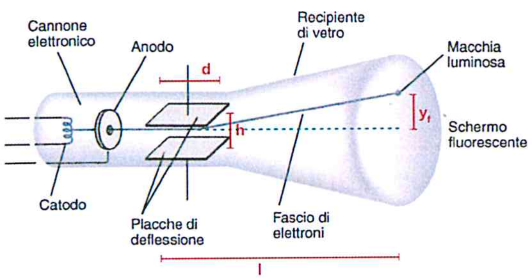
Università di Trieste, A.A. 2019/2020

Laurea Triennale in Ingegneria Elettronica e Informatica

Fisica Generale 2 - Prima prova intermedia - 8.11.2019

Cognome .... Nome ....

Istruzioni per gli esercizi:
Per ciascuna domanda rispondere fornendo solo il risultato finale: ***la grandezza incognita espressa simbolicamente in funzione delle grandezze date o di quelle ottenute in altre risposte, e poi il corrispondente risultato numerico, con il corretto numero di cifre significative e con le unità di misura appropriate****.*



1. Nel tubo catodico descritto dalla figura qui sopra vengono prodotti elettroni di energia cinetica K=45.2 eV. Questi elettroni passano tra due lastre conduttrici (a meta` rispetto alla loro separazione), inizialmente scariche; le lastre sono a distanza h=0.5 cm e sono lunghe d=3.2 cm lungo la direzione del moto. In queste condizioni il fascio di elettroni arriva al centro dello schermo, che si trova a distanza l=22.1 cm. Applichiamo un voltaggio V alle lastre, in modo che quella superiore sia caricata positivamente; ipotizziamo che il campo elettrico sia esattamente costante tra le lastre e nullo altrove.

a. Che voltaggio dobbiamo imporre perche' il fascio arrivi a y_f=4.2 cm sopra il centro dello schermo?

$$V = \frac{m_e v_0^2}{e} \frac{y_f h}{d^2} \frac{1}{(l/d - 1/2)} = \left(\frac{K}{1eV}\right) \frac{2h y_f}{d^2} \frac{1}{(l/d - 1/2)} = 4.14\ V, \quad K_{eV} = \frac{K}{1eV} = 45.$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{2eK_{eV}}{m_e}} = 3.98 \times 10^6\ m s^{-1}, \quad a = \frac{V}{h}\frac{e}{m_e} \text{ tra le lastre}$$

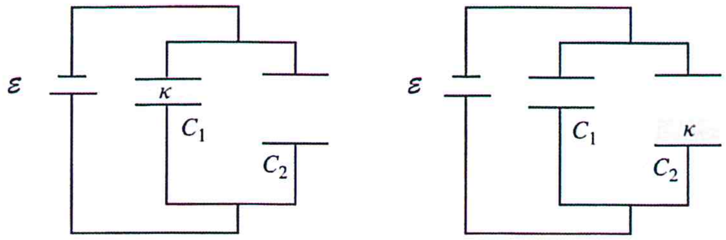
b. Calcolare in questo caso la posizione y_1 e la velocita` v_1 dell'elettrone all'uscita dalle piastre. L'elettrone rischia di scontrarsi con il bordo della piastra?

$$y_1 = \frac{d^2}{2h}\frac{e}{m v_0^2} V = \frac{d^2}{4h}\frac{V}{K_{eV}} = 0.22\ cm < h/2$$

$$\vec{v}_1 = v_0 \hat{i} + \frac{V}{h}\frac{e}{m_e}\frac{d}{v_0} \hat{j} = (3.98\,\hat{i} + 0.80\,\hat{j}) \times 10^6\ m s^{-1}$$

c. Volendo traslare il fascio di -3.2 cm in orizzontale tramite un'altra coppia di lastre immediatamente successiva alla precedente, e supponendo di poter ignorare il precedente spostamento verticale1 in questo calcolo, quale voltaggio dovremmo imporre al secondo sistema di piastre?

$$V = K_{eV} \frac{2h(-3.2\ cm)}{d^2} \frac{1}{\left(\frac{l-d}{d} - \frac{1}{2}\right)} = -3.50\ V$$



2. Due condensatori piani, montati in parallelo come in figura, sono sottoposti ad una differenza di potenziale E=45.2 V. Entrambi i condensatori hanno piastre quadrate di lato l=20 cm; nel primo la distanza tra le piastre e` d=4.3 mm, e lo spazio e` riempito da un dielettrico di costante kappa; nel secondo la distanza tra le piastre e` doppia, 2d, e tra le piastre c'e` il vuoto. Il dielettrico viene quindi spostato dal condensatore 1 al condensatore 2, come mostrato in figura; il dielettrico in questo caso e` appoggiato a una delle due lastre.

a. Calcolare la capacita` equivalente iniziale del sistema.

$$C_i = \frac{\varepsilon_0 k \ell^2}{d} + \frac{\varepsilon_0 \ell^2}{2d} = 2.47\cdot 10^{-10}\,F$$

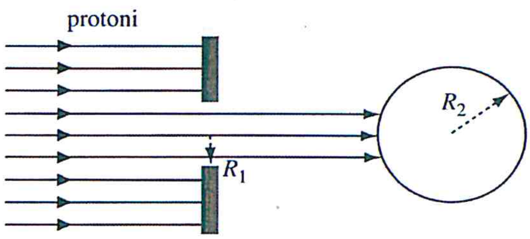
C_f

b. Calcolare la capacita` equivalente finale, dopo avere spostato il dielettrico.

$$C_f = \frac{\varepsilon_0 \ell^2}{d} + C_2^* = 1,41\cdot 10^{-10}\,F \qquad 1/C_2^* = \left(\frac{1}{\frac{\varepsilon_0 \ell^2}{d}}\right) + \left(\frac{1}{\frac{\varepsilon_0 k \ell^2}{d}}\right)$$

c. Calcolare il lavoro totale fatto dall'agente esterno che ha spostato il dielettrico da un condensatore all'altro.

$$W_{ext} = \Delta U_e = \frac{1}{2} C_f \mathcal{E}^2 - \frac{1}{2} C_i \mathcal{E}^2 = -1,08\cdot 10^{-7}\,J$$



3. Un fascio di protoni di energia E=32 MeV viene lanciato a intensita` costante su una lastra in grado di assorbirli, che ha un foro circolare di raggio R_1=1.1 cm. I protoni che passano oltre arrivano su una sfera metallica di raggio R_2=3.4 cm, inizialmente scarica, che li cattura istantaneamente. Dopo t=3 s si misura per la sfera un potenziale di V=20 kV rispetto all'infinito.

a. Calcolare la carica accumulata dalla sfera e il campo elettrico alla sua superficie.

$$V = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 R_2} \qquad q = 4\pi\varepsilon_0 R_2 V = 7,56\cdot 10^{-8}\,C$$

$$E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 R_2^2} = 5,88\cdot 10^{5}\,V/m$$

b. Calcolare l'intensita` e la densita` della corrente di protoni.

$$I = \frac{q}{\Delta t} = 2,52\cdot 10^{-8}\,A$$

$$j = I/\pi R_1^2 = 6.63\cdot 10^{-5}\,A/m^2$$

c. Ricavare la densita` (in m^{-3}) dei protoni come portatori di carica.

$$n = 5,3\cdot 10^{-6}\,m^{-3}$$

$$j = n e v_p$$

$$\frac{1}{2} m_p v_p^2 = E \qquad v_p = \sqrt{\frac{2E}{m_p}}$$

(NB in JOULE)