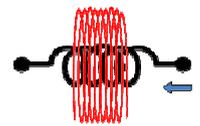


Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria - Cesena
1° Appello estivo - Prova scritta del corso di Fisica Generale B(L-B)
(10 giugno 2015)
Prof. Maurizio Piccinini

1. (4) Una carica q si muove in uno spazio interessato da un campo elettrico e da un campo magnetico, entrambi costanti e omogenei. La carica si muove di moto rettilineo e uniforme. Scegliere tra le seguenti affermazioni quella giusta e motivarla:
- Quanto affermato non è possibile: la carica si deve muovere per forza di moto accelerato.
 - Il moto è possibile solo se i campi elettrico e magnetico sono paralleli e la velocità della carica è perpendicolare ai campi.
 - Il moto è possibile solo se i campi sono perpendicolari tra di loro e la velocità della carica è perpendicolare ai due campi.
 - Il moto è possibile solo se i campi sono perpendicolari tra di loro e la velocità della carica è maggiore di un valore minimo (quale?).
- $$\oint \hat{E} = -\oint \vec{v} \wedge \vec{B} \Rightarrow \hat{E} \perp \vec{B}; \hat{E} \perp \vec{v}. \quad v = -E/(B \sin \alpha) \Rightarrow |v| \geq E/B$$
- Il moto è possibile solo se i campi sono perpendicolari tra di loro e la velocità della carica è minore di un valore massimo (quale?).

2. (5) Un solenoide con avvolgimenti in verso orario è circondato da un secondo solenoide, più corto, avvolto in verso antiorario. Il primo solenoide è percorso da una corrente da destra a sinistra. Dire in quale verso viaggia la corrente indotta nel secondo avvolgimento se: a) la corrente primaria diminuisce nel tempo; b) la corrente primaria aumenta nel tempo.

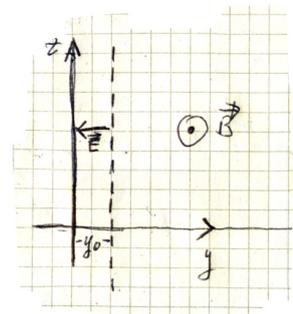


Il campo magnetico primario è diretto da destra a sinistra e nel caso a) la sua intensità è decrescente. La f.e.m. indotta nel secondario deve quindi produrre una corrente che circoli nello stesso verso orario per compensare la diminuzione di flusso. Ma il secondario è avvolto in verso antiorario, quindi la corrente circolerà di sinistra a destra. Nel caso b) sarà il contrario.

3. (4) Due gas identici, racchiusi in due contenitori isolati e identici, si espandono adiabaticamente, il primo reversibilmente e il secondo irreversibilmente. Dire, motivando la risposta, se la variazione di entropia dei gas:
- È uguale a zero in entrambi i casi.
 - È uguale a zero nel primo caso e maggiore di zero nel secondo.
 - È minore di zero nel primo caso e maggiore di zero nel secondo.

V

4. (6) Si osservi la figura a fianco: nello spazio compreso tra i piani $y = 0$ e $y = y_0 = 10 \text{ cm}$ vi è un campo elettrico $\vec{E} = -1000 \hat{j} \text{ V/m}$. Invece nel semispazio tra $y = y_0$ e l'infinito vi è solo un campo magnetico $\vec{B} = 10^{-4} \hat{i} \text{ T}$. Un elettrone viene depositato con velocità nulla nell'origine della terna cartesiana e lasciato libero di muoversi. Calcolare:



- La velocità dell'elettrone quando attraversa il piano $y = y_0$.

$$e\vec{E} = m\vec{a}; \quad |e|Ey_0 = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2|e|Ey_0}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 1,602 \times 10^{-19} \times 10^3 \times 0,10}{9,11 \times 10^{-31}}} = 5,93 \times 10^6 \text{ m/s}$$

Costante universale dei gas: $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 1.987 \text{ cal K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, $1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$

$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{Nm}^2)$, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ (Tm)/A}$ $e = -1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$ $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$

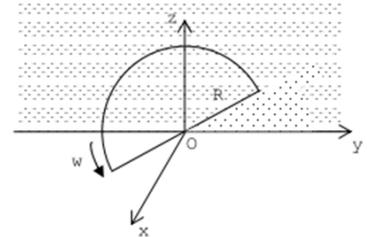
Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria - Cesena
1° Appello estivo - Prova scritta del corso di Fisica Generale B(L-B)
(10 giugno 2015)
Prof. Maurizio Piccinini

b. Descrivere il moto dell'elettrone nella regione $y > y_0$.

L'elettrone si muove di moto circolare uniforme con velocità v , su una semicirconferenza di raggio R centrata nel punto $C(0, y_0, R)$.

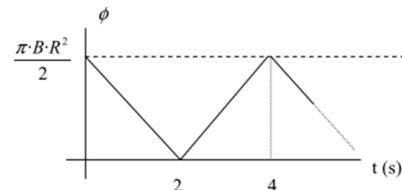
$$e\vec{v} \wedge \hat{B} = -m \frac{v^2}{R} \hat{R}; \quad |e|vB = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = m \frac{v}{|e|B} = 9,11 \times 10^{-31} \times \frac{5,93 \times 10^6}{1,602 \times 10^{-19} \times 10^{-4}} = 0,337m$$

5. (6) Nel semispazio $z > 0$ vi è un campo magnetico costante $\vec{B} = B\hat{i}$ T. Un circuito, contenuto nel piano $x = 0$, è formato da una semicirconferenza di raggio R m e centro O , chiusa da un suo diametro. Il circuito, fatto di un materiale conduttore omogeneo la cui resistenza per unità di lunghezza vale $\rho = 1/(2 + \pi) \Omega/m$, ruota nel suo piano intorno al punto O con velocità angolare costante $\omega = (\pi/2)\hat{i}$ rad/s. Inizialmente il diametro coincide con l'asse y e la semicirconferenza si trova nella regione $z > 0$. Calcolare:



a. Il flusso del campo magnetico attraverso il circuito in funzione del tempo (rappresentarlo graficamente).

$$\left. \begin{aligned} \oint \vec{B} \cdot d\vec{S} = BA(t) = B \left[\frac{1}{2} \pi R^2 - A(\alpha) \right] \\ \frac{A(\alpha)}{\alpha} = \frac{\pi R^2}{2\pi} \Rightarrow A(\alpha) = \frac{R^2}{2} \alpha \\ \alpha = \omega t = \frac{\pi}{2} t \end{aligned} \right\} \left. \begin{aligned} \oint \vec{B} \cdot d\vec{S} = BR^2 \frac{\pi - \alpha}{2} = B\pi R^2 \frac{2-t}{4} \text{ (W)} \quad 0 < t < 2 \text{ sec} \end{aligned} \right\}$$



$$\left. \begin{aligned} \oint \vec{B} \cdot d\vec{S} = BA(t) = B \left[A(\alpha) - \frac{1}{2} \pi R^2 \right] \\ \frac{A(\alpha)}{\alpha} = \frac{\pi R^2}{2\pi} \Rightarrow A(\alpha) = \frac{1}{4} \pi R^2 t \end{aligned} \right\} \left. \begin{aligned} \oint \vec{B} \cdot d\vec{S} = B\pi R^2 \frac{t-2}{4} \text{ (W)} \quad 2 < t < 4 \text{ sec} \end{aligned} \right\}$$

b. La forza elettromotrice indotta nel circuito.

$$\mathcal{E} = -\frac{d\phi}{dt} = \begin{cases} \frac{1}{4} B\pi R^2 \text{ (V)} & 0 < t < 2 \text{ sec} \\ -\frac{1}{4} B\pi R^2 \text{ (V)} & 2 < t < 4 \text{ sec} \end{cases}$$

c. L'intensità della corrente elettrica circolante nel circuito indicandone il verso in funzione del tempo.

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} \quad R = l\rho = (\pi R + 2R)/(2 + \pi) = R \quad \left. \begin{aligned} I = \frac{1}{4} B\pi R \text{ (A)} \end{aligned} \right\} \begin{cases} \text{antioraria} & 0 < t < 2 \text{ sec} \\ \text{oraria} & 2 < t < 4 \text{ sec} \end{cases}$$

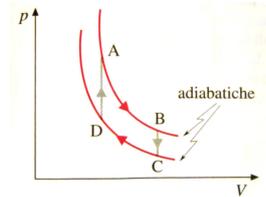
Costante universale dei gas: $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 1.987 \text{ cal K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, $1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$

$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{Nm}^2)$, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ (Tm)/A}$ $e = -1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$ $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$

Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria - Cesena
1° Appello estivo - Prova scritta del corso di Fisica Generale B(L-B)
(10 giugno 2015)
Prof. Maurizio Piccinini

6. (5) Si consideri il ciclo reversibile rappresentato in figura, relativo a un gas perfetto (ciclo di Otto).

a. Calcolare il rendimento di tale ciclo, in funzione delle temperature dei quattro stati A, B, C e D.



$$\left. \begin{aligned} Q_a = Q_{DA} = \Delta U_{DA} = n c_V (T_A - T_D) \\ Q_c = Q_{BC} = \Delta U_{BC} = n c_V (T_C - T_B) \end{aligned} \right\} \Rightarrow \eta = \frac{L}{Q_a} = 1 + \frac{Q_c}{Q_a} = 1 - \frac{T_B - T_C}{T_A - T_D}$$

b. Esprimere il rendimento in funzione di due sole di quelle temperature.

$$\left. \begin{aligned} T_A V_{(AD)}^{\gamma-1} = T_B V_{(BC)}^{\gamma-1} \\ T_D V_{(AD)}^{\gamma-1} = T_C V_{(BC)}^{\gamma-1} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{aligned} (T_B - T_C) V_{(BC)}^{\gamma-1} &= (T_A - T_D) V_{(AD)}^{\gamma-1} \Rightarrow \frac{T_B - T_C}{T_A - T_D} = \left(\frac{V_{(AD)}}{V_{(BC)}} \right)^{\gamma-1} \\ \frac{T_B - T_C}{T_A - T_D} &= \frac{T_B}{T_A} = \frac{T_C}{T_D} \Rightarrow \eta = 1 - \frac{T_B}{T_A} = 1 - \frac{T_C}{T_D} \end{aligned} \right.$$

c. Confrontare il rendimento ottenuto, con quello di una macchina di Carnot che funzioni tra le temperature massima e minima del ciclo in oggetto.

$$\eta_c - \eta = \left(1 - \frac{T_C}{T_A} \right) - \left(1 - \frac{T_B}{T_A} \right) = \frac{T_B - T_C}{T_A} > 0$$

Costante universale dei gas: $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 1.987 \text{ cal K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, $1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$

$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{Nm}^2)$, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ (Tm)/A}$ $e = -1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$ $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$