

Complementi di fisica generale

adalberto.sciubba@uniroma1.it

sorgenti, campi e loro interazioni

esercitazione su:

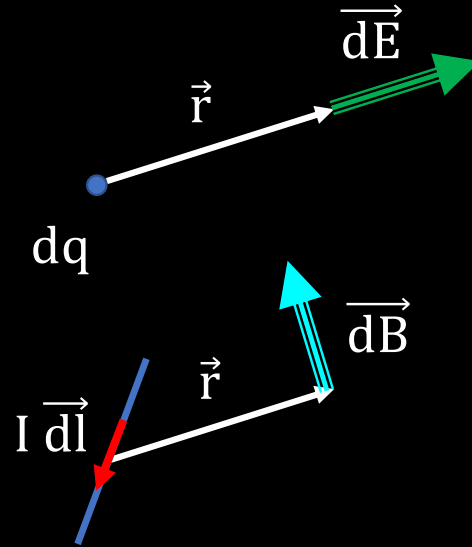
interazioni fra cariche, campi e correnti

$$\overrightarrow{dE}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} dq \frac{\hat{r}}{r^2}$$

$$\overrightarrow{dB}(\vec{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi} I d\vec{l} \times \frac{\hat{r}}{r^2}$$

$$\phi_S(\vec{E}) = \int_S \vec{E} \cdot \hat{n} dS = \frac{q_{\text{int}}}{\epsilon_0}$$

$$\oint_{\gamma} \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{\text{conc}}$$



$$\vec{F} = q \vec{E}$$

$$\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$$

$$d\vec{F} = I d\vec{l} \times \vec{B}$$

$$\Delta V = L_{\text{CONS}}/q = \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

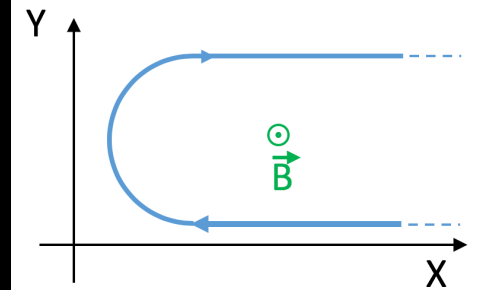
$$\Delta V_{A \rightarrow B} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right)$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$$

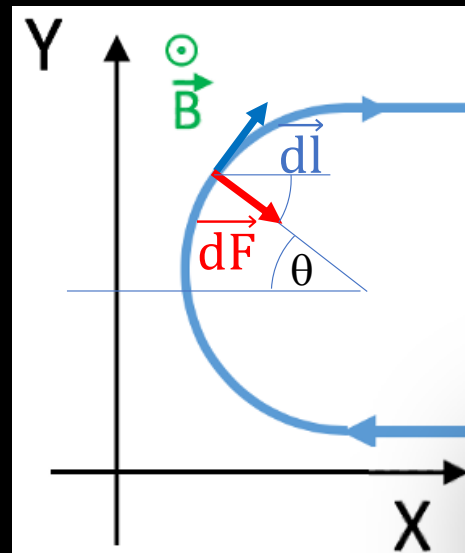
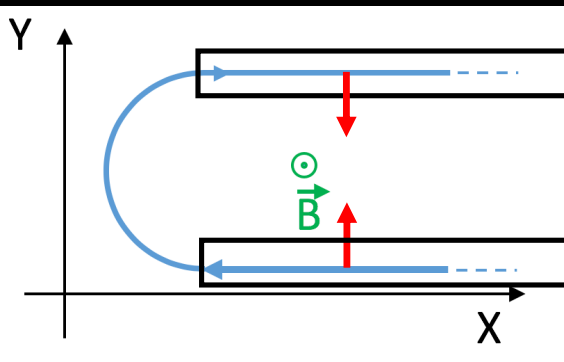
$$V(r) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{r} \text{ se } r_B = \infty$$

$$\text{f.e.m.} = L_{\text{NON CONS}}/q = \oint \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

1) Un filo rigido percorso dalla corrente I è piegato nel piano XY in modo da formare una semicirconferenza di raggio R e due tratti rettilinei molto lunghi. Il filo è immerso in un campo magnetico B uniforme perpendicolare al piano XY .



Determinare direzione intensità e verso della forza agente sul conduttore.



$$\vec{dF} = I \vec{dl} \times \vec{B}$$

$$-\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$$

$$dF = I dl B = I R d\theta B$$

$$dF_x = IBR \cos\theta d\theta$$

$$dF_y = -IBR \sin\theta d\theta$$

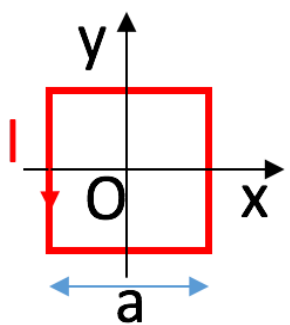
$$\vec{F} = I \vec{L} \times \vec{B}$$

$$F = I L B$$

$$F_x = \int_{-\pi/2}^{\pi/2} IBR \cos\theta d\theta = IBR \sin\theta \Big|_{-\pi/2}^{\pi/2} = IBR[1 - (-1)] = 2IBR$$

$$F_y = \int_{-\pi/2}^{\pi/2} -IBR \sin\theta d\theta = IBR \cos\theta \Big|_{-\pi/2}^{\pi/2} = 0 - 0 = 0$$





2) Una spira **quadrata** di lato $a = 1 \text{ cm}$, percorsa da una corrente $I = 1 \text{ mA}$ circolante in verso antiorario, è disposta col centro nell'origine del piano (x,y) e con i lati paralleli agli assi. Nello spazio è presente un campo B di componenti $\mathbf{B}_x = \mathbf{B}_y = 0$, $\mathbf{B}_z = \mathbf{B}_0 (1 + y/a)$ con $B_0 = 1 \text{ mT}$. Determinare intensità, direzione e verso della forza agente sulla spira.

$$B_z(+a/2) = B_0 \left(1 + \frac{a/2}{a}\right) = +\frac{3}{2} B_0$$

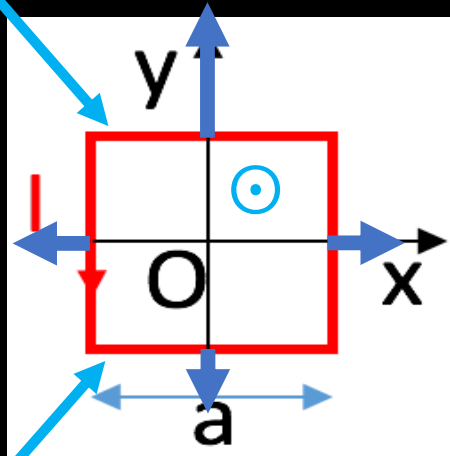
$$\vec{dF} = I \vec{dl} \times \vec{B}$$

$$F_y(a/2) = \frac{3}{2} I a B_0$$

$$B_z(y) = B_0 \left(1 + \frac{y}{a}\right)$$

$$\frac{1}{2} B_0 \leq B_z(y) \leq \frac{3}{2} B_0$$

$$\vec{F} = I \vec{L} \times \vec{B}$$



$$F_y(-a/2) = -\frac{1}{2} I a B_0$$

$$B_z(-a/2) = B_0 \left(1 - \frac{a/2}{a}\right) = +\frac{1}{2} B_0$$

le componenti orizzontali della forza, a parità di y , sono uguali (stesso B) e contrarie (I con versi opposti) $\rightarrow F_x = 0$

$$F_y = \frac{3}{2} I a B_0 - \frac{1}{2} I a B_0 = I a B_0$$



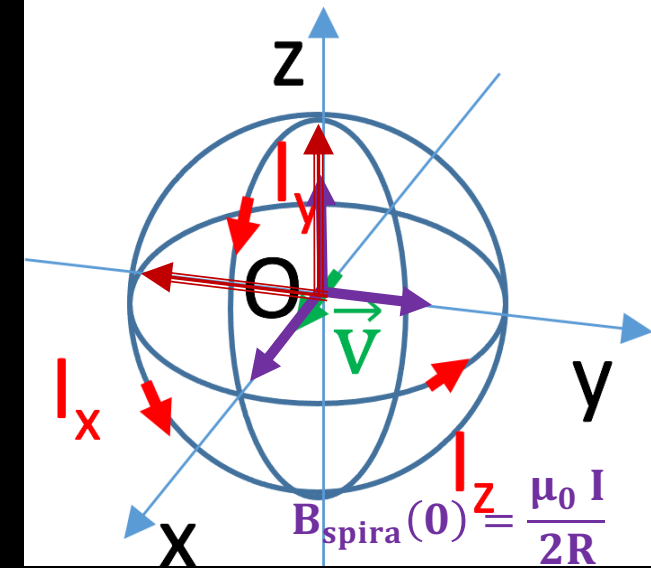
3) Una particella di carica $q > 0$ si muove con velocità v nel punto O , centro di tre spire circolari di raggio R percorse, con i versi indicati in figura, dalle correnti:

I_x (spira giacente nel piano $x = 0$),

I_y (spira giacente nel piano $y = 0$),

I_z (spira giacente nel piano $z = 0$) con $I_x = I_y = I_z = I$

Determinare l'intensità della forza agente sulla particella



$$\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$$

$$B_x = \mu_0 I_x / 2R \quad \rightarrow F_x = 0; F_y = 0; F_z = 0$$

$$B_y = \mu_0 I_y / 2R \quad \rightarrow F_x = 0; F_y = 0; F_z = qv\mu_0 I_y / 2R$$

$$B_z = \mu_0 I_z / 2R \quad \rightarrow F_x = 0; F_y = -qv\mu_0 I_z / 2R; F_z = 0$$

$$F = \sqrt{(0 + 0 + 0)^2 + (0 + 0 - qv\mu_0 I / 2R)^2 + (0 + qv\mu_0 I / 2R + 0)^2} = \sqrt{2} qv\mu_0 I / 2R$$

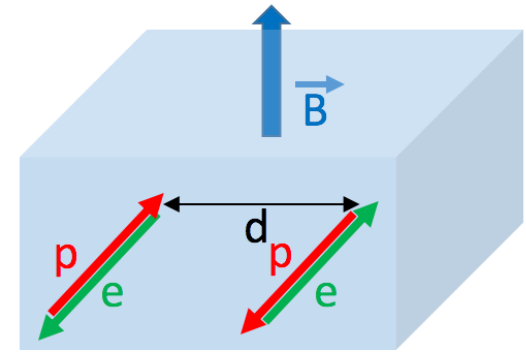
X

Y

Z



4) Un protone e un elettrone entrano, viaggiando parallelamente a distanza $d = 10$, in una regione di spazio in cui è presente un campo magnetico uniforme $B = 0,6$ T perpendicolare alle traiettorie. Determinare il rapporto fra le due velocità iniziali sapendo il protone esce dalla zona col campo magnetico nel punto in cui era entrato l'elettrone e viceversa.



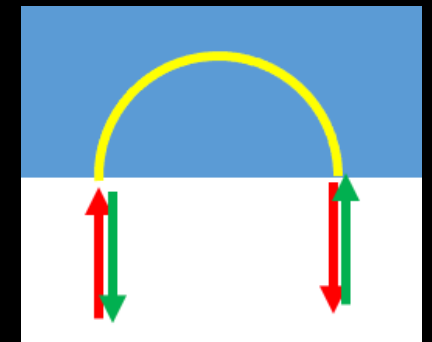
$$\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$$

$$F = q v B = m v^2/R \Rightarrow R = m v / (q B)$$

$$d = 2 m_e v_e / (e B) = 2 m_p v_p / (e B)$$

$$m_e v_e = m_p v_p$$

$$\Rightarrow v_e / v_p = m_p / m_e$$



12) Determinare il valore del potenziale nel vertice A del quadrato di lato $L = 2 \text{ nm}$ riportato in figura (considerare nullo il potenziale a distanza infinita)

$$\Delta V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right)$$

$$r_B \rightarrow \infty \quad r_A = r \text{ distanza dalla carica} \rightarrow V(r) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{r}$$

questa carica (+e) dista L da A $\rightarrow V = \frac{+e}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{L}$

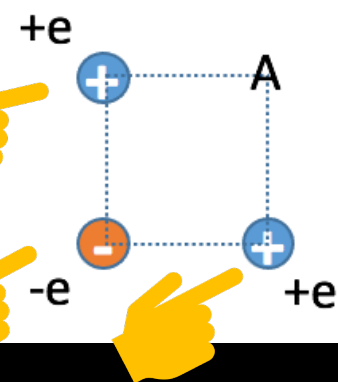
anche questa carica (+e) dista L da A $\rightarrow V = \frac{+e}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{L}$

invece questa carica (-e) dista $\sqrt{2} L$ da A $\rightarrow V = \frac{-e}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{\sqrt{2}L}$

il campo E in cui si sposta una carica per arrivare da infinito fino ad A è la somma dei campi elettrici generati dalle tre cariche: il lavoro per unità di carica complessivo è la somma dei tre contributi

$$\Delta V = \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l} = \int_A^B \vec{E}_1 \cdot d\vec{l} + \int_A^B \vec{E}_2 \cdot d\vec{l} + \int_A^B \vec{E}_3 \cdot d\vec{l}$$

$$V_A = \frac{e}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{L} \left(1 + 1 - \frac{1}{\sqrt{2}} \right)$$



forze su cariche

SPETTROMETRO DI MASSA

14) Uno ione di massa m e carica q viene accelerato da una differenza di potenziale ΔV ed entra attraverso un collimatore in una camera in cui c'è un campo B uniforme. Lo ione colpisce la parete della camera a distanza d dal collimatore. Ricavare l'espressione del rapporto q/m dello ione in funzione di d .

$$qvB = mv^2/R$$

$$qB = mv/R$$

$$v = qBR/m$$

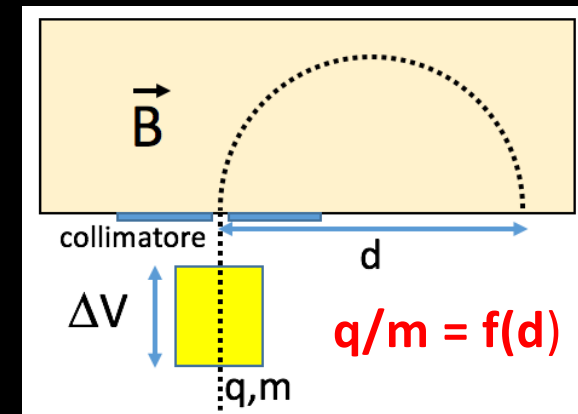
$$\Delta V = L_{\text{CONS}}/q$$

$$q \Delta V = L = \frac{1}{2} m v_{\text{fin}}^2 - \frac{1}{2} m v_{\text{in}}^2 = \frac{1}{2} m v^2$$

$$q \Delta V = \frac{1}{2} m (qBR/m)^2$$

$$\Delta V = \frac{1}{2} q (BR)^2/m$$

$$q/m = 2 \Delta V / (BR)^2 = 8 \Delta V / (Bd)^2$$



Complementi di fisica generale

adalberto.sciubba@uniroma1.it

sorgenti, campi e loro interazioni

VENERDÌ 25 ORE 8:30-10

piano carico
spira

condensatore piano
solenoidale rettilineo

ESONERO SABATO 23 APRILE

