**Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria - Cesena**
**1° Appello invernale - Prova scritta del corso di Fisica Generale B (L-B)**
**(09 gennaio 2014)**
**Prof. Maurizio Piccinini**

---

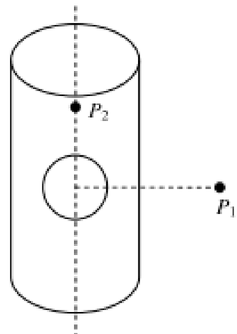
1. In una certa regione di spazio una carica elettrica si muove di moto rettilineo uniforme. Trascurando altre interazioni, si può dire con certezza che:
   a. Se sulla carica agisce un campo elettrico allora agisce anche un campo magnetico. *V*
   b. La carica può essere immersa solo in un campo elettrico. *F*
   c. La carica può essere immersa solo in un campo magnetico. *Solo se* $\vec{v} \parallel \vec{B}$
   Dire quale (o quali) tra le precedenti affermazioni è vera e motivare la risposta.

2. L'effetto Hall, in una lamina conduttrice:
   a. fissato il campo magnetico e un verso di percorrenza della corrente fa deviare i portatori di carica verso un bordo del conduttore. *V*
   b. fissato il campo magnetico e un verso di percorrenza della corrente fa deviare i portatori di carica verso i due bordi del conduttore, in base al loro segno. *F*
   c. permette di dimostrare che la carica è quantizzata. *F*
   Scegliere una risposta e motivarla.

3. Quale risultato è evidenziato dall'esperimento di Joule dell'espansione libera adiabatica di un gas perfetto? Spiegare brevemente.

*Si ha* $L = 0$ *e* $Q = 0$, quindi $\Delta U = 0$. *D'altra parte pressione e volume del gas cambiano, quindi U non dipende da questi parametri. Inoltre l'esperimento mostra che, per un gas rarefatto,* $\Delta T \sim 0$, *cioè a variazione nulla di U corrisponde variazione nulla di T. Quindi l'energia interna di un gas ideale dipende solo dalla temperatura T.*

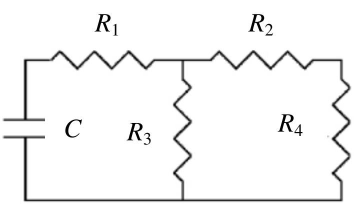
4. Un cilindro di raggio $R_c$ e lunghezza infinita è carico con densità di carica $\rho$ = costante. All'interno del cilindro, centrata sull'asse di simmetria, vi è una cavità vuota sferica, di raggio $R_s$ (vedi figura). Descrivere il campo elettrico:
   a. In un punto $P_1$ esterno al cilindro distante $r$ dall'asse di simmetria e dal centro della sfera.




$$\left.\begin{aligned} &2\pi r h E = \frac{q_c}{\varepsilon_0} = \pi R_c^2 h \frac{\rho}{\varepsilon_0} \quad \Rightarrow \quad E_c = \frac{R_c^2 \rho}{2\varepsilon_0}\frac{1}{r} \\ &E_s = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_s}{r^2} = \frac{R_s^3 \rho}{3\varepsilon_0}\frac{1}{r^2} \end{aligned}\right\} \vec{E}_1 = \left(E_c - E_s\right)\hat{i} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}\left(\frac{R_c^2}{2r} - \frac{R_s^3}{3r^2}\right)\hat{i}$$

   b. In un punto $P_2$ interno al cilindro, posto sull'asse di simmetria a distanza $r$ dal centro della cavità.

$$\left.\begin{aligned} &2\pi r h E = \frac{q_c}{\varepsilon_0} = \pi r^2 h \frac{\rho}{\varepsilon_0} \quad \Rightarrow \quad E_c = \frac{\rho}{2\varepsilon_0} r \\ &E_s = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_s}{r^2} = \frac{R_s^3 \rho}{3\varepsilon_0}\frac{1}{r^2} \end{aligned}\right\} \vec{E}_2 = E_c \hat{i} - E_s \hat{j} = 0 - \frac{R_s^3 \rho}{3\varepsilon_0}\frac{1}{r^2}\hat{j} = -\frac{\rho}{\varepsilon_0}\frac{R_s^3}{3r^2}\hat{j}$$




5. Un condensatore di capacità $C = 3\ \mu F$, dopo essere stato caricato a una differenza di potenziale $V_0 = 200\ V$ è collegato a un circuito

---

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

$\varepsilon_0 = 8{,}85 \times 10^{-12}\ C^2/(Nm^2)$, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\ (Tm)/A$.

come in figura, dove $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 8\ M\Omega$, e lasciato scaricare. Determinare:

a. La resistenza equivalente del circuito.

$$R_T = R_1 + \frac{R_3\left(R_2+R_4\right)}{R_2+R_3+R_4} = R + \frac{2}{3}R = \frac{5}{3}R = 13,\bar{3}M\Omega$$

b. L'energia totale dissipata per effetto Joule.

$$\Delta V - R_T i = \frac{q}{C} - R_T i = 0 \quad \Rightarrow \quad -\frac{i}{C} - R_T\frac{di}{dt} = 0 \quad \left(NB: dq<0 \Rightarrow dq = -idt\right)$$

$$\frac{di}{i} = -\frac{dt}{R_T C} = -\frac{3}{5}\frac{dt}{RC} \quad \Rightarrow \quad \ln i = -\frac{3}{5}\frac{t}{RC} + k \quad \Rightarrow \quad i(t) = i_0 e^{-\frac{3}{5}\frac{t}{RC}}, \quad i_0 = \frac{V_0}{R_T} = \frac{3}{5}\frac{V_0}{R}$$

$$i(t) = \frac{3}{5}\frac{V_0}{R}e^{-\frac{3}{5}\frac{t}{RC}}$$

$$W(t) = R_T i^2 = \frac{5}{3}Ri^2$$

$$E = \int_0^\infty \frac{5}{3}Ri^2 dt = \frac{5}{3}R\int_0^\infty\left(\frac{3}{5}\frac{V_0}{R}e^{-\frac{3}{5}\frac{t}{RC}}\right)^2 dt = \frac{3}{5}\frac{V_0^2}{R}\int_0^\infty e^{-\frac{6}{5}\frac{t}{RC}}dt = -\frac{1}{2}V_0^2 C\, e^{-\frac{6}{5}\frac{t}{RC}}\Bigg|_0^\infty$$

$$E = \frac{1}{2}V_0^2 C = \frac{1}{2}4\times10^4\times3\times10^{-6} = 6\times10^{-2}\,J$$

6. Un recipiente di volume variabile contiene 5 *moli* di un gas perfetto monoatomico. Il gas segue una trasformazione reversibile descritta dall'equazione $p = AV^2$, dove $p$ è la pressione, $V$ il volume e $A$ è una costante.

   a. Quanto calore si deve fornire al sistema per aumentare la sua temperatura di $\Delta T = 5°\ C$ ?

   b. Di quanto varia l'energia interna del gas? Quanto lavoro compie il sistema?

$$\left.\begin{array}{l} nc_V\Delta T = Q - \int_{V_i}^{V_f} pdV \\ p = AV^2 \\ c_V = \frac{3}{2}R \end{array}\right\} Q = nc_V\Delta T + A\int_{V_i}^{V_f} V^2 dV = n\frac{3}{2}R\Delta T + \frac{A}{3}\left(V_f^3 - V_i^3\right)$$

$$\left.\begin{array}{l} \left.\begin{array}{l} p_i = AV_i^2 \\ p_iV_i = nRT_i \end{array}\right\} T_i = \frac{AV_i^3}{nR} \quad \Rightarrow \quad V_i^3 = \frac{nR}{A}T_i \\ T_f = T_i + \Delta T \\ \left.\begin{array}{l} p_f = AV_f^2 \\ p_fV_f = nRT_f \end{array}\right\} T_f = \frac{AV_f^3}{nR} \quad \Rightarrow \quad V_f^3 = \frac{nR}{A}T_f \end{array}\right\} \frac{A}{3}\left(V_f^3 - V_i^3\right) = \frac{nR}{3}\left(T_f - T_i\right) = \frac{nR}{3}\Delta T$$

$$Q = \Delta U + L = \frac{3}{2}nR\Delta T + \frac{1}{3}nR\Delta T = 311,63J + 69,25J = 380,88J$$