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

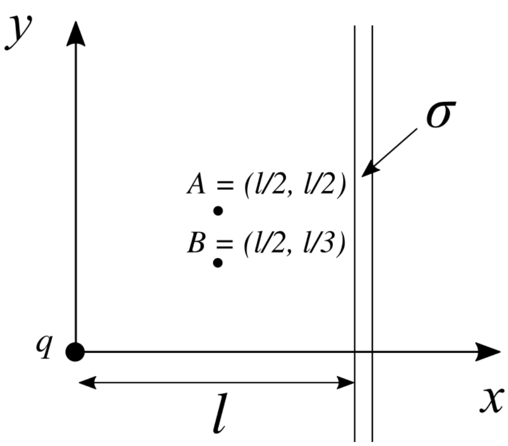
Tipologia: ☐ I esonero - ☐ II esonero - ☐ scritto

ESAME SCRITTO FISICA II - AA 2018/2019 - 20/09/2019

- 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, 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

Un sistema è composto da una carica $q = 10^{-9}$ C posta nell'origine degli assi e da un piano isolante, posto parallelalelamente all'asse y a distanza $l = 3$ cm dall'origine e caricato negativamente con una distribuzione uniforme di densità superficiale $\sigma = -2 \times 10^{-7}$ C / m^2 (si veda la figura).



1. Determinare il campo elettrostatico nel punto $A = (l/2, l/2)$ **(6 punti)**.

- Il campo totale è dato dalla sovrapposizione dei campi generati dal piano e dalla carica, che valgono:

$$\vec{E}_p = -\frac{\sigma}{2\epsilon_0}\hat{x}$$

$$\vec{E}_c = \frac{q}{4\pi\epsilon_0}\frac{\hat{r}_A}{r_A^2}$$

dove $r_A = l/\sqrt{2}$ e $\hat{r}_A = \frac{1}{r_A}(l/2, l/2) = l/\sqrt{2}(1,1)$, quindi

$$\vec{E}_c = \frac{q}{2\sqrt{2}\pi\epsilon_0 l^2}(1,1)$$

Sommando i contributi si trova

$$\vec{E} = (-\frac{\sigma}{2\epsilon_0} + \frac{q}{2\sqrt{2}\pi\epsilon_0 l^2}, \frac{q}{2\sqrt{2}\pi\epsilon_0 l^2})$$

2. Calcolare la differenza di potenziale tra il punto $B = (l/2, l/3)$ ed il punto A **(6 punti)**.

- La differenza di potenziale in generale è la somma dei due diversi contributi. In questo caso specifico, però, la distanza dei due punti dal piano è la stessa, quindi la differenza di potenziale si riduce a

$$\Delta V = \Delta V_p + \Delta V_c = \Delta V_c$$

dove

$$\Delta V_c = \frac{q}{4\pi\epsilon_0}\frac{1}{r_B} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0}\frac{1}{r_A} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 l}\left(\frac{3}{\sqrt{2}} - \sqrt{2}\right) = \frac{q}{4\sqrt{2}\pi\epsilon_0 l} = 212\,\mathrm{V}$$

quindi

$$\Delta V = 212\,\mathrm{V}$$

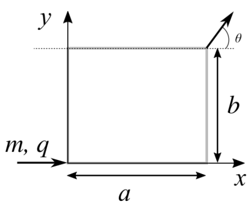
3. Se si mettesse una carica $q_0 = 10^{-9}$ C, inizialmente ferma, nel punto A, verso quale direzione tenderebbe a muoversi **(4 punti)**? Utilizzare una notazione vettoriale per rispondere (per esempio $5\hat{x} + 12\hat{y}$ oppure $(5, 12)$).

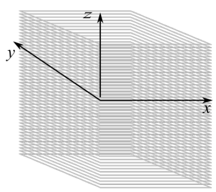
- La carica tenderà a muoversi nella direzione della forza $\vec{F} = q\vec{E} = \left(2.54 \times 10^{-5}\,\mathrm{N}, 1.41 \times 10^{-5}\,\mathrm{N}\right)$, che, se normalizzata, dà la seguente direzione:

$$0.87\hat{x} + 0.49\hat{y}$$

Magnetismo

Un solenoide indefinito di sezione rettangolare di lati $a = 20$ cm e $b = 10$ cm ha una densità di spire $n = 17$ cm^{-1} ed è percorso da una corrente $i = 3.9$ A. Una particella di massa $m = 1.67 \times 10^{-27}$ Kg e carica $q = 1.602 \times 10^{-19}$ C entra all'interno del solenoide nel punto $O = (0, 0, 0)$ con velocità $\vec{v} = (v_x, 0, 0)$ e ne riesce nel punto $A = (a, b, 0)$ (vedi figura).





1. Determinare il senso di scorrimento della corrente ed il modulo, la direzione ed il verso del campo magnetico all'interno del solenoide **(4 punti)**.

Poiché la $q > 0$ e la particella è deviata verso le y positive, il campo deve essere diretto verso le z negative (cioè verso il basso), e quindi la corrente deve scorrere in verso orario. Il modulo del campo vale

$$B = \mu n i = 8.33 \times 10^{-3}\,\mathrm{T}.$$

2. Calcolare v_x **(6 punti)**.

- La velocità si può ricavare dal raggio della traiettoria, R. Questo si calcola notando che

$$R^2 = a^2 + (R - B)^2$$

e quindi

$$R = \frac{a^2 + b^2}{2b} = 0.25\,\mathrm{m}.$$

Poiché $R = mv_x/qB$ si trova

$$v_x = \frac{RqB}{m} = 2 \times 10^5\,\mathrm{m/s}$$

3. Determinare l'angolo θ di uscita della particella **(6 punti)**.

- Utilizzando la costruzione geometrica del punto precedente si trova che $R\cos\theta = R - b$ e quindi

$$\theta = \arccos\frac{R - b}{R} = \arccos\frac{3}{5} = 0.927\,\mathrm{rad} = 53°.$$