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

---

1. Dire se le affermazioni seguenti, riferite a un conduttore, sono vere o false. Motivare le risposte:
   a. Il modulo del campo elettrico all'esterno del conduttore è perpendicolare alla sua superficie e vale $E = \sigma/(2\varepsilon_0)$. *F*
   b. Il campo elettrico è uguale a zero in qualunque punto all'interno del conduttore. *V*
   c. Un eventuale eccesso di carica nel conduttore si distribuisce uniformemente sulla sua superficie. *F*
   d. Ogni punto del conduttore si trova allo stesso potenziale. *V*

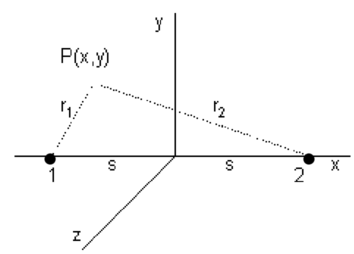
2. Una macchina termica reversibile funzionante tra due serbatoi ha un rendimento del 40%. Se il serbatoio freddo funziona a 7° C, di quanto deve variare la temperatura del serbatoio caldo per aumentare il rendimento al 50%? a) 193,77°C b) 93,38°C c) 287,15°C d)100,38°C

$$\eta = 1-(T_2/T_1) \quad \Rightarrow \quad T_1 = T_2/(1-\eta)$$

$$\left.\begin{aligned} T_1(40) &= 280{,}15/(1-0{,}4) = 466{,}92K\ (193{,}77^o C) \\ T_1(50) &= 280{,}15/(1-0{,}5) = 560{,}30K\ (287{,}15^o C) \end{aligned}\right\} \Delta T = 93{,}38K\,(^o C)$$

3. Una spira circolare di area $A = 0{,}1m^2$ si trova fissata in un campo magnetico omogeneo di intensità iniziale $B_0 = 0{,}2\ T$, diretto perpendicolarmente alla stessa. L'intensità del campo diminuisce linearmente nel tempo e si annulla dopo un tempo $t = 0{,}01\ s$. Quanto vale la *f.e.m.* indotta nella spira? Com'è orientata la corrente indotta, rispetto al verso del campo magnetico?
   $\phi(B) = 0{,}02 - 2t; \quad \varepsilon = -d\phi/dt = 2V$. *Antioraria.*

4. Due fili rettilinei paralleli molto lunghi, distanti $2s$ tra di loro, sono carichi con la stessa densità lineare di carica λ ma di segno opposto. Calcolare:
   a. Il potenziale elettrostatico dovuto ai due fili in un punto generico intorno ad essi.



$$\vec{E}_{filo}(r,z) = \frac{\lambda}{2\pi r\varepsilon_0}\hat{r}; \quad V_{filo}(r,z) = -\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\ln r + c \quad \Rightarrow \quad V(x,y,z) = V_1 + V_2 = -\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\ln r_1 + \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\ln r_2 + c$$

$$\left.\begin{aligned} &V(x,y,z) = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\ln\frac{r_2}{r_1}; \quad \left[V(r_1 = r_2) = 0\right] \\ &r_1 = \sqrt{(s+x)^2 + y^2}; \quad r_2 = \sqrt{(s-x)^2 + y^2} \end{aligned}\right\} V(x,y,z) = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\ln\sqrt{\frac{(s-x)^2 + y^2}{(s+x)^2 + y^2}} = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\ln\sqrt{\frac{s^2 + r^2 - 2xs}{s^2 + r^2 + 2xs}}$$

   b. L'equazione delle superfici equipotenziali.

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

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

$$V\left(x,y,z\right)=\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\ln\sqrt{\frac{\left(s-x\right)^2+y^2}{\left(s+x\right)^2+y^2}}=\text{cost}\quad\Rightarrow\quad\frac{\left(s-x\right)^2+y^2}{\left(s+x\right)^2+y^2}=k$$

$$s^2+x^2+y^2-2sx=k\left(s^2+x^2+y^2+2sx\right)\quad\Rightarrow\quad\left(s^2+x^2+y^2\right)\left(1-k\right)-2sx\left(1+k\right)=0$$

$$x^2+y^2-\left(2s\frac{1+k}{1-k}\right)x+s^2=0$$

5. Un disco di rame di superficie S = 300 cm^2 ruota intorno al suo asse con velocità angolare costante ω. Il disco è immerso in un campo magnetico omogeneo e costante $B = 10^3$ *Gauss*, perpendicolare alla sua superficie e con verso tale da vedere la rotazione del disco in senso orario. Uno strumento misura, tra il centro del disco e la sua periferia, una differenza di potenziale ΔV = 0,04 *V*.
   a. Descrivere qualitativamente lo spostamento di cariche responsabile di tale differenza di potenziale.

Gli elettroni liberi si muovono inizialmente con velocità tangenziale v e, per effetto del campo magnetico, subiscono una forza magnetica di modulo vB diretta dal centro verso la periferia del disco. All'equilibrio si genera quindi la ΔV misurata.

   b. Calcolare la velocità angolare del disco corrispondente al valore dato di ΔV.

Differenza di potenziale corrispondente a un percorso radiale infinitesimo:

$$dV=-Edr=-\left(F/q\right)dr=vBdr\quad\Rightarrow\quad\Delta V=B\int_0^R\omega r dr=\frac{1}{2}B\omega R^2=\frac{1}{2\pi}B\omega S$$

$$\omega=\frac{2\pi}{BS}\Delta V=\frac{2\times\pi}{0{,}1\times0{,}03}\times0{,}04=83{,}77\ rad/s=800\ rpm$$

   c. Spiegare la differenza di potenziale in termini di legge di Faraday – Lenz.

$$\left.\begin{array}{l} d\phi_{d\theta}=BdS=BS\dfrac{d\theta}{2\pi}=\dfrac{1}{2}BR^2d\theta \\ \textit{oppure} \\ d\phi_{d\theta}=BdS=B\dfrac{1}{2}RRd\theta=\dfrac{1}{2}BR^2d\theta \end{array}\right\} d\phi=\frac{1}{2}BR^2\omega dt$$

$$\varepsilon=-\frac{d\phi}{dt}=-\frac{1}{2}BR^2\omega=-\frac{BS\omega}{2\pi}=-\Delta V$$

6. Un cilindro termicamente isolato è sigillato agli estremi ed è diviso internamente da un pistone diatermico mobile senza attrito. Inizialmente il pistone è disposto in modo tale che da una parte vi è 1 *l* di aria a 600 *K* e a 1 *atm*, e dall'altra 2 *l* di aria a 600 *K* e a 2 *atm*. Poi il pistone viene liberato e raggiunge l'equilibrio in una nuova posizione, con la stessa temperatura iniziale di 600 *K*. Pur non essendo in regime di gas perfetto, il prodotto *pV* del gas dipende soltanto dalla temperatura. Calcolare:
   a. Le nuove pressioni e volumi all'equilibrio.

$$\left.\begin{array}{l} p_1V_1 = p_fV_1^f \\ p_2V_2 = p_fV_2^f \\ V_1^f + V_2^f = 3l \end{array}\right\} \frac{3-V_2^f}{V_2^f} = \frac{p_1V_1}{p_2V_2} = 4 \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} V_2^f = 0,6l \\ V_1^f = 2,4l \\ p_f = 1,6\overline{6}\ atm \end{cases}$$

b. La variazione di entropia del sistema e dell'universo.

$$\left.\begin{array}{l} dS_1 = \dfrac{\delta Q_{1R}}{T} = \dfrac{dU_1 + \delta L_{1R}}{T} \\ dS_2 = \dfrac{\delta Q_{2R}}{T} = \dfrac{dU_2 + \delta L_{2R}}{T} \\ \Delta U = \Delta U_1 + \Delta U_2 = 0 \end{array}\right\} \left.\begin{cases} dS = \dfrac{dU_1 + \delta L_{1R} + dU_2 + \delta L_{2R}}{T} = \\ \quad = \dfrac{1}{T}\left(dU_1 + p_{1R}dV + dU_2 + p_{2R}dV\right) \\ \Delta S = \dfrac{1}{T}\left(\cancel{\Delta U} + p_1V_1\displaystyle\int_{V_1}^{V_1^f}\frac{dV}{V} + p_2V_2\int_{V_2}^{V_2^f}\frac{dV}{V}\right) \end{cases}\right\} \Delta S = \frac{p_2V_2}{T}\left(4\int_{V_1}^{V_1^f}\frac{dV}{V} + \int_{V_2}^{V_2^f}\frac{dV}{V}\right)$$

$$\Delta S = \frac{p_2V_2}{T}\left(4\ln\frac{V_1^f}{V_1} + \ln\frac{V_2^f}{V_2}\right) = \frac{p_2V_2}{T}\ln\left[\left(\frac{V_1^f}{V_1}\right)^4\frac{V_2^f}{V_2}\right] = \frac{101325\times10^{-3}}{600}\ln\left(1,2^4\times0,6\right) = 0,0369\ J/K = \Delta S_U$$

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

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