



Dualismo onda-particella dell'elettrone

A P P R O F O N D I M E N T O

I fisici di inizio '900 sapevano che le onde elettromagnetiche, in alcune circostanze (per esempio nell'effetto fotoelettrico), si potevano comportare come particelle materiali, e Einstein nel 1905 aveva ipotizzato che vi fossero delle particelle materiali responsabili della forza elettromagnetica (i **fotoni**).

Fino al 1924 gli elettroni furono considerati alla stregua di piccole sfere materiali, dotate di massa piccolissima, portanti la carica fondamentale negativa, che ruotavano attorno al nucleo in orbite quantizzate a velocità prossime a quelle della luce.

Un fisico francese, Louis De Broglie (premio Nobel per la Fisica nel 1929), ipotizzò, come nel caso delle onde elettromagnetiche, che queste piccolissime particelle si potessero comportare come onde ed esistere in un **dualismo onda-particella**.

Egli uguagliò l'equazione di Einstein a quella di Planck:

$$E = m \cdot c^2 = h \cdot \nu$$

dove **m** è la massa dell'elettrone, **c** la sua velocità, **h** è la costante di Planck e **ν** è la frequenza della radiazione associata alla particella (l'elettrone).

Ma noi sappiamo che la frequenza di un'onda (**ν**) è data dal rapporto della sua velocità (**c**) per la sua lunghezza d'onda (**λ**), perciò la relazione diviene:

$$m \cdot c^2 = h \cdot c / \lambda$$

La lunghezza dell'onda associata all'elettrone è data dalla seguente relazione:

$$\lambda = h / m \cdot c$$

Questa relazione fornisce risultati con validità fisica (**tabella 1**) per particelle che hanno masse piccolissime dell'ordine della scala atomica, mentre per corpi materiali di dimensioni macroscopiche non ha nessuna validità.

Particella	Massa (Kg)	Velocità (m/s)	λ (m)
Elettrone a 300°K	$9,10939 \cdot 10^{-31}$	$1,2 \cdot 10^5$	$6,06 \cdot 10^{-9}$
Elettrone da 1 eV	$9,10939 \cdot 10^{-31}$	$5,9 \cdot 10^5$	$1,23 \cdot 10^{-9}$
Elettrone da 100 eV	$9,10939 \cdot 10^{-31}$	$5,9 \cdot 10^6$	$1,23 \cdot 10^{-10}$
Atomo di elio a 300°K	$6,64631 \cdot 10^{-27}$	$1,4 \cdot 10^3$	$7,12 \cdot 10^{-11}$
Atomo di xeno a 300°K	$2,18007 \cdot 10^{-25}$	$2,4 \cdot 10^2$	$1,27 \cdot 10^{-11}$

Tabella 1

Lunghezze dell'onda associata ad alcune particelle. Si ricordi che l'elettronvolt eV è un'unità di energia, più precisamente è l'energia che l'elettrone acquisisce nel momento in cui il suo potenziale aumenta di 1 volt ($1 \text{ eV} = 1,6021 \cdot 10^{-19} \text{ J}$)

Nel 1927 Davison (premio Nobel per la Fisica nel 1937) e Germer provarono che gli elettroni venivano riflessi da una lamina metallica, e successivamente G.P. Thomson (premio Nobel per la Fisica nel 1937) e Reid dimostrarono che, facendo passare un fascio di elettroni attraverso una sottilissima lamina metallica, si produceva l'effetto della diffrazione. Questi risultati ed altri che ne seguirono confermarono l'ipotesi di De Broglie.

