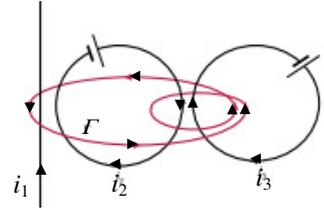


Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria - Cesena
2° Appello invernale - Prova scritta del corso di Fisica Generale B (L-B)
(27 gennaio 2014)
Prof. Maurizio Piccinini

1. Si consideri il sistema di circuiti, percorsi dalle correnti stazionarie i_1 , i_2 e i_3 , ed il cammino Γ raffigurati. Quanto vale la circuitazione del campo magnetico lungo Γ ?



$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 (i_1 - i_2 + 2i_3)$$

2. Si consideri un volume di spazio delimitato da una superficie chiusa di forma arbitraria. Al suo interno si trova una distribuzione di carica Q , e anche all'esterno una carica uguale Q . Entrambe le cariche sono distribuite nello spazio in modo arbitrario. Dire quale delle affermazioni seguenti è corretta motivando la risposta:
- Il flusso del campo elettrico attraverso la superficie dipende dall'estensione della superficie.
 - Il flusso del campo elettrico attraverso la superficie è nullo in virtù della legge di Gauss.
 - Il campo elettrico sulla superficie non dipende dalla carica esterna ma solo da quella interna.
 - Il campo elettrico sulla superficie è proporzionale alla carica all'interno del volume.
 - Tutte le affermazioni sono sbagliate.

Sono tutte false.

3. Due stati qualsiasi di un sistema termodinamico possono sempre essere collegati da almeno una trasformazione adiabatica. Dire se quest'affermazione è vera e commentare.

L'affermazione è verificata sperimentalmente. Se le trasformazioni adiabatiche sono più di una, il lavoro adiabatico corrispondente non dipende dalla trasformazione. Si può scrivere quindi $L = \Delta U$, dove U è una funzione di stato del sistema che chiamiamo energia interna.

4. Un elettrone entra con velocità $v = 10^7$ m/s tra le armature di un condensatore carico a facce piane parallele, distanti $d = 4$ cm tra loro e con una differenza di potenziale $\Delta V = 100$ V. L'elettrone entra esattamente equidistante tra le lamine e con velocità parallela alle stesse. Trascurando gli effetti di bordo e ricordando che la carica dell'elettrone vale $q = 1.6 \times 10^{-19}$ C e la sua massa è $m = 9.1 \times 10^{-31}$ kg, calcolare:
- Il punto nel quale l'elettrone impatterà su una delle lamine (quale?).



$$q\vec{E} = q \frac{\Delta V}{d} \hat{i} = m\vec{a} \Rightarrow \begin{cases} a_x = 0 \Rightarrow \begin{cases} v_x = v \\ x = vt \end{cases} \\ a_y = \frac{q\Delta V}{md} \Rightarrow \begin{cases} v_y = \frac{q\Delta V}{md} t \\ y = \frac{q\Delta V}{2md} t^2 \end{cases} \end{cases} \Rightarrow x^2 = v^2 \frac{2md}{q\Delta V} y$$

$$x\left(\frac{d}{2}\right) = vd \sqrt{\frac{m}{q\Delta V}} = 9,54 \text{ cm}$$

- Il minimo campo magnetico B che va applicato per mantenere l'elettrone sulla sua traiettoria rettilinea d'ingresso. Precisare modulo direzione e verso di B e spiegare perché è minimo.

Campo perpendicolare al foglio e diretto verso l'interno. Minimo perché va bene anche un campo con una componente B_x non nulla.

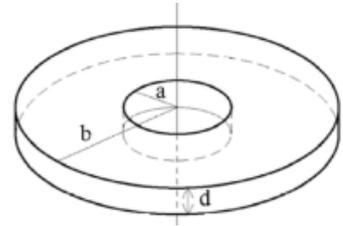
Costante universale dei gas: $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 1.987 \text{ cal K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, $1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$

$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{Nm}^2)$, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ (Tm)/A}$.

Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria - Cesena
2° Appello invernale - Prova scritta del corso di Fisica Generale B (L-B)
(27 gennaio 2014)
Prof. Maurizio Piccinini

$$qE = qvB \Rightarrow B = \frac{\Delta V}{vd} = 2,5 \times 10^{-4} T$$

5. Un conduttore di resistività uniforme ρ ha la forma rappresentata in figura. Il raggio della circonferenza esterna è b , quello dell'interna a e l'altezza d . Fra il bordo interno e quello esterno si collega un generatore di forza elettromotrice ε di modo che nel disco circolano una corrente elettrica dall'interno verso l'esterno, distribuita simmetricamente. Calcolare:



a. La relazione tra corrente e densità di corrente nel conduttore.

$$i = \int_{S_r} \vec{j}_r \cdot d\vec{S} = j_r \int_{S_r} dS = j(r) 2\pi r d \Rightarrow j(r) = \frac{i}{2\pi r d}$$

b. La resistenza del conduttore e le espressioni della corrente e della densità di corrente.

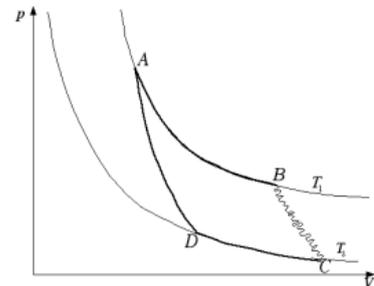
$$dR = \rho \frac{dr}{2\pi r d} \Rightarrow R = \frac{\rho}{2\pi d} \int_a^b \frac{dr}{r} = \frac{\rho}{2\pi d} \ln \frac{b}{a} \left\{ \begin{array}{l} i = \frac{2\pi d \varepsilon}{\rho \ln(b/a)} \\ \vec{j}(r) = \frac{\varepsilon}{\rho \ln(b/a)} \frac{\hat{r}}{r} \end{array} \right.$$

$$\varepsilon = Ri$$

c. Il campo elettrico all'interno del conduttore.

$$\vec{E}(r) \cdot dr = dV = dRi = \rho \frac{dr}{2\pi r d} 2\pi r d j \Rightarrow \vec{E}(r) = \rho \vec{j} = \frac{\varepsilon}{\ln(b/a)} \frac{\hat{r}}{r}$$

6. Un motore a gas perfetto opera tra due sorgenti di calore a temperatura $T_1 = 500 K$ e $T_2 = 200 K$ seguendo un ciclo dalle seguenti caratteristiche (vedi figura): AB - isoterma reversibile a temperatura T_1 ; BC - adiabatica irreversibile; CD - isoterma reversibile a temperatura T_2 ; DA - adiabatica reversibile.



Se $V_B = 2 V_A$ e $V_C = 2.3 V_D$, calcolare:

a. Le espressioni del calore scambiato nelle due isoterme.

$$\Delta U_{AB} = \Delta U_{CD} = 0 \Rightarrow \delta Q = \delta L = p dV = nRT \frac{dV}{V} \left\{ \begin{array}{l} Q_{AB} = nRT_1 \ln \frac{V_B}{V_A} \\ Q_{CD} = nRT_2 \ln \frac{V_D}{V_C} \end{array} \right.$$

b. il rendimento del motore e quello di una macchina di Carnot operante tra le stesse sorgenti. Commentare il risultato.

$$\eta = 1 - \frac{|Q_{CD}|}{|Q_{AB}|} = 1 - \frac{T_2 \left| \ln(V_D/V_C) \right|}{T_1 \left| \ln(V_B/V_A) \right|} = 1 - \frac{2 \ln 2.3}{5 \ln 2} = 0.52$$

$$\eta_C = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{2}{5} = 0.60$$

A parità di temperature dei termostati il rendimento della macchina di Carnot è il massimo ipotizzabile

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
2° Appello invernale - Prova scritta del corso di Fisica Generale B (L-B)
(27 gennaio 2014)
Prof. Maurizio Piccinini

c. La variazione di entropia in ciascuna delle quattro trasformazioni per una mole di gas perfetto.

$$\Delta S_{AB} = \frac{1}{T_1} \int_A^B p dV = R \int_A^B \frac{dV}{V} = R \ln 2 = 5,76 J/K$$

$$\Delta S_{CD} = R \int_C^D \frac{dV}{V} = -R \ln 2,3 = -6,92 J/K$$

$$\Delta S_{DA} = 0$$

$$\Delta S_{BC} = \Delta S_{tot} - \Delta S_{AB} - \Delta S_{CD} = 0 - 5,76 + 6,92 = 1,16 J/K$$

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

$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} C^2/(Nm^2)$, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} (Tm)/A$.