Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria - Cesena
1° Appello invernale - Prova scritta del corso di Fisica Generale B(L-B)
(08 gennaio 2013)
Prof. Maurizio Piccinini

---

1. Se un sistema termodinamico subisce una trasformazione reversibile:
   a. La sua entropia rimane costante così come l'entropia dell'universo. *F*
   b. L'entropia dell'universo rimane costante e quella del sistema può anche diminuire. *V*
   c. La sua entropia rimane costante e l'entropia dell'universo aumenta. *F*
   Scegliere la risposta giusta e motivarla.

2. Due resistenze uguali, collegate in serie fra loro e con una terza resistenza, danno luogo a una resistenza complessiva pari a R_S. Se si collegano in parallelo la prima e la terza, e l'insieme in serie con la seconda, la resistenza complessiva vale R_P. Quale delle due resistenze equivalenti è maggiore? Dimostrare o argomentare.

$$\left.\begin{aligned} R_S &= 2R + R_3 \\ R_P &= \frac{RR_3}{R+R_3} + R \end{aligned}\right\} R_S - R_P = R + R_3 - \frac{RR_3}{R+R_3} = \frac{(R+R_3)^2 - RR_3}{R+R_3} > 0$$

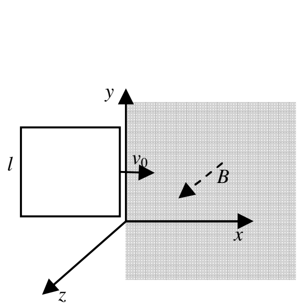
3. Una bacchetta caricata negativamente è tenuta vicina a una sfera di metallo isolata. In questa situazione la sfera di metallo …
   a. … si carica negativamente. *F*
   b. … si carica positivamente. *F*
   c. … presenta distribuzioni di cariche di segno opposto. *V*
   d. … non sente alcun effetto. *F*
   e. … non si può prevedere ciò che accade. *F*

4. Su una barretta sottile (la sezione della barretta è trascurabile rispetto alla sua lunghezza) di materiale isolante e di lunghezza $L = 2\ cm$ è distribuita uniformemente una carica $Q = 10^{-3}\ C$. La barretta ruota con velocità angolare costante $\omega = 100\ rad/s$ intorno ad un asse perpendicolare alla barretta stessa e passante per un suo estremo. Determinare il momento di dipolo magnetico associato alla barretta rotante.

$$\left.\begin{aligned} dq &= \frac{Q}{L}dr \\ T &= \frac{2\pi}{\omega} \end{aligned}\right\} di = \frac{dq}{T} = \frac{Q\omega}{2\pi L}dr \qquad d\mu = \pi r^2 di = \frac{Q\omega}{2L}r^2 dr$$

$$\mu = \frac{Q\omega}{2L}\int_0^L r^2 dr = \frac{1}{6}Q\omega L^2 = \frac{1}{6}10^{-3} \times 100 \times 4 \times 10^{-4} = 0{,}66 \times 10^{-5}\ Am^2$$

5. Una spira di forma quadrata, rigida, conduttrice, di resistenza R, con i lati di lunghezza l paralleli all'asse x ed all'asse y, si muove nel piano xy di un sistema di riferimento cartesiano ortogonale xyz con velocità iniziale v_0 parallela all'asse x, nel suo verso positivo. All'istante $t = 0$ la spira interseca la regione $x \geq 0$ in cui risiede un campo magnetico B, uniforme e costante, diretto lungo l'asse z nel suo verso positivo.
   a. Calcolare, in funzione della velocità v, la corrente I circolante nella spira mentre penetra nella regione sede del campo magnetico.



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

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

$$\left.\begin{aligned}&\varepsilon=-\frac{d\phi(B)}{dt}=RI\\&\phi(B)=Blx\end{aligned}\right\}I=-\frac{Bl}{R}v(t)$$

b. Calcolare la forza F agente sulla spira.

$$dF=dqvB=IdlB \quad\Rightarrow\quad \vec{F}=IlB\hat{i}=-\frac{B^2l^2}{R}v(t)\hat{i}$$

c. Calcolare la minima velocità iniziale $v_0^{\min}$ necessaria perché la spira penetri totalmente nella regione sede del campo magnetico.

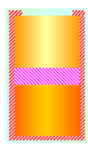
$$\left.\begin{aligned}&\vec{F}=m\vec{a} \quad\Rightarrow\quad -\frac{B^2l^2}{R}v(t)\hat{i}=m\frac{dv}{dt}(t)\hat{i} \quad\Rightarrow\quad -\frac{B^2l^2}{mR}dt=\frac{dv}{v}\\&\frac{B^2l^2}{mR}t=\ln\frac{v_0}{v} \quad\Rightarrow\quad \begin{cases}v=v_0e^{-t/\tau}\\ \tau=\dfrac{mR}{B^2l^2}\end{cases}\\&x(t)=v_0\int_0^t e^{-t/\tau}dt=-v_0\tau e^{-t/\tau}\Big|_0^t=v_0\tau\left(1-e^{-t/\tau}\right)\end{aligned}\right\}\begin{cases}x(t\to\infty)=v_0\tau\\ v_0^{\min}\tau\geq l \quad\Rightarrow\quad v_0^{\min}\geq\dfrac{l}{\tau}\end{cases}$$

d. Assumendo $v_0 > v_0^{\min}$ calcolare la carica totale circolata nella spira.

e. Assumendo $v_0 < v_0^{\min}$ calcolare la carica totale circolata nella spira.

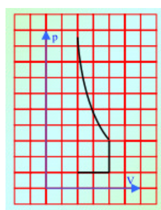
$$q=\int_0^t Idt=\frac{1}{R}\int_0^t \varepsilon dt=-\frac{1}{R}\int_0^{\phi_x}d\phi=-\frac{Blx}{R}=-\frac{Bl}{R}v_0\tau\left(1-e^{-t/\tau}\right)\begin{cases}d.\quad Q=-\dfrac{Bl^2}{R}\\ e.\quad Q=-\dfrac{mv_0^{\min}}{Bl}\end{cases}$$

6. Il cilindro rappresentato in figura contiene 2 moli di gas perfetto monoatomico a temperatura T_0 =300K la cui pressione è determinata inizialmente dal peso del pistone, che ha massa M e sezione di area A. Il gas viene riscaldato fino a far raddoppiare il volume, poi il pistone trova un blocco che gli impedisce di salire ulteriormente. Si continua a fornire calore, fino a raggiungere la temperatura $6T_0$. Infine si isola termicamente il gas ed il pistone viene riportato alla posizione iniziale con un processo reversibile.



a. Rappresentare con buona accuratezza la trasformazione sul piano pV.

b. Calcolare la quantità di calore scambiata dal gas nella prima e nella seconda fase.



$$\left.\begin{aligned}&Q_1=nc_p\Delta T=\frac{5}{2}nRT_0=5\times8{,}31\times300=12.465J\\&Q_2=nc_V\Delta T=\frac{3}{2}nR4T_0=6nRT_0=12\times8{,}31\times300=29.916J\end{aligned}\right\}Q=42.381J$$

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} $(Tm)/A$.

c. Calcolare le variabili termodinamiche dello stato finale in funzione di quelle iniziali.

$$V_f = V_0$$

$$p_f = \frac{p_2 V_2^\gamma}{V_f^\gamma} = 3p_0 \frac{(2V_0)^\gamma}{V_0^\gamma} = 3\times 2^\gamma p_0$$

$$T_f = \frac{p_f V_f}{nR} = 3\times 2^\gamma \frac{p_0 V_0}{nR} = 3\times 2^\gamma T_0$$

d. Calcolare la variazione di entropia in ciascuna delle tre fasi e nell'intero processo.

$$\left.\begin{aligned} \Delta S_1 &= \int_{p=\cos t} \frac{\delta Q}{T} = nc_p \int_{p=\cos t} \frac{dT}{T} = \frac{5}{2} nR \ln 2 \\ \Delta S_2 &= \int_{V=\cos t} \frac{\delta Q}{T} = nc_V \int_{V=\cos t} \frac{dT}{T} = \frac{3}{2} nR \ln 3 \end{aligned}\right\} \quad \Delta S = nR\left(\frac{5}{2}\ln 2 + \frac{3}{2}\ln 3\right)$$