

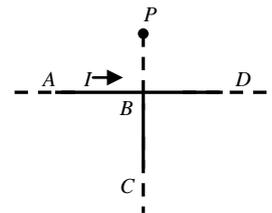
Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria - Cesena
3° Appello invernale - Prova scritta del corso di Fisica Generale B(L-B)
(18 febbraio 2013)
Prof. Maurizio Piccinini

1. Un filo conduttore di resistenza $R = 6\Omega$ viene fuso per modellarne un'altro di lunghezza tripla rispetto al precedente. Se la densità e la resistività del filo non cambiano, quanto vale la resistenza R_1 del nuovo conduttore?

- a) 2Ω b) 6Ω c) 18Ω d) 36Ω e) 54Ω f) 72Ω .

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad V = lS = l_1 S_1 = 3l S_1 \Rightarrow S_1 = \frac{S}{3} \quad R_1 = \rho \frac{l_1}{S_1} = \rho \frac{3l}{S/3} = 9R = 54\Omega$$

2. Un conduttore ABC infinitamente lungo piegato ad angolo retto è percorso dalla corrente I . Nel punto B si connette poi un secondo conduttore rettilineo infinito BD , tale che la corrente si divide in parti uguali nei due rami BC e BD . Qual è la relazione tra il campo magnetico prodotto nel punto P dal solo conduttore ABC e dall'insieme dei due conduttori? *Suggerimento: si rifletta attentamente sulla prima legge elementare di Laplace e sulla simmetria del sistema.*



$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{d\vec{l} \wedge \hat{r}}{r^2} = Id\vec{f} \quad \begin{cases} d\vec{f} \perp d\vec{l} \\ d\vec{f} \perp \vec{r} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \vec{B} = I\vec{f} \text{ perpendicolare alla pagina} \\ \vec{B}_{BC}(P) = \vec{0} \end{cases}$$

$$B_1(P) = B_{AB}(P) = If_{AB}$$

$$B_2(P) = B_{AB}(P) + B_{BD}(P) = If_{AB} + \frac{I}{2} f_{BD} = If_{AB} + \frac{I}{2} f_{AB} = \frac{3}{2} If_{AB} \Rightarrow \frac{B_2(P)}{B_1(P)} = \frac{3}{2}$$

3. Il lavoro irreversibile che compie un gas che si espande cambiando il volume del suo contenitore da un valore iniziale a uno finale:

- È dato dall'area sotto la curva che rappresenta la trasformazione nel piano pV .
- Si ottiene calcolando l'integrale irreversibile di pdV fra i due volumi dati.
- È dato dal prodotto $p(V_2 - V_1)$, dove p è la pressione esterna al sistema.
- È dato dall'integrale di pdV considerando le differenti pressioni nei vari punti del gas.
- Le affermazioni precedenti sono tutte sbagliate.

4. Tre cariche, una positiva $+q$ e due uguali negative $-Q$ sono disposte su una linea retta.

- Quale deve essere la disposizione delle cariche e quanto deve valere q in rapporto a Q affinché il sistema sia in equilibrio?

q deve essere in centro rispetto alle altre due.

$$\frac{Qq}{r^2} = \frac{Q^2}{4r^2} \Rightarrow q = \frac{Q}{4} \text{ indipendentemente dalla distanza tra le cariche.}$$

- Si supponga di spostare una qualsiasi delle cariche lungo la direzione congiungente, tenendo le altre due fisse. Esprimere allora l'energia potenziale della carica che si sposta in funzione della sua posizione sulla retta. Si prenda come origine la posizione della carica centrale all'equilibrio e si escludano spostamenti della carica mobile che scavalchino le altre.

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

$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{Nm}^2)$, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ (Tm)/A}$.

Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria - Cesena
3° Appello invernale - Prova scritta del corso di Fisica Generale B(L-B)
(18 febbraio 2013)
Prof. Maurizio Piccinini

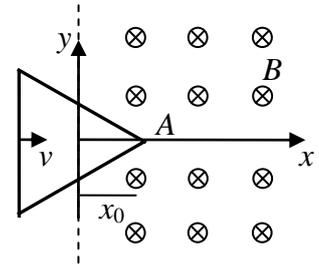
$$U(q) = qV$$

$$U(q) = q \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{-Q}{d-x} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{-Q}{d+x} \right) = -\frac{qQ}{2\pi\epsilon_0} \frac{d}{d^2-x^2} = -\frac{Q^2}{8\pi\epsilon_0} \frac{d}{d^2-x^2}$$

$$\left. \begin{aligned} U(Q_d) &= -Q \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{x} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{-Q}{d+x} \right) = \frac{Q^2}{16\pi\epsilon_0} \frac{3x-d}{x(d+x)} & x > 0 \\ U(Q_s) &= -Q \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{-x} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{-Q}{d-x} \right) = \frac{Q^2}{16\pi\epsilon_0} \frac{3x+d}{x(d-x)} & x < 0 \end{aligned} \right\} U(Q) = \frac{Q^2}{16\pi\epsilon_0} \frac{3|x|-d}{|x|(d+|x|)}$$

5. Una spira a forma di triangolo equilatero di lato l è trascinata all'interno di un campo magnetico B costante e uniforme, come rappresentato in figura. Da quando il vertice A della spira si trova nel punto di coordinata x_0 , si vuole modulare la velocità in modo che la forza elettromotrice indotta sia costante.

- Descrivere il verso della corrente indotta. *Antiorario*
- Ricavare la posizione, velocità e accelerazione del vertice A in funzione del tempo.



$$\left. \begin{aligned} \phi(t) &= \frac{xy}{2} B \\ \varepsilon &= -\frac{d\phi}{dt} \\ y &= \frac{l}{h} x \\ h &= \frac{\sqrt{3}}{2} l \end{aligned} \right\} \phi(t) = \frac{1}{\sqrt{3}} Bx^2(t)$$

$$d\phi = \varepsilon dt = \frac{2}{\sqrt{3}} Bx dx \Rightarrow x dx = k dt \quad k = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{\varepsilon}{B}$$

$$\int_{x_0}^{x(t)} x dx = kt \Rightarrow x^2(t) - x_0^2 = 2kt \Rightarrow \left\{ \begin{aligned} x(t) &= \sqrt{2kt + x_0^2} = \sqrt{\sqrt{3} \frac{\varepsilon}{B} t + x_0^2} \\ v(t) &= \frac{k}{\sqrt{2kt + x_0^2}} = \frac{\sqrt{3}\varepsilon}{2B\sqrt{\sqrt{3} \frac{\varepsilon}{B} t + x_0^2}} \\ a(t) &= -\frac{k^2}{(\sqrt{2kt + x_0^2})^3} = -\frac{3\varepsilon^2}{4B^2 \left(\sqrt{\sqrt{3} \frac{\varepsilon}{B} t + x_0^2} \right)^3} \end{aligned} \right.$$

- Esprimere la relazione tra la velocità e la forza elettromotrice quando il vertice A si trova nel punto x_0 . Commentare questa relazione.

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

$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{Nm}^2)$, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ (Tm)/A}$.

Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria - Cesena
3° Appello invernale - Prova scritta del corso di Fisica Generale B(L-B)
(18 febbraio 2013)
Prof. Maurizio Piccinini

$$v(t) = \frac{\sqrt{3}\varepsilon}{2B\sqrt{\sqrt{3}\frac{\varepsilon}{B}t + x_0^2}} \Rightarrow v_0 = \frac{\sqrt{3}\varepsilon}{2Bx_0} \xrightarrow{x_0 \rightarrow 0} \infty$$

Non è possibile ottenere il risultato voluto (fem costante) dall'istante di introduzione della spira: la velocità iniziale dovrebbe essere infinita.

6. Un recipiente di volume $V = 2 \text{ l}$ contiene un gas alla pressione $p = 1 \text{ atm}$ e alla temperatura di 0°C , il cui calore molare a pressione costante dipende dalla temperatura secondo la formula $c_p = 7,15 + 3,32 \times 10^{-3} T \text{ cal/molK}$. Si riscalda il gas fino a 100°C mantenendo la pressione costante. Assumendo che il gas soddisfi l'equazione di stato dei gas perfetti, calcolare:

a. Il calore assorbito durante il processo.

$$\left. \begin{aligned} c_p &= \frac{1}{n} \frac{\delta Q}{dT} \Rightarrow \delta Q = n c_p dT \quad Q = n \int_{T_i}^{T_f} c_p dT \\ n &= \frac{pV}{RT_i} = 8,93 \times 10^{-2} \end{aligned} \right\} Q = \frac{101,325 \times 2 \times 10^{-3}}{8,31 \times 273,15} \int_{273,15}^{373,15} (7,15 + 3,32 \times 10^{-3} T) dT$$

$$Q = 8,93 \times 10^{-2} \left(715 + 3,32 \times 10^{-3} \frac{373,15^2 - 273,15^2}{2} \right) = 74,43 \text{ cal} = 307,10 \text{ J}$$

b. Il lavoro compiuto dal sistema.

$$\left. \begin{aligned} L &= p(V_f - V) \\ pV_f &= nRT_f \\ pV &= nRT_i \end{aligned} \right\} V_f = \frac{T_f}{T_i} V \left\} L = pV \left(\frac{T_f}{T_i} - 1 \right) = 101,325 \times 2 \times 10^{-3} \left(\frac{373,15}{273,15} - 1 \right) = 74,19 \text{ J}$$

c. Le variazioni di energia interna, di entalpia e di entropia.

$$\Delta U = Q - L = 232,91 \text{ J}$$

$$\Delta S = \int_{T_i}^{T_f} \frac{\delta Q}{T} = \int_{T_i}^{T_f} \frac{n c_p dT}{T} = n \int_{T_i}^{T_f} (7,15 + 3,32 \times 10^{-3} T) \frac{dT}{T} = n \left[7,15 \ln \frac{T_f}{T_i} + 3,32 \times 10^{-3} (T_f - T_i) \right]$$

$$\Delta S = 0,2288 \text{ cal/K} = 0,9568 \text{ J/K}$$

$$H = U + pV \Rightarrow \Delta H = \Delta U + p\Delta V = Q = 74,43 \text{ cal} = 307,10 \text{ J}$$

Costante universale dei gas: $R = 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 1,987 \text{ cal K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, $1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$

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