

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

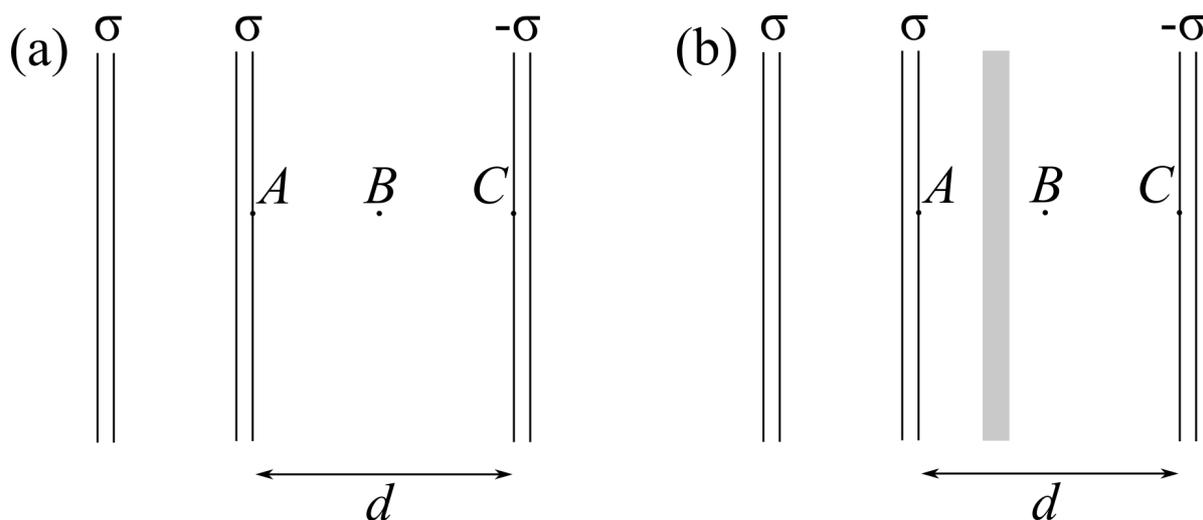
Tipologia:  I esonero -  II esonero -  scritto

## 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

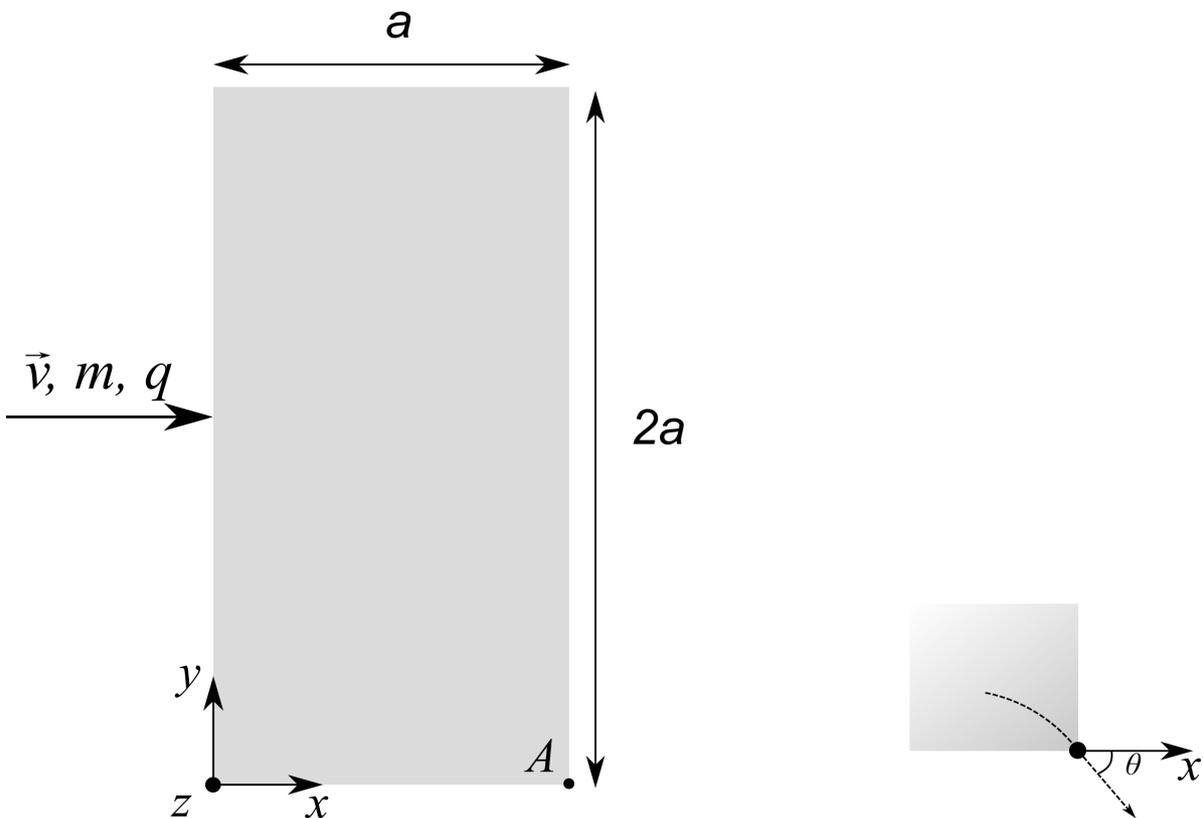
$$t = \sqrt{\frac{dm}{qE}} = 2.42 \text{ s}$$

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  $\theta$ .

- 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  $\theta$  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  $90^\circ$ . 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  $\theta = 90^\circ$ .