Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria, II Facoltà - Cesena
1° Appello Estivo - Prova scritta Fisica Generale B(L-B)
(20 giugno 2011)
Prof. Maurizio Piccinini

---

1. Un conduttore scarico contiene in una sua cavità una carica positiva q in equilibrio. Nello spazio esterno intorno al conduttore viene distribuita una carica negativa $2q$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta e motivare:
   a. Sulla parete esterna del conduttore si dispone una carica positiva $2q$, sulla parete della cavità si dispone una carica negativa $2q$, la carica interna positiva è attratta dalla carica negativa della parete interna e cambia la sua condizione di equilibrio. *F*
   b. Sulla parete esterna del conduttore si dispone una carica positiva $3q$, sulla parete della cavità si dispone una carica negativa $3q$, la carica interna positiva è attratta dalla carica negativa della parete interna e cambia la sua condizione di equilibrio. *F*
   c. Sulla parete esterna del conduttore si dispone una carica positiva $3q$, sulla parete della cavità si dispone una carica negativa $3q$, la carica interna positiva rimane nella posizione iniziale non risentendo dell'effetto della carica esterna. *F*

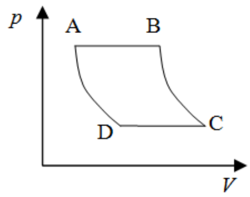
R: Le risposte sono tutte sbagliate, infatti la carica interna +q induce una carica –q nella parete interna e una carica +q in quella esterna. La carica esterna -2q ha l'unico effetto di re distribuire la carica +q indotta sulla superficie esterna.

2. Quanto vale la resistenza di un filo di rame lungo 1,5 m, avente sezione circolare di area 2 mm^2 (resistività del rame $\rho_{Cu} = 1{,}75\cdot10^{-8}\ \Omega\cdot m$)?

$$R=\rho\frac{l}{A}=\frac{1.75\cdot10^{-8}\times1.5}{2\cdot10^{-6}}=1.31\cdot10^{-2}\,\Omega$$

3. Una macchina termica, prelevando 8000J di calore, produce un lavoro pari a 2000J. Se il suo rendimento aumenta del 50%, quanto lavoro produrrà a parità di calore assorbito? $L_2=1.5L_1$

4. Si consideri un gas che soddisfi le seguenti equazioni: $U=bVT^4$, $p=(1/3)bT^4$, dove U è l'energia interna, p la pressione, T la temperatura assoluta, V il volume e b una costante. Il gas compie il ciclo reversibile rappresentato in figura, dove le trasformazioni BC e DA sono adiabatiche.



   a. Si ricavi il rendimento del ciclo.

$$\delta Q=pdV+dU\begin{cases}Q_{AB}=\frac{1}{3}bT_1^4\left(V_B-V_A\right)+bT_1^4\left(V_B-V_A\right)=\frac{4}{3}bT_1^4\left(V_B-V_A\right)\\ Q_{CD}=\frac{4}{3}bT_2^4\left(V_D-V_C\right)\end{cases}$$

$$\begin{cases}L_{AB}=\frac{1}{3}bT_1^4\left(V_B-V_A\right) & L_{BC}=-\triangle U_{BC}=b\left(T_1^4V_B-T_2^4V_C\right)\\ L_{CD}=\frac{1}{3}bT_2^4\left(V_D-V_C\right) & L_{DA}=-\triangle U_{DA}=b\left(T_2^4V_D-T_1^4V_A\right)\end{cases}$$

$$\eta=\frac{T_1^4\left(V_B-V_A\right)+3\left(T_1^4V_B-T_2^4V_C\right)+T_2^4\left(V_D-V_C\right)+3\left(T_2^4V_D-T_1^4V_A\right)}{4T_1^4\left(V_B-V_A\right)}=\frac{4T_1^4\left(V_B-V_A\right)+4T_2^4\left(V_D-V_C\right)}{4T_1^4\left(V_B-V_A\right)}$$

$$\eta=1+\frac{T_2^4\left(V_D-V_C\right)}{T_1^4\left(V_B-V_A\right)}$$

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

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

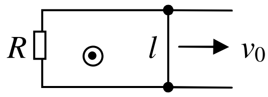
---

b. Si dimostri che tale rendimento si esprime in funzione delle temperature dei due serbatoi con i quali il sistema scambia calore, con la stessa espressione della macchina di Carnot (suggerimento: si ricavino le espressioni che descrivono le trasformazioni adiabatiche).

$$\eta = 1 + \frac{T_2^4\left(V_D - V_C\right)}{T_1^4\left(V_B - V_A\right)}$$

$$\left.\begin{array}{l} \delta Q = dU + pdV = \left(bT^4 + \frac{1}{3}bT^4\right)dV + 4bVT^3 dT = 0 \\ \frac{1}{3}\frac{dV}{V} + \frac{dT}{T} = 0 \quad \Rightarrow \quad VT^3 = k \end{array}\right\} \eta = 1 + \frac{T_2}{T_1}\frac{\left(T_2^3 V_D - T_2^3 V_C\right)}{\left(T_1^3 V_B - T_1^3 V_A\right)} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

5. Un conduttore lungo l, di massa m, viene fatto scorrere con velocità v_0 su due guide conduttrici, chiudendo il circuito di resistenza R (vedi figura). Il circuito è immerso in un campo magnetico omogeneo, perpendicolare al piano della spira, uscente dal foglio, che varia nel tempo secondo l'equazione $B = B_0 + kt$ con k costante. All'istante $t = 0$ l'area del circuito vale S_0.



a. Esprimere l'intensità e il verso della corrente che percorre il circuito.

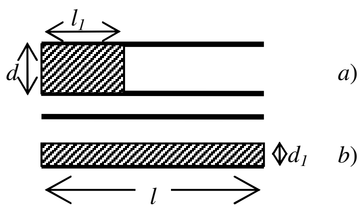
$$\left.\begin{array}{l} \varepsilon_1 = -\frac{d\phi(B)}{dt} \\ \phi(B) = \left(S_0 + lv_0 t\right)\left(B_0 + kt\right) \end{array}\right\} \quad \begin{cases} \varepsilon_1 = -lv_0\left(B_0 + kt\right) - k\left(S_0 + lv_0 t\right) = -\left(lv_0 B_0 + kS_0 + 2lv_0 kt\right) \\ i = \varepsilon_1 / R \end{cases}$$

senso orario

b. All'istante $t = t_1$ il conduttore mobile viene lasciato libero e il campo B smette di crescere. Esprimere la forza che agisce sul conduttore e la sua velocità subito dopo l'istante t_1.

$$\left.\begin{array}{l} B_1 = \left(B_0 + kt_1\right) \\ i = \varepsilon_1 / R \\ F_c = -ilB_1 = m\ddot{x}_c \end{array}\right\} \quad \Rightarrow \quad \dot{x}_c = v_0 - \frac{\varepsilon_1 l B_1}{Rm} t$$

6. Lo spazio fra le armature di un condensatore a facce piane e parallele è riempito da un dielettrico di costante dielettrica relativa ε, prima come nella configurazione a) e poi come nella configurazione b) della figura. Le grandezze rappresentate in figura sono note, così come l'area S delle armature. Scrivere la capacità del condensatore in entrambi i casi.



$$a) \quad C = C_1 + C_2 = \varepsilon\varepsilon_0\frac{S_1}{d} + \varepsilon_0\frac{S_2}{d} = \varepsilon_0\frac{S}{d}\left(\varepsilon\frac{l_1}{l} + \frac{l - l_1}{l}\right) = \varepsilon_0\frac{S}{d}\left[1 + \left(\varepsilon - 1\right)\frac{l_1}{l}\right]$$

$$b) \quad C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0\frac{S}{d_1}\varepsilon_0\frac{S}{d - d_1}}{\varepsilon\varepsilon_0\frac{S}{d_1} + \varepsilon_0\frac{S}{d - d_1}} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{\varepsilon\left(d - d_1\right) + d_1} = \varepsilon_0\frac{S}{d}\left[\frac{\varepsilon}{\varepsilon + \frac{d_1}{d}\left(1 - \varepsilon\right)}\right]$$

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

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