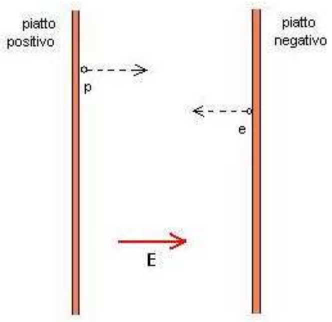
ESERCIZIO TRATTO DAL LIBRO DI TESTO "Fondamenti di fisica" (D. Halliday, R. Resnick, J. Walker)

Sviluppo curato da: **Antonio Giuliano** **Classe V LST A**
Docente: prof. Quintino d'Annibale a.s.2006/2007

Testo
Due grandi piatti di rame paralleli sono posti a una distanza di 5.00 cm e instaurano un campo elettrico uniforme tra loro come mostrato nella figura 23-44. Un elettrone viene rilasciato dal piatto carico negativamente nello stesso momento in cui un protone viene rilasciato dal piatto carico positivamente. Si trascuri l'azione tra le particelle e si determini la loro distanza dal piatto positivo quando si incrociano.

Figura 23-44



Sviluppo
Sia il protone che l'elettrone per poter partire hanno bisogno di una accelerazione che gli viene impressa tramite una forza di attrazione che abbiamo tra le particelle e le rispettive lastre opposte rispettivamente il piatto positivo per l'elettrone e il piatto negativo per il protone. Questa forza di attrazione tra le particelle viene determinata attraverso l'applicazione della legge di Coulomb.

$$F_A = K \cdot \frac{q_e \cdot q_P}{d^2} \Rightarrow F_A = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0} \cdot \frac{q^2}{d^2} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-12} \dfrac{C^2}{N \cdot m^2}} \cdot \frac{(1{,}69 \cdot 10^{-19})^2 C^2}{0{,}05^2 m^2} = 1{,}027 \cdot 10^{-25}\ N$$

Applicando la seconda legge di Newton possiamo ricavare l'accelerazione rispettivamente che avranno l'elettrone di massa $m_e = 9{,}11 \cdot 10^{-31} Kg$ e il protone di massa $m_P = 1{,}67 \cdot 10^{-27} Kg$.

$$F = m \cdot a \Rightarrow \begin{cases} a_P = \dfrac{F_A}{m_P} = \dfrac{1{,}027 \cdot 10^{-25} N}{1{,}67 \cdot 10^{-27} Kg} = 61{,}5 \dfrac{m}{s^2} \leftarrow accelerazione\ protone \\ a_e = \dfrac{F_A}{m_e} = \dfrac{1{,}027 \cdot 10^{-25} N}{9{,}11 \cdot 10^{-31} Kg} = 112733{,}26 \dfrac{m}{s^2} \leftarrow accelerazione\ elettrone \end{cases}$$

Attraverso l'equazione del moto uniformemente accelerato possiamo calcolare il tempo che impiegano le due particelle per percorrere tutta la distanza tra le lastre.

$$S = S_0 + V_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \Rightarrow \begin{cases} t_e = \sqrt{\dfrac{2 \cdot S}{a_e}} = \sqrt{\dfrac{2 \cdot 0{,}05\, m}{112733{,}26\, m/s^2}} = 0{,}000942\ s \leftarrow tempo\ dell'elettrone \\ t_p = \sqrt{\dfrac{2 \cdot S}{a_P}} = \sqrt{\dfrac{2 \cdot 0{,}05\, m}{61{,}5\, m/s^2}} = 0{,}04\ s \leftarrow tempo\ del\ protone \end{cases}$$

La distanza dal piatto positivo in cui si incroceranno è tale che la somma delle distanze percorse da ognuno è uguale alla distanza tra le lastre:

$$S = S_p + S_e = \frac{1}{2} \cdot a_p \cdot t^2 + \frac{1}{2} a_e \cdot t^2 = \frac{t^2}{2}(a_p + a_e) = 0{,}05m$$

Da dove si può ricavare ***t*** il tempo impiegato per incrociarsi.

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 0{,}05m}{(a_p + a_e)}} = \sqrt{\frac{0{,}10m}{\left(61{,}5\frac{m}{s^2} + 112733{,}3\frac{m}{s^2}\right)}} \cong 0{,}0009416s \cong 0{,}000942s$$

Il valore del tempo ottenuto, è circa uguale a quello che l'elettrone impiega a percorrere l'intero percorso, pertanto le due particelle si incontreranno in un punto distante dal piatto positivo esattamente pari allo spazio che farà il protone nel tempo sopra trovato:

$$S_P = \frac{1}{2} \cdot a_P \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 61{,}5\frac{m}{s^2} \cdot 0{,}0009416^2 s^2 = 0{,}00002726\, m \cong 27{,}3\,\mu m$$ [1]

A. Giuliano

[1] Allo stesso risultato si poteva giungere considerando il tempo impiegato dall'elettrone a percorrere l'intera distanza, infatti l'accelerazione dell'elettrone è 1833 volte maggiore di quella del protone.

$$S_P = \frac{1}{2} \cdot a_P \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 61{,}5\frac{m}{s^2} \cdot 0{,}000942^2 s^2 = 0{,}00002729\, m \cong 27{,}3\,\mu m$$