Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria, II Facoltà - Cesena
3° Appello Estivo - Prova scritta Fisica Generale B(L-B)
(25 luglio 2011)
Prof. Maurizio Piccinini

---

1. Su una sfera metallica di raggio r = 4 *cm* viene depositata una carica elettrica negativa q. Quanto vale il rapporto tra i valori V_0 e V_1 del potenziale elettrico al centro del conduttore e a 2 *cm* dal centro?
   Scegliere la risposta giusta e motivare: a) V_0/V_1 = ½; b) = -½; c) = 1; d) = -1; e) = 2; f) = -2.
2. Calcolare l'energia necessaria per accendere la corrente I in un solenoide di induttanza L. Esprimere la densità di energia nel solenoide in funzione del campo magnetico indotto dalla corrente.

$$\varepsilon = -\dot{\phi} = -L\dot{I};\quad dU = -\varepsilon I dt = L\dot{I}Idt = LIdI \quad \Rightarrow \quad U = (1/2)LI^2$$

$$\left.\begin{array}{l} B = \mu_0 (N/l) I \\ \phi = LI = NS\mu_0 (N/l) I \end{array}\right\} \Rightarrow \left\{\begin{array}{l} I = (Bl)/(\mu_0 N) \\ L = S\mu_0 (N^2/l) \end{array}\right. \Rightarrow \left\{\begin{array}{l} U = (1/2) S\mu_0 (N^2/l) I^2 \\ dU/dV = (1/2\mu_0) B^2 \end{array}\right.$$

3. Scegliere tra le seguenti la migliore definizione di Macchina di Carnot, motivando la scelta:
   a. È una macchina termica basata sul gas perfetto funzionante tra due soli termostati. *F*
   b. È una macchina ciclica ideale funzionante con un gas perfetto tra due soli termostati. *F*
   c. È una macchina termica reversibile funzionante con non più di due serbatoi di calore. *F*
   d. È una macchina ciclica reversibile funzionante tra due soli serbatoi di calore. *V*
4. Una corrente I percorre un conduttore cilindrico rettilineo molto lungo, di raggio r_1 = 1.4 *mm*. La corrente è distribuita uniformemente su tutta la sezione trasversale del conduttore. Nella superficie esterna del conduttore il campo magnetico vale B = 2.46 *mT*. Descrivere le linee di campo magnetico e determinare il campo magnetico:
   a. A una distanza r_2 = 2.1 *mm* dall'asse del conduttore.

$$\left.\begin{array}{l} B(r_1) = \dfrac{\mu_0}{2\pi r_1} I \\ B(r_2) = \dfrac{\mu_0}{2\pi r_2} i_{conc} = \dfrac{\mu_0}{2\pi r_2} I \end{array}\right\} B(r_2) = \frac{\mu_0}{2\pi r_1} I \frac{r_1}{r_2} = B(r_1)\frac{r_1}{r_2} = 2.46 \cdot \frac{1.4}{2.1} = 1.64 mT$$

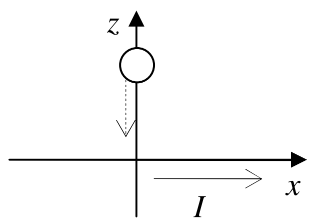
   b. Alla distanza r_3 = 0.6 *mm* dall'asse.

$$B(r_3) = \frac{\mu_0}{2\pi r_3} i_{conc} = \frac{\mu_0}{2\pi r_3} I \frac{\pi r_3^2}{\pi r_1^2} \quad \Rightarrow \quad B(r_2) = \frac{\mu_0}{2\pi r_1} I \frac{r_3}{r_1} = B(r_1)\frac{r_3}{r_1} = 2.46 \cdot \frac{0.6}{1.4} = 1.05 mT$$

   c. Calcolare l'intensità della corrente I.

$$B(r_1) = \frac{\mu_0}{2\pi r_1} I \quad \Rightarrow \quad I = \frac{2\pi r_1}{\mu_0} B(r_1) = 2.46 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{2.8 \cdot 10^{-3} \pi}{4\pi \cdot 10^{-7}} = 17.22 A$$

5. Un lungo conduttore filiforme orizzontale è percorso da una corrente I nel verso delle x positive (vedi figura). Una piccola sfera conduttrice di raggio R è inizialmente a riposo a un'altezza h sopra il filo. A un certo istante la sfera è lasciata cadere. Calcolare le seguenti grandezze in funzione del tempo:
   a. Il campo elettromotore nel centro della sfera.



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

$$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2} \qquad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$$

$$\left.\begin{aligned}&\vec{E}_m=\vec{v}\wedge\vec{B}\\&\vec{v}=-gt\hat{j}\\&z=h-\frac{1}{2}gt^2\\&\vec{B}=\frac{\mu_0 I}{2\pi z}\hat{k}\end{aligned}\right\}\vec{E}_m=-g\,\frac{\mu_0 I}{\pi\left(2h-gt^2\right)}t\,\hat{i}$$

b. La differenza di potenziale tra i punti della sfera diametralmente opposti in direzione verticale.

$$\vec{E}=-\vec{E}_m;\quad \Delta V=\int-\vec{E}\cdot dl=-g\,\frac{\mu_0 I}{\pi\left(2h-gt^2\right)}t\int\hat{i}\cdot\hat{k}dz=0$$

c. La differenza di potenziale tra i punti della sfera diametralmente opposti in direzione dell'asse *x*.

$$\vec{E}=-\vec{E}_m;\quad \Delta V=V\left(R\right)-V\left(-R\right)=\int_{-R}^{R}-\vec{E}\cdot dl=-g\,\frac{\mu_0 I}{\pi\left(2h-gt^2\right)}t\int_{-R}^{R}\hat{i}\cdot\hat{i}dx=-g\,\frac{2R\mu_0 I}{\pi\left(2h-gt^2\right)}t$$

6. Un recipiente di volume $V = 0.1\ m^3$, isolato termicamente, è diviso in due parti uguali *A* e *B* da un setto adiabatico. In *A* è contenuta una mole di O_2 alla temperatura di 10° *C*; in *B* sono contenute due moli di N_2 alla temperatura di 50° *C*. Rimosso il setto viene raggiunto lo stato di equilibrio finale. Supponendo i gas ideali, determinare:
    a. Temperatura e pressione finali.

$$\left.\begin{aligned}&\Delta U=\Delta U_A+\Delta U_B=0\quad\Rightarrow\quad n_Ac_v\left(T_f-T_A\right)+n_Bc_v\left(T_f-T_B\right)=0\\&p_fV=\left(n_A+n_B\right)RT_f\\&c_v=\left(5/2\right)R\end{aligned}\right\}\left\{\begin{aligned}&T_f=\frac{n_AT_A+n_BT_B}{n_A+n_B}=309.82K=36.7^oC\\&p_f=\frac{\left(n_A+n_B\right)RT_f}{V}=7.72\cdot10^4\,Pa\end{aligned}\right.$$

b. La variazione di entropia del sistema.

$$\Delta S=n\,c_V\ln\frac{T_f}{T_i}+nR\ln\frac{V_f}{V_i}\left\{\begin{aligned}&\Delta S_A=n_A\,c_V\ln\frac{T_f}{T_A}+n_AR\ln\frac{V}{V_A}=\frac{5}{2}8.31\cdot0.09+8.31\cdot0.693=7.63\,J/K\\&\Delta S_B=n_B\,c_V\ln\frac{T_f}{T_B}+n_BR\ln\frac{V}{V_B}=-5\cdot8.31\cdot0.042+2\cdot8.31\cdot0.693=9.77\,J/K\end{aligned}\right.$$

$$\Delta S=\Delta S_A+\Delta S_B=17.40\,J/K$$

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

$$\varepsilon_0=8{,}85\cdot10^{-12}\,\frac{C^2}{N\cdot m^2}\qquad \mu_0=4\pi\cdot10^{-7}\,\frac{T\cdot m}{A}$$