell'atomo. Utilizzò una sorgente radioattiva come «cannone» per sparare particelle alfa contro lamine d'oro sottilissime, spesse poche centinaia di atomi.

Per il modello di Thomson i «proiettili» dovevano subire una piccola deviazione, a causa della forza elettrica di repulsione tra le particelle alfa e la carica positiva distribuita negli atomi dell'oro.

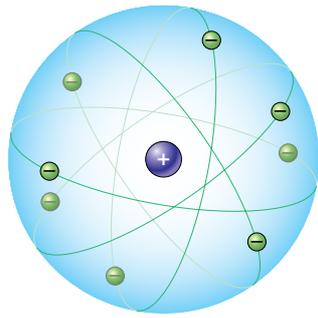
Rutherford scoprì invece con meraviglia che la maggior parte delle particelle alfa



Uno schema dell'esperimento di Rutherford.

oltrepassava la lamina d'oro senza deviare, ma alcune rimbalzavano come se avessero colpito un solido impenetrabile. Rutherford propose allora un nuovo modello dell'atomo, secondo cui:

- la carica elettrica positiva è concentrata in un **nucleo** centrale piccolissimo, che ha un raggio di circa 10^{-14} m



L'atomo secondo Rutherford.

● Il modello dell'atomo di Bohr

Nel modello di Rutherford c'è un problema: il moto degli elettroni è *accelerato*, perché la direzione della loro velocità cambia mentre orbitano intorno al nucleo.

Secondo le leggi della fisica tradizionale, una particella carica accelerata *perde energia*: gli elettroni perciò cadrebbero sul nucleo in un tempo brevissimo, e gli atomi sarebbero instabili. Nel 1913 il fisico danese Niels Bohr propose allora due nuove ipotesi:

- nell'atomo gli elettroni possono muoversi soltanto su orbite che si trovano a particolari distanze dal nucleo;
- su ciascun'orbita l'elettrone ha una particolare energia,

che resta sempre costante nonostante il moto sia accelerato.

Nel modello di Bohr il raggio e l'energia delle orbite degli elettroni sono grandezze *quantizzate*: invece di variare con continuità, cioè, possono assumere soltanto alcuni valori.

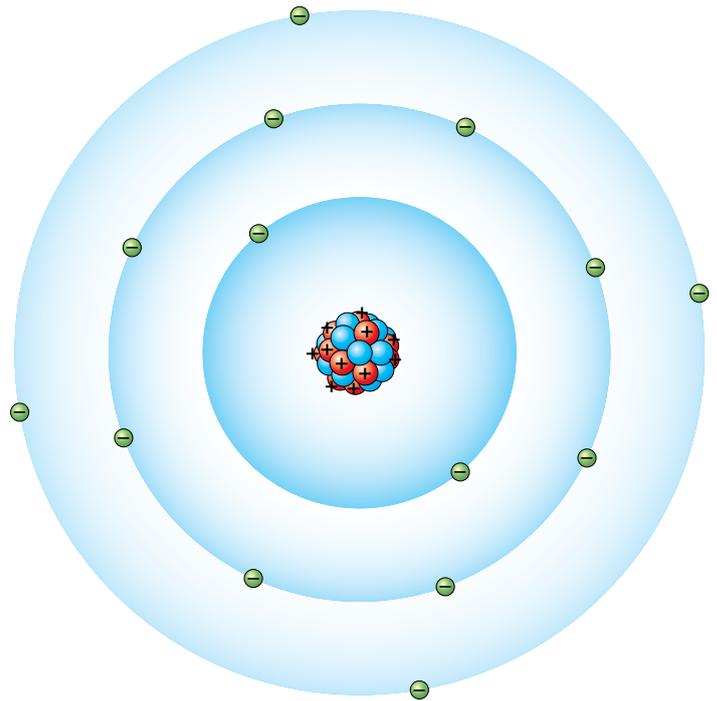
Per quanto strano possa apparire, questo modello è stato confermato da moltissimi esperimenti ed è il fondamento della *teoria quantistica*, la migliore descrizione che oggi abbiamo del mondo subatomico. Su di essa, in particolare, si basa il funzionamento di tutte le apparecchiature elettroniche che usiamo ogni giorno.

(un centesimo di miliardo di millimetro);

- gli elettroni orbitano intorno al nucleo, a una distanza pari a diecimila volte il raggio del nucleo stesso.
- Secondo questo «modello planetario», in cui gli elettroni orbitano intorno al nucleo come i pianeti intorno al Sole, gli atomi quindi sono qua-

si del tutto vuoti. Ciò spiega i risultati dell'esperimento di Rutherford:

- la maggior parte delle particelle alfa passa nello spazio vuoto tra il nucleo e gli elettroni, e quindi attraversa gli atomi indisturbata;
- in qualche occasione però le particelle colpiscono il nucleo, e allora rimbalzano.



Nel modello di Bohr gli elettroni possono occupare soltanto orbite che si trovano a particolari distanze dal nucleo.

● All'interno del nucleo

Tra il 1920 e il 1935 i fisici riuscirono a identificare le particelle che formano il nucleo degli atomi: i **protoni**, dotati di carica positiva, e i **neutroni**, elettricamente neutri.

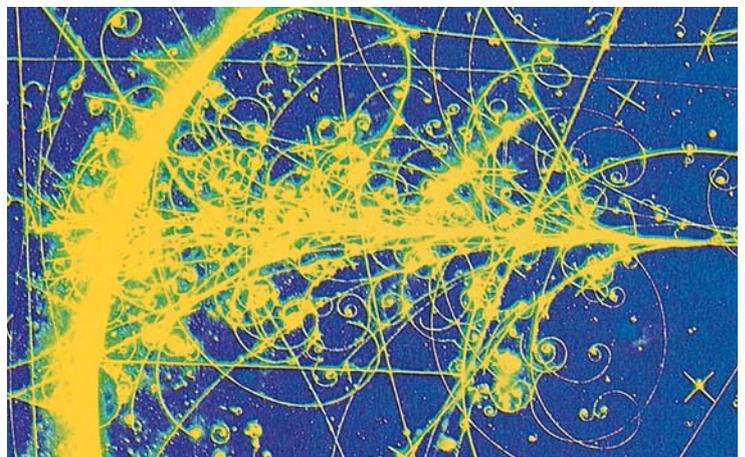
La loro massa è quasi 2000 volte maggiore di quella dell'elettrone, e sono tenuti insieme da una *forza nucleare* che fa da collante per il nucleo, impedendo che si spezzi a causa della repulsione elettrica tra i protoni.

Dopo la Seconda guerra mondiale sono stati costruiti

grandi *acceleratori* nei quali le particelle subatomiche vengono fatte scontrare tra loro a grandissima velocità.

Come nell'esperimento di Rutherford, i risultati degli urti permettono di identificare la struttura interna delle particelle.

Si è così riusciti a «spezzare» i neutroni e i protoni, scoprendo che sono formati da particelle ancora più piccole, i **quark**, che oggi sono il principale oggetto di studio della *fisica delle alte energie*.



Un esempio delle tracce prodotte dall'urto tra particelle di alta energia in un grande acceleratore.