Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria, II Facoltà - Cesena
Prima sessione 2007 - 2° appello - Prova scritta del corso di Fisica Generale L-B
(3 aprile 2007)
Prof. Maurizio Piccinini

Soluzioni

1. Due stati qualsiasi di un sistema termodinamico possono sempre essere collegati da almeno una trasformazione adiabatica.
   Dire se questa affermazione è vera e commentare.

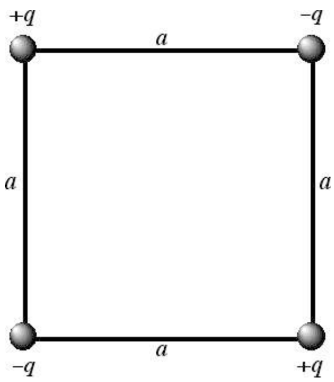
2. Descrivere il lavoro compiuto dalla forza magnetica sulla carica su cui agisce.

3. Un insieme di cariche immobili è racchiuso in un volume delimitato da una superficie di forma arbitraria. Il flusso del campo elettrico attraverso la superficie:

   a) dipende dalla estensione della superficie;
   b) è proporzionale alla carica totale;
   c) è nullo perché il campo elettrostatico è conservativo.

   Scegliere la risposta corretta e motivarla.

4. Quattro cariche puntiformi vengono disposte ai vertici di un quadrato di lato a come mostrato in figura.



Calcolare:

a) il lavoro necessario per realizzare il sistema considerato;

$$L_1 = 0$$

$$L_2 = -\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a}$$

$$L_3 = -\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a} + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a\sqrt{2}}$$

$$L_4 = -\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a} - \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a} + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a\sqrt{2}}$$

$$L_{TOT} = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 = -\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a}(4 - \sqrt{2})$$

b) le espressioni della componente orizzontale e di quella verticale del campo elettrico che agisce sulla carica posta nel vertice in basso a destra.

$$E_x = E_{1x} + E_{2x} + E_{3x} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{2a^2}\cos\frac{\pi}{4} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{a^2}\cos\frac{\pi}{2} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{a^2}\cos(-\pi) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{a^2}\left(\frac{\sqrt{2}}{4} - 1\right)$$

$$E_y = E_{1y} + E_{2y} + E_{3y} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{2a^2}\sin\left(\frac{\pi}{4}\right) + \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{a^2}\sin\frac{\pi}{2} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{a^2}\sin(-\pi) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{a^2}\left(-\frac{\sqrt{2}}{4} + 1\right)$$

5. Una pompa da bicicletta ha un volume $V_p = 1.6 \cdot 10^{-4}\ m^3$ quando lo stantuffo è a inizio corsa ed è collegata ad una camera d'aria di volume $V_c = 1.4 \cdot 10^{-3}\ m^3$. Entrambe contengono aria ($\gamma = 1.41$, $c_V = 20.79\ J\ mol^{-1}\ K^{-1}$) inizialmente alla pressione atmosferica. Lo stantuffo viene spinto dal ciclista fino a fine corsa e tutta l'aria contenuta nella pompa viene compressa nella camera d'aria.
   Nell'ipotesi (irrealistica ma utile) che l'aria si comporti come un gas perfetto e che la trasformazione sia quasi statica e adiabatica, calcolare:

   a) la pressione finale p_f dell'aria nella camera d'aria;

$$V_i = V_p + V_c$$

$$V_f = V_c$$

$$p_i V_i^\gamma = p_f V_f^\gamma$$

$$p_f = p_i\left(\frac{V_i}{V_f}\right)^\gamma = 1\ Atm\left[\frac{(0.16 + 1.4)\cdot 10^{-3}\ m^3}{1.4\cdot 10^{-3}\ m^3}\right]^{1.41} = \left(\frac{0.156}{1.4}\right)^{1.41}\ Atm = 1.11^{1.41}\ Atm = 1.16\ Atm$$

   b) il lavoro svolto dal ciclista.

$$Q = 0\ \Rightarrow\ \Delta U = -L$$

$$L_{tot} = -\Delta U = nc_V(T_i - T_f) = nc_V\frac{1}{nR}(p_iV_i - p_fV_f)$$

$$= \frac{20.79\ J\ mol^{-1}\ K^{-1}}{8.31\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}}(1\ Atm \times 1.56\cdot 10^{-3}\ m^3 - 1.16\ Atm \times 1.4\cdot 10^{-3}\ m^3)$$

$$= 2.50\cdot(1.56 - 1.62)\times 10^{-3}\ Atm\ J = -2.50\cdot 6\cdot 1.01\ J = -15.2\ J$$

6. L'intensità del campo magnetico ad una distanza d dall'asse di un lungo filo rettilineo percorso da corrente è $\vec{B}_f$.

   a) Quanto vale la corrente I passante nel filo?

$$B_f = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{I}{d}$$

$$I = \frac{2\pi}{\mu_0}B_f\ d$$

Il filo viene immerso in un campo magnetico uniforme $\vec{B}$ perpendicolare ad esso.

b) Trovare i punti dello spazio nei quali il campo magnetico risultante è nullo e rappresentarli graficamente.

$$B - B_f(r) = B - \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{I}{r} = B - \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{2\pi}{\mu_0}\frac{B_f\ d}{r} = 0$$

$$B = B_f\frac{d}{r}$$

$$r = \frac{B_f}{B}d$$

Costante universale dei gas: $R = 8.31\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$
Equazioni di Poisson: $pV^{\gamma} = costante$, $TV^{\gamma-1} = costante$, $Tp^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = costante$