Solenoide rettilineo

Campo magnetico uniforme, applicazione della seconda legge di Laplace

Problema[1]

Un solenoide rettilineo ha 50 spire distribuite uniformemente in una lunghezza di 40cm ed è attraversato dalla corrente I_1=10A. Nell'ipotesi che il solenoide sia nel vuoto, risolvere i quesiti che seguono.

Q1- Disegnare le linee di forza del campo magnetico $\vec{B_0}$ all'interno del solenoide evidenziando il verso delle stesse linee e quello della corrente circolante nelle spire del solenoide.

Q2- Calcolare l'intensità del campo magnetico all'interno del solenoide.

Q3- Una spira rigida, di forma rettangolare, le cui dimensioni sono 12cm e 20cm, è immersa parzialmente nel solenoide per il 40% della sua estensione; il piano della spira è perpendicolare alle linee di forza del campo magnetico e uno dei due lati di misura 12cm è interno al solenoide. La spira fa parte di un circuito in cui scorre una corrente I_2=6A.

1. Realizzare un disegno illustrativo della situazione fisica.
2. Determinare la forza complessiva esercitata dal campo magnetico $\vec{B_0}$ presente nel solenoide sulla spira, nell'ipotesi che la corrente che circola nella spira sia vista come antioraria dal verso delle linee di forza del campo. Indicare, altresì, graficamente, le forze esercitate sui singoli lati della spira.
3. Nella configurazione indicata, calcolare il flusso del campo magnetico $\vec{B_0}$ attraverso la spira.

Soluzione

Q1- Le linee di forza del campo magnetico all'interno del solenoide sono parallele tra loro, uniformemente distribuite e parallele all'asse di simmetria del solenoide stesso. Il campo $\vec{B}_0$ prodotto dalla corrente è infatti uniforme.

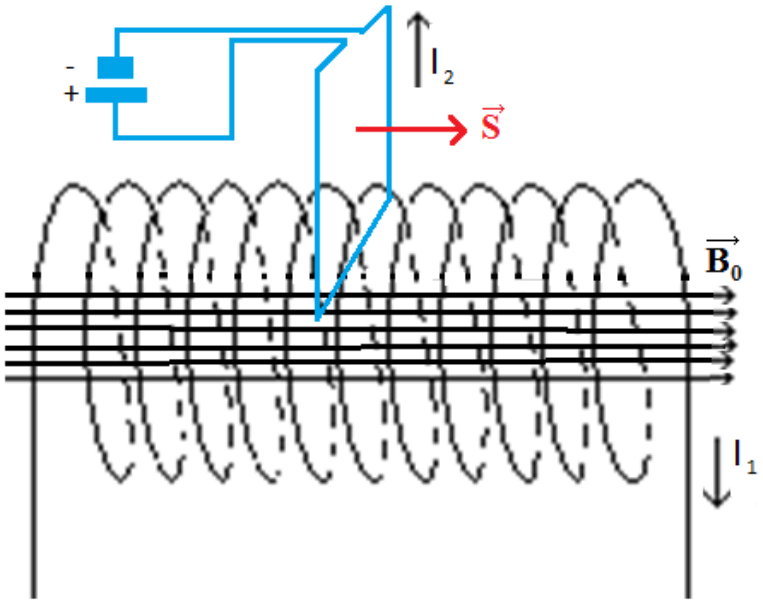
Q2- L'intensità del campo magnetico all'interno del solenoide, ponendo *l*=40cm, N=50, è

$$B_0 = \mu_0 \frac{NI_1}{l} =$$

$$4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Tm}{A} \cdot \frac{50 \cdot 10A}{0,40m} = 5\pi \cdot 10^{-4} T$$

Q3-

2. Sulla Spira il campo magnetico presente nel solenoide esercita un'azione attrattiva che è dovuta alla direzione ed al verso della forza subita dal lato di 12cm della spira immerso nel solenoide. Anche sulle parti degli altri due lati immersi nel campo del solenoide sono esercitate delle forze, che risultano parallele, ma con versi opposti; con le loro azioni tendono semplicemente a far dilatare la spira; considerato che la spira è supposta rigida, l'effetto



[1] Problema assegnato in una prova scritta in una classe quinta di Liceo Scientifico:F5_04-06-2011

complessivo di dette due forze è nullo.
L'intensità della forza agente sul lato di 12cm si determina tramite la seconda legge di Laplace:
$\vec{F} = \vec{I_2 l} \wedge \vec{B}_0$
Il suo modulo è
$F = 0{,}12m \cdot 6A \cdot 5\pi \cdot 10^{-4} T = 360\pi \cdot 10^{-6} N \simeq 1{,}13 \cdot 10^{-3} N$
3. Il flusso del campo magnetico attraverso la superficie delimitata dalla spira immersa nel solenoide, considerato che il campo è perpendicolare alla superficie della spira ed è concorde con il vettore $\vec{S}$ rappresentativo di questa, è
$\Phi\left(\vec{B}_0\right) = \vec{B}_0 \cdot \vec{S} = 5\pi \cdot 10^{-4} T \cdot \left(12cm \cdot 20cm \cdot 40\%\right) = 5\pi \cdot 10^{-4} T \cdot 96 \cdot 10^{-4} m^2 = 1{,}51 \cdot 10^{-5} Wb$