

Tutta la materia che ci circonda è formata da 118 tipi diversi di atomi. Per molto tempo si è pensato che questi fossero gli elementi fondamentali costituenti la materia... adesso sappiamo che hanno invece una struttura interna. In questa scheda analizziamo nel dettaglio tale struttura.

45.1 I costituenti dell'atomo

45.1.1 Particelle

Ogni atomo è costituito da tre tipi di particelle: *protoni*, *neutroni* ed *elettroni*. I protoni hanno carica elettrica positiva $Q_p = +1,6 \cdot 10^{-19}C$ e massa $M_p = 1,673 \cdot 10^{-27}kg$, i neutroni hanno carica elettrica nulla e massa $M_p = 1,675 \cdot 10^{-27}kg$, infine gli elettroni hanno carica elettrica negativa $Q_e = -1,6 \cdot 10^{-19}C$ e massa $M_e = 9,1 \cdot 10^{-31}kg$. Più che imparare a memoria questi numeri è utile rendersi conto di quanto segue.

La carica dell'elettrone è uguale alla carica del protone ma di segno opposto. La massa del protone è simile alla massa del neutrone ed è 1836 volte maggiore della massa dell'elettrone.

45.1.2 Forze tra le particelle

Tra le particelle che costituiscono l'atomo agiscono tutte le quattro forze fondamentali presenti in natura:

Forza elettromagnetica

Tra le particelle con carica elettrica agisce la forza elettromagnetica: cariche di segno uguale si respingono e cariche di segno opposto si attraggono. Il raggio di azione di tale forza è infinito. L'intensità di tale forza dipende dal valore delle cariche elettriche e dal quadrato della loro distanza

$$F = K \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

dove K è la costante di Boltzmann, Q_1 e Q_2 le cariche delle due particelle, r è la distanza tra le due particelle.

Forza forte

La forza forte agisce tra protoni e neutroni (ma anche tra protoni e protoni, e tra neutroni e neutroni) ed è sempre attrattiva. È estremamente più intensa della forza elettromagnetica, ed ha un raggio di azione estremamente limitato.

Forza debole

Tale forza agisce su protoni e neutroni nel nucleo causando la radioattività di alcuni elementi.

Forza gravitazionale

La forza di gravità agisce tra due masse, e quindi anche tra le particelle dell'atomo. Le masse delle particelle sono però talmente piccole che tale forza è del tutto trascurabile; tenerne conto per comprendere le caratteristiche di un atomo sarebbe un errore.

45.1.3 Un principio fondamentale

Ogni particella del nostro universo ha una doppia natura onda-corpuscolo. Viene chiamato *dualismo onda-corpuscolo* e ci dice che, nel nostro caso gli elettroni, hanno sia il comportamento tipico di una particella, sia il comportamento tipico di un'onda. Vuol dire che tutti i fenomeni fisici che riguardano le particelle (come per esempio gli urti) e tutti quelli che riguardano le onde (come per esempio l'interferenza) riguardano tutte le particelle dell'atomo. Questo avrà una conseguenza diretta sulla struttura elettronica degli atomi.

45.2 Struttura dell'atomo

45.2.1 Il nucleo

Protoni e neutroni sono raggruppati insieme a formare il nucleo dell'atomo. La sua dimensione è dell'ordine di grandezza di $10^{-14}metri$ e contiene quasi tutta la massa

dell'atomo. I protoni si respingono tra loro, ma la forza forte, molto più intensa, agendo tra tutte le particelle del nucleo, le tiene insieme. La forza forte, avendo un raggio di azione ristretto, non riesce però a tenere insieme le particelle del nucleo se ci sono troppi protoni a respingersi (la forza di repulsione tra essi, sebbene più debole, agisce tra tutti i protoni del nucleo). I neutroni hanno in questo caso un ruolo importante; pur non avendo niente a che fare con la forza elettromagnetica, tenendo distanziati i protoni indeboliscono la forza di repulsione tra essi.

45.2.2 Struttura elettronica

Le leggi della fisica che descrivono il movimento degli elettroni intorno al nucleo sono di gran lunga troppo complicate per essere descritte in questa scheda; ci limiteremo a coglierne solo gli aspetti essenziali. Gli elettroni *ruotano* intorno al nucleo. Tanto più sono distanti dal nucleo tanto più la loro energia è grande. Assumiamo che la loro traiettoria sia circolare; visto che l'elettrone ha un comportamento ondulatorio, tale onda deve richiudersi perfettamente su se stessa, quindi la circonferenza dell'orbita deve essere un multiplo intero della lunghezza d'onda. Questo significa che solo le orbite della giusta lunghezza sono ammissibili. Di qui il concetto di livello energetico, per cui tutti gli elettroni sono disposti su ben precisi livelli energetici. Nel passare da un livello all'altro ogni elettrone cede o riceve energia.

Ogni livello energetico possiede un ben determinato numero di orbitali (ce ne sono di quattro tipi: s, p, d, f) ed ogni orbitale può contenere al massimo due elettroni.

45.3 la tavola periodica degli elementi

La tavola periodica raggruppa gli elementi chimici a seconda delle loro proprietà chimiche. Tali proprietà sono però conseguenza della struttura elettronica dell'atomo, quindi la tavola periodica di fatto riflette quanto scritto nel paragrafo 45.2.2. In particolare, le proprietà chimiche dipendono da quanti elettroni ci sono sull'ultimo livello energetico (quello più esterno), quindi la tavola periodica di fatto mostra la configurazione degli elettroni nell'ultima orbita. Nel dettaglio:

- Ogni riga rappresenta elementi i cui elettroni esterni occupano un diverso livello energetico; idrogeno ed elio hanno gli elettroni esterni sul primo livello energetico, il carbonio ha il primo livello completo e gli altri elettroni riempiono il secondo, l'oro ha gli elettroni esterni nel sesto livello avendo già completamente riempito i primi cinque livelli energetici.
- Tutti gli elementi chimici nella stessa colonna hanno nell'ultimo livello lo stesso numero di elettroni e quindi comportamenti chimici simili
- L'ordine di riempimento degli orbitali è sempre lo stesso: prima l's, poi l'f quando c'è, poi il d quando c'è, poi il p.