

**Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria, II Facoltà - Cesena**  
**1° appello estivo - Prova scritta del corso di Fisica Generale B(L-B)**  
**(14 giugno 2010)**  
**Prof. Maurizio Piccinini**

1. Un filo di rame di diametro  $d = 1.2 \text{ mm}$  è percorso da una corrente  $i = 5 \text{ A}$ .

a) Calcolare la densità di corrente  $j$ .

$$j = \frac{i}{S} = \frac{4i}{\pi d^2} = \frac{4 \times 5}{3.14 \times 1.2^2} \times 10^6 = 4.421 \times 10^6 \text{ A/m}^2$$

b) Sapendo che nel rame vi sono  $n = 2.3 \times 10^{28}$  elettroni liberi per  $m^3$ , calcolare la velocità di deriva di tali elettroni ( $q_e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ).

$$i = nq_e v S \Rightarrow v = \frac{4i}{\pi d^2 n q_e} = \frac{j}{n q_e} = \frac{4.421 \times 10^6}{2.3 \times 10^{28} \times 1.6 \times 10^{-19}} = 1.201 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

2. Tra le seguenti scegliere l'affermazione vera e motivarla:

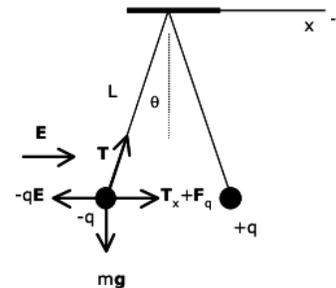
- a) Il campo elettrico all'interno di un conduttore è nullo e quindi le cariche sono assenti.  
 b) Il campo elettrico all'interno di un conduttore è costante e le cariche si addensano sulla sua superficie.  
 c) Il campo elettrico all'interno di un conduttore è nullo e l'eccesso di cariche si distribuisce sulla sua superficie. V

3. Un gas perfetto si espande attraverso due trasformazioni: la prima a pressione costante fino a raddoppiare il suo volume, quindi adiabaticamente fino a quando la sua temperatura torna al valore iniziale. Dire se l'energia interna del gas nello stato finale, rispetto a quella nello stato iniziale è:

- a) Minore;      b) Uguale ( $V$ );      c) Maggiore;      d) Doppia;      e) Dimezzata.

Motivare la risposta.      *R: Nel gas perfetto  $U = U(T)$*

4. Due sfere identiche, di massa  $m$  e carica rispettivamente  $-q$  e  $+q$ , sono appese a due fili uguali, inestensibili, di lunghezza  $L$  e massa trascurabile. Il sistema è immerso in un campo elettrico uniforme  $E$  orientato orizzontalmente come indicato in figura.



a) Quanto deve valere  $E$  affinché i due fili formino fra loro un angolo di  $90^\circ$ ?

$$\left. \begin{aligned} -qE + T \sin \vartheta + F_q &= 0 \\ T \cos \vartheta - mg &= 0 \\ F_q &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{4L^2 \sin^2 \vartheta} \end{aligned} \right\} E = \frac{mg}{q} \tan \vartheta + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{4L^2 \sin^2 \vartheta}$$

$$\tan 45^\circ = 1; \quad \sin 45^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow E = \frac{mg}{q} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{2L^2}$$

b) Si supponga di orientare verso l'alto il campo elettrico risultante dal calcolo precedente. Quanto deve valere  $q$  perché le cariche siano in equilibrio e non collassino l'una sull'altra?

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

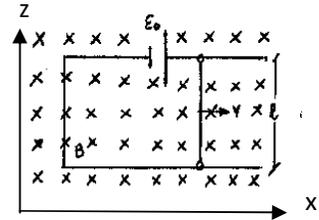
Permeabilità magnetica del vuoto:  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$

**Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria, II Facoltà - Cesena**  
**1° appello estivo - Prova scritta del corso di Fisica Generale B(L-B)**  
**(14 giugno 2010)**  
**Prof. Maurizio Piccinini**

$$\left. \begin{aligned} qE - mg - F_{-q} &= T \geq 0 \\ E &= \frac{mg}{q} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{2L^2} \\ F_{-q} &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{4L^2} \end{aligned} \right\} q \left[ \frac{mg}{q} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{2L^2} \right] - mg - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{4L^2} \geq 0$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{4L^2} \geq 0 \Rightarrow OK \forall q!$$

5. Si consideri il circuito rettangolare rappresentato in figura, immerso in un campo magnetico  $B$  omogeneo, entrante nel foglio. La forza elettromotrice prodotta dal generatore ideale sia  $\epsilon_0$  e la resistenza del circuito sia  $R$ , indipendente dalle dimensioni del circuito stesso. L'asticella di massa  $m$  e lunghezza  $l$ , inizialmente fissa, a un certo istante è lasciata libera di scorrere senza attrito parallelamente a se stessa. Determinare:



- a) L'accelerazione cui è sottoposta l'asticella subito dopo essere stata rilasciata.

$$\left. \begin{aligned} \vec{F} &= iBl\hat{x} \\ \epsilon_0 &= Ri \end{aligned} \right\} \vec{a} = \frac{\epsilon_0 Bl}{mR} \hat{x}$$

- b) La forza che agisce sull'asticella in funzione della sua velocità.

$$\left. \begin{aligned} \epsilon &= -\frac{d\phi}{dt} \\ d\phi &= Bldx \\ i_T &= i + i_{ind} = \frac{\epsilon_0 + \epsilon}{R} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \epsilon &= -Blv = Ri_{ind} \\ \vec{F} &= i_T Bl\hat{x} = \frac{Bl}{R} (\epsilon_0 - Blv) \hat{x} \end{aligned}$$

- c) La velocità dell'asticella in funzione del tempo.

$$\left. \begin{aligned} \frac{Bl}{R} \epsilon_0 - \frac{(Bl)^2}{R} v &= m \frac{dv}{dt} \\ v &= Ae^{\lambda t} + C \end{aligned} \right\} m \frac{dv}{dt} + \frac{(Bl)^2}{R} v - \frac{Bl}{R} \epsilon_0 = m\lambda Ae^{\lambda t} + \frac{(Bl)^2}{R} Ae^{\lambda t} + C \frac{(Bl)^2}{R} - \frac{Bl}{R} \epsilon_0 = 0$$

$$\left. \begin{aligned} C &= \frac{\epsilon_0}{Bl} \\ m\lambda &= -\frac{(Bl)^2}{R} \end{aligned} \right\} v = \frac{\epsilon_0}{Bl} \left( 1 - e^{-\frac{(Bl)^2}{mR} t} \right)$$

$$v(0) = 0$$

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

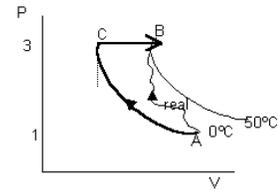
Costante dielettrica del vuoto:  $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$

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**  
**1° appello estivo - Prova scritta del corso di Fisica Generale B(L-B)**  
**(14 giugno 2010)**  
**Prof. Maurizio Piccinini**

6. Trovare la variazione di entropia di 1 mole di gas, quando passa da condizioni normali di pressione e temperatura ( $p_i = 1 \text{ atm}$ ;  $T_i = 273 \text{ K}$ ) a uno stato caratterizzato dalla pressione  $p_f = 3 \text{ atmosfere}$  e  $T_f = 50^\circ \text{ C}$ .

Il gas si comporta come un gas perfetto, ma il suo calore molare a pressione costante varia con la temperatura, secondo la formula  $c_p = (a + bT) \text{ cal mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ , dove  $a = 6.62$ ,  $b = 8.1 \times 10^{-4}$ , e  $T$  è la temperatura espressa in Kelvin.



$$\Delta S = \int_A^B \frac{\delta Q}{T} = \int_{isot A}^C \frac{\delta Q}{T} + \int_{isob C}^B \frac{\delta Q}{T}$$

$$Isot: \delta Q = pdV = RT \frac{dV}{V} \Rightarrow \Delta S_{isot} = R \int \frac{dV}{V} = R \ln \frac{V_C}{V_i} = R \ln \frac{p_i}{p_f}$$

$$Isob: \delta Q = pdV + c_v dT = RT \frac{dV}{V} + (c_p - R) dT \Rightarrow \Delta S_{isob} = R \ln \frac{V_f}{V_C} + \int_{isob} c_p \frac{dT}{T} - R \ln \frac{T_f}{T_i}$$

$$\Delta S = R \ln \frac{p_i}{p_f} + a \ln \frac{T_f}{T_i} + b(T_f - T_i) = 1.987 \ln \frac{1}{3} + 6.62 \ln \frac{323}{273} + 8.1 \times 10^{-4} \times 50 = -1.029 \text{ cal / K}$$

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