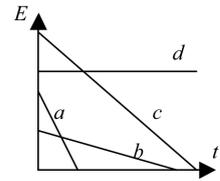


**Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria - Cesena**  
**2° Appello invernale - Prova scritta del corso di Fisica Generale B (L-B)**  
**(02 febbraio 2016)**

1. (4) Un condensatore a facce piane e parallele circolari viene scaricato in quattro modi diversi, in tal modo che l'intensità del campo elettrico al suo interno varia nel tempo con i quattro regimi lineari rappresentati in figura. Ordinare le curve secondo i valori decrescenti di intensità del campo magnetico indotto ai bordi del condensatore. Motivare.



*a, c, b, d.*

2. (5) Un conduttore cilindrico, cavo, di lunghezza infinita, di raggio  $R$  e spessore trascurabile, è percorso da una corrente uniforme diretta longitudinalmente. Descrivere il campo magnetico all'interno del cilindro, argomentando su ciascuna delle componenti in coordinate cilindriche di tale campo (componenti radiale, longitudinale e tangente).

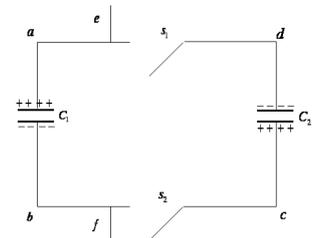
*Non può avere componente radiale: si violerebbe la legge di Gauss. Non può avere componente longitudinale: non è consentito dalla prima legge elementare di Laplace. Per motivi di simmetria e per la legge della circuitazione anche la componente tangente è nulla. All'interno del cilindro, quindi, il campo magnetico è nullo.*

3. (4) Si considerino due trasformazioni di uno stesso gas ideale, una adiabatica e un'altra isoterma. Entrambe le trasformazioni partono dallo stesso stato termodinamico, con pressione  $P_1$  e volume  $V_1$ , e si arrestano al raggiungimento di una pressione  $P_2$  uguale per entrambi i processi. Se  $P_2 > P_1$ , alla fine della trasformazione adiabatica:

- il gas sarà più caldo e occuperà un volume minore che nel caso isoterma;
- il gas sarà più freddo e occuperà un volume minore che nel caso isoterma;
- il gas sarà più caldo e occuperà un volume maggiore che nel caso isoterma;
- il gas sarà più freddo e occuperà un volume maggiore che nel caso isoterma.

Dare la risposta giusta e motivare.

4. (6) Nel circuito in figura i due interruttori  $s_1$  ed  $s_2$  sono inizialmente aperti e ai capi dei due condensatori, di capacità  $C_1 = 1.16 \mu F$  e  $C_2 = 3.22 \mu F$ , si misura una differenza di potenziale di valore assoluto  $\Delta V = 96.6 V$ , ma con le polarità opposte. Se gli interruttori vengono chiusi simultaneamente, calcolare all'equilibrio:



- la differenza di potenziale  $\Delta V_{ef}$  tra i punti  $e$  ed  $f$ ;

$$\left. \begin{aligned} Q_1 &= C_1 \Delta V \\ Q_2 &= -C_2 \Delta V \end{aligned} \right\} Q_{tot} = Q_1 + Q_2 = (C_1 - C_2) \Delta V \quad C_{tot} = C_1 + C_2$$

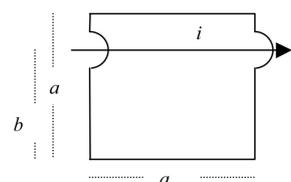
$$\Delta V_{ef} = \frac{Q_{tot}}{C_{tot}} = \frac{C_1 - C_2}{C_1 + C_2} \Delta V = -\frac{2,06}{4,38} \times 96,6 = -45,4 V$$

- le cariche finali  $Q_{C1}$  e  $Q_{C2}$  presenti nei due condensatori.

$$Q_{C1} = C_1 \Delta V_{ef} = -1,16 \mu F \times 45,4 V = -52,7 \mu C$$

$$Q_{C2} = C_2 \Delta V_{ef} = -3,22 \mu F \times 45,4 V = -146,2 \mu C$$

5. (6) Un lungo filo percorso dalla corrente  $i = K_1 t^2 - K_2 t$  ( $K_1 = 4.5 A/s^2$ ,  $K_2 = 10.0 A/s$ , corrente espressa in  $A$ , tempo in  $s$ ), sta sullo stesso piano di una spira quadrata di lato  $a = 16 cm$ , incrociandola senza contatto elettrico parallelamente ad una coppia di lati, alla distanza  $b = 12 cm$  dal lato più lontano (vedi figura). Filo e spira sono fissi



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

$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} C^2/(Nm^2)$ ,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} (Tm)/A$   $e = -1,602 \times 10^{-19} C$   $m_e = 9,11 \times 10^{-31} kg$

**Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria - Cesena**  
**2° Appello invernale - Prova scritta del corso di Fisica Generale B (L-B)**  
**(02 febbraio 2016)**

meccanicamente l'uno rispetto all'altra.

a. Quanto vale la forza elettromotrice indotta nel quadrato al tempo  $t_f = 3.0$  s?

$$\varepsilon = -\frac{d\phi(B)}{dt} = -\frac{d}{dt} \oint \vec{B} \cdot d\vec{S} \quad \text{Asse } x \text{ lungo il filo verso destra, } y \text{ verso l'alto, } z \text{ perpendicolare al foglio:}$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{2\pi y} \hat{k} \quad d\vec{S} = a dy \hat{k} \Rightarrow \phi(B) = \frac{\mu_0 i}{2\pi} a \lim_{r \rightarrow 0} \left( \int_{-b}^{-r} \frac{dy}{y} + \int_r^{a-b} \frac{dy}{y} \right) = \frac{\mu_0 i}{2\pi} a \lim_{r \rightarrow 0} \left( \ln y \Big|_{-b}^{-r} + \ln y \Big|_r^{a-b} \right)$$

$$\phi(B) = \frac{\mu_0}{2\pi} a \ln \frac{a-b}{b} (K_1 t^2 - K_2 t)$$

$$\varepsilon(t_f) = -\frac{\mu_0}{2\pi} a \ln \frac{a-b}{b} (2K_1 t_f - K_2) = -2 \times 10^{-7} \times 0,16 \times \ln \frac{1}{3} (27 - 10) = 5,98 \times 10^{-7} \text{ V}$$

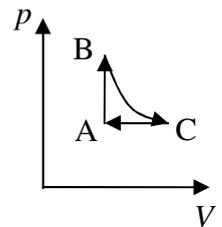
b. Qual è il verso della corrente indotta nella spira?

Il segno positivo di  $\varepsilon$  è coerente con il verso di calcolo del flusso: corrente antioraria.

c. Qualora la spira fosse libera di muoversi, in quale direzione e verso tenderebbe a spostarsi?

Dato il verso della corrente e del campo generato dal filo rettilineo, la spira subisce una forza verso l'alto. Quando il filo taglia a metà la spira la f.e.m. si annulla, in quanto la variazione di flusso è la stessa nelle due metà ma con segno opposto, per cui complessivamente nulla.

6. (5) Una certa quantità di ossigeno compie il ciclo ABC costituito dalle seguenti trasformazioni quasi statiche: AB - isocora; BC - isoterma; CA - isobara. Considerando l'ossigeno come un gas perfetto biatomico e sapendo che:  $p_A = 1 \text{ atm}$ ,  $p_B = 2 \text{ atm}$ ,  $V_A = 2 \text{ l}$  e  $V_C = 4 \text{ l}$ ,



a. tracciare in un diagramma  $p - V$  il grafico del ciclo;

b. calcolare il calore scambiato nelle singole trasformazioni;

$$Q_{AB} = \Delta U_{AB} = n c_V (T_B - T_A) = \frac{c_V}{R} (p_B V_B - p_A V_A) = \frac{5}{2} V_A (p_B - p_A) = \frac{5}{2} \times 0,002 \times 101.325 = 506,63 \text{ J}$$

$$Q_{BC} = L_{BC} = \int_B^C p dV = n R T_{BC} \int_{V_B}^{V_C} \frac{dV}{V} = p_A V_C \ln \frac{V_C}{V_B} = 101.325 \times 0,004 \times \ln 2 = 280,93 \text{ J}$$

$$Q_{CA} = n c_p (T_A - T_C) = \frac{c_p}{R} (p_A V_A - p_C V_C) = \frac{7}{2} p_A (V_A - V_C) = -\frac{7}{2} \times 101.325 \times 0,002 = -709,28 \text{ J}$$

c. calcolare il rendimento di una macchina termica che lavori su questo ciclo. Confrontarlo con il rendimento di una macchina di Carnot che lavori tra le temperature massima e minima di questo ciclo.

$$L_{Tot} = Q_{Tot} = 506,63 + 280,93 - 709,28 = 78,28 \text{ J}$$

$$\eta = \frac{L_{Tot}}{Q_{ass}} = \frac{78,28}{506,63 + 280,93} = 0,099 \approx 10\%$$

$$\eta_C = 1 - \frac{T_f}{T_c} = 1 - \frac{p_A V_A}{p_C V_C} = 1 - \frac{V_A}{V_C} = 50\%$$

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

$\varepsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{Nm}^2)$ ,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ (Tm)/A}$   $e = -1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$   $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$