

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

10/11/2022 – Scritto di Fisica 2. Canale:

Nome:

Cognome:

Matricola:

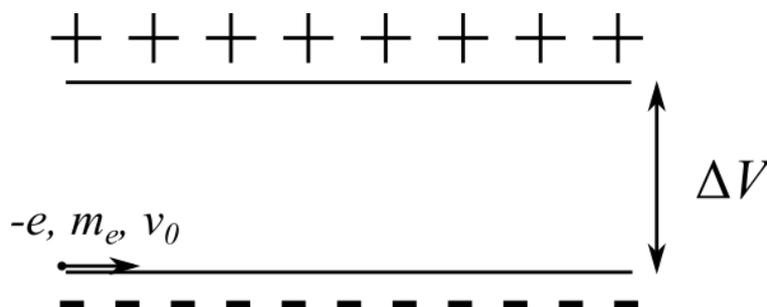
Orale in questo appello: SI NO

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. Si ricorda anche che tutte le risposte vanno correttamente motivate, la sola risposta numerica non è sufficiente per avere punti in quella domanda

Esercizio 1

Un elettrone entra fra le armature di un condensatore piano, in prossimità dell'armatura negativa, con velocità iniziale parallela alle due armature e di valore in modulo pari a $v_0 = 2 \cdot 10^5$ m/s. Il condensatore è carico e la differenza di potenziale fra le armature è pari a $\Delta V = 2$ V. Si osserva che l'elettrone impiega un tempo di 1 ns per raggiungere l'armatura positiva. Determinare:

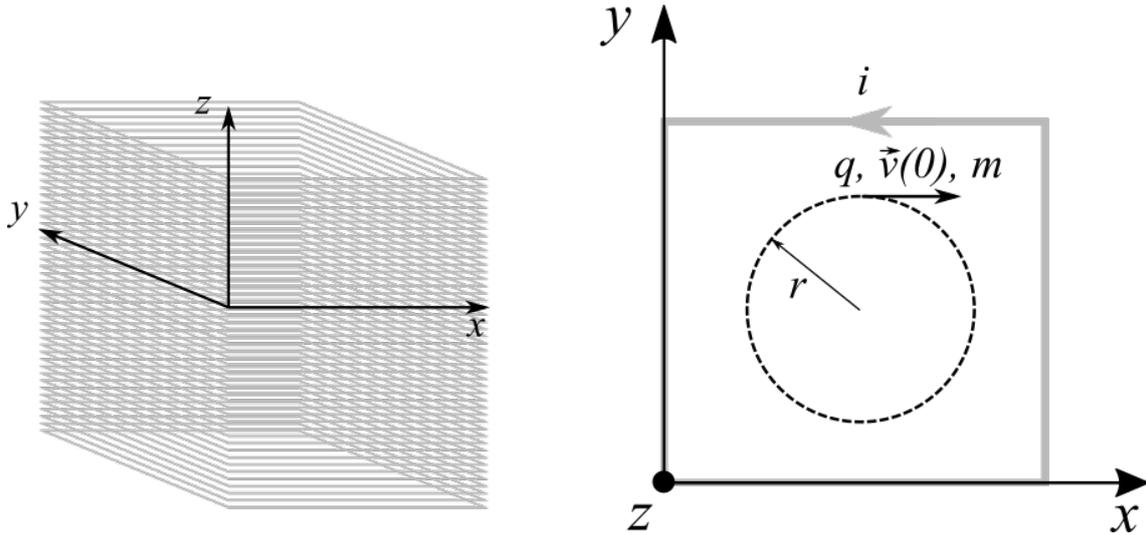
- la distanza che ha percorso l'elettrone nella direzione parallela alle due armature, nel momento in cui raggiunge l'armatura positiva (**5 punti**);
- la variazione di energia cinetica dell'elettrone fra l'istante in cui è entrato nel condensatore e l'istante in cui ha raggiunto l'armatura positiva (**6 punti**);
- la distanza fra le armature del condensatore (**5 punti**).



Esercizio 2

In un solenoide indefinito di area quadrata e densità lineare di spire $n = 20 \text{ cm}^{-1}$ posto parallelo all'asse z scorre una corrente $i = 5 \text{ A}$ in verso anti-orario. Al tempo $t = 0$ viene inserita all'interno del solenoide una particella di carica q , massa $m = 10^{-9} \text{ g}$ e velocità iniziale $\vec{v}(0) = -v_0 \hat{x}$, con $v_0 = 2 \text{ m/s}$. La particella comincia quindi a percorrere in verso anti-orario una circonferenza di raggio $r = 6 \text{ cm}$.

La figura in basso mostra a sinistra una porzione del solenoide e a destra il sistema visto dall'alto.



- Determinare la carica (compresa di segno) della particella (**6 punti**);
- Determinare il tempo t^* a cui si dovrebbe togliere corrente al solenoide per fare in modo che la velocità finale della particella sia diretta lungo $-\hat{y}$ (**6 punti**);
- La corrente nel solenoide triplica di intensità. Determinare modulo, direzione e verso che dovrebbe avere un campo esterno aggiuntivo \vec{B}_{ext} per mantenere la traiettoria della particella invariata (**4 punti**).

Soluzione Esercizio 1

- a) Nella direzione parallela alle armature, l'elettrone prosegue il suo moto rettilineo uniforme. Dunque nel tempo t^* avrà percorso lo spazio $x^* = v_i t^* = 2 \cdot 10^5 \cdot 10^{-9} = 2 \cdot 10^{-4}$ m.
- b) $L = \Delta E_C = e \int_d^0 E dy = -e\Delta V = 3.2 \cdot 10^{-19}$ J, positivo (l'elettrone viene accelerato dal campo).
- c) Nella direzione ortogonale alle armature il moto è uniformemente accelerato con valore in modulo $a = |e|E/m_e$, dove $E = \Delta V/d$ e d è la distanza incognita da calcolare. L'elettrone parte da quota $y = d$ e si ferma in $y = 0$, con una scelta conveniente degli assi coordinati. Dunque: $y = d - \frac{1}{2} a t^2$ e dunque $d = \frac{1}{2} a (t^*)^2$. Sostituendo: $d = t^* \sqrt{|e|\Delta V/(2m_e)} = 0.42$ mm.

Soluzione Esercizio 2

- a) Il campo magnetico generato dal solenoide è diretto lungo $-\hat{z}$ e ha modulo $B = \mu_0 n i$. Vedendo il disegno si capisce che al tempo $t = 0$ la forza di Lorentz deve essere diretta verso il basso, cioè

$$\vec{F}(0)_L = q\vec{v}(0) \times \vec{B} = qv_0 B(-\hat{x}) \times (-\hat{z}) = qv_0 B - \hat{y}$$

e quindi la carica deve essere positiva. Per trovare il modulo possiamo invertire la relazione $r = mv_0/qB$ ottenendo

$$q = \frac{mv_0}{rB} = 2.65 \times 10^{-9} \text{ C}$$

- b) La velocità della particella è diretta verso il basso quando la particella ha percorso un quarto della circonferenza. Poiché sappiamo che il tempo impiegato a percorrere l'intera circonferenza è $T = 2\pi r/v_0$, il tempo richiesto varrà

$$t^* = \frac{T}{4} = \frac{\pi r}{2v_0} = 4.71 \times 10^{-2} \text{ s}$$

- c) Raddoppiando la corrente all'interno del solenoide si avrà un campo $\vec{B}' = 3\vec{B}$. Affinché la traiettoria della particella rimanga inalterata è necessario aggiungere un campo esterno che riporti il valore del campo totale a quello iniziale. Bisogna cioè fare in modo che $\vec{B}' + \vec{B}_{\text{ext}} = 3\vec{B} + \vec{B}_{\text{ext}} = \vec{B}$ e quindi

$$\vec{B}_{\text{ext}} = -2\vec{B}.$$

Il campo esterno deve quindi avere il doppio dell'intensità del campo iniziale, stessa direzione ma verso opposto, cioè diretto verso \hat{z} .