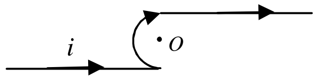
Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria - Cesena
1° Appello estivo - Prova scritta del corso di Fisica Generale B(L-B)
(11 giugno 2013)
Prof. Maurizio Piccinini

---

1. Si consideri un filo conduttore infinito percorso dalla corrente i, di forma sagomata come in figura. Si esprima il campo magnetico nel punto O, centro della semicirconferenza di raggio R. Spiegare.



$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} i \frac{d\vec{l} \wedge \hat{r}}{r^2} = \frac{\mu_0}{4\pi} i \frac{dl}{R^2} \otimes \quad \Rightarrow \quad \vec{B} = \frac{\mu_0}{4} \frac{i}{R} \otimes$ *Il contributo dei due tratti rettilinei si elide.*

2. Un sistema termodinamico subisce una trasformazione irreversibile. Di conseguenza la sua entropia: a) aumenta b) diminuisce c) può aumentare o diminuire.

Scegliere la risposta esatta e motivarla.

Risposta c). *L'entropia è una funzione di stato:non dipende dalla trasformazione.*

3. Una stufa elettrica è composta da una resistenza variabile e da un generatore che fornisce una forza elettromotrice costante. Per scaldare maggiormente l'ambiente occorre aumentare o diminuire la resistenza? Motivare la risposta.

$w = Ri^2 = V^2/R$ *Diminuire poichè V è costante.*

4. Sia dato il seguente campo elettrico: $\vec{E} = (2ax + by)\hat{\imath} + (bx + cz)\hat{\jmath} + cy\hat{k}$ *V/m*, con a, b e c costanti. Calcolare:
   a. La carica contenuta in un cubo di lato 2 *m*, con spigolo nell'origine e facce parallele ai piani cartesiani.

$$\vec{E} = (2ax + by)\hat{\imath} + (bx + cz)\hat{\jmath} + cy\hat{k}$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \vec{\nabla} \cdot \left[(2ax + by)\hat{\imath} + (bx + cz)\hat{\jmath} + cy\hat{k} \right] = 2a = \rho/\varepsilon_0 \quad \Rightarrow \quad \rho = 2\varepsilon_0 a$$

$$Q = \int_0^2 \int_0^2 \int_0^2 \rho d\mathrm{V} = 16\varepsilon_0 a$$

   b. La differenza di potenziale tra l'origine delle coordinate e il punto $P(2,2,2)$

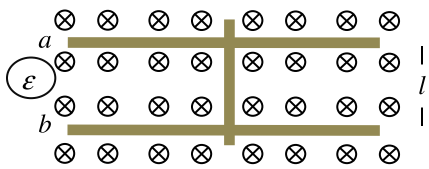
$$\vec{E} = (2ax + by)\hat{\imath} + (bx + cz)\hat{\jmath} + cy\hat{k}$$

$$V(O) - V(P) = \int_O^P \vec{E} \cdot d\vec{r} = \int_{0,0,0}^{2,0,0} E_x dx + \int_{2,0,0}^{2,2,0} E_y dy + \int_{2,2,0}^{2,2,2} E_z dz = \int_{0,0,0}^{2,0,0} (2ax) dx + \int_{2,0,0}^{2,2,0} (2b) dy + \int_{2,2,0}^{2,2,2} (2c) dz$$

$$V(O) - V(P) = 4(a + b + c)$$

   c. Quali sono le unità di misura di a, b e c? *V/m²*, *oppure N/(Cm)*

5. Nella figura, la barretta ha massa m e resistenza elettrica R. I binari orizzontali distano l fra di loro, sono privi di attrito e hanno resistenza trascurabile. Agli estremi a e b è applicata una forza elettromotrice costante ε la quale genera una corrente che circola in verso orario. La barretta, inizialmente ferma, all'istante $t = 0$ viene lasciata libera di muoversi.



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

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

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

---

a. Ricavare l'espressione della forza che agisce sulla barretta, in funzione della sua velocità.

$$\left.\begin{aligned} &\vec{F} = IlB\hat{i} = \frac{\varepsilon_T}{R} lB\hat{i} \\ &\varepsilon_T = \varepsilon + \varepsilon_{ind} = \varepsilon - \frac{d\phi(B)}{dt} \\ &\phi(B) = lxB \end{aligned}\right\} \vec{F} = \frac{lB}{R}\left[\varepsilon - lvB\right]\hat{i}$$

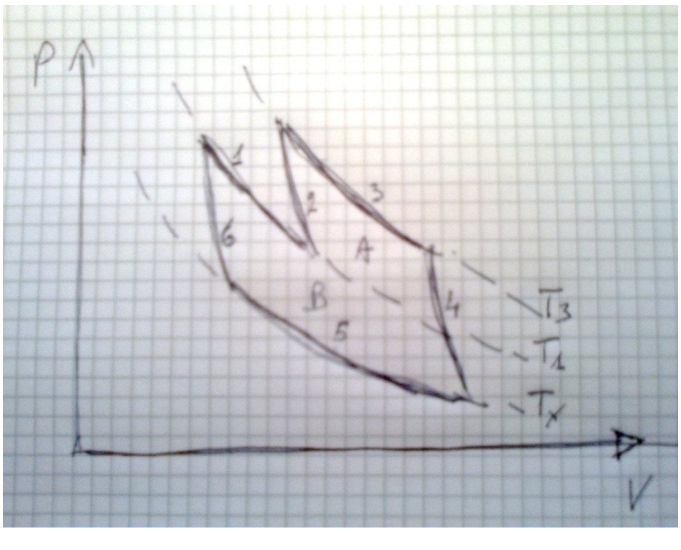
b. Ricavare la velocità della barretta in funzione del tempo.

$$\vec{F} = \frac{lB}{R}\left[\varepsilon - lvB\right]\hat{i} = m\dot{v}\hat{i} \quad \Rightarrow \quad \left(\frac{\varepsilon}{lB} - v\right)dt - \frac{mR}{l^2B^2}dv = 0 \quad \Rightarrow \quad v(t) = \frac{\varepsilon}{lB}(1 - e^{-\frac{l^2B^2}{mR}t})$$

c. Ricavare la corrente nel circuito dopo un tempo molto lungo.

$$\left.\begin{aligned} &I(\infty) = \frac{\varepsilon - lBv(\infty)}{R} \\ &v(\infty) = \frac{\varepsilon}{lB} \end{aligned}\right\} I(\infty) = 0$$

6. Un sistema termodinamico compie un ciclo composto da sei trasformazioni quasi statiche, durante il quale il lavoro complessivo compiuto dal sistema vale L = 100 J. Nella prima trasformazione il sistema assorbe il calore Q_1 = 300 J da un termostato alla temperatura T_1 = 300 K; nella terza trasformazione il sistema assorbe il calore Q_3 = 200 J da una sorgente alla temperatura T_3 = 400 K e nella quinta trasformazione scambia il calore Q_5 alla temperatura T_5. La seconda, quarta e sesta trasformazione sono adiabatiche che collegano le altre trasformazioni.
   a. Di quanto varia l'entropia nell'intero ciclo? $\Delta S = 0$
   b. Rappresentare il ciclo nel piano pV nel caso di un gas perfetto.



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. Se il ciclo è reversibile, quanto valgono la temperatura T_5 e il calore scambiato Q_5?

$$\left.\begin{array}{l} \dfrac{Q_1}{T_1}+\dfrac{Q_3}{T_3}+\dfrac{Q_5}{T_5}=0 \\ Q=Q_1+Q_3+Q_5=L \end{array}\right\} \left\{\begin{array}{l} Q_5=L-Q_1-Q_3=100-500 \qquad Q_5=-400J \quad \textit{ceduto} \\ T_5=-T_1T_3\dfrac{Q_5}{T_3Q_1+T_1Q_3}=2\dfrac{400}{3} \qquad T_5=267K \end{array}\right.$$

d. Confrontare il rendimento di una macchina che funziona con questo ciclo, con quello di una macchina di Carnot che funziona tra le due temperature massima e minima dello stesso ciclo.

$$\eta=\frac{L}{Q_1+Q_3}=1-\frac{Q_5}{Q_1+Q_3}=1-\frac{(Q_1+Q_{1'})\dfrac{T_5}{T_1}}{\left(Q_1\dfrac{T_1}{T_3}+Q_{1'}\right)\dfrac{T_3}{T_1}}=1-\frac{(Q_1+Q_{1'})}{\left(Q_1\dfrac{T_1}{T_3}+Q_{1'}\right)}\frac{T_5}{T_3}$$

$$\frac{T_1}{T_3}<1 \quad\Rightarrow\quad \frac{(Q_1+Q_{1'})}{\left(Q_1\dfrac{T_1}{T_3}+Q_{1'}\right)}>1 \quad\Rightarrow\quad \eta<1-\frac{T_5}{T_3}=\eta_C$$