

Facoltà di SMFN Dipartimento di Chimica -
A.A. 2021-22

08/07/2022 – Scritto di Fisica 2

Nome :

Cognome :

Matricola :

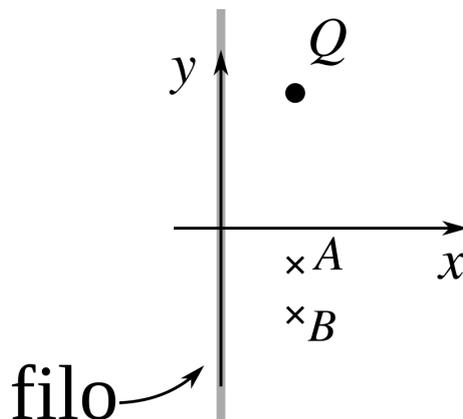
Orale in questo appello: SI NO

Nota Bene: Il formulario vuole essere un supporto qualora non ricordiate alcune formule e non abbiate tempo per ricavarle. Tenete presente che il solo scrivere la formula giusta trovata nel formulario per rispondere ad una domanda non porta ad avere alcun punteggio in quella domanda.

Esercizio 1

Su un piano definito dai due assi xy , si trovano un filo rettilineo molto lungo (in grigio in figura) carico con densità lineare uniforme $\lambda = 1.2 \text{ nC/m}$ e una carica puntiforme $Q = -3 \text{ nC}$. La posizione del filo coincide con l'asse y , mentre la carica si trova nel punto di coordinate $x = 20 \text{ cm}$ e $y = 40 \text{ cm}$. Determinare:

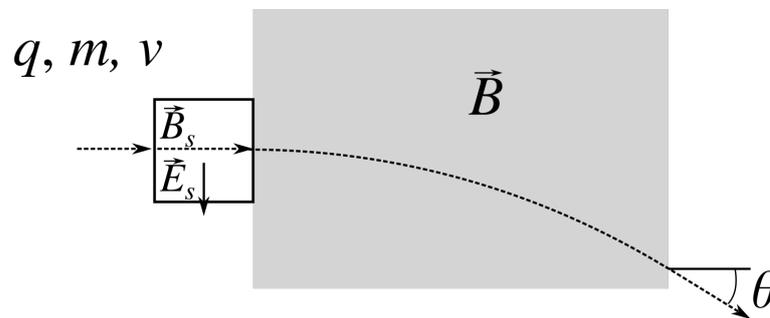
- il campo elettrico nel punto A , avente coordinate $x = 20 \text{ cm}$ e $y = -10 \text{ cm}$ (**6 punti**);
- la differenza di potenziale fra i punti A e B , di coordinate $x = 20 \text{ cm}$ e $y = -20 \text{ cm}$ (**6 punti**);
- Il lavoro fatto dal campo elettrico per portare un elettrone dal punto A al punto B (**4 punti**).



Esercizio 2

Un fascio di ioni di massa $m = 1.67 \times 10^{-27}$ Kg e carica $q = 1.60 \times 10^{-19}$ C entra in un selettore di velocità (indicato come una cornice nera in figura) in cui sono presenti un campo elettrico \vec{E}_s e un campo magnetico \vec{B}_s . Il campo elettrico ha modulo $E_s = 10^3$ V/m ed è orientato verso il basso (vedi figura). Solo gli ioni aventi velocità $v = 10^4$ m/s escono dal selettore di velocità ed entrano in una regione (in grigio in figura) in cui è presente un campo magnetico \vec{B} ortogonale al piano. Gli ioni escono dalla regione di campo dopo un tempo $\Delta t = 10^{-6}$ s dopo essere stati deviati di un angolo $\theta = 45^\circ = \pi/4$ rad. Determinare:

- direzione, verso e modulo del campo \vec{B}_s (**6 punti**);
- verso e modulo del campo \vec{B} (**6 punti**);
- il comportamento di ipotetici ioni di massa aventi stessa massa m , velocità v ma carica $q' = -q$. In particolare, discutere la traiettoria in relazione a quella degli ioni di carica q (**4 punti**).



Nota Bene: la forza di gravità può essere trascurata e le linee tratteggiate indicano la traiettoria del fascio di ioni.

Soluzione Esercizio 1.

a) Prendiamo gli assi come nel testo. Il campo elettrico nel punto A ha una componente lungo x dovuta al solo filo e una componente lungo y dovuta alla carica Q . Indicando con $x_A = 0.2$ m la distanza fra il filo e il punto A e con $y_A = 0.4 + 0.1 = 0.5$ m la distanza fra la carica e il punto A , si ha:

$$E_x = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 x_A} \hat{x} = 107.9 \hat{x} \text{ V/m}$$

$$E_y = \frac{k_0 Q}{y_A^2} (-\hat{y}) = 108 \hat{y} \text{ V/m}$$

b) La differenza di potenziale $\Delta V_{AB} = V_B - V_A$ è dovuta alla sola carica elettrica Q , essendo costante la distanza dei due punti A e B dall'asse del filo. Dunque:

$\Delta V_{AB} = V_B - V_A = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} (1/|y_B| - 1/|y_A|) = 9$ V, positiva (il campo elettrico è diretto come l'asse delle y , e ci stiamo spostando nel verso negativo delle y)

c) Il lavoro fatto dal campo elettrico è: $L = -q\Delta V_{AB}$, dove $q = -1.6 \times 10^{-19}$ C. Dunque:

$L = 9 \text{ eV} = 1.44 \times 10^{-18}$ J, positivo (infatti sta allontanando fra loro due cariche di stesso segno).

Soluzione Esercizio 2.

a) Affinché l'effetto dei campi elettrico e magnetico all'interno del selettore si annullino per ioni di velocità v si deve avere

$$q\vec{v} \times \vec{B}_s + q\vec{E}_s = 0$$

il che implica che il campo magnetico debba essere entrante e che il suo modulo debba valere

$$B_s = \frac{E_s}{v} = 10^{-1} \text{ T.}$$

b) Poiché la carica degli ioni è positiva, applicando la regola della mano destra all'espressione della forza di Lorentz troviamo che la deviazione disegnata in figura si può avere solo se \vec{B} è uscente dal foglio. Per trovare il modulo notiamo come il testo ci dica che gli ioni spazzano un angolo θ in un tempo Δt . Questo ci permette di calcolare la velocità angolare, data da

$$\omega = \frac{\theta}{\Delta t} = \frac{qB}{m}$$

da cui si ottiene

$$B = \frac{\theta}{\Delta t} \frac{m}{q} = 8.2 \times 10^{-3} \text{ T.}$$

Si può arrivare allo stesso risultato considerando che il moto in presenza di un campo magnetico omogeneo è circolare uniforme e che Δt è il tempo che una particella impiega per compiere $1/8$ di circonferenza, quindi

$$\Delta t = \frac{2\pi r}{8v} = \frac{2\pi m}{8qB_s} = \frac{\theta m}{qB}$$

che è la stessa relazione trovata prima.

c) L'unica differenza che si osserva invertendo il segno della carica è la direzione della deviazione dovuta al campo \vec{B} : la traiettoria curverà verso l'alto invece che verso il basso.