

Campo magnetico generato da una spira

Una spira è un filo conduttore chiuso di forma circolare.

Dato un verso di percorrenza della corrente all'interno della spira, il campo magnetico da essa generato al centro della spira può essere determinato suddividendo la spira in tratti di lunghezza infinitesima.

Sommando i contributi di tutti i tratti infinitesimi si ottiene il vettore campo magnetico \vec{B} al centro della spira.

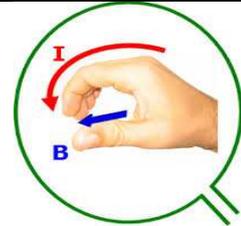
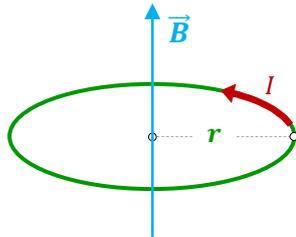
Il campo magnetico al centro della spira percorsa da corrente è:

$$B = k\pi \frac{I}{r}$$

$$k = \frac{\mu_0}{2\pi}$$

$$k = 2 \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2}$$



Il campo magnetico generato da una spira percorsa da corrente è perpendicolare al piano della spira.

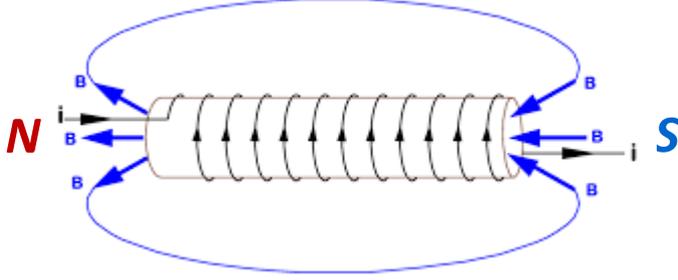
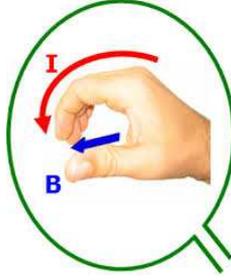
Il verso è dato dalla regola della mano destra (le dita, avvolgendosi, indicano il verso della corrente; il pollice indica il verso del vettore campo magnetico \vec{B}).

Campo magnetico generato da un solenoide

Un solenoide è un filo di materiale conduttore avvolto intorno a un materiale isolante.

Un solenoide può essere schematizzato come un insieme di N spire affiancate.

Se il solenoide è molto lungo rispetto al diametro delle spire (solenoido ideale), il campo magnetico al suo esterno è nullo, mentre il campo magnetico che si crea all'interno è parallelo all'asse del solenoide. Il suo verso è dato dalla regola della mano destra: il pollice indica il verso del campo magnetico, le dita della mano chiudendosi indicano il verso della corrente.

| | |
|--|---|
|  |  |
| L'intensità del campo magnetico all'interno del solenoide è: | $B = \mu N \frac{I}{l}$ |
| <p><i>Dove l è la lunghezza del solenoide, N è il numero di spire, μ è la permeabilità magnetica del mezzo. (nel vuoto $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{A^2}$)</i></p> | |

Esempio 1

Un solenoide è formato da 400 spire ed è lungo 56,4 cm. L'intensità del campo magnetico al suo interno è $2,10 \cdot 10^{-3} T$. Quanto vale l'intensità di corrente che attraversa il solenoide?

Soluzione

L'intensità del campo magnetico generato da un solenoide è dato da: $B = \mu_0 N \frac{I}{l}$

Da essa si ricava la formula inversa dell'intensità di corrente:

$$I = \frac{B l}{\mu_0 N} = \frac{2,10 \cdot 10^{-3} T \cdot 0,564 m}{4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{A^2} \cdot 400} = 0,000236 \cdot 10^4 \frac{\frac{N}{A \cdot m} \cdot m}{\frac{N}{A^2}} \cong 2,36 A.$$

Esempio 2

Un solenoide è formato da 100 spire ed è lungo 50 cm. L'intensità di corrente che attraversa il solenoide è 4 A. Quanto vale l'intensità del campo magnetico al suo interno?

Soluzione

L'intensità del campo magnetico generato da un solenoide è dato da:

$$B = \mu_0 N \frac{I}{l} = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{A^2} \cdot 100 \cdot \frac{4 A}{0,5 m} = 10048 \cdot 10^{-7} \frac{N A}{A^2 m} \cong 10^{-3} T.$$

Esempio 3

Un solenoide è formato da 260 spire ed è lungo 38 cm. L'intensità di corrente che attraversa il solenoide è 4,9 A. Quanto vale l'intensità del campo magnetico al suo interno?

Soluzione

L'intensità del campo magnetico generato da un solenoide è dato da:

$$B = \mu_0 N \frac{I}{l} = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{A^2} \cdot 260 \cdot \frac{4,9 A}{0,38 m} = 42109 \cdot 10^{-7} \frac{N A}{A^2 m} \cong 4,2 \cdot 10^{-3} T.$$

Esempio 4

Un solenoide è lungo 40 cm. L'intensità del campo magnetico al suo interno è 0,25 T, l'intensità di corrente che lo attraversa è di 5 A. Determina il numero delle spire del solenoide.

Soluzione

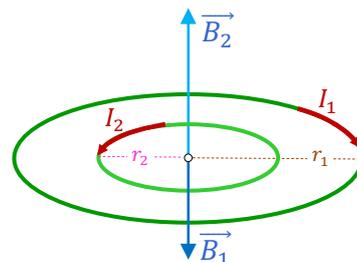
L'intensità del campo magnetico generato da un solenoide è dato da: $B = \mu_0 N \frac{I}{l}$

Da essa si ricava la formula inversa per il calcolo del numero delle spire:

$$N = \frac{B l}{\mu_0 I} = \frac{0,25 \text{ T} \cdot 0,4 \text{ m}}{4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2} \cdot 5 \text{ A}} = 0,0016 \cdot 10^7 \frac{\frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}} \cdot \text{m}}{\frac{\text{N}}{\text{A}}} \cong 1,6 \cdot 10^4 \text{ spire}.$$

Esempio 5

Due spire sono disposte nello stesso piano orizzontale, con i centri coincidenti. Determina il modulo, la direzione e il verso del campo risultante al centro delle due spire, sapendo che la spira maggiore ha raggio 20 cm ed è percorsa da una corrente di 10 A in verso orario, la spira minore ha raggio 10 cm ed è percorsa da una corrente di 6 A in verso antiorario.



Soluzione

L'intensità del campo magnetico al centro della prima spira è :

$$B_1 = k\pi \frac{I}{r_1} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2} \cdot 3,14 \cdot \frac{10 \text{ A}}{0,2 \text{ m}} = 314 \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}} \cong 3,14 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

L'intensità del campo magnetico al centro della seconda spira è :

$$B_2 = k\pi \frac{I}{r_2} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2} \cdot 3,14 \cdot \frac{6 \text{ A}}{0,1 \text{ m}} = 376,8 \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}} \cong 3,77 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

Le direzioni dei due campi magnetici sono entrambe perpendicolari al piano delle spire.

Il verso del campo magnetico B_1 della prima spira è, per la regola della mano destra, diretto verso il basso.

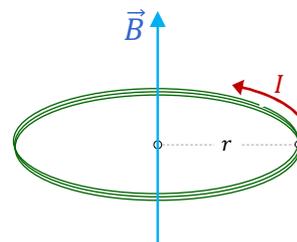
Il verso del campo magnetico B_2 della seconda spira è, per la regola della mano destra, diretto verso l'alto.

Il modulo del vettore campo magnetico risultante (al centro della spira) è dato dalla differenza dei moduli dei due vettori.

$$B_R = B_2 - B_1 = (3,77 \cdot 10^{-5} - 3,14 \cdot 10^{-5}) \text{ T} = 0,63 \cdot 10^{-5} \text{ T} = 6,3 \cdot 10^{-6} \text{ T}.$$

Esercizio 767.16

Determina l'intensità, la direzione e il verso del campo magnetico al centro di un anello sottile costituito da 50 spire di raggio 10 cm e percorse da una corrente di 2 A diretta in verso antiorario.



Soluzione

L'intensità del campo magnetico risultante delle 50 spire al centro delle spire è :

$$B_R = 50 \cdot B = 50 \cdot k\pi \frac{I}{r} = 50 \cdot 2 \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2} \cdot 3,14 \cdot \frac{2 \text{ A}}{0,1 \text{ m}} = 6280 \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}} \cong 6,3 \cdot 10^{-4} \text{ T}$$

La direzione del campo magnetico è perpendicolare al piano contenente le spire.

Il verso del campo magnetico è, per la regola della mano destra, diretto verso l'alto.

Esercizio 767.17

Un solenoide è formato da 400 spire ed è lungo 80 cm. L'intensità di corrente che attraversa il solenoide è 5 A. Quanto vale l'intensità del campo magnetico al centro del solenoide?

Soluzione

L'intensità del campo magnetico generato da un solenoide è dato da:

$$B = \mu_0 N \frac{I}{l} = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{A^2} \cdot 400 \cdot \frac{5 A}{0,8 m} = 31400 \cdot 10^{-7} \frac{N A}{A^2 m} \cong 3,1 \cdot 10^{-3} T .$$

Esercizio 767.18

Un solenoide molto lungo genera al suo interno un campo magnetico uniforme di $2 \cdot 10^{-3} T$. Sapendo che nel solenoide circola una corrente di 10 A, determina il numero delle spire per unità di lunghezza.

Soluzione

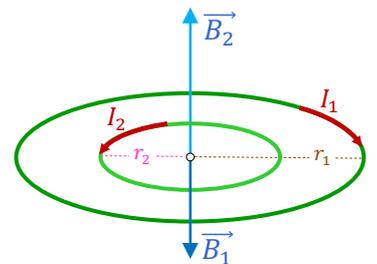
L'intensità del campo magnetico generato da un solenoide è dato da: $B = \mu_0 N \frac{I}{l}$

Da essa si ricava la formula inversa per il calcolo del numero delle spire per unità di lunghezza:

$$\frac{N}{l} = \frac{B}{\mu_0 I} = \frac{2 \cdot 10^{-3} T}{4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{A^2} \cdot 10 A} = 0,0159 \cdot 10^4 \frac{A \cdot m}{\frac{N}{A}} = 159 \text{ spire/m} .$$

Esercizio 767.19

Due spire disposte nello stesso piano orizzontale e concentriche sono percorse da due correnti che circolano in versi opposti. Sapendo che il raggio della spira più interna è 30 cm e la corrente che la percorre ha un'intensità di 1,5 A, determina il raggio della spira più esterna, sapendo che, quando essa è attraversata da una corrente di 2 A, il campo magnetico nel centro comune delle due spire è nullo.



Soluzione

L'intensità del campo magnetico al centro della spira più interna è :

$$B_{Int} = k\pi \frac{I}{r_1} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{N}{A^2} \cdot 3,14 \cdot \frac{1,5 A}{0,3 m} = 31,4 \cdot 10^{-7} \frac{N}{A \cdot m} \cong 3,14 \cdot 10^{-6} T$$

Affinché il campo magnetico risultante nel centro comune delle due spire sia nullo, l'intensità del campo magnetico della spira più esterna, di verso opposto a B_{Int} , deve avere modulo $B_{Est} = B_{Int}$.

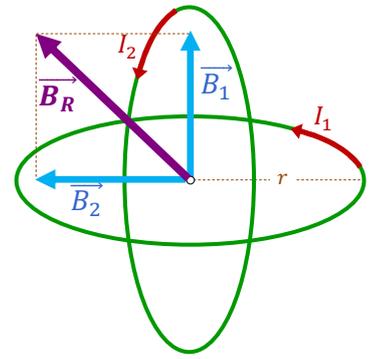
Dalla relazione: $B_{Est} = k\pi \frac{I}{r_{Est}}$

ricaviamo la misura del raggio della spira più esterna:

$$r_{Est} = k\pi \frac{I}{B_{Est}} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{N}{A^2} \cdot 3,14 \cdot \frac{2 A}{3,14 \cdot 10^{-6} T} = 4 \cdot 10^{-1} \frac{N}{A^2} \cdot \frac{2 A}{\frac{N}{A \cdot m}} = 4 \cdot 10^{-1} m = 40 \text{ cm} .$$

Esercizio 767.20

Due spire di raggio 10 cm sono disposte in due piani perpendicolari tra loro, ma con lo stesso centro. La corrente che circola nella prima spira è di 1 A , quella nella seconda spira di 3 A . Calcola l'intensità del campo risultante al centro delle due spire. Disegna le due spire e la direzione e il verso del campo magnetico risultante.



Soluzione

L'intensità del campo magnetico al centro della prima spira è :

$$B_1 = k\pi \frac{I}{r_1} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2} \cdot 3,14 \cdot \frac{1\text{ A}}{0,1\text{ m}} = 62,8 \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}} \cong 6,3 \cdot 10^{-6}\text{ T}$$

L'intensità del campo magnetico al centro della seconda spira è :

$$B_2 = k\pi \frac{I}{r_1} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2} \cdot 3,14 \cdot \frac{3\text{ A}}{0,1\text{ m}} = 188,4 \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}} \cong 19 \cdot 10^{-6}\text{ T}$$

Le direzioni dei due campi magnetici sono perpendicolari fra loro.

Il modulo del vettore campo magnetico risultante (al centro della spira) è dato da:

$$B_R = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = \sqrt{(6,3 \cdot 10^{-6}\text{ T})^2 + (19 \cdot 10^{-6}\text{ T})^2} = \sqrt{(39,69 \cdot 10^{-12} + 361 \cdot 10^{-12})\text{ T}^2} \\ = \sqrt{(400,69 \cdot 10^{-12})\text{ T}^2} \cong 20 \cdot 10^{-6}\text{ T} = 2 \cdot 10^{-5}\text{ T}.$$