

Scritto n.3 - a.a. 2017-2018

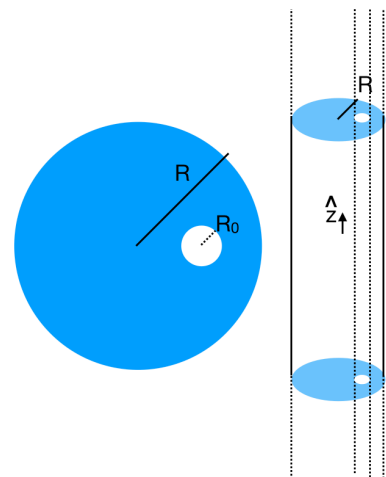
Quesito 1

Su un filo conduttore rettilineo di lunghezza infinita è distribuita in modo uniforme una carica con densità lineare $\lambda=1\mu\text{C}/\text{m}$. Il filo inoltre è percorso dalla corrente $I=1\text{mA}$. Si calcoli la forza che agisce su un protone in un punto P della sua traiettoria in cui si trova alla distanza di 1mm dal filo, la sua velocità è pari a un terzo della velocità della luce e forma un angolo di $\pi/4$ con la direzione del filo (con il verso fissato dal verso della corrente positiva) e con la direzione del versore $\hat{\phi}$ (nel punto P) di un sistema di coordinate cilindriche che ha come asse z il filo.

Quesito 2

All'interno di un cilindro conduttore di lunghezza $L \gg R$ (raggio del cilindro) in cui scorre della corrente con densità uniforme $\vec{J} = J_0 \hat{z}$ esiste una cavità cilindrica di lunghezza L raggio $R_0=R/6$ e asse parallelo all'asse del cilindro conduttore a distanza $a=R/2$ da esso. Si dimostri che il campo magnetico all'interno della cavità è uniforme e se ne calcoli modulo direzione e verso.

In figura il cilindro cavo e una sua sezione.



Quesito 3

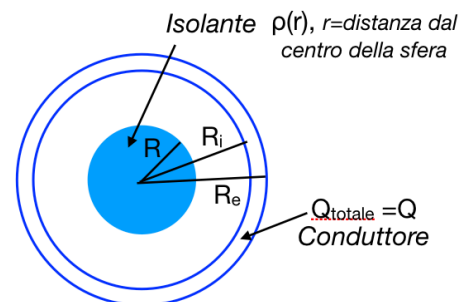
Si dimostri che il campo elettrico prodotto da una particella carica puntiforme di valore q_0 in moto con velocità costante $\vec{v} = v_0 \hat{x}$ non è conservativo.

Quesito 4

Un solenoide cilindrico di lunghezza $L=20\text{cm}$ e raggio $R=0.5\text{cm}$ costituito da un avvolgimento di 10^4 spire collegato a un generatore di f.e.m. costante pari a 5V attraverso un resistore di resistenza $R=1\text{k}\Omega$. Si ricavi il valore del campo magnetico in ogni punto interno al solenoide nell'approssimazione di solenoide di lunghezza infinita e si discuta la validità di tale approssimazione. Si ricavi inoltre l'espressione del potenziale vettore in tutti i punti dello spazio.

Quesito 5

Nella sfera isolante in figura la densità volumetrica di carica dipende dalla distanza dal centro secondo la relazione seguente $\rho(r) = (\rho_0/R) r$ dove $\rho_0=10\text{nC}/\text{m}^3$. Si calcoli il campo elettrico in ogni punto dello spazio vuoto tra la sfera isolante e il guscio sferico conduttore la cui carica totale $Q=0$ tenendo conto che una carica puntiforme $q_0=1\mu\text{C}$ è collocata all'esterno del conduttore a una distanza dalla superficie sferica pari a $d=R$. Si assuma $R=10\text{cm}$, $R_i=20\text{cm}$, $R_e=22\text{cm}$. Si calcoli inoltre la carica totale Q_{ext} sulla superficie esterna del conduttore in assenza della carica q_0 . Q_{ext} ha lo stesso valore nella configurazione originale proposta dal problema (ossia in presenza della carica q_0) ?



NOTA: I vettori sono indicati in **bold-face**

RICORDA:

$$\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}; \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$$

$$k = 1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$$

$$|e| = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$$

$$m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$$

$$M_{\text{He}} \approx 4 m_p$$

Campo **E** prodotto da una carica puntiforme: $\frac{kq}{r^2} \hat{r}$

Campo **E** prodotto da un dipolo: $\mathbf{E}(r, \vartheta) = k \frac{3(\vec{p} \cdot \vec{r})\vec{r} - r^2\vec{p}}{r^5};$

Campo **B** prodotto da un dipolo magnetico: $\mathbf{B}(r, \vartheta) = \mu_0 \frac{3(\vec{m} \cdot \vec{r})\vec{r} - r^2\vec{m}}{r^5};$

Potenziale di dipolo $\varphi(r, \vartheta) = k \frac{\vec{p} \cdot \vec{r}}{r^3}$