

Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria - Cesena
2° Appello invernale - Prova scritta del corso di Fisica Generale B (L-B)
(03 febbraio 2015)
Prof. Maurizio Piccinini

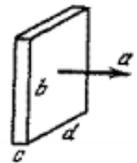
1. (5) una zona di spazio è interessata da un campo elettrico omogeneo e costante e da un campo magnetico anch'esso omogeneo e costante. I due campi sono perpendicolari fra di loro. Una carica immessa in questo spazio si muoverà di moto rettilineo uniforme se la velocità iniziale:
- È parallela al campo magnetico con una qualsiasi intensità.
 - Ha una qualsiasi direzione purché in un piano perpendicolare ad \mathbf{E} e con intensità definita.

$$q\vec{E} + q\vec{v} \wedge \vec{B} = 0 \quad \begin{cases} E_x = E = -(v_y B_x - v_z B) \Rightarrow v_z = E/B & v_y = \text{qualsiasi} \\ E_y = 0 = -(v_z B_x - v_x B_x) \Rightarrow v_x = \text{qualsiasi} \\ E_z = 0 = -(v_x B - v_y B_x) \Rightarrow v_x = 0 & v_y = \text{qualsiasi} \end{cases}$$

È l'unico modo nel quale la forza magnetica, perpendicolare a \mathbf{v} e a \mathbf{B} , quindi parallela ad \mathbf{E} , può compensare la forza elettrica. Non deve però essere parallela a \mathbf{B} .

- È parallela al campo elettrico con intensità $v = E/B$.
- Ha una qualsiasi direzione purché in un piano perpendicolare a \mathbf{B} e con intensità definita.
Motivare la risposta.

2. (4) Si consideri un parallelepipedo metallico di lati d , b e c , con il lato c molto minore degli altri due (vedi figura). Il conduttore si muove con accelerazione a parallelamente al lato minore c . Esprimere il campo elettrostatico che nasce all'interno del metallo a causa del moto accelerato, e la densità di carica superficiale nelle pareti del parallelepipedo.



$$eE = ma \Rightarrow E = (m/e)a \quad \sigma = \epsilon_0 E = \epsilon_0 (m/e)a$$

3. (4) Due quantità uguali di uno stesso gas rarefatto vengono compresse dallo stesso volume iniziale allo stesso volume finale. Il primo è racchiuso in un contenitore isolato termicamente dall'esterno, il secondo invece è a contatto termico con un termostato a temperatura fissa. In quale dei due casi la pressione finale è maggiore? Spiegare il motivo.

Nella compressione adiabatica. Infatti in questa il lavoro ricevuto serve tutto ad aumentare l'energia interna, mentre nella compressione isoterma il lavoro ricevuto diventa calore ceduto.

In formule, per il gas perfetto

$$1. \quad p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma \quad p_2^{ad} = p_1 (V_1/V_2)^\gamma \quad 2. \quad p_1 V_1 = p_2 V_2 \quad p_2^{isot} = p_1 (V_1/V_2) \Rightarrow p_2^{ad} > p_2^{isot}$$

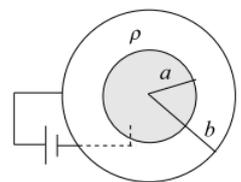
4. (5) Tra due elettrodi sferici concentrici (di raggi a e b come in figura) scorre una corrente stazionaria I in un mezzo di resistività elettrica ρ . Trovare:

- L'espressione della densità di corrente nel mezzo.

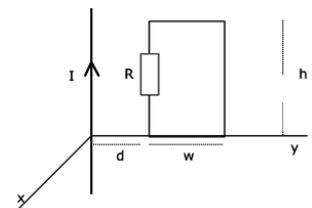
$$I = \int_S \hat{j}(r) \cdot dS = 4\pi r^2 j(r) \Rightarrow \vec{j}(r) = \frac{I}{4\pi r^2} \hat{r}$$

- La resistenza elettrica del mezzo.

$$V_a - V_b = \int_a^b \vec{E} \cdot dP \quad \left\{ \begin{aligned} \Delta V &= \frac{\rho I}{4\pi} \int_a^b \frac{dr}{r^2} = \frac{\rho I}{4\pi} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right) \\ \vec{E} &= \rho \vec{j} \end{aligned} \right. \quad R = \frac{\Delta V}{I} = \frac{\rho}{4\pi} \frac{b-a}{ab}$$



5. (6) Una spira conduttrice di resistenza R è posta vicino a un filo rettilineo nel quale circola una corrente $I(t) = I_0 \cos(\omega t)$ che quando $t = 0$ è rivolta verso l'alto (vedi figura). La spira è allontanata dalla posizione



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)
(03 febbraio 2015)
Prof. Maurizio Piccinini

iniziale rappresentata in figura ($y_0 = d$) lungo la direzione dell'asse y con velocità v costante. Calcolare:

a. Il flusso di campo magnetico che attraversa la spira.

$$\vec{B}(y,t) = -\frac{\mu_0 I_0 \cos(\omega t)}{2\pi y} \hat{i} \quad \phi(t) = -\frac{\mu_0 I_0 h \cos(\omega t)}{2\pi} \int_{vt+d}^{vt+d+w} \frac{dy}{y} = -\frac{\mu_0 I_0 h}{2\pi} \ln\left(\frac{vt+d+w}{vt+d}\right) \cos(\omega t)$$

b. La corrente indotta nella spira.

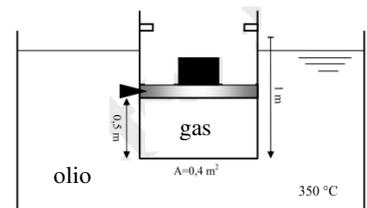
$$\mathcal{E} = -\frac{d\phi(B)}{dt} = \frac{\mu_0 I_0 h}{2\pi} \frac{d}{dt} \left[\ln\left(\frac{vt+d+w}{vt+d}\right) \cos(\omega t) \right]$$

$$I_{ind} = \frac{\mathcal{E}}{R} = -\frac{\mu_0 I_0 h}{2\pi R} \left[\frac{vw}{(vt+d+w)(vt+d)} \cos(\omega t) + \omega \ln\left(\frac{vt+d+w}{vt+d}\right) \sin(\omega t) \right]$$

c. Descrivere il verso e l'andamento del valore della corrente indotta durante un periodo di variazione della corrente nel filo, nel caso in cui $v = 0$.

	$I(t) = I_0 \cos(\omega t)$	$\vec{B}(y,t) = -\frac{\mu_0 I_0 \cos(\omega t)}{2\pi y} \hat{i}$	$I_{ind} = -\frac{\mu_0 I_0 h}{2\pi R} \left[\omega \ln\left(\frac{d+w}{d}\right) \sin(\omega t) \right]$
$0 < t < T/4$	$I_0 > I > 0$	$\otimes \downarrow$	$0 > I_{ind} > I_{ind}^{min}$ verso orario in aumento
$T/4 < t < T/2$	$0 > I > -I_0$	$\odot \uparrow$	$I_{ind}^{min} < I_{ind} < 0$ verso orario in diminuzione
$T/2 < t < 3T/4$	$-I_0 < I < 0$	$\odot \downarrow$	$0 < I_{ind} < I_{ind}^{max}$ verso antiorario in aumento
$3T/4 < t < T$	$0 < I < I_0$	$\otimes \uparrow$	$I_{ind}^{max} > I_{ind} > 0$ verso antiorario in dimin. e

6. (6) Il sistema cilindro pistone in figura contiene un gas perfetto alla temperatura $T_1 = 350^\circ C$ e pressione $p_1 = 8 MPa$. Il pistone, di massa $M = 12 ton$ e spessore trascurabile è inizialmente bloccato da un apposito fermo. La pressione atmosferica vale $p_a = 100 kPa$. Il cilindro è dotato di appositi fermi di sicurezza all'altezza $h = 1 m$ per evitare la fuoriuscita del pistone. Le sue pareti sono diatermiche e si trova sommerso in un bagno termostatico di olio a $350^\circ C$. Tolto il fermo, il pistone si arresta in una nuova posizione di equilibrio. Calcolare:



a. Altezza finale del pistone.

$$\left. \begin{aligned} p_1 V_1 &= p_{2lib} V_2 \\ p_{2lib} &= \frac{Mg}{A} + p_a = 394 kPa \end{aligned} \right\} V_2 = \frac{p_1}{p_{2lib}} V_1 = \frac{8.000}{394} \sim 20V_1 \quad \text{impossibile} \Rightarrow h_2 = h = 1m$$

b. Temperatura e pressione finale del gas.

$$T_2 = T = 350 + 273,15 = 623,15 K \quad p_2 = \frac{V_1}{V_2} p_1 = 4.000 kPa$$

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

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

Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria - Cesena
2° Appello invernale - Prova scritta del corso di Fisica Generale B (L-B)
(03 febbraio 2015)
Prof. Maurizio Piccinini

c. Calore scambiato con il termostato (assorbito o ceduto?)

$$\Delta U = Q - L = 0 \Rightarrow Q = L = p_{2lib} (V_2 - V_1) = 394 \times 0,2 = 78,8 \text{ kJ} \text{ lavoro fatto, calore assorbito.}$$

d. Variazione di entropia nel processo.

$$\left. \begin{aligned} \Delta S_g &= nR \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = \frac{p_1 V_1}{T} \ln \frac{V_2}{V_1} = \frac{8.000 \times 0,2}{623,15} \ln 2 = 1.779,72 \text{ J/K} \\ \Delta S_0 &= -\frac{Q}{T} = -\frac{78,8 \times 10^3}{623,15} = -126,45 \text{ J/K} \end{aligned} \right\} \Delta S = \Delta S_g + \Delta S_0 = 1653,27 \text{ J/K}$$

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

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