

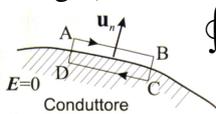
Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria - Cesena
1° Appello invernale - Prova scritta del corso di Fisica Generale B (L-B)
(08 gennaio 2016)
Prof. Maurizio Piccinini

1. (4) Si discutano brevemente (non più di 150 parole) le proprietà della forza esercitata da un campo magnetico su una carica in moto, descrivendo in particolare il moto di una carica che entri in un campo magnetico omogeneo \mathbf{B} con velocità iniziale v_0 formante un angolo θ con la direzione di \mathbf{B} .

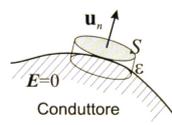
Sussistono le seguenti proprietà:

- la forza agente sulla carica q in moto con velocità \mathbf{v} in un campo magnetico \mathbf{B} è $\vec{F} = q(\vec{v} \wedge \vec{B})$
- essendo perpendicolare alla velocità, la forza non compie lavoro e quindi l'energia cinetica della carica rimane costante;
- se la velocità iniziale è parallela al campo magnetico, la forza è nulla e la carica si muove di moto rettilineo uniforme nella direzione di \mathbf{B} ;
- se la velocità iniziale è perpendicolare al campo, la carica si muove di moto circolare uniforme, di raggio $R = mv/(qB)$ e periodo $T = 2\pi m/(qB)$, con $m =$ massa della carica;
- in tutti gli altri casi, in cui la velocità iniziale forma un angolo θ col campo, il moto è elicoidale: esso risulta dalla composizione di un moto rettilineo uniforme (di velocità $v_{||} = v \cos\theta$ nella direzione di \mathbf{B} e di un moto circolare uniforme (con velocità $v_{\perp} = v \sin\theta$) nel piano ortogonale al campo.

2. (5) Facendo riferimento alle equazioni di Maxwell per l'elettrostatica: a) si dimostri che per un conduttore carico le linee di campo elettrostatico immediatamente all'esterno del conduttore sono perpendicolari alla superficie; b) si ricavi la relazione fra il campo elettrostatico in prossimità della superficie del conduttore e la densità superficiale di carica (ci si può aiutare con disegni).



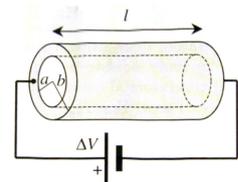
$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0 \Rightarrow \vec{E}_{AB} \perp d\vec{l}$$



$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = S\sigma/\epsilon_0 \Rightarrow E = \sigma/\epsilon_0$$

3. (4) Un sistema termodinamico passa da uno stato A ad uno stato B attraverso una trasformazione reversibile. Scegliere tra le seguenti l'affermazione giusta e motivarla:
- a. La variazione di entropia del sistema è nulla e l'entropia dell'universo aumenta.
 - b. La variazione di entropia del sistema è nulla come pure quella dell'universo.
 - c. L'entropia del sistema può aumentare o diminuire, ma quella dell'universo aumenta.
 - d. L'entropia del sistema può aumentare o diminuire, come pure quella del resto dell'universo.
- Affermazione giusta: d. Se la trasformazione è reversibile l'entropia dell'universo rimane costante quindi, la variazione di entropia del resto dell'universo (escluso il sistema) ha lo stesso valore di quella del sistema ma segno opposto. D'altra parte, per definizione, la variazione di entropia del sistema può essere positiva, negativa o nulla.*

4. (4) Un generatore di differenza di potenziale $\Delta V = 25 \text{ mV}$ è connesso agli estremi di un conduttore di alluminio a forma di cilindro cavo, di lunghezza $l = 75 \text{ cm}$ e raggi di base interno ed esterno $a = 0.6 \text{ mm}$ e $b = 0.7 \text{ mm}$ rispettivamente (vedi figura). Sapendo che la resistività dell'alluminio vale $\rho = 2.7 \times 10^{-6} \Omega \text{ cm}$ si calcolino:



- a. l'intensità di corrente I che fluisce nel conduttore e la sua resistenza elettrica R .

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

$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{Nm}^2)$, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ (Tm)/A}$ $e = -1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$ $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$

Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria - Cesena
1° Appello invernale - Prova scritta del corso di Fisica Generale B (L-B)
(08 gennaio 2016)
Prof. Maurizio Piccinini

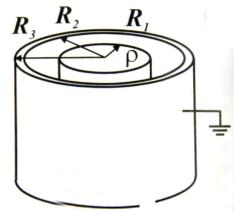
$$\Delta V = RI = \rho \frac{l}{S} I \quad \left\{ \begin{array}{l} I = \Delta V \pi \frac{(b^2 - a^2)}{\rho l} = 25 \times 10^{-3} \times 3,14 \frac{13 \times 10^{-8}}{2,7 \times 10^{-8} \times 0,75} = 504 \text{ mA} \\ S = \pi (b^2 - a^2) \end{array} \right.$$

$$R = \frac{\Delta V}{I} = \frac{25 \times 10^{-3}}{504 \times 10^{-3}} = 49,6 \text{ m}\Omega$$

b. Il campo elettrico all'interno del conduttore.

$$\vec{E} = \rho \vec{j} = \rho \frac{I}{S} \hat{l} = 2,7 \times 10^{-8} \frac{504 \times 10^{-3}}{3,14 \times 13 \times 10^{-8}} = 33,3 \times 10^{-3} \text{ V/m } \hat{l} = \frac{\Delta V}{l} \hat{l}$$

5. (5). Una distribuzione di carica volumetrica positiva con densità $\rho = kr$ (cioè dipendente solo dal raggio), occupa uniformemente un volume cilindrico di raggio R_1 e di lunghezza indefinita. Attorno ad esso è posto un guscio metallico cilindrico, di raggio interno R_2 e raggio esterno R_3 , coassiale con la distribuzione di carica collegato a massa. Si determinino:



a. il campo elettrico E in tutto lo spazio, specificandone modulo, direzione e verso;

Campo radiale a simmetria cilindrica; linee di campo uscenti rispetto all'asse di simmetria.

$$\oint_{cil} \vec{E} \cdot d\vec{S} = E 2\pi r h = \frac{q}{\epsilon_0} \left\{ \begin{array}{ll} r < R_1 & q = \int \rho dV = 2\pi k h \int_0^r r'^2 dr' = 2\pi k h \frac{1}{3} r^3 \Rightarrow E = \frac{k}{3\epsilon_0} r^2 \\ R_1 < r < R_2 & q = \int \rho dV = 2\pi k h \int_0^{R_1} r'^2 dr' = 2\pi k h \frac{1}{3} R_1^3 \Rightarrow E = \frac{k}{3\epsilon_0} \frac{R_1^3}{r} \\ R_2 < r < R_3 & E = 0 \\ r > R_3 & E = 0 \end{array} \right.$$

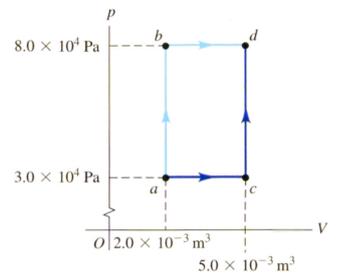
b. le densità superficiali di carica indotta, σ_2 e σ_3 , rispettivamente sulle superfici interna ed esterna del guscio metallico;

$$R_2 < r < R_3 \quad E = 0 \Rightarrow 2\pi R_2 h \sigma_2 + 2\pi k h \frac{1}{3} R_1^3 = 0 \Rightarrow \sigma_2 = -\frac{k}{3} \frac{R_1^3}{R_2}, \quad \sigma_3 = 0 \quad (\text{schermo a massa}).$$

c. il potenziale elettrostatico V della superficie esterna del cilindro carico ($r = R_1$).

$$V(R_1) - V(R_2) = \int_{R_1}^{R_2} \vec{E} \cdot d\vec{r} = \frac{k}{3\epsilon_0} R_1^3 \int_{R_1}^{R_2} \frac{dr}{r} = \frac{k R_1^3}{3\epsilon_0} \ln \frac{R_2}{R_1}$$

6. (4) Il diagramma pV della figura mostra una serie di trasformazioni termodinamiche. Nella trasformazione ab il sistema assorbe una quantità di calore pari a 150 J; nella trasformazione bd , assorbe 600 J. Calcolare:



a. di quanto è cambiata l'energia interna nella trasformazione ab ;

$$\Delta U = Q - W \Rightarrow \Delta U = 150 \text{ J}.$$

b. di quanto è cambiata l'energia interna nella trasformazione abd ;

$$\Delta U = Q - L \Rightarrow \Delta U = Q - p\Delta V = 750 - 80.000 \times 0,003 = 510 \text{ J}.$$

c. la quantità di calore acquistata in totale dal sistema nella trasformazione acd .

$$\Delta U = Q - L \Rightarrow Q = \Delta U + L = 510 + 30.000 \times 0,003 = 600 \text{ J}.$$

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

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