Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria, II Facoltà - Cesena
Appello straordinario per laureandi - Prova scritta del corso di Fisica Generale L-B
(19 novembre 2009)
Prof. Maurizio Piccinini

---

1. Un motore ideale assorbe calore da un serbatoio a temperatura maggiore e cede calore ad una sorgente a temperatura minore. Se il calore ceduto alla sorgente a temperatura più bassa è tre volte maggiore del lavoro fatto dal motore, il suo rendimento è (motivare la risposta):
   a) 33%
   b) 0.25 V
   c) 67%
   d) 0.75
   e) Nessuna risposta è giusta.

2. Se esistesse la carica magnetica e fosse conservata, quale o quali equazioni di Maxwell dovrebbero essere modificate e in che modo? Motivare la risposta.

3. Una carica positiva entra in una regione sede di un campo magnetico uniforme ***B***, con velocità ***v*** diretta con un angolo di 30° rispetto alla direzione delle linee del campo. La traiettoria sarà (motivare la risposta):
   a) Circolare giacente su un piano perpendicolare a ***B***.
   b) Circolare giacente su un piano perpendicolare a ***v***.
   c) Elicoidale con asse parallelo a ***B***. V
   d) Nessuna delle precedenti.

4. Una macchina termica funziona tra due serbatoi alle temperature θ_1 = 400 °C e θ_2 = 900 °C, fornendo una potenza W = 20 *MWatt*, con rendimento pari al 50% di quello di una macchina di Carnot funzionante tra le stesse sorgenti. Supponendo che in 1 ora di funzionamento la macchina compia un numero intero di cicli, calcolare:
   a) i calori scambiati in 1 ora con i due serbatoi;
   b) la variazione d'entropia dell'universo in 1 ora di funzionamento della macchina.

Soluzione:

a) $$\eta = \frac{L}{Q_2} = \left(1 - \frac{Q_1}{Q_2}\right) = 0.5\left(1 - \frac{T_1}{T_2}\right) = 0.21\,; \quad L(1h) = 3600 \times 2 \times 10^7 = 7.2 \times 10^{10}\,J$$

$$Q_2 = \frac{L}{\eta} = 3.42 \times 10^{11}\,J\,; \quad Q_1 = Q_2 - L = 2.7 \times 10^{11}\,J$$

b) $$\Delta S_u = \frac{Q_1}{T_1} - \frac{Q_2}{T_2} = 1.8 \times 10^8\,J/K$$

5. Una nube di carica elettrica, sferica, di raggio a, ha densità di carica $\rho = \rho_0\left(1 - r^2/a^2\right)$ per $0 \le r \le a$
   e $\rho = 0$ per $r > a$.
   Calcolare il campo elettrico in funzione di r,
   a) dentro la nube.
   b) fuori dalla nube.

---

c) Verificare che fuori dalla nube $\vec{\nabla}\cdot\vec{E}=0$.

Soluzione:

$$\vec{E}(r)=E(r)\hat{r}=\frac{E(r)}{r}\vec{r}$$

$$dq(r)=4\pi r^2\rho dr$$

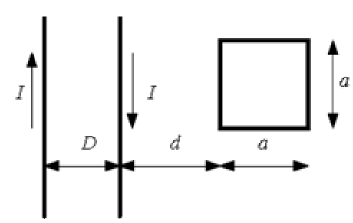
$$q(r)=4\pi\rho_0\int_0^r r^2\left(1-r^2/a^2\right)dr=4\pi\rho_0\left[\frac{r^3}{3}-\frac{r^5}{5a^2}\right]$$

$$4\pi r^2E=\frac{q(r<a)}{\varepsilon_0}\quad\Rightarrow\quad\begin{cases}\vec{E}(r\le a)=\dfrac{\rho_0}{\varepsilon_0}\left[\dfrac{r}{3}-\dfrac{r^3}{5a^2}\right]\hat{r}\\[2ex]\vec{E}(r\ge a)=\dfrac{2}{15}\dfrac{\rho_0}{\varepsilon_0}\dfrac{a^3}{r^2}\hat{r}\end{cases}$$

$$\vec{E}(r)=E(r)\hat{r}=\frac{E(r)}{r}\vec{r}\qquad\begin{cases}\dfrac{E(r\le a)}{r}=\dfrac{\rho_0}{\varepsilon_0}\left[\dfrac{1}{3}-\dfrac{r^2}{5a^2}\right]\\[2ex]\dfrac{E(r\ge a)}{r}=\dfrac{2}{15}\dfrac{\rho_0}{\varepsilon_0}\dfrac{a^3}{r^3}\end{cases}$$

$$\vec{\nabla}\cdot\vec{E}=\vec{\nabla}\left(\frac{E(r)}{r}\right)\cdot\vec{r}+\frac{E(r)}{r}\vec{\nabla}\cdot\vec{r}=\begin{cases}(r\le a)\quad\Rightarrow\quad-\dfrac{\rho_0}{\varepsilon_0}\left[\dfrac{2r^2}{5a^2}\right]+3\dfrac{\rho_0}{\varepsilon_0}\left[\dfrac{1}{3}-\dfrac{r^2}{5a^2}\right]=\dfrac{\rho_0}{\varepsilon_0}\left[1-\dfrac{r^2}{a^2}\right]=\dfrac{\rho}{\varepsilon_0}\\[2ex](r\ge a)\quad\Rightarrow\quad-\dfrac{2}{15}\dfrac{\rho_0}{\varepsilon_0}\dfrac{3a^3}{r^4}r+\dfrac{6}{15}\dfrac{\rho_0}{\varepsilon_0}\dfrac{a^3}{r^3}=0\end{cases}$$

6. Una spira quadrata giace su un piano in prossimità di una linea bifilare rettilinea di grande lunghezza rispetto ai lati della spira. Le dimensioni e le distanze sono quelle rappresentate in figura.
   a) Calcolare la f.e.m. indotta sulla spira quando nei fili circola una corrente variabile nel tempo di intensità $I = I_0 sen(\omega t)$ nel verso indicato.
   b) Calcolare il valore e il verso della corrente che circola nella spira se questa è caratterizzata da una resistenza R.



Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria, II Facoltà - Cesena
Appello straordinario per laureandi - Prova scritta del corso di Fisica Generale L-B
(19 novembre 2009)
Prof. Maurizio Piccinini

$$\left.\begin{aligned}\vec{B}_1(x) &= -\frac{\mu_0}{2\pi}\frac{I}{d+x}\hat{k}\\ \vec{B}_2(x) &= \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{I}{D+d+x}\hat{k}\end{aligned}\right\}\vec{B}(x) = -\frac{\mu_0}{2\pi}\left[\frac{1}{d+x}-\frac{1}{D+d+x}\right]I_0\sin(\omega t)\hat{k}$$

$$d\phi(B) = Badx$$

$$\phi(B) = -\frac{\mu_0 a}{2\pi}I_0\sin(\omega t)\int_0^a\left[\frac{1}{d+x}-\frac{1}{D+d+x}\right]dx = -\frac{\mu_0 a}{2\pi}\ln\frac{(d+a)(D+d)}{d(D+d+a)}I_0\sin(\omega t)$$

$$\varepsilon = -\frac{d\phi(B)}{dt} = \frac{\mu_0 a}{2\pi}a\ln\frac{(d+a)(D+d)}{d(D+d+a)}I_0\omega\cos(\omega t);\qquad i = \frac{\varepsilon}{R}$$