Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria, II Facoltà - Cesena
Appello Straordinario per laureandi - Prova scritta Fisica Generale L-B
(12 novembre 2010)
Prof. Maurizio Piccinini

---

1. Un apparecchio riscaldatore è costituito da un resistore variabile, connesso a un generatore di tensione in grado di mantenere una f.e.m. costante. Per aumentare l'emissione di calore è necessario aumentare o diminuire la resistenza? Motivare la risposta.
2. Indicare, motivando, se le affermazioni seguenti sono vere o false:
   a. Una carica positiva in prossimità di un conduttore neutro subisce una forza elettrostatica attrattiva da parte del conduttore.
   b. … subisce una forza repulsiva.
   c. Se si inverte il segno della carica cambia il verso della forza subita.
   d. Le affermazioni precedenti sono tutte false poiché la carica non subisce alcuna forza.
3. Un corpo *A* ha massa doppia e calore specifico doppio rispetto a un altro corpo *B*. Se ai due corpi vengono fornite uguali quantità di calore scegliere la relazione giusta tra le variazioni di temperatura che subiscono e motivare la scelta.

   a. $\Delta T_A = \Delta T_B$; b. $\Delta T_A = 2\Delta T_B$; c. $\Delta T_A = 4\Delta T_B$; d. $\Delta T_A = (1/4)\Delta T_B$; e. $\Delta T_A = (1/2)\Delta T_B$.

$$c = \frac{1}{m}\frac{\Delta Q}{\Delta T} \quad \Rightarrow \quad \Delta T_A = \frac{1}{2m}\frac{\Delta Q}{2c}; \quad \Delta T_B = \frac{1}{m}\frac{\Delta Q}{c} \quad \Rightarrow \quad \Delta T_A = (1/4)\Delta T_B$$

4. Due conduttori sferici di 10 e 20 *cm* di diametro sono carichi con 4 e 5 μC rispettivamente. Le due sfere, molto lontane fra loro, vengono collegate con un sottile conduttore ininfluente ai fini del campo generato. Calcolare:
   a. La loro differenza di potenziale ΔV prima e dopo il collegamento.

$$\left.\begin{aligned} V_{1i} &= q_{1i}/(4\pi\varepsilon_0 d_1) \\ V_{2i} &= q_{2i}/(4\pi\varepsilon_0 d_2) \end{aligned}\right\} \Delta V_i = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{q_{1i}}{d_1} - \frac{q_{2i}}{d_2}\right) = \frac{(4.0-2.5)\times 10^{-5}}{4\times 3.14\times 8.854\times 10^{-12}} = 1.35\times 10^5 V$$

$$\Delta V_f = 0$$

   b. La carica e la densità di carica di ciascuna dopo il collegamento.

$$q_1/(4\pi\varepsilon_0 d_1) = q_2/(4\pi\varepsilon_0 d_2) \quad \Rightarrow \quad q_1/q_2 = d_1/d_2 = Q/q_2 - 1$$

$$d_1/d_2 + 1 = Q/q_2$$

$$q_{12} = Q\frac{d_{12}}{d_1+d_2}\begin{cases} q_1 = 9\dfrac{1}{3} = 3\mu C \\ q_2 = 9\dfrac{2}{3} = 6\mu C \end{cases} \qquad \sigma_{12} = \frac{Q}{\pi}\frac{1}{(d_1+d_2)d_{12}}\begin{cases} \sigma_1 = \dfrac{9}{\pi}\dfrac{1}{300} = 9.55\, nC/cm^2 \\ \sigma_2 = \dfrac{9}{\pi}\dfrac{1}{600} = 4.77\, nC/cm^2 \end{cases}$$

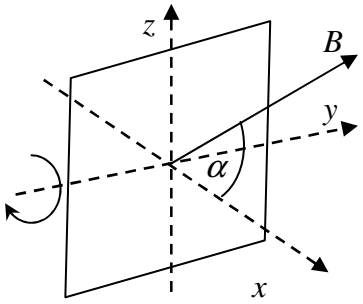
Costante universale dei gas: $R = 8.31\ J\,K^{-1}\,mol^{-1} = 1.987\ cal\,K^{-1}\,mol^{-1}$, $1atm = 101325\ Pa$

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

Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria, II Facoltà - Cesena
Appello Straordinario per laureandi - Prova scritta Fisica Generale L-B
(12 novembre 2010)
Prof. Maurizio Piccinini

---

5. Nel problema rappresentato in figura si ha una spira rettangolare di area A = 400 cm^2 e resistenza elettrica R = 2 Ω, la quale ruota intorno all'asse y con velocità angolare costante ω = 10 *rad/s*. La spira è immersa in un campo magnetico costante di modulo B = 0.5 T parallelo al piano xz e la cui direzione forma un angolo α = 45° con la sua proiezione sul piano xy. Calcolare:



   a. L'espressione del flusso di ***B*** attraverso la spira in funzione del tempo e il suo valore massimo. Assumere come istante t = 0 quello in cui la spira è parallela al piano yz.

$$\left.\begin{aligned}\vec{B} &= B\left(\cos\alpha\hat{i}+\sin\alpha\hat{k}\right)\\ d\vec{S} &= dS\left[\cos(\omega t)\hat{i}-\sin(\omega t)\hat{k}\right]\end{aligned}\right\}\vec{B}\cdot d\vec{S} = B\left[\cos\alpha\cos(\omega t)-\sin\alpha\sin(\omega t)\right]dS = B\cos(\omega t+\alpha)\,dS$$

$$\phi(t)=\int_A \vec{B}\cdot d\vec{S} = AB\cos(\omega t+\alpha)\quad \phi_M(t)=AB=0.04\times0.5=0.02\left(Wb=T\cdot m^2\right)$$

   b. L'espressione della forza elettromotrice indotta e il suo valore massimo.

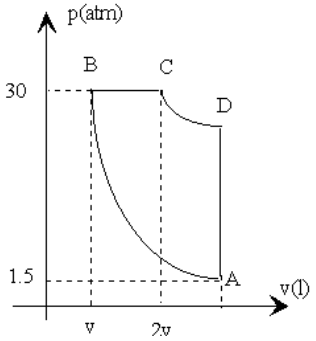
$$\varepsilon(t)=-\frac{d\phi}{dt}=\omega AB\sin(\omega t+\alpha)\quad \varepsilon_M(t)=\omega AB=10\times0.04\times0.5=0.2V$$

   c. L'espressione della corrente elettrica indotta e il suo valore massimo.

$$i(t)=\frac{\varepsilon}{R}=\frac{\omega}{R}AB\sin(\omega t+\alpha)\quad i_M(t)=\frac{\omega}{R}AB=\frac{10}{2}\times0.04\times0.5=0.1A$$

   d. Graficare in funzione del tempo il flusso di B e la corrente indotta, nell'intervallo corrispondente a un giro completo (360°) della spira, a partire da quando è parallela al piano yz. Descrivere il verso di percorrenza della corrente.

6. Una macchina termica lavora con n = 3 moli di un gas ideale monoatomico, percorrendo il ciclo reversibile ABCD rappresentato in figura, dove la trasformazione AB è adiabatica e la CD isoterma. Sono note: la temperatura nello stato A, T_A = 20 ºC, la pressione nello stato A p_A = 1.5 atm e la pressione nello stato B p_B = 30 atm. Si sa inoltre che il gas nello stato C occupa un volume doppio rispetto a quello dello stato B. Calcolare:



   a. I valori delle variabili termodinamiche in ogni vertice del ciclo, con le pressioni in *atm* e i volumi in *l*.

	p	V	T
A	1,50	48,08	293,15
B	30	7,97	971,79
C	30	15,94	1943,58
D	9,95	48,08	1943,58

$$c_V=(3/2)R\quad c_p=(5/2)R\quad \gamma=(5/3)$$

$$V_A=nR\left(T_A/p_A\right)=3\times8.31\times293.15/\left(1.5\times101325\right)=48,08\times10^{-3}m^3=48,$$

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

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

$V_B^{5/3} = p_A V_A^{5/3} / p_B = 1.5 \times 48.08^{5/3} / 30 \quad V_B = 7.97l$

$T_B = p_B V_B / (nR) = 30 \times 101325 \times 7.97 \times 10^{-3} / (3 \times 8.31) = 971,79K$

$T_C = 2T_B = 1943,59K \quad T_D = T_C = 1943,59K$

$p_D = p_C (V_C / V_D) =$

b. Il rendimento del ciclo.

$Q = \Delta U + L$

$$\left.\begin{aligned} Q_{BC} &= nc_V \Delta T_{BC} + p_B \Delta V_{BC} = 60566.89J \\ Q_{CD} &= nRT_C \int_{V_C}^{V_D} \frac{dV}{V} = nRT_C \ln \frac{V_D}{V_C} = 53494.29J \end{aligned}\right\} Q_{ass} = 114061.18J$$

$Q_{DA} = nc_V \Delta T_{DA} = -61717.87J = Q_{ced}$

$$\eta = \frac{Q_{ass} - Q_{ced}}{Q_{ass}} = \frac{52343.31}{114061.18} = 0.46$$

c. La variazione di entropia nella trasformazione AB e nella CD.

$\Delta S_{AB} = 0$

$$\Delta S_{CD} = \frac{\Delta Q_{CD}}{T} = \frac{53494.29}{1943.59} = 27.52JK^{-1}$$

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

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