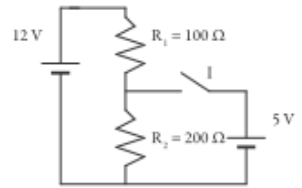


**Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria - Cesena**  
**Appello autunnale - Prova scritta del corso di Fisica Generale B(L-B)**  
**(04 settembre 2014)**  
**Prof. Maurizio Piccinini**

1. (5) Quanto vale la tensione sulle resistenze  $R_1$  ed  $R_2$  del circuito in figura quando l'interruttore  $I$  è: a) aperto, b) chiuso?

$$\Delta V = Ri \quad a) i = 12/300 = 0,04 A \quad \begin{cases} \Delta V_1 = 4V \\ \Delta V_2 = 8V \end{cases} \quad b) \quad \begin{cases} \Delta V_1 = 12 - 5 = 7V \\ \Delta V_2 = 5V \end{cases}$$



2. (4) A 1 cm di distanza da un protone è più intenso il suo campo elettrico o il suo campo gravitazionale? Motivare la risposta.

- a. Il campo elettrico.      b. Il campo gravitazionale.      c. Hanno la stessa intensità.  
 d. Dipende dalla direzione lungo cui si fa la misura.      e. Non è possibile stabilirlo.

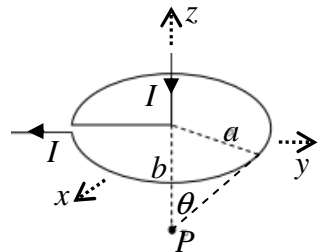
*Non ha senso confrontare i campi poiché sono grandezze diverse (il primo è forza/carica, il secondo forza /massa). Si possono confrontare le forze se sono note carica e massa su cui agiscono.*

3. (4) Due recipienti a pareti rigide ed adiabatiche si trovano alla stessa temperatura. Il primo ha volume  $V$  e contiene un gas rarefatto a una certa pressione; il secondo recipiente è vuoto. Essi vengono connessi tra loro: la pressione finale nel sistema scende ad  $1/3$  del valore iniziale. Quanto vale il volume del secondo recipiente?:

- a.  $V$       b.  $V/2$       c.  $V/3$       d.  $2V$       e.  $3V$

$$PV = nRT = \text{cost (gas perfetto)} \quad V_f = 3V \text{ per cui } V_2 = 2V.$$

4. (5) Si consideri il conduttore della forma rappresentata in figura. Il conduttore, infinito nel verso positivo di  $z$  (asse verticale) e nel verso negativo di  $y$  (asse orizzontale nel piano della pagina), è percorso dalla corrente  $I$  nel verso rappresentato. Calcolare il campo magnetico nel punto  $P$  di coordinate  $(0,0,-b)$ .

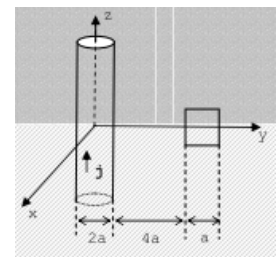


$$\vec{B} = \vec{B}_V + \vec{B}_O + \vec{B}_S \quad \begin{cases} \vec{B}_V = \vec{0} \\ \vec{B}_O = \frac{\mu_0 I}{4\pi b} \hat{i} \\ \vec{B}_S = -\hat{k} \frac{\mu_0}{4\pi} I \oint \frac{dl}{a^2 + b^2} \sin \vartheta = -\frac{\mu_0}{2} I \frac{a^2}{(a^2 + b^2)^{3/2}} \hat{k} \end{cases} \Rightarrow \vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \left[ \frac{1}{b} \hat{i} - \frac{2\pi a^2}{(a^2 + b^2)^{3/2}} \hat{k} \right]$$

5. (6): Lungo il conduttore cilindrico rettilineo indefinito di raggio  $a$  rappresentato in figura, circola una corrente la cui densità è data da  $\vec{j} = j_0 r^2 \hat{k}$  ( $r$  = distanza dall'asse del conduttore). Una spira quadrata, di lato  $a$ , si trova alla distanza  $5a$  dall'asse del cilindro. Calcolare:

- a. La corrente che fluisce lungo il conduttore cilindrico.

$$\vec{j} = j_0 r^2 \hat{k} \quad \left\{ \begin{array}{l} I = j_0 \int r^2 \hat{k} \cdot d\vec{S} = 2\pi j_0 \int_0^a r^3 dr = \frac{\pi}{2} j_0 a^4 \\ I = \int \vec{j} \cdot d\vec{S} \end{array} \right.$$



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

$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{Nm}^2)$ ,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} (\text{Tm})/\text{A}$ .

**Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria - Cesena**  
**Appello autunnale - Prova scritta del corso di Fisica Generale B(L-B)**  
**(04 settembre 2014)**  
**Prof. Maurizio Piccinini**

b. Il flusso del campo magnetico attraverso la spira quadrata

$$\phi_s(\vec{B}_c) = \int_s \vec{B}_c \cdot d\vec{S} = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \int_{5a}^{6a} \frac{a}{y} dy = \frac{\mu_0 I}{2\pi} a \ln \frac{6}{5} = \frac{1}{4} \ln \frac{6}{5} \mu_0 j_0 a^5 = 0,046 \mu_0 j_0 a^5$$

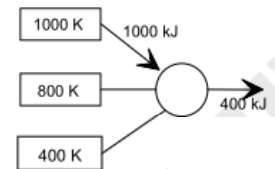
c. Il coefficiente di mutua induzione tra il cilindro e la spira quadrata.

$$\phi_s(\vec{B}_c) = MI \Rightarrow M = \ln \frac{6}{5} \frac{\mu_0}{2\pi} a = 0,029 \mu_0 a$$

d. Esprimere la densità di energia magnetica sulla superficie piana interna alla spira quadrata.

$$\left. \begin{aligned} B &= \frac{\mu_0 I}{2\pi y} \\ I &= \frac{\pi}{2} j_0 a^4 \end{aligned} \right\} u_B = \frac{1}{2\mu_0} B^2 = \frac{\mu_0}{32} \left( \frac{j_0 a^4}{y} \right)^2 \quad 5a < y < 6a$$

6. (6) La macchina termica reversibile rappresentata in figura opera ciclicamente interagendo con i tre termostati alle temperature indicate. In ogni ciclo la macchina assorbe il calore  $Q_1 = 1000 \text{ kJ}$  dal termostato alla temperatura  $T_1 = 1000 \text{ K}$  e produce il lavoro  $L = 400 \text{ kJ}$ . Calcolare:



a. Il calore scambiato con gli altri due termostati (valore e segno).

$$\Delta U = 0 \Rightarrow Q - L = 0 \Rightarrow 1000 + Q_2 + Q_3 = 400 \text{ kJ}$$

$$\sum \frac{Q_i}{T_i} = 0 \Rightarrow \frac{1000}{1000} + \frac{Q_2}{800} + \frac{Q_3}{400} = 0 \quad \left\{ \begin{aligned} Q_2 &= -400 \text{ kJ} \\ Q_3 &= -200 \text{ kJ} \end{aligned} \right.$$

b. La variazione di entropia della macchina, dei termostati e totale (valore e segno), in un ciclo.

$$\Delta S = \int_{rev} \frac{\delta Q}{T} \quad \Delta S_{term} = \frac{Q}{T} \quad \Delta S_{mach} = 0$$

$$\Delta S_1 = -\frac{1000}{1000} = -1 \text{ kJ/K} \quad \Delta S_2 = \frac{400}{800} = 0,5 \text{ kJ/K} \quad \Delta S_3 = \frac{200}{400} = 0,5 \text{ kJ/K} \quad \Delta S_{tot} = 0$$

c. Il rendimento della macchina in esame e quello delle tre macchine di Carnot che scambiano calore con ogni possibile coppia dei termostati. Commentare brevemente il risultato ottenuto.

$$\eta = \frac{L}{Q_{ass}} = \frac{400}{1000} = 40\% \quad \eta_C = 1 - \frac{T_f}{T_c} = \frac{T_c - T_f}{T_c} \quad \left\{ \begin{aligned} \eta_{C12} &= \frac{200}{1000} = 20\% \\ \eta_{C23} &= \frac{400}{800} = 50\% \\ \eta_{C13} &= \frac{600}{1000} = 60\% \end{aligned} \right.$$

*Il rendimento della macchina 1-3 (60%) è uguale a quello delle macchine 1-2 e 2-3 in cascata ( $0,2 + 0,8 \times 0,5 = 0,6$ ) ed è maggiore di quello della macchina a tre serbatoi perché il calore ceduto al secondo serbatoio viene recuperato e trasformato ancora in lavoro.*

Costante universale dei gas:  $R = 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 1,987 \text{ cal K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ,  $1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$

$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{Nm}^2)$ ,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ (Tm)/A}$ .