

Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria, II Facoltà - Cesena
2° appello estivo - Prova scritta del corso di Fisica Generale B(L-B)
(13 luglio 2010)
Prof. Maurizio Piccinini

1. Una carica positiva q entra con velocità \vec{v} in un campo magnetico B uniforme e perpendicolare alla velocità della carica. Dire quale delle affermazioni seguenti è vera e motivare la scelta:
 - a) La carica si muove di moto circolare uniforme con periodo inversamente proporzionale a B .
Vera: Infatti $qvB = mv^2/R$, da cui $qB = mv/R = m\omega = m2\pi/T$ cioè $T = m2\pi/(qB)$.
 - b) La forza che agisce sulla carica è parallela alla sua quantità di moto ed è costante.
 - c) La forza che agisce sulla carica è perpendicolare alla sua velocità e cresce nel tempo.

2. Una carica negativa accelerata da un campo elettrostatico si muove da punti a potenziale minore a punti a potenziale maggiore o viceversa? La sua energia potenziale cresce o cala durante questo moto?

Suggerimento: Non essere troppo descrittivi, ma fare uso di semplici formule sul lavoro.

Risposta: In generale, per qualunque segno di q si ha: $dL = -qdV$, che per una carica soggetta solo al campo elettrico esterno è sempre positivo. Allora, se $q < 0$ $dV > 0$. La carica si muove da punti a potenziale minore a punti a potenziale maggiore.

Dalla meccanica, se E_p è l'energia potenziale, $dL = -dE_p$. Quindi $dE_p < 0$ per cui l'energia potenziale cala durante il moto.

3. La capacità termica di un corpo è pari a 15 cal/K . Cosa manca a questa affermazione per poter dire che conosciamo completamente la capacità termica di quel corpo?

Occorre specificare a quale temperatura del corpo si riferisce quella capacità termica. Eventualmente occorre conoscere la capacità termica in funzione della temperatura.

4. Un solenoide molto lungo, di area $A = 10 \text{ cm}^2$ ha $n = 10^5 \text{ spire/m}$. Il solenoide è percorso da una corrente $i = i_0 \cos(\omega t)$, con $i_0 = 10 \text{ A}$ e frequenza $\nu = 50 \text{ s}^{-1}$. Una piccola bobina di area $A_1 > A$, resistenza $R = 5 \Omega$, composta da $N = 10$ spire, è avvolta attorno al solenoide in modo che entrambi gli avvolgimenti sono coassiali. Determinare:

- a) L'espressione della f.e.m. indotta nella bobina esterna.

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon &= -\frac{d\phi(B)}{dt} \\ \phi(B) &= NAB \\ B &= \mu_0 ni \end{aligned} \right\} \phi(B) = \mu_0 NAni \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} \varepsilon &= -\frac{d\phi(B)}{dt} \\ \phi(B) &= NAB \\ B &= \mu_0 ni \end{aligned}} \right\} \varepsilon = \mu_0 NAn\omega i_0 \sin(\omega t)$$

- b) Il coefficiente di mutua induzione.

$$\phi(B) = M_{bs} i \Rightarrow M_{bs} = \mu_0 NAn$$

- c) Il valore massimo della f.e.m. indotta nella bobina.

$$\varepsilon_{\max} = \mu_0 NAn\omega i_0 = 2\pi\mu_0 NAn\nu i_0 = 0.3948 \text{ V}$$

- d) Il valore massimo della corrente indotta.

$$i_{\max} = \frac{\varepsilon_{\max}}{R} = 0.07896 \text{ A} \sim 79 \text{ mA}$$

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

Costante dielettrica del vuoto: $\varepsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$

Permeabilità magnetica del vuoto: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$

Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria, II Facoltà - Cesena
2° appello estivo - Prova scritta del corso di Fisica Generale B(L-B)
(13 luglio 2010)
Prof. Maurizio Piccinini

5. Data la distribuzione di carica radiale a simmetria sferica di densità volumetrica: $\rho(r) = \rho_0$ per $r \leq R$ e $\rho(r) = \rho_0 R^2/r^2$ per $r > R$, calcolare:

a) Il campo elettrostatico $\vec{E}(r)$ dovuto alla distribuzione di carica.

$$\rho = \rho_1 + \rho_2$$

$$\rho_1 = \begin{cases} \rho_0 & (r \leq R) \\ 0 & (r > R) \end{cases}$$

$$\rho_2 = \begin{cases} 0 & (r \leq R) \\ \rho_0 R^2/r^2 & (r > R) \end{cases}$$

$$4\pi r^2 E_{1(r \leq R)} = \frac{4}{3} \pi r^3 \frac{\rho_0}{\epsilon_0} \Rightarrow \vec{E}_{1(r \leq R)} = \frac{\rho_0}{3\epsilon_0} \vec{r} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \vec{E}_{2(r \leq R)} = \vec{0} \end{array} \right\} \vec{E}_{(r \leq R)} = \frac{\rho_0}{3\epsilon_0} \vec{r}$$

$$4\pi r^2 E_{1(r > R)} = \frac{4}{3} \pi R^3 \frac{\rho_0}{\epsilon_0} \Rightarrow \vec{E}_{1(r > R)} = \frac{\rho_0 R^3}{3\epsilon_0 r^2} \hat{r}$$

$$4\pi r^2 E_{2(r > R)} = \frac{1}{\epsilon_0} \oint_{V_{r-R}} (\rho_0 R^2/r^2) dV$$

$$4\pi r^2 E_{2(r > R)} = \frac{\rho_0 R^2}{\epsilon_0} \oint_{V_{r-R}} d\theta \sin \theta d\phi dr = \frac{\rho_0 R^2}{\epsilon_0} 4\pi (r - R)$$

$$\vec{E}_{2(r > R)} = \frac{\rho_0 R^2}{\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} - \frac{R}{r^2} \right) \hat{r}$$

$$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \vec{E}_{(r > R)} = \frac{\rho_0 R^2}{\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} - \frac{2}{3} \frac{R}{r^2} \right) \hat{r}$$

b) Il potenziale elettrostatico V corrispondente, prendendo come punti a potenziale zero quelli della superficie sferica di raggio R ($V(R) = 0$).

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

Costante dielettrica del vuoto: $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$

Permeabilità magnetica del vuoto: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$

Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria, II Facoltà - Cesena
2° appello estivo - Prova scritta del corso di Fisica Generale B(L-B)
(13 luglio 2010)
Prof. Maurizio Piccinini

$$\left. \begin{aligned} \vec{\nabla} f(r) &= \frac{df}{dr} \hat{r}; \quad \vec{\nabla} \frac{1}{r^n} = -\frac{n}{r^{n+1}} \hat{r} \\ \vec{E} &= -\vec{\nabla} V \\ \vec{E}_{(r \leq R)} &= \frac{\rho_0}{3\epsilon_0} \vec{r} \\ \vec{E}_{(r > R)} &= \frac{\rho_0 R^2}{\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} - \frac{2}{3} \frac{R}{r^2} \right) \hat{r} \end{aligned} \right\} \begin{cases} \vec{\nabla} V_{(r \leq R)} = -\frac{\rho_0}{3\epsilon_0} \vec{r} \Rightarrow V_{(r \leq R)} = -\frac{\rho_0}{6\epsilon_0} r^2 + C_1 \\ \vec{\nabla} V_{(r > R)} = -\frac{\rho_0 R^2}{\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} - \frac{2}{3} \frac{R}{r^2} \right) \hat{r} \Rightarrow V_{(r > R)} = -\frac{\rho_0 R^2}{\epsilon_0} \left(\ln r + \frac{2}{3} \frac{R}{r} \right) + C_2 \end{cases}$$

$$V_{(r \leq R)}(R) = -\frac{\rho_0}{6\epsilon_0} R^2 + C_1 = 0 \Rightarrow V_{(r \leq R)} = \frac{\rho_0}{6\epsilon_0} (R^2 - r^2)$$

$$V_{(r > R)}(R) = -\frac{\rho_0 R^2}{\epsilon_0} \left(\ln R + \frac{2}{3} \right) + C_2 = 0 \Rightarrow V_{(r > R)} = \frac{\rho_0 R^2}{\epsilon_0} \left[\ln \frac{R}{r} + \frac{2}{3} \left(1 - \frac{R}{r} \right) \right]$$

6. Una mole di un gas perfetto monoatomico è racchiusa in un contenitore ed è caratterizzata dai parametri termodinamici V_m , p_m e T_m . Un'altra mole di gas perfetto, questa volta biatomico, è caratterizzata dai parametri termodinamici V_b , p_b e T_b . I due contenitori, rigidi, vengono messi a contatto attraverso una parete rigida, diatermica. L'intero sistema è adiabaticamente isolato dall'esterno. Esprimere:

a) La temperatura di equilibrio.

$$\left. \begin{aligned} \Delta Q = 0 \\ \Delta V = 0 \\ \Delta U_m = \frac{3}{2} R(T - T_m) \\ \Delta U_b = \frac{5}{2} R(T - T_b) \end{aligned} \right\} \Delta U = \Delta U_m + \Delta U_b = 0 \quad \left\{ \begin{aligned} T &= \frac{3T_m + 5T_b}{8} \end{aligned} \right.$$

b) La pressione finale di ognuno dei due gas.

$$\frac{p}{T} = \text{cost} \quad \left\{ \begin{aligned} \frac{p_m}{T_m} = \frac{p_{mf}}{T} \Rightarrow p_{mf} = p_m \frac{T}{T_m} = p_m \frac{3T_m + 5T_b}{8T_m} \\ \frac{p_b}{T_b} = \frac{p_{bf}}{T} \Rightarrow p_{bf} = p_b \frac{T}{T_b} = p_b \frac{3T_m + 5T_b}{8T_b} \end{aligned} \right.$$

c) Il calore trasferito da un gas all'altro.

$$\Delta Q = \Delta U_m = -\Delta U_b \quad \left\{ \begin{aligned} \Delta Q &= \frac{3}{2} R(T - T_m) \\ \Delta Q &= \frac{5}{2} R(T_b - T) \end{aligned} \right.$$

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

Costante dielettrica del vuoto: $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$

Permeabilità magnetica del vuoto: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$