Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria, II Facoltà - Cesena
Sessione estiva 2006 - 1° appello - Compito scritto del corso di Fisica Generale L-B
(23 giugno 2006)
Prof. Maurizio Piccinini

Soluzioni

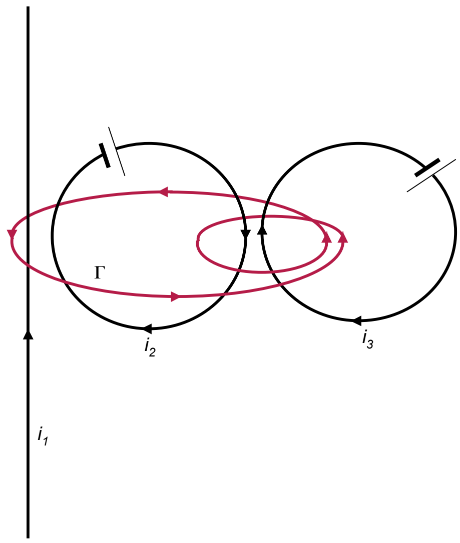
1. Discutere il significato di potenziale elettrostatico ed energia elettrostatica nel caso di una carica puntiforme immersa in un campo elettrico costante. Evidenziare le differenze (se vi sono) tra carica positiva e carica negativa.

2. Discutere la forza di Lorentz subita da un elettrone che:

   a) si trova ad un certo punto a distanza r da un filo infinitamente lungo percorso da una corrente stazionaria, con velocità $\vec{v}$ perpendicolare al filo stesso;

   b) viaggia con velocià $\vec{v}$ parallela al filo, nella direzione della corrente, a distanza r dal filo stesso.

3. Si consideri il sistema di circuiti, percorsi da correnti stazionarie, ed il cammino Γ raffigurati.



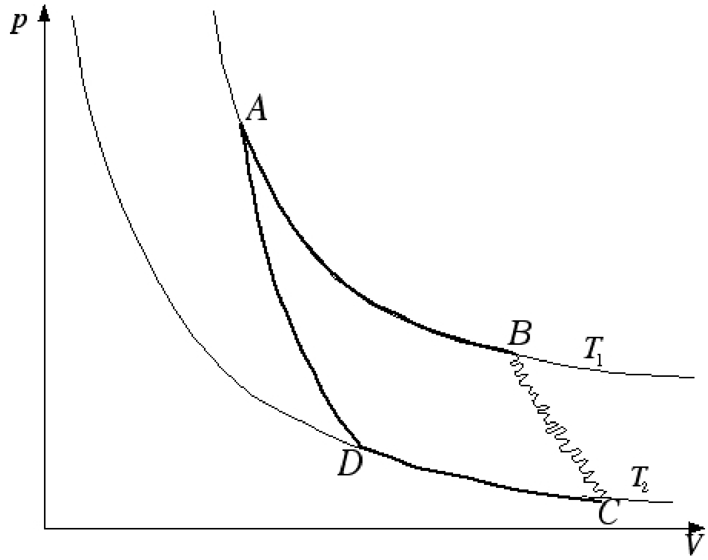
   Quanto vale la circuitazione del campo magnetico lungo Γ?

   a) $\oint \vec{B} \cdot \vec{dl} = \mu_0 \left(-i_1 + 2i_2 + 2i_3\right)$;
   b) $\oint \vec{B} \cdot \vec{dl} = \mu_0 \left(i_1 + 2i_3\right)$;
   c) $\oint \vec{B} \cdot \vec{dl} = \mu_0 \left(i_1 - i_2 + 2i_3\right)$.

   Dire quale tra le precedenti affermazioni è vera e motivare la risposta.

4. Un motore a gas perfetto opera tra due sorgenti di calore a temperatura $T_1 = 500\ K$ e $T_2 = 200\ K$ seguendo un ciclo dalle seguenti caratteristiche (vedi figura):

AB - isoterma reversibile a temperatura T_1;
BC - adiabatica irreversibile;
CD - isoterma reversibile a temperatura T_2;
DA - adiabatica reversibile.



Se $V_B = 2\ V_A$ e $V_C = 2.3\ V_D$, calcolare:

a) le espressioni del calore scambiato nelle due isoterme;

$$\Delta U_{AB} = \Delta U_{CD} = 0$$

$$\delta Q = \delta L = pdV = nRT\frac{dV}{V}$$

$$Q_{AB} = nRT_1 \ln\frac{V_B}{V_A}$$

$$Q_{CD} = nRT_2 \ln\frac{V_C}{V_D}$$

b) il rendimento del ciclo e quello di una macchina di Carnot (reversibile) operante tra le stesse sorgenti;

$$\eta = 1 - \frac{|Q_{ceduto}|}{|Q_{assorbito}|} = 1 - \frac{T_2}{T_1}\frac{\ln\frac{V_C}{V_D}}{\ln\frac{V_B}{V_A}} = 0.52$$

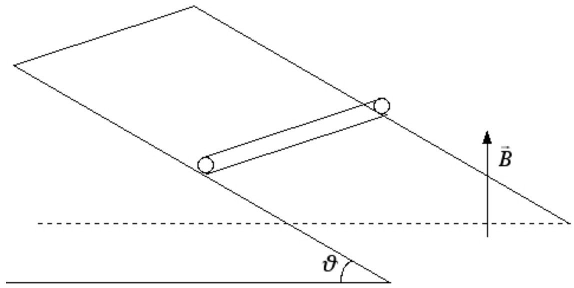
$$\eta_{rev} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 0.60$$

c) la variazione di entropia relativa alla trasformazione isoterma AB per una mole di gas perfetto ($R = 8.31\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$) .

$$\Delta S = \int_A^B \frac{\delta Q}{T} = \frac{1}{T}\int_A^B (dU + pdV) = \frac{1}{T}\int_A^B pdV = \frac{1}{T}\int_A^B nRT\frac{dV}{V} = nR\ln\frac{V_B}{V_A} = nR\ln\frac{2V_A}{V_A} = nR\ln 2$$

$$\frac{\Delta S}{n} = R\ln 2 = 8.31\ J\ K^{-1}\cdot 0.69 = 5.76\ J\ K^{-1}$$

5. Una sbarretta conduttrice rotola senza strisciare, partendo da ferma, su due guide conduttrici parallele disposte ad una distanza l l'una dall'altra, inclinate di un angolo θ rispetto all'orizzontale e collegate nella parte superiore da una sbarretta conduttrice fissa in modo da formare un circuito di resistività ρ (vedi figura).



Il sistema è immerso in un campo magnetico stazionario $\vec{B}$ diretto verticalmente.
Calcolare (si trascurino fenomeni di autoinduzione):

a) l'espressione della forza elettromotrice indotta nel circuito;

$$m\ddot{x} = mg\sin\theta$$

$$\ddot{x} = g\sin\theta$$

$$S = lx = l\frac{1}{2}g\sin\theta\ t^2$$

$$\Phi_S\left(\vec{B}\right) = B\cdot S\cdot\cos\theta = \frac{Blg}{2}\sin\theta\cos\theta\ t^2$$

$$\mathcal{E}_{ind} = -\frac{d\Phi_S\left(\vec{B}\right)}{dt} = -Blg\sin\theta\cos\theta\frac{d}{dt}\frac{t^2}{2} = -Blg\sin\theta\cos\theta\ t$$

b) l'espressione della potenza dissipata nel circuito per effetto Joule.

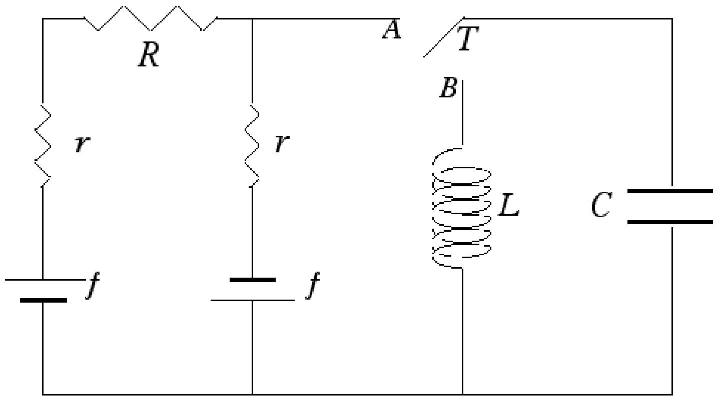
$$R(t) = \rho\left[2l + 2x(t)\right] = 2\rho\left(l + \frac{1}{2}g\sin\theta\ t^2\right)$$

$$\mathcal{E}_{ind} - iR(t) = 0$$

$$i(t) = \frac{\mathcal{E}_{ind}}{R(t)} = -\frac{Blg\sin\theta\cos\theta\ t}{2\rho\left(l+\frac{1}{2}g\sin\theta\ t^2\right)}$$

$$W(t) = i^2(t)R(t) = \frac{B^2l^2g^2\sin^2\theta\cos^2\theta\ t^2}{2\rho\left(l+\frac{1}{2}g\sin\theta\ t^2\right)}$$

6. Nel circuito in figura l'interruttore T è posto inizialmente nella posizione A e, a regime, il condensatore di capacità $C = 7\ \mu F$ reca una certa carica q_0 ($R = 200\ \Omega$, $r = 10\ \Omega$, $f = 12\ V$, $L = 4\ mH$). Ad un dato istante l'interruttore T viene commutato nella posizione B.



Nell'ipotesi che il circuito nella nuova configurazione abbia resistenza trascurabile calcolare:

a) la carica q_0 del condensatore;

$$\begin{cases} 2f = i(R+2r) \\ \Delta V + f = ir \end{cases}$$

$$q_0 = \Delta V\ C = \frac{fRC}{R+2r} = \frac{12\ V \cdot 200\ \Omega \cdot 7\ \mu F}{(200+20)\,\Omega} = \frac{1.68 \times 10^{-2}\ C}{220} = 7.64 \times 10^{-5}\ C = 76.4\ \mu C$$

b) la carica del condensatore dopo 2 secondi dalla commutazione.

$$L\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q(t)}{C} = 0$$

$$q(t) = q_0 \sin\left(\frac{1}{\sqrt{LC}}t + \frac{\pi}{2}\right) = 7.64 \times 10^{-5}\ C \sin\left(\frac{2\ s}{\sqrt{4 \times 10^{-3}\ H \cdot 7 \times 10^{-6}\ F}} + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$= 7.64 \times 10^{-5}\ C \sin\left(\frac{2\ s}{\sqrt{2.8 \times 10^{-8}\ s^2}} + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$= 7.64 \times 10^{-5}\ C \sin\left(\frac{2\ s}{1.67 \times 10^{-4}\ s} + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$= 7.64 \times 10^{-5}\ C \sin\left(1.20 \times 10^{4} + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$= 7.64 \times 10^{-5}\ C \sin 1.20 \times 10^{4}$$

$$= 7.64 \times 10^{-5}\ C \cdot (-0.97) = -7.3 \times 10^{-6}\ C$$