

SAVONA, I GIOVANI E LA SCIENZA 2018

LA SCIENZA CAMBIA LA VITA DELL'UOMO,
DAL MONDO ANTICO ALLA ESPLORAZIONE DELLO SPAZIO.

CAMBIAMENTI



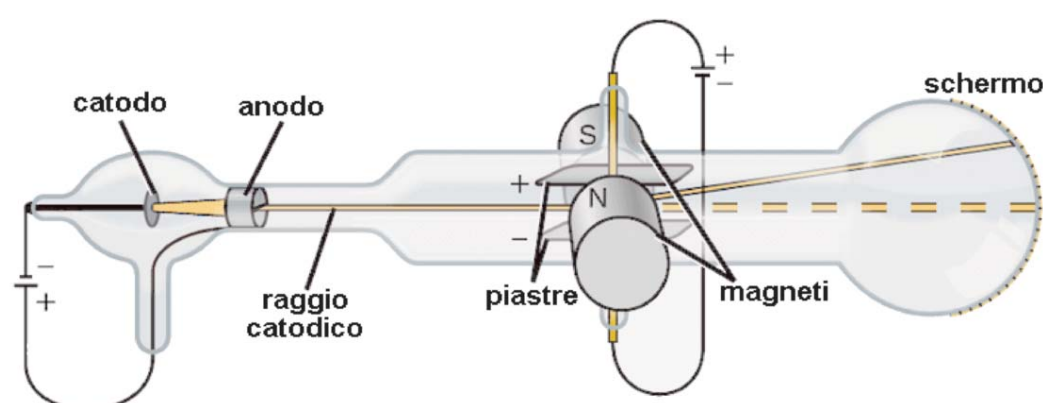
Festival della Scienza

/ TUBO DI THOMSON

VEDERE E MISURARE L'INVISIBILE, L'ELETTRONE, PARTICELLA ALLA BASE DELL'UNIVERSO E DELLA NOSTRA VITA

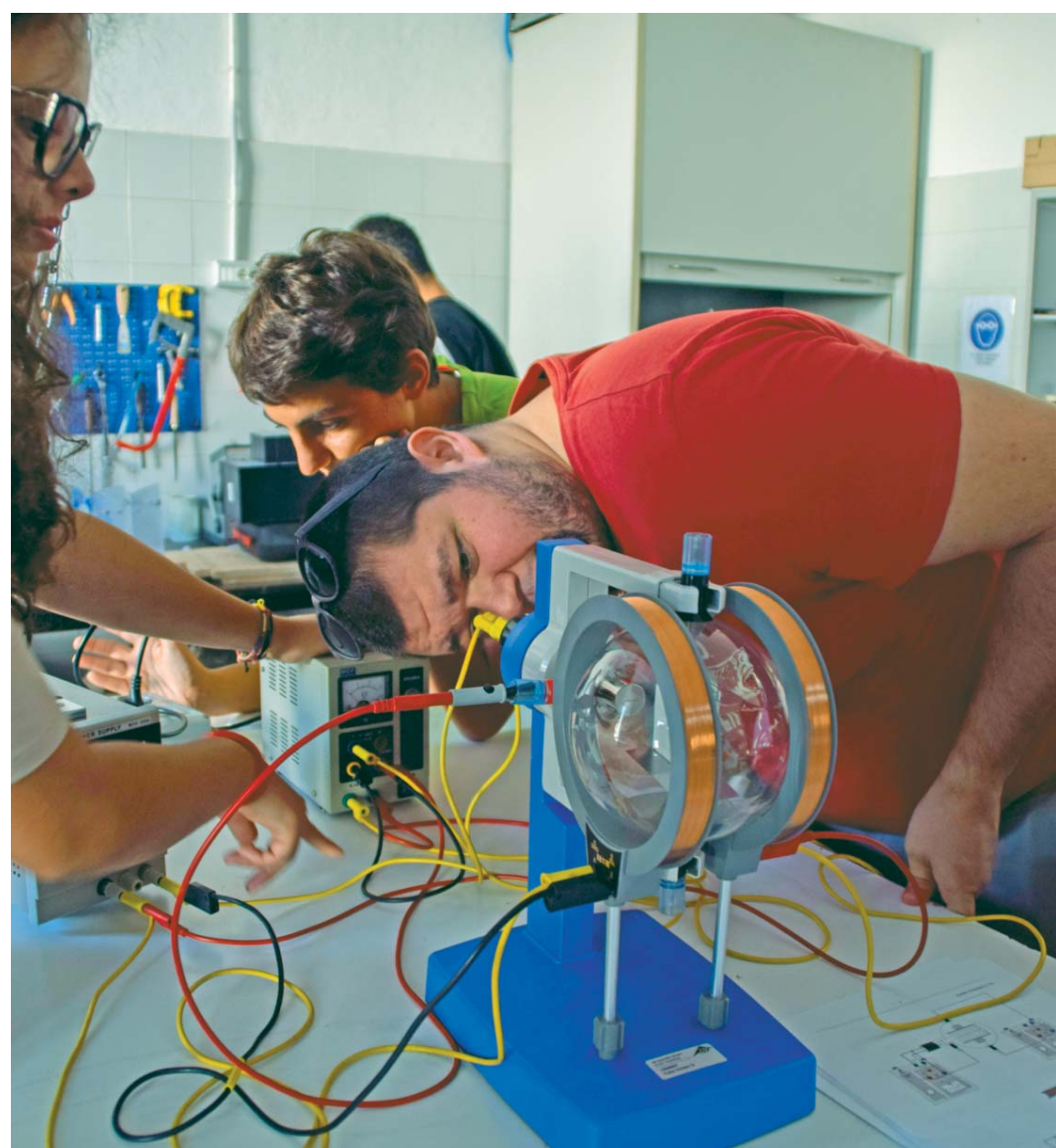
L'esperimento è stato realizzato grazie al contributo dell'azienda Infineum Italia s.r.l. di Vado Ligure e dell'azienda ristoratrice Trattoria del Molino di Ellera.

Verso la **fine dell'800** gli studi e gli esperimenti condotti sulle **scariche elettriche in aria rarefatta condussero Joseph John Thomson** all'ipotesi che essi fossero **costituiti da particelle cariche negativamente**, che oggi chiamiamo **elettroni**. Nel 1897 **egli costruì un esperimento** che gli permise di **misurarne il rapporto tra la carica e la massa**.



L'apparato sperimentale è costituito da un **tubo a vuoto**, contenente un **cannone elettronico e una griglia a fluorescenza**; la griglia è costituita in modo che, **quando e dove viene colpita da un elettrone, diventa fluorescente**: questo permette di **vedere la traiettoria del fascio elettronico**. Fuori dal tubo si posizionano due **bobine di Helmholtz**, due solenoidi progettati per fornire un **campo magnetico uniforme a metà distanza tra essi**, proporzionale alla corrente che circola in ogni bobina.

Gli elettroni vengono estratti da un filamento per effetto termoionico ed **accelerati da un campo elettrico**.



Così il **cannone elettronico** produce un fascio di particelle tutte con velocità in direzione orizzontale. Questo fascio **viene immerso all'interno del campo generato dalle bobine**, dove entra con velocità orizzontale costante, non essendoci più il campo elettrico ad accelerare gli elettroni.

Un campo magnetico $\rightarrow B$ **su una carica in moto con velocità** $\rightarrow v$ **genera una forza, detta forza di Lorentz, proporzionale alla carica, al campo e alla velocità, con direzione sempre perpendicolare alla velocità e al campo.**

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$$

Quindi **gli elettroni sono sottoposti ad una forza centripeta**, che rende la **loro traiettoria** all'interno del tubo un **arco di circonferenza**. La griglia interna permette di **misurare le coordinate di due punti dell'arco di circonferenza**; la velocità iniziale orizzontale fornisce un ulteriore vincolo che ci permette di **ricavare il raggio della circonferenza**. La **forza centripeta, uguale alla forza di Lorentz**, è diretta verso il centro e ha modulo

$$F_{cent} = \frac{mv^2}{r} = qvB$$

Dove m è la massa della particella, v la sua velocità, r il raggio della circonferenza, q la carica e B il campo magnetico. Possiamo quindi **ricavare un'espressione della velocità**

$$v = \frac{qBr}{m}$$

Inoltre, **per la conservazione dell'energia**, possiamo ricavare **un'altra espressione della velocità**. Infatti, l'energia cinetica acquistata dagli elettroni è pari all'energia fornita dalla differenza di potenziale che li ha accelerati

$$E_{cinetica} = \frac{1}{2}mv^2 = E_{campo elettrico} = qV$$

dove V è la differenza di potenziale che genera il campo elettrico. Da ciò **si ricava la velocità iniziale**

$$v = \frac{\sqrt{2qV}}{m}$$

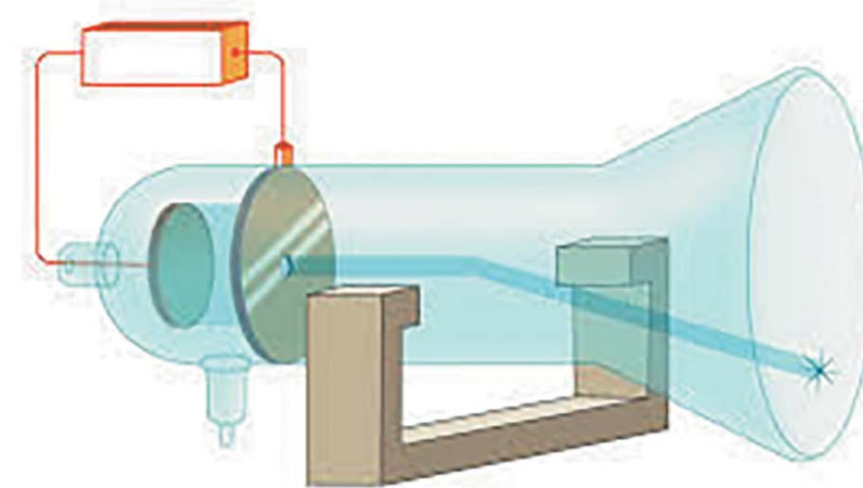
Uguagliando le due espressioni, si ricava una formula che consente di misurare il rapporto tra carica e massa dell'elettrone

$$\frac{q}{m} = \frac{2V}{B^2 r^2}$$

Quindi **misurando semplicemente due coordinate orizzontali e verticali, una tensione e una corrente, abbiamo misurato il rapporto $\frac{e}{m}$, con e carica dell'elettrone**, ottenendo un risultato compatibile con le più precise misure odierne secondo cui

$$\frac{e}{m} = 1.76 \cdot 10^{11} \frac{C}{m}$$

Per ottenere misure più precise, in **futuro aggiungeremo un campo elettrico tra le due piastre in corrispondenza delle bobine**; questo ci permetterà di valutare il rapporto tra carica e massa **compensando il campo magnetico con il campo elettrico**, fino ad avere un moto rettilineo; allora per effettuare la misura sarà sufficiente conoscere la tensione ai capi delle piastre e la corrente nelle bobine di Helmholtz, **riducendo nettamente gli errori**.



CAMBIAMENTI

Questa misura è una delle prime misure di fisica delle particelle, **apre la strada allo studio dell'elettrone e dell'atomo**; ciò ha permesso la comprensione microscopica di molti fenomeni già noti e la scoperta di altri. Ad esempio, permettono di spiegare i semiconduttori, basati sulle transizioni dell'elettrone dalla banda di valenza a quella di conduzione, che costituiscono i componenti fondamentali di tutti i nostri device elettronici.