

Nome: Cognome: Matricola:

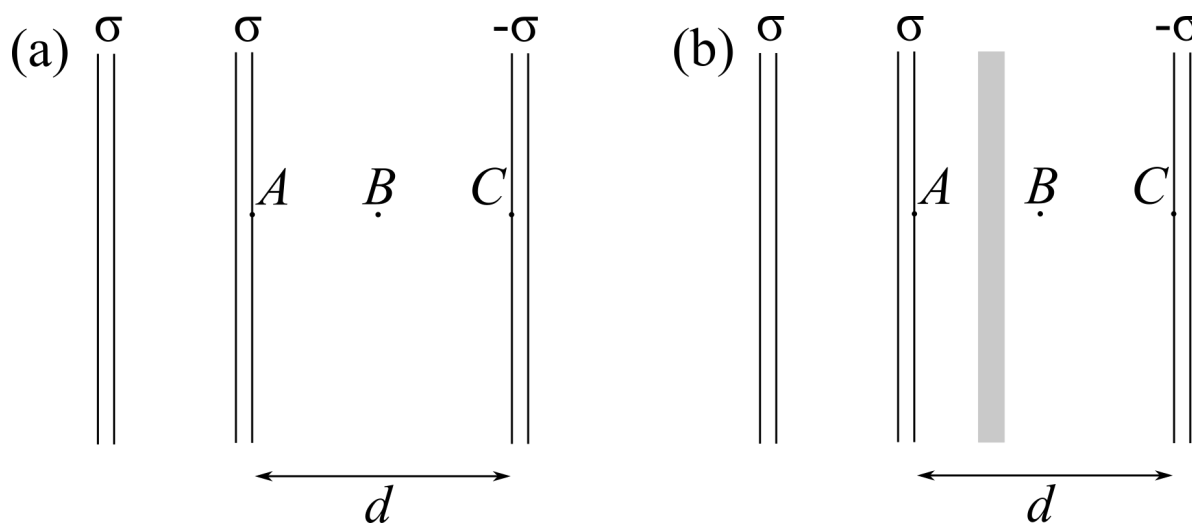
Tipologia: I esonero - II esonero - scritto

ESAME SCRITTO FISICA II - 15/06/2021

- Chi svolge 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 e matricola 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

Tre piani isolanti paralleli sono disposti come in figura (a): i due piani a sinistra sono carichi positivamente con densità di carica superficiale $\sigma = 10^{-7} \text{ C/m}^2$, mentre quello più a destra è carico negativamente con densità di carica superficiale $-\sigma$. La distanza tra il secondo e il terzo piano è uguale a $d = 10 \text{ cm}$. Il punto A è posto sulla superficie del piano di mezzo, il punto B è disposto a metà tra il secondo e il terzo piano mentre il punto C è posto sulla superficie del piano più a destra.



1. Calcolare la differenza di potenziale tra i punti A e C (**5 punti**).

- In ogni punto dello spazio il campo è la somma dei campi generati dai diversi piani. Tra A e C i campi generati da tutti i piani sono equiversi (verso destra), quindi il modulo del campo totale è

$$E = \frac{3\sigma}{2\epsilon_0} = 1.7 \times 10^4 \text{ V/m.}$$

Ricordando che $\Delta V = Ed$ si trova

$$\Delta V = \frac{3\sigma d}{2\epsilon_0} = 1.7 \times 10^3 \text{ V}$$

2. Una particella di carica $q = 10^{-9} \text{ C}$ e massa $m = 1 \text{ g}$ viene posta in B al tempo $t = 0$ e poi lasciata libera di muoversi. Quale piano va a colpire? Dopo quanto tempo? (**6 punti**).

- Poiché la carica è positiva tenderà a muoversi verso destra e quindi colpirà il piano negativo dopo aver percorso una distanza $d/2$. Poiché parte da ferma, questa condizione si può scrivere

$$\frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \frac{qE}{m} t^2 = d/2$$

da cui ricaviamo

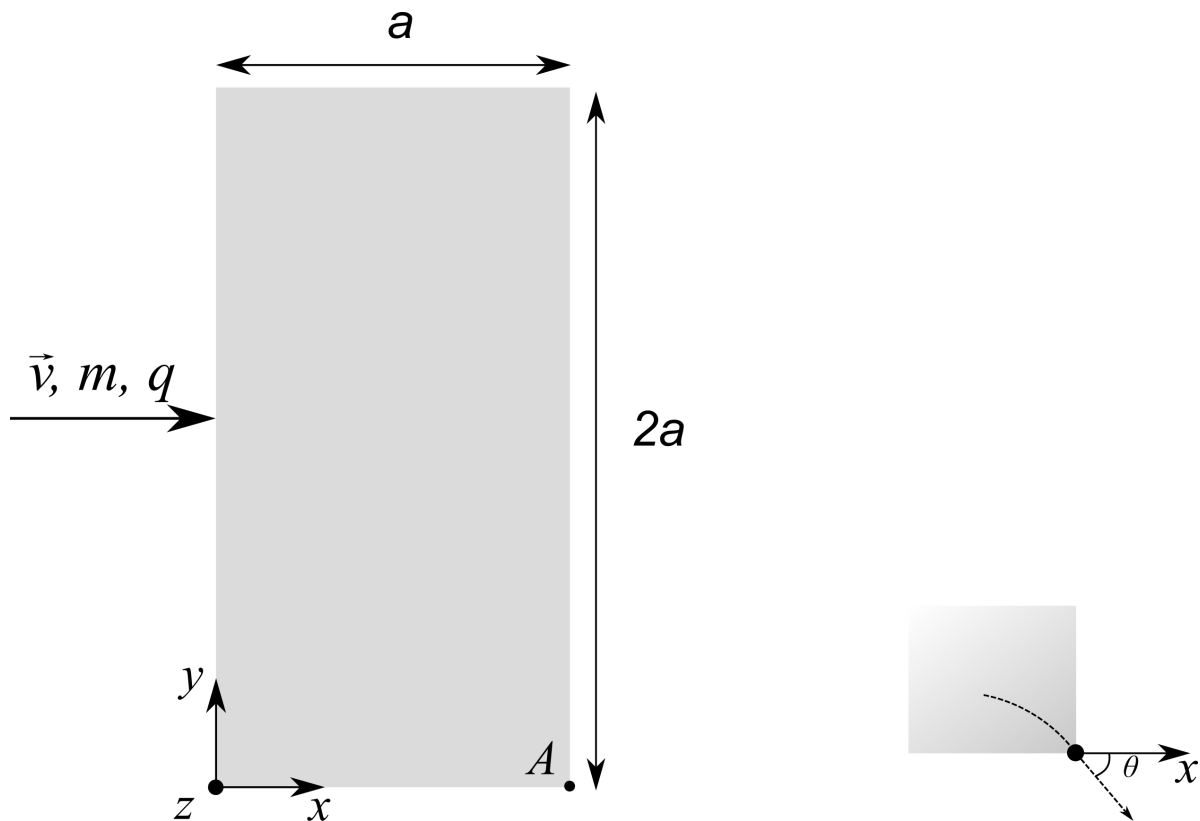
$$t = \sqrt{\frac{dm}{qE}} = 2.42 \text{ s}$$

3. Il sistema viene modificato inserendo tra A e B una lastra di materiale conduttore come in figura (b). Determinare, motivando la risposta, se (ed, eventualmente, come) varia il tempo calcolato al punto precedente **(5 punti)**.

- Poiché il conduttore non è posto sulla traiettoria della particella e al suo esterno non genera alcun campo elettrico aggiuntivo (poiché le due superfici hanno la stessa carica ma di segno opposto), il comportamento della particella non varia in alcuna maniera.

Magnetismo

Un solenoide di sezione rettangolare (lati $a = 10 \text{ cm}$ e $b = 2a$) ha una densità di spire $n = 100 \text{ m}^{-1}$ in cui scorre una corrente $i = 1 \text{ A}$ ed è riempito da un materiale di permeabilità magnetica relativa $\mu_r = 2$. Una particella di carica $q = -1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$ e massa $m = 9.11 \times 10^{-31} \text{ Kg}$ entra nel solenoide a metà del lato lungo con velocità perpendicolare al lato stesso (vedi figura), ed esce dallo spigolo in basso a destra (indicato con A in figura).



Nota Bene: la figura a destra contiene un *esempio* di angolo di uscita per mostrare esplicitamente la definizione di θ .

- Determinare il verso in cui scorre la corrente nelle spire del solenoide e l'intensità del campo magnetico al suo interno **(4 punti)**.
 - Poiché la carica della particella è negativa, affinché la forza di Lorentz abbia direzione $-\vec{y}$ il campo deve essere entrante, e quindi la corrente che lo genera deve scorrere in verso orario (guardando il sistema dalla direzione indicata in figura). Il modulo del campo è invece dato da $B = \mu n i = 2.5 \times 10^{-4} \text{ T}$.
- Calcolare la velocità d'entrata della particella **(7 punti)**.

- Chiamando r il raggio della traiettoria e utilizzando la usuale costruzione geometrica basata su triangoli rettangoli si trova

$$r^2 = a^2 + (r - a)^2$$

da cui ricaviamo $r = a = 10$ cm. Poiché $r = mv/qB$ si trova

$$v = \frac{rqB}{m} = \frac{rq\mu ni}{m} = 4.42 \times 10^6 \text{ m/s}$$

3. Determinare l'angolo θ che la traiettoria di uscita della particella forma con l'asse x (**5 punti**).

- Ricordiamo che l'angolo che la traiettoria forma con l'asse x è uguale all'angolo spazzato dalla traiettoria rispetto al centro della circonferenza. L'angolo richiesto si può trovare da considerazioni geometriche notando che, poiché $R = a$, il centro della traiettoria è lo spigolo in basso a sinistra e quindi l'angolo non può che essere di 90° . Si trova lo stesso risultato se si considera che l'angolo spazzato dalla traiettoria si può calcolare, applicando la trigonometria, tramite la relazione $r \sin \theta = a$ e quindi $\sin \theta = a/r = 1$, cioè $\theta = 90^\circ$.