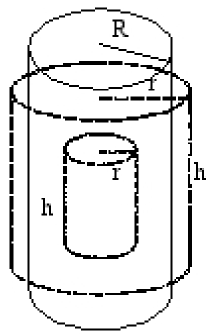
Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria, II Facoltà - Cesena
Sessione autunnale 2006 - 2° appello - Prova scritta del corso di Fisica Generale L-B
(26 settembre 2006)
Prof. Maurizio Piccinini

Soluzioni

1. Descrivere il campo elettrico all'interno ed all'esterno di un filo, di raggio R e di lunghezza infinita, uniformemente carico con densità di carica ρ.



Legge di Gauss:

Fuori dal conduttore: $2\pi rhE = \frac{\pi R^2 h\rho}{\varepsilon_0} \Rightarrow E = \frac{R^2\rho}{2\varepsilon_0}\ \frac{1}{r}$

Dentro il conduttore: $2\pi rhE = \frac{\pi r^2 h\rho}{\varepsilon_0} \Rightarrow E = \frac{\rho}{2\varepsilon_0}\ r$

2. Come si esprime la forza che un campo magnetico esercita su una carica in movimento? Descrivere le principali caratteristiche di tale forza.

3. Si considerino due trasformazioni di uno stesso gas ideale, una adiabatica e un'altra isoterma. Entrambe le trasformazioni partono dallo stesso stato termodinamico, con pressione P_1 e volume V_1, e si arrestano al raggiungimento di una pressione P_2 uguale per entrambi i processi.
Se $P_1 > P_2$, alla fine della trasformazione adiabatica:

   a) il gas sarà più caldo e occuperà un volume minore che nel caso isotermo;
   b) il gas sarà più freddo e occuperà un volume minore che nel caso isotermo; (V)
   c) il gas sarà più freddo e occuperà un volume maggiore che nel caso isotermo.

   Scegliere l'affermazione vera e commentare la risposta, avvalendosi anche di una rappresentazione grafica.

4. Sull'asse x di un piano cartesiano ortogonale si trovano due cariche elettriche positive: una di queste, posta nell'origine, vale $q_1 = 6\ \mu C$ e l'altra, posta nel punto $x_2 = 2\ m$ vale $q_2 = 15\ \mu C$.

   a) Calcolare la posizione di una carica q_3, di segno negativo, sullo stesso asse x, affinché la forza agente su di essa sia nulla.

$$\frac{q_1 q_3}{x^2} = \frac{q_2 q_3}{(x_2 - x)^2}$$

$$(x_2 - x)^2 = \frac{q_2}{q_1} x^2$$

$$x_2^2 + x^2 - 2x_2 x = \frac{q_2}{q_1} x^2$$

$$\left(1-\frac{q_2}{q_1}\right)x^2-2x_2x+x_2^2=0$$

$$x=\frac{2x_2\pm\sqrt{4x_2^2-4\left(1-\frac{q_2}{q_1}\right)x_2^2}}{2\left(1-\frac{q_2}{q_1}\right)}=\frac{1\pm\sqrt{\frac{q_2}{q_1}}}{\left(1-\frac{q_2}{q_1}\right)}x_2=\frac{1\pm\sqrt{\frac{q_2}{q_1}}}{\left(1-\sqrt{\frac{q_2}{q_1}}\right)\left(1+\sqrt{\frac{q_2}{q_1}}\right)}x_2$$

$$\begin{cases} x=\frac{1}{\left(1-\sqrt{\frac{q_2}{q_1}}\right)}x_2=-3.44\ m \\ x=\frac{1}{\left(1+\sqrt{\frac{q_2}{q_1}}\right)}x_2=0.775\ m \end{cases}$$

b) Se q_3 viene spostata perpendicolarmente all'asse x fino ad una generica altezza y, descrivere la forza che agisce su di essa nella nuova posizione (senza calcoli numerici).

$$E_{1x}=k\,\frac{q_1}{x^2+h^2}\,\frac{x}{\sqrt{x^2+h^2}}\qquad E_{2x}=k\,\frac{q_2}{(x_2-x)^2+h^2}\,\frac{x-x_2}{\sqrt{(x_2-x)^2+h^2}}$$

$$E_{1y}=k\,\frac{q_1}{x^2+h^2}\,\frac{h}{\sqrt{x^2+h^2}}\qquad E_{2y}=k\,\frac{q_2}{(x_2-x)^2+h^2}\,\frac{h}{\sqrt{(x_2-x)^2+h^2}}$$

5. Una macchina frigorifera di Carnot opera tra le temperature $T_2=300\ K$ e $T_1=270\ K$.
Se ad ogni ciclo la macchina assorbe un lavoro $L=20\ J$, calcolare:

a) il calore scambiato con le due sorgenti in un ciclo;

$$\begin{cases} Q_2-Q_1=L \\ \frac{Q_2}{Q_1}=\frac{T_2}{T_1} \end{cases}$$

$$Q_1=\frac{LT_1}{T_2-T_1}=\frac{20\ J\cdot 270\ K}{(300-270)\ K}=\frac{5400}{30}\ J=180\ J=\frac{180\ J}{4.186\ J/cal}=43\ cal$$

$$Q_2=\frac{LT_2}{T_2-T_1}=\frac{20\ J\cdot 300\ K}{(300-270)\ K}=\frac{6000}{30}\ J=200\ J=\frac{200\ J}{4.186\ J/cal}=47.78\ cal$$

b) il coefficiente di prestazione della macchina.

$$\omega=\frac{|Q_{ass}|}{|L|}=\frac{|Q_1|}{|L|}=\frac{180}{20}=9$$

6. Un elettrone entra con velocità $v=10^7\ m/s$ in una regione dove si trova il campo elettrico prodotto dalle armature di un condensatore a facce piane parallele, distanti $d=4\ cm$ tra loro e con una differenza di potenziale $\Delta V=100\ V$. L'elettrone entra esattamente equidistante tra le lamine e con velocità parallela ad esse.

a) Trascurando gli effetti di bordo, calcolare il punto nel quale l'elettrone impatterà sulle lamine.

$$x = vt$$

$$y = \frac{1}{2}at^2 = \frac{d}{2}$$

$$a = \frac{qE}{m} = \frac{qV}{dm}$$

$$t = \sqrt{\frac{d}{a}} = \sqrt{\frac{d^2m}{qV}}$$

$$x = v\sqrt{\frac{d^2m}{qV}} = 0.095\ m$$

b) Determinare il campo magnetico che occorrerebbe applicare per mantenere l'elettrone su una traiettoria rettilinea.

$$qvB = qE$$

$$B = \frac{V}{vd} = 2.5 \times 10^{-4}\ T$$

Il campo deve essere diretto verso l'interno della pagina.

Carica dell'elettrone: $1.6 \times 10^{-19}\ C$
Massa dell'elettrone: $9.1 \times 10^{-31}\ kg$