Nome: .... **Cognome:** .... **Matricola:** ....

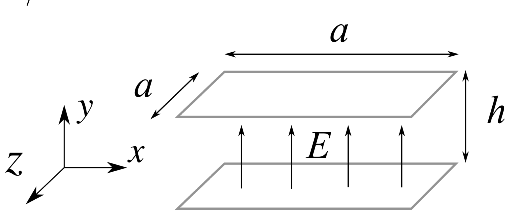
Tipologia: ☐ I esonero - ☐ II esonero - ☐ scritto

ESAME SCRITTO FISICA II - AA 2018/2019 - 22/01/2019

- Chi fa tutto lo scritto ha **due ore** per svolgere gli esercizi
- Chi recupera uno dei due esoneri ha **un'ora** per svolgere gli esercizi
- Scrivete nome, cognome, matricola e ID del compito sui fogli che consegnate
- Chi si vuole ritirare può farlo ma *deve* consegnare questo foglio (che non verrà corretto)
- Sono vietati i telefoni: chiunque venga trovato ad utilizzare il telefono dovrà abbandonare l'aula

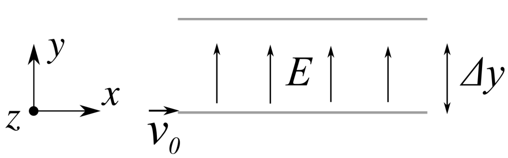
Elettricità

Due piani conduttori carichi quadrati di lato $a = 10$ cm sono posti parallelamente uno all'altro a distanza $h = 2$ cm. Tra i due piani, che consideriamo indefiniti, si misura un campo elettrico di intensità $E = 150$ N/C.



1. Calcolare la differenza di potenziale ΔV tra i due piani.
   - $\Delta V = Eh = 3.0$ V.
2. Calcolare la carica presente su ognuno dei due piani conduttori.
   - In questa configurazione di carica $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$, quindi la densità di carica sulla faccia caricata positivamente vale
   $$\sigma = E\epsilon_0 = 1.33 \times 10^{-9}\ \mathrm{C/m^2}$$
   e quindi
   $$q_c = \sigma a^2 = 1.33 \times 10^{-11}\ \mathrm{C}.$$
   La carica presente sull'altro piano è semplicemente $-q_c$.
3. Calcolare l'energia potenziale del sistema.
   - Il sistema in esame è un condensatore piano, e quindi la sua energia potenziale vale
   $$U = \frac{1}{2} q_c \Delta V = 2.0 \times 10^{-11}\ \mathrm{J}$$

Una particella di massa $m = 9.109 \times 10^{-31}$ kg e carica $q = 1.602 \times 10^{-19}$ C entra nello spazio compreso tra i due piani a ridosso del piano caricato positivamente (vedi figura). La particella ha una velocità iniziale v_0, parallela ai piani, diversa da 0. La particella esce dalla regione compresa tra i piani avendo percorso una distanza lungo y pari a $\Delta y = 1.4$ cm.



1. Calcolare v_0 e il modulo della velocità finale.

- Lungo y si ha un moto uniformemente accelerato con accelerazione $a_y = \frac{qE}{m}$, quindi

$$\Delta y = \frac{1}{2} a_y \Delta t^2 = \frac{1}{2} \frac{qE}{m} \Delta t^2,$$

  dove Δt è il tempo impiegato dalla particella per uscire dalla regione tra i piani che quindi vale

$$\Delta t = \sqrt{\frac{2m\Delta y}{qE}} = 3.3 \times 10^{-8}\ \mathrm{s}.$$

  Poiché la velocità lungo x non varia, questo tempo è anche dato da

$$\Delta t = \frac{a}{v_0}$$

  e quindi si trova

$$v_0 = \frac{a}{\Delta t} = 3 \times 10^6\ \mathrm{m/s}.$$

  La componente della velocità finale lungo y vale

$$v_y = a_y \Delta t = \frac{qE}{m} \Delta t = 0.86 \times 10^6\ \mathrm{m/s}$$

  e quindi il modulo della velocità finale è

$$v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = 3.12 \times 10^6\ \mathrm{m/s}$$

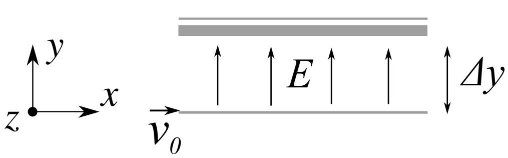
2. Calcolare la differenza di energia cinetica tra lo stato iniziale e quello finale.
   - Questa quantità si può calcolare in due modi: o come meno la differenza di energia potenziale o usando le velocità calcolate al punto precedente. In ogni caso vale

$$\Delta U_k = qE\Delta y = \frac{1}{2} m v_y^2 = 3.4 \times 10^{-19}\ \mathrm{J}$$

Una lastra

- conduttrice di altezza $h' = 0.1$ cm
- di materiale dielettrico ($\kappa = 4$) di altezza $h' = 0.1$ cm

viene inserita tra i due piani a distanza tale da non intercettare la traiettoria della particella carica (vedi figura).

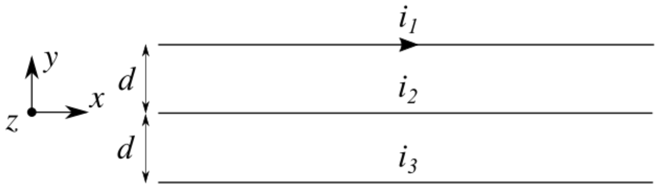


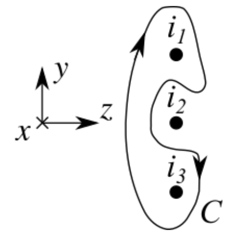
1. Considerando tutti gli altri dati invariati, come cambia il risultato al punto precedente?
   - Non cambia perché il valore del campo nello spazio in cui non è presente la lastra rimane invariato.

Magnetismo

Un sistema è composto da tre fili indefiniti percorsi dalle correnti i_1, i_2 ed i_3 e disposti uno sopra l'altro. Il primo ed il terzo filo sono **fissi**, mentre il secondo, che ha densità di massa $\lambda = 0.1$ kg/m, si può muovere. Nel filo in alto scorre una corrente $i_1 = 50$ A nel verso indicato nel pannello di sinistra della figura, mentre l'integrale di linea del campo magnetico sul percorso $\mathcal{C}$ (pannello di destra della figura) vale $\oint_{\mathcal{C}} \vec{B} \cdot d\vec{s} = 0$.

Il sistema è in equilibrio quando il secondo filo è posto alla stessa distanza d dagli altri due fili. **Nota Bene:** la forza peso ha direzione $-\hat{y}$.





1. Determinare il verso delle correnti che scorrono nel secondo e nel terzo filo.
   - Poiché la circuitazione del campo magnetico lungo $\mathcal{C}$ è nulla, si deve avere $i_3 = -i_1$, quindi nel terzo filo scorre una corrente opposta rispetto a quella che scorre nel primo. In questa configurazione, l'unico modo per far sì che la forza magnetica si opponga a quella peso è che i_2 abbia lo stesso segno di i_1.
2. Determinare il valore di i_2 per $d = 0.1$ mm.
   - Se il sistema è in equilibrio la risultante delle forze agenti sul secondo filo deve essere nulla. Sommando tutti i contributi si trova
   $$\frac{\mu_0 i_2 i_1}{2\pi d} + \frac{\mu_0 i_2 i_3}{2\pi d} - \lambda g = 0$$
   cioè
   $$\lambda g = \frac{\mu_0 i_2}{2\pi d}(i_1 + i_3) = \frac{\mu_0 i_1 i_2}{\pi d}$$
   dove abbiamo usato il fatto che i_1 e i_3 hanno la stessa intensità. Si trova quindi
   $$i_2 = \frac{\lambda g \pi d}{\mu_0 i_1} = 4.9\,\mathrm{A}.$$
3. Determinare il valore di d per $i_2 = 40$ A.
   - Utilizzando la penultima formula del punto precedente si trova
   $$d = \frac{\mu_0 i_1 i_2}{\pi \lambda g} = 8.16 \times 10^{-4}\,\mathrm{m}$$
4. Il primo filo viene rimosso. Considerando immutati i valori di i_2, i_3, λ e d dati (o calcolati) precedentemente, determinare intensità, direzione e verso del campo magnetico uniforme che va aggiunto alla regione di spazio in cui sono presenti i fili per far sì che il sistema resti in equilibrio.
   - Il campo uniforme che si aggiunge deve andare a sostituire quello dovuto al primo filo. Nella configurazione disegnata in figura, $\vec{B}$ deve quindi avere verso entrante nel foglio e modulo
   $$B = \frac{\mu_0 i_1}{2\pi d},$$
   che vale 0.1 T se $d = 0.1$ mm e 0.012 T se $d = 8.16$ mm.
5. Il terzo filo viene rimosso. Considerando immutati i valori di i_1, i_2, λ e d dati (o calcolati) precedentemente, determinare intensità, direzione e verso del campo magnetico uniforme che va aggiunto alla regione di spazio in cui sono presenti i fili per far sì che il sistema resti in equilibrio.
   - Poiché la forza dovuta al primo ed al terzo filo è la stessa, il campo è quella trovato al punto precedente.