

Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria, II Facoltà - Cesena
2° Appello estivo - Prova scritta Fisica Generale B(L-B)
(09 luglio 2012)
Prof. Maurizio Piccinini

1. Si vuole aumentare l'efficienza di una macchina di Carnot cambiando di una quantità data la temperatura di uno dei due serbatoi. Conviene variare la temperatura del serbatoio caldo o quella del serbatoio freddo? La temperatura va aumentata o diminuita?

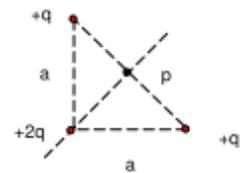
$$\eta = 1 - T_f/T_c \quad \left. \begin{array}{l} \eta_f = 1 - (T_f - \Delta T)/T_c \\ \eta_c = 1 - T_f/(T_c + \Delta T) \end{array} \right\} \begin{array}{l} T_c \eta_f = T_c - T_f + \Delta T \\ \eta_c (T_c + \Delta T) = T_c + \Delta T - T_f \end{array} \left. \right\} T_c (\eta_f - \eta_c) = \eta_c \Delta T > 0 \Rightarrow \eta_f > \eta_c$$

Oppure:

$$\eta = 1 - T_f/T_c \quad \left. \begin{array}{l} d\eta_f = -dT_f/T_c \\ d\eta_c = (T_f/T_c^2)dT_c \\ dT_c = -dT_f = dT \end{array} \right\} \frac{d\eta_f}{d\eta_c} = \frac{1/T_c}{T_f/T_c^2} = T_c/T_f > 1$$

2. Calcolare l'intensità del campo elettrico nel punto P in figura, conoscendo q , ed a .

$$\vec{E} = \vec{E}(2q) = \frac{2q}{4\pi\epsilon_0 d^2} \hat{d} \quad d^2 = \frac{1}{4}(2a^2) = \frac{1}{2}a^2 \Rightarrow \vec{E} = \frac{q}{\pi\epsilon_0 a^2} \hat{d}$$



3. L'espressione finale di un calcolo è $\left[(9 \times 10^9 \text{ Nm}^2) / \text{C}^2 \right] \left[(360 \times 10^{-6} \text{ C}) / (5.0 \text{ m}) \right]$. Qual è l'unità di misura corretta del risultato?:
 a) Ampere; b) Joule; c) Volt; d) Watt; e) Ohm; f) altro (precisare).
4. Una distribuzione elettrostatica di cariche genera nello spazio un potenziale dato dalle espressioni seguenti:

$$V(\vec{r}) = \begin{cases} Kr/a^2 & 0 \leq r \leq a \\ K/a & a \leq r \end{cases} \text{ . Calcolare:}$$

- a. Il campo elettrico corrispondente a questo potenziale.

$$\vec{E} = -\vec{\nabla}V \Rightarrow \begin{cases} \vec{E} = -\frac{K}{a^2} \hat{r} & 0 \leq r \leq a \\ \vec{E} = \vec{0} & a < r \end{cases}$$

- b. La carica totale e la distribuzione di carica che lo genera.

$$r = a \quad \phi(\vec{E}) = \frac{Q}{\epsilon_0} \Rightarrow -4\pi a^2 \frac{K}{a^2} = \frac{Q}{\epsilon_0} \Rightarrow Q = -4\pi K \epsilon_0$$

$$0 \leq r \leq a \quad \phi(\vec{E}) = \frac{q}{\epsilon_0} \Rightarrow -4\pi r^2 \frac{K}{a^2} = \frac{4\pi}{\epsilon_0} \int_0^r \rho(r) r^2 dr \Rightarrow \rho(r) = -2 \frac{K \epsilon_0}{a^2 r} = -\frac{Q}{2\pi a^2 r}$$

$$r > a \quad \phi(\vec{E}) = 0 \Rightarrow Q_{>a} = 0$$

- c. Argomentare sull'esistenza di un conduttore in quello spazio.

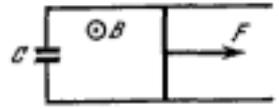
Visto che per $r > a$ il campo elettrico è nullo, allora all'interno di un qualsiasi volume sferico di raggio $r > a$ la carica totale deve essere nulla. Ciò è possibile se lo spazio corrispondente a $r > a$ è riempito da un conduttore sulla cui superficie interna (sferica di raggio a) è indotta una carica $-Q$.

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

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N} \cdot \text{m}^2} \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{T} \cdot \text{m}}{\text{A}}$$

Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria, II Facoltà - Cesena
2° Appello estivo - Prova scritta Fisica Generale B(L-B)
(09 luglio 2012)
Prof. Maurizio Piccinini

5. Due guide metalliche parallele sono collegate fra di loro da un condensatore di capacità C . Il circuito è chiuso da un'asticella metallica di massa m e lunghezza l che può scorrere sulle due guide senza attrito. Il tutto è immerso in un campo magnetico B uniforme, costante, perpendicolare al piano del circuito. All'asticella, inizialmente immobile, è applicata una forza F costante come indicato in figura. La resistenza elettrica del sistema è trascurabile.



- a. Trovare l'accelerazione del conduttore mobile in funzione delle grandezze date.

$$\left. \begin{array}{l} \mathcal{E} = vBl \\ q = \mathcal{E}C \\ F_i = iBl \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} q = vBlC \Rightarrow i = aBlC \\ F_i = aB^2l^2C \end{array} \right\} F - F_i = F - aB^2l^2C = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m + B^2l^2C}$$

- b. Calcolare il lavoro fatto dalla forza F quando trascina l'asticella, in funzione della velocità della stessa e della carica accumulata nel condensatore.

$$(F - F_i)x = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow Fx = \frac{1}{2}mv^2 + aB^2l^2Cx = \frac{1}{2}mv^2 + a \frac{q^2}{v^2C} x = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{q^2}{at^2C} x = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{q^2}{2C}$$

6. Un oggetto di rame di massa $m_{Cu} = 75 \text{ g}$ viene tolto da un forno e messo in un recipiente di vetro di massa $m_{vet} = 300 \text{ g}$, contenente 200 g di acqua alla temperatura di $25 \text{ }^\circ\text{C}$. Dopo alcuni istanti la temperatura si stabilizza a $40 \text{ }^\circ\text{C}$. Dati i calori specifici $c_{Cu} = 0,09 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$, $c_{vet} = 0,12 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ e $c_{H_2O} = 1,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$, e assumendo che non vi sia dispersione di calore nell'ambiente:

- a. Calcolare la temperatura del forno.

$$\left. \begin{array}{l} c = \frac{1}{m} \frac{\delta Q}{\delta T} \Rightarrow \delta Q = cm\delta T \\ \delta Q_{Cu} + \delta Q_{H_2O} + \delta Q_{vet} = 0 \end{array} \right\}$$

$$(40 - x)c_{Cu}m_{Cu} + 15c_{H_2O}m_{H_2O} + 15c_{vet}m_{vet} = 0 \Rightarrow x = \frac{15(c_{H_2O}m_{H_2O} + c_{vet}m_{vet})}{c_{Cu}m_{Cu}} + 40$$

$$x = \frac{15(200 + 0,12 \times 300)}{0,09 \times 75} + 40 = 564,44 \text{ }^\circ\text{C}$$

- b. Calcolare la variazione di entropia dell'universo in seguito al processo.

$$\left. \begin{array}{l} dS = \frac{\delta Q}{T} \\ \delta Q = cm\delta T \end{array} \right\} dS = dS_{Cu} + dS_{H_2O} + dS_{vet}$$

$$\Delta S = \sum_i c_i m_i \int_{T_{in}}^{T_{fin}} \frac{\delta T}{T} = c_{Cu}m_{Cu} \ln \frac{T}{x} + c_{H_2O}m_{H_2O} \ln \frac{T}{T_{H_2O}} + c_{vet}m_{vet} \ln \frac{T}{T_{vet}}$$

$$\Delta S = 0,09 \times 75 \ln \frac{313,15}{837,59} + 200 \ln \frac{313,15}{298,15} + 0,12 \times 300 \ln \frac{313,15}{298,15} = 4,94 \text{ cal/K} = 20,67 \text{ J/K}$$

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

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N} \cdot \text{m}^2} \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{T} \cdot \text{m}}{\text{A}}$$