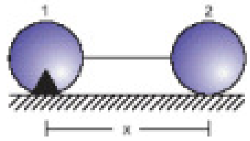
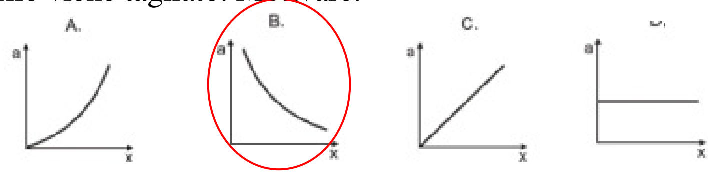
Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria - Cesena
4° Appello estivo - Prova scritta del corso di Fisica Generale B (L-B)
(09 settembre 2013)
Prof. Maurizio Piccinini

---

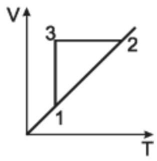
1. Due sfere (1 e 2) con cariche uguali sono appoggiate su una superficie liscia isolante unite da un filo anch'esso isolante. La sfera 1 è fissata alla superficie. Scegliere tra i grafici quello che descrive meglio l'accelerazione della sfera 2 in funzione di x quando il filo viene tagliato. Motivare.

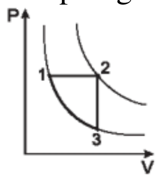


$$F = k\frac{q^2}{x^2} = ma \quad \Rightarrow \quad a = K\frac{1}{x^2}$$

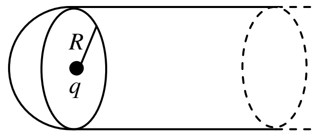


2. Un gas ideale è sottoposto alla trasformazione ciclica 1 – 2 – 3 – 1 rappresentata in figura. Si disegni lo stesso ciclo in un piano $P - V$ indicando con chiarezza la numerazione degli stati termodinamici e la tipologia delle trasformazioni parziali.





3. Una carica puntiforme q è circondata da una superficie costituita da una semisfera di raggio R concentrica con la carica, e da un cilindro di raggio R e di altezza infinita. Calcolare il flusso del campo elettrico attraverso la superficie cilindrica. Argomentare.

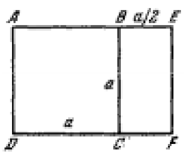


Si consideri il caso di una superficie cilindrica chiusa di altezza h

$$\oint \vec{E}\cdot dS = \frac{q}{\varepsilon_0} = \phi_s + \phi_h + \phi_R$$

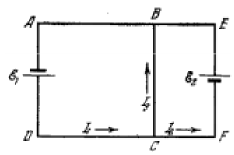
$$\left.\begin{aligned} &\lim_{h\to\infty}\phi_R = 0 \\ &\phi_s = \frac{q}{2\varepsilon_0} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \quad \phi_s + \phi_\infty = \frac{q}{\varepsilon_0} \quad \Rightarrow \quad \phi_\infty = \frac{q}{2\varepsilon_0}$$

4. Si consideri il circuito rappresentato in figura, formato da una maglia quadrata di lato a e una rettangolare di lati a e $a/2$. Il circuito è immerso in un campo magnetico omogeneo perpendicolare al piano ed entrante nello stesso. Calcolare la corrente che percorre i vari conduttori quando il campo magnetico cambia nel tempo secondo la legge $B = kt$ dove k è costante. La resistenza per unità di lunghezza dei conduttori vale r.



$\varepsilon_q = \varepsilon_1 = -a^2 k$ *corrente antioraria*

$\varepsilon_r = \varepsilon_2 = -\dfrac{a^2}{2}k$ *corrente antioraria*

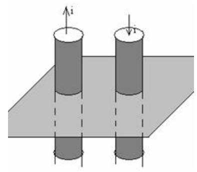


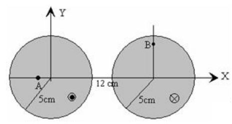
Costante universale dei gas: $R = 8.31\ J\,K^{-1}\,mol^{-1} = 1.987\ cal\,K^{-1}\,mol^{-1}$, $1atm = 101325\ Pa$

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

$$\left.\begin{array}{l} \varepsilon_1 - 3R_a I_1 - R_a I_3 = 0 \\ \varepsilon_2 - 2R_a I_2 + R_a I_3 = 0 \\ I_1 = I_2 + I_3 \\ R_a = ra \\ |\varepsilon_1| = a^2 k \\ |\varepsilon_2| = \dfrac{a^2}{2} k \end{array}\right\} \quad \left.\begin{array}{l} \varepsilon_1 - 3raI_2 - 4raI_3 = 0 \\ \varepsilon_2 - 2raI_2 + raI_3 = 0 \\ I_1 = I_2 + I_3 \end{array}\right\} \quad \left\{\begin{array}{l} I_1 = \dfrac{3\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{11ra} \\ I_2 = \dfrac{\varepsilon_1 + 4\varepsilon_2}{11ra} \\ I_3 = \dfrac{2\varepsilon_1 - 3\varepsilon_2}{11ra} \end{array}\right. \quad \left\{\begin{array}{l} I_1 = \dfrac{7a^2k}{22ra} \\ I_2 = \dfrac{6a^2k}{22ra} \\ I_3 = \dfrac{a^2k}{22ra} \end{array}\right.$$

5. Due cavi paralleli molto lunghi, di raggio R = 5 *cm* e distanti d = 12 *cm*, sono entrambi percorsi, con versi opposti, da una corrente I = 8*A* uniformemente distribuita sulla loro sezione. Facendo riferimento al sistema di assi cartesiani in figura:

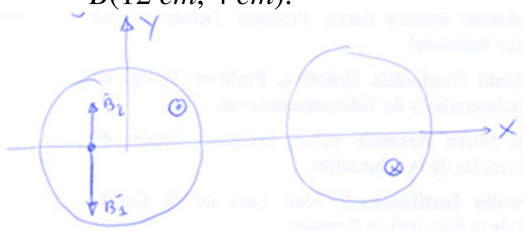




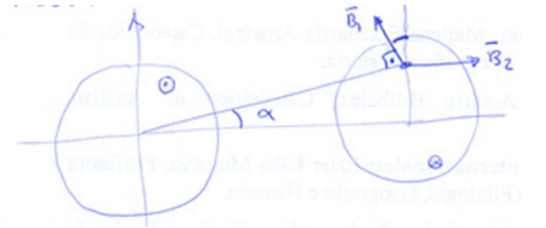
   a. Scrivere le espressioni del campo magnetico prodotto da ciascuno dei due cavi, in un generico punto interno e in un punto esterno dei cavi stessi.

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I_c}{2\pi r}\hat{t} \qquad I_c = \begin{cases} \dfrac{r^2}{R^2} I & r < R \\ I & r > R \end{cases} \quad \left\{\begin{array}{l} \vec{B}_1 = \begin{cases} \dfrac{\mu_0}{2\pi R^2} I \sqrt{x^2 + y^2}\,\hat{t}_1 & r < R \\ \dfrac{\mu_0}{2\pi} \dfrac{I}{\sqrt{x^2 + y^2}}\hat{t}_1 & r > R \end{cases} \\ \vec{B}_2 = \begin{cases} \dfrac{\mu_0}{2\pi R^2} I \sqrt{(d-x)^2 + y^2}\,\hat{t}_2 & r < R \\ \dfrac{\mu_0}{2\pi} \dfrac{I}{\sqrt{(d-x)^2 + y^2}}\hat{t}_2 & r > R \end{cases} \end{array}\right.$$

   b. Calcolare il campo magnetico totale prodotto dai conduttori nei punti A(-2 *cm*, 0 *cm*) e B(12 *cm*, 4 *cm*).



$$\vec{B}_A = \left[B_2(A) - B_1(A)\right]\hat{j} = \frac{\mu_0}{2\pi} I \left(\frac{1}{d + 0{,}02} - \frac{0{,}02}{R^2}\right)\hat{j} = 2\times10^{-7}\times8\times\left(\frac{1}{0{,}14} - \frac{2}{0{,}25}\right)\hat{j} = -13{,}71\times10^{-7}\,\hat{j}\,T$$



$$\vec{B}_B = B_1(B)\hat{t}_1 + B_2(B)\hat{t}_2 = \frac{\mu_0}{2\pi} I \left[\frac{1}{\sqrt{0{,}12^2 + 0{,}04^2}} \left(-\frac{0{,}04}{\sqrt{0{,}12^2 + 0{,}04^2}} \hat{i} + \frac{0{,}12}{\sqrt{0{,}12^2 + 0{,}04^2}} \hat{j} \right) + \frac{0{,}04}{R^2} \hat{i} \right]$$

$$\vec{B}_B = 2\times 10^{-7} \times 8 \times 0{,}04 \left[\frac{1}{0{,}12^2 + 0{,}04^2} \left(-\hat{i} + 3\hat{j} \right) + \frac{1}{0{,}0025} \hat{i} \right] = \left(2{,}16\hat{i} + 1{,}20\hat{j} \right) \times 10^{-5}\, T$$

6. Una massa m = 2 kg di acqua (c_m = 1 cal g^{-1} K^{-1}), inizialmente a temperatura t_1 = 10° C, è posta a contatto con una sorgente a temperatura t_2 = 100° C fino a che la temperatura dell'acqua raggiunge quella della sorgente. Calcolare:
   a. La variazione di entropia della massa d'acqua.

$$\left. \begin{array}{l} \Delta S_m = \int \dfrac{\delta Q}{T} \\ \delta Q = c_m m \delta T \\ \\ T = t + 273{,}15 \end{array} \right\} \Delta S_m = c_m m \int_{T_1}^{T_2} \frac{\delta T}{T} = c_m m \ln \frac{T_2}{T_1} = 1 \times 2000 \times \ln \frac{373{,}15}{283{,}15} = 552{,}01\, cal/K$$

   b. La variazione di entropia della sorgente.

$$\left. \begin{array}{l} \Delta S_s = \int \dfrac{\delta Q}{T} = -\dfrac{Q}{T_2} \\ Q = c_m m \Delta T \end{array} \right\} \Delta S_s = -c_m m \frac{T_2 - T_1}{T_2} = -1 \times 2000 \frac{90}{373{,}15} = -482{,}40\, cal/K$$

   c. La variazione di entropia dell'universo.

$$\Delta S_U = \Delta S_m + \Delta S_s = 69{,}61\, cal/K$$

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

ε_0 = 8,85 x 10^{-12} $C^2/(Nm^2)$, $\mu_0 = 4\pi$ x 10^{-7} $(Tm)/A$.