

Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria, II Facoltà - Cesena
3° Appello estivo - Prova scritta Fisica Generale B(L-B)
(23 luglio 2012)
Prof. Maurizio Piccinini

1. Una carica elettrica puntiforme $q = 26,55 \text{ mC}$ si trova al centro di una delle basi di un parallelepipedo rettangolo, a base quadrata di lato $a = 2 \text{ cm}$ e altezza $h = 1 \text{ cm}$. Quanto vale il flusso del campo elettrico attraverso la base quadrata opposta?

$$\phi_{\text{cubo}}(E) = q/\epsilon_0 = (26,55 \times 10^{-3}) / (8,85 \times 10^{-12}) = 3 \times 10^9 \text{ Vm} \Rightarrow \phi(E) = \phi_{\text{cubo}}/6 = 5 \times 10^8 \text{ Vm}$$

2. Due particelle di carica uguale ma di segno opposto partono contemporaneamente da due punti diversi, con velocità v_1 e v_2 , nello stesso verso e su traiettorie parallele. Le particelle sono immerse in un campo magnetico uniforme perpendicolare alla loro direzione. Le due cariche s'incontrano quando la direzione della prima è ruotata di 90° e quella della seconda di 150° . Qual è il rapporto tra le masse delle due particelle?

$$\left. \begin{aligned} q\omega_1 R_1 B &= m_1 \omega_1^2 R_1 \\ q\omega_2 R_2 B &= m_2 \omega_2^2 R_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow m_1 \omega_1 = m_2 \omega_2 = qB \Rightarrow m_1 \frac{\pi}{2t} = m_2 \frac{5\pi}{6t} \Rightarrow 3m_1 = 5m_2$$

3. Scegliere l'affermazione più giusta tra le tre riportate, relativamente a un termometro a gas perfetto, argomentando brevemente la scelta:

- È un termometro a volume costante dal quale si ricava la temperatura che si vuol misurare mediante un processo di estrapolazione. V
- È un termometro che funziona con gas diversi, tutti alla stessa pressione che deve essere molto bassa. F
- È un termometro a volume costante che funziona con un gas rarefatto con il quale si misura la pressione P_3 del punto triplo dell'acqua, poi si misura la pressione P dell'ambiente del quale si vuole conoscere la temperatura, quindi si applica la formula $T = 273,16 \times (P/P_3)$. F

4. Un anello isolante filiforme di raggio $r = 1 \text{ m}$ giace sul piano xy con il centro posto nell'origine del sistema di riferimento. Sull'anello è distribuita in modo uniforme una carica di densità lineare $\lambda = 10^{-8} \text{ C/m}$.

- Quanti giri al secondo deve effettuare questa spira intorno all'asse z per produrre una corrente di $1 \text{ }\mu\text{A}$?

$$dq = \lambda dl = \lambda v dt \Rightarrow i = \lambda v = \lambda \omega r = \lambda 2\pi n r \Rightarrow n = \frac{i}{2\pi \lambda r} = \frac{10^{-6}}{2 \times \pi \times 10^{-8}} = 15,92 \text{ giri/s}$$

- Valutare in tal caso il rapporto tra i valori del campo magnetico nei punti dell'asse z situati alle distanze $d = 0,5 \text{ m}$ e $d = 1 \text{ m}$ dal centro.

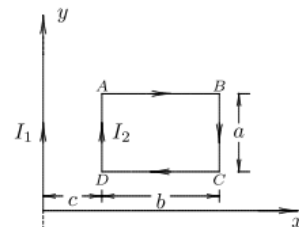
$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{2} i \frac{r^2}{(r^2 + d^2)^{3/2}} \hat{k} = \begin{cases} B_{0,5} = \frac{\mu_0}{2} i \frac{r^2}{(r^2 + 0,5^2)^{3/2}} \\ B_1 = \frac{\mu_0}{2} i \frac{r^2}{(r^2 + 1^2)^{3/2}} \end{cases} \Rightarrow \frac{B_{0,5}}{B_1} = \left(\frac{1^2 + 1^2}{1^2 + 0,5^2} \right)^{3/2} = \left(\frac{2}{1,25} \right)^{3/2} = 2,02$$

5. Un circuito rettangolare di resistenza R , percorso dalla corrente I_2 , è posto nelle vicinanze di un filo infinitamente lungo percorso dalla corrente I_1 , come in figura.

- Si calcoli la forza che agisce su ciascun lato del circuito, nonché la forza totale, in modulo, direzione e verso.

$$\left. \begin{aligned} \vec{B} &= -\frac{\mu_0 I_1}{2\pi r} \hat{k} \\ d\vec{F} &= I_2 d\vec{l} \wedge \vec{B} \end{aligned} \right\} \begin{cases} \vec{F}_{AD} = -I_2 a \frac{\mu_0 I_1}{2\pi c} \hat{i} = -\frac{\mu_0}{2\pi} I_1 I_2 \frac{a}{c} \hat{i} \\ \vec{F}_{BC} = I_2 a \frac{\mu_0 I_1}{2\pi(b+c)} \hat{i} = \frac{\mu_0}{2\pi} I_1 I_2 \frac{a}{(b+c)} \hat{i} \\ \vec{F}_{AB} = \left[\frac{\mu_0}{2\pi} I_1 I_2 \int_c^{b+c} \frac{dx}{x} \right] \hat{j} = \frac{\mu_0}{2\pi} I_1 I_2 \ln \frac{b+c}{c} \hat{j} = -\vec{F}_{CD} \end{cases}$$

$$\vec{F}_T = \vec{F}_{AD} + \vec{F}_{BC} = -\frac{\mu_0}{2\pi} I_1 I_2 \frac{a}{c} \left[1 - \frac{c}{(b+c)} \right] \hat{i} = -\frac{\mu_0}{2\pi} I_1 I_2 \frac{a}{c} \frac{b}{(b+c)} \hat{i}$$



- b. A partire da un certo istante, la corrente nel filo aumenta secondo la legge $I(t)=I_1+kt$, con k costante. Come cambia la corrente nel circuito?

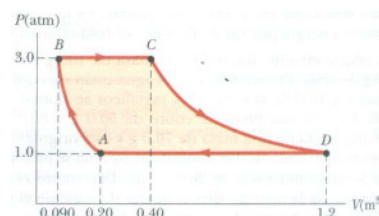
$$\left. \begin{aligned} \mathcal{E} &= -\frac{d\phi(B)}{dt} \\ \phi(B) &= -\int_c^{b+c} \frac{\mu_0 I}{2\pi x} a dx = -(I_1 + kt) \frac{\mu_0}{2\pi} a \ln \frac{b+c}{c} \\ I_c &= I_2 - I_{ind} \end{aligned} \right\} I_{ind} = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{k}{R} \frac{\mu_0}{2\pi} a \ln \left(\frac{b+c}{c} \right) \text{ antioraria}$$

- c. Come varia la forza che agisce sulla spira? Mettere in evidenza il contributo dovuto alla corrente indotta.

$$\vec{F}(t) = -\frac{\mu_0}{2\pi} \frac{a}{c} \frac{b}{(b+c)} I_c I \hat{i} = -\frac{\mu_0}{2\pi} \frac{a}{c} \frac{b}{(b+c)} (I_2 - I_{ind})(I_1 + kt) \hat{i}$$

$$\vec{F}(t) = -\frac{\mu_0}{2\pi} \frac{a}{c} \frac{b}{(b+c)} I_2 (I_1 + kt) \hat{i} + \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{a}{c} \frac{b}{(b+c)} I_{ind} (I_1 + kt) \hat{i}$$

6. Un campione di gas ideale compie la trasformazione ciclica rappresentata in figura, dove la trasformazione AB è adiabatica e la trasformazione CD è isoterma. Conoscendo il calore $Q_{BC} = 100 \text{ kJ}$ scambiato durante la trasformazione isobara BC , e il calore $Q_{DA} = 150 \text{ kJ}$ scambiato durante l'isobara DA ,



- a. calcolare la differenza di energia interna ΔU tra gli stati A e B.

$$\left. \begin{aligned} \Delta U_{BC} &= Q_{BC} - L_{BC} = 100000 - 3 \times 101325 \times 0.310 = 5.77 \text{ kJ} \\ \Delta U_{CD} &= 0 \\ \Delta U_{DA} &= Q_{DA} - L_{DA} = -150000 + 1 \times 101325 \times 1 = -48.68 \text{ kJ} \end{aligned} \right\} \Delta U_{AB} = -\Delta U_{BC} - \Delta U_{DA} = 42.91 \text{ kJ}$$

- b. calcolare l'efficienza di una macchina che funzioni con questo ciclo termodinamico.

$$\left. \begin{aligned} Q_a &= Q_{BC} + Q_{CD} \\ Q_{CD} &= L_{CD} = nRT \int_c^D \frac{dV}{V} = p_c V_c \ln \frac{V_D}{V_c} = 1.2 \times 101325 \times \ln 3 = 133.58 \text{ kJ} \end{aligned} \right\} Q_a = 233.58 \text{ kJ}$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_c}{Q_a} = 1 - \frac{150}{233.58} = 35,8\%$$