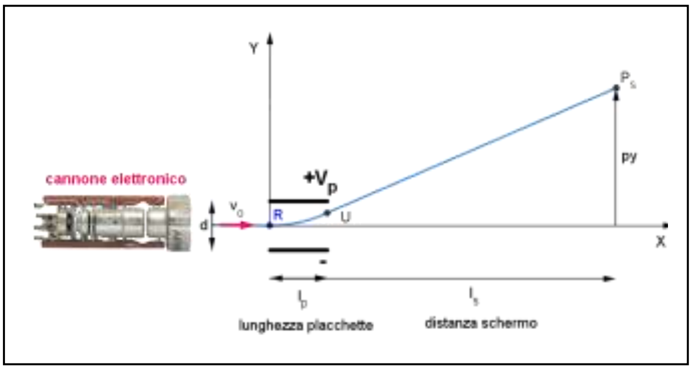
ESPERIMENTO DI THOMSON

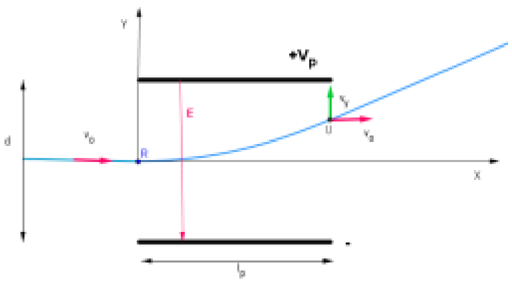
Misura del rapporto carica / massa dell'elettrone

Analizziamo il funzionamento di un tubo a raggi catodici (TRC)



Un fascio di elettroni esce dal "cannone elettronico" con una velocità $\mathbf{v_o}$. Quando passa tra le placchette viene deviato dal campo elettrico E. Uscito da questa zona il fascio seguita a muoversi di moto rettilineo uniforme, non essendo soggetto ad alcuna forza (trascuriamo il campo gravitazionale), fino allo schermo dove viene visualizzato il punto d'impatto $\mathbf{P_s}$.

Vogliamo calcolare la deviazione verticale py



Moto all'interno delle placchette.

Gli elettroni sono soggetti ad una forza costante dovuta al campo elettrico **E**. Consideriamo un singolo elettrone: carica elettrica q e massa m. L' elettrone entra nel punto R(0,0) ed esce nel punto U(U_x,U_y) impiegando un tempo t_1

Equazioni del moto:

$$s_x = v_o\, t$$

$$s_y = \frac{1}{2} a t^2$$

L'elettrone entra orizzontalmente con velocità orizzontale = v_o e velocità verticale = 0

$$a = \frac{F_E}{m} = \frac{E\,q}{m} = \frac{V_p\,q}{d\,m}$$

Le placchette formano un condensatore al cui interno c'è un campo elettrico E=V_p/d

$$t_1 = \frac{l_p}{v_o}$$

Tempo impiegato per attraversare le placchette

$$U_y = \frac{1}{2}\frac{V_p\,q}{d\,m}\left(\frac{l_p}{v_o}\right)^2$$

Nello stesso tempo si muove verticalmente percorrendo uno spazio U_y

$$v_y = a t_1 = \frac{V_p\,q}{d\,m}\frac{l_p}{v_o}$$

All'uscita delle placchette, la velocità avrà una componente orizzontale pari a v_o e una componente verticale pari a v_y

$$l_s = v_o\, t_2 \quad \rightarrow \quad t_2 = \frac{l_s}{v_o}$$

Tempo impiegato per raggiungere lo schermo (moto rettilineo uniforme)

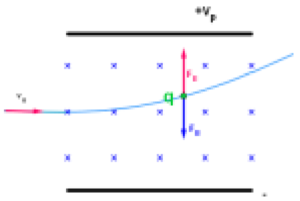
$$p_y = v_y\, t_2 + U_y =$$
$$= \frac{V_p\,q}{d\,m}\frac{l_p}{v_o}\frac{l_s}{v_o} + \frac{1}{2}\frac{V_p\,q}{d\,m}\left(\frac{l_p}{v_o}\right)^2$$

$$p_y = \frac{q}{m} V_p \frac{l_p\left(\frac{l_p}{2} + l_s\right)}{d\ \ {v_o}^2}$$

Nello stesso tempo si muove verticalmente percorrendo uno spazio v_y t_2*
L'elettrone colpirà lo schermo nel punto Ps di ordinata py

$$\frac{q}{m} = \frac{d\, p_y\, v_o^2}{l_p\, V_p \left(\frac{l_p}{2} + l_s\right)}$$

q/m dipende da caratteristiche costruttive e quindi note del TRC (d, l_p, l_s), dalla tensione V_p applicata da noi, dalla deviazione p_y, misurabile e da v_o che dobbiamo misurare



$$F_B = q v_o B$$

$$F_E = qE$$

Mediante le bobine di Helmholtz creiamo un campo magnetico B costante all'interno delle placchette con direzione perpendicolare a v_o in modo che la forza agente sulla carica elettrica (dovuta al campo magnetico) sia nella stessa direzione,ma verso contrario, alla forza dovuta al campo elettrico

$$F_B + F_E = 0$$

$$q v_o B + qE = 0$$

Regoliamo B in modo che la forza risultane sia uguale a 0. Questo stato viene raggiunto quando sullo schermo del TRC il puntino luminoso ha deviazione = 0.

$$v_o = -\frac{E}{B} = \frac{\frac{V_p}{d}}{B}$$

In queste condizioni possiamo calcolare v_o

$$\frac{q}{m} = \frac{d\, p_y \left(\frac{\frac{V_p}{d}}{B}\right)^2}{l_p\, V_p \left(\frac{l_p}{2} + l_s\right)}$$

$$\frac{q}{m} = \frac{p_y\, V_p}{d\, l_p \left(\frac{l_p}{2} + l_s\right) B^2}$$

Sostituendo e semplificando si ottiene una relazione in cui q/m dipende o da grandezze misurate (V_p, B, p_y)
o da parametri costruttivi noti del TRC (d, l_p, l_s)

$$k = \frac{1}{d\, l_p \left(\frac{l_p}{2} + l_s\right)}$$

*Raggruppiamo in una unica costante i dati costruttivi del TRC. **Nel nostro caso: k=1.615 10^4***

$$\frac{q}{m} = k \frac{p_y\, V_p}{B^2}$$

Fissiamo V_p e leggiamo p_y. Regoliamo B finché py=0