

IL CAMPO MAGNETICO \vec{H}

Come nel paragrafo 8 del capitolo «Il campo magnetico», esaminiamo un blocco di materiale immerso in un campo magnetico esterno \vec{B}_0 , generato per esempio da un solenoide avvolto attorno al materiale che stiamo esaminando.

In quel paragrafo si spiega che il campo magnetico \vec{B} che si misura sperimentalmente è la somma vettoriale del campo magnetico esterno \vec{B}_0 e del campo \vec{B}_m della materia (formula (28)):

$$\vec{B} = \vec{B}_0 + \vec{B}_m. \quad (1)$$

È utile notare che \vec{B}_0 è generato dalla corrente «visibile» o «fisica» che fluisce nel solenoide, mentre le sorgenti di \vec{B}_m sono le correnti microscopiche presenti nella materia.

Storicamente, per descrivere l'effetto delle sole correnti fisiche si è introdotta una diversa grandezza vettoriale, il campo magnetico \vec{H} , definito mediante la relazione:

$$\vec{H} = \frac{1}{\mu_0}(\vec{B} - \vec{B}_m). \quad (2)$$

Sulla base di tale definizione, il campo magnetico \vec{H} generato da un sistema di correnti e posto nel vuoto è legato al corrispondente valore \vec{B}_0 del campo magnetico \vec{B} attraverso la relazione

$$\vec{B}_0 = \mu_0 \vec{H} \quad (3)$$

La (3) mostra che nel vuoto i due campi sono direttamente proporzionali: a parte una differenza tra le rispettive unità di misura, che ha un'origine storica, nel vuoto i due campi magnetici \vec{B} e \vec{H} contengono le stesse informazioni.

L'unità di misura del campo \vec{H}

Per fissare le idee, consideriamo un solenoide di lunghezza l e formato da N spire poste nel vuoto. Sappiamo che il valore del campo \vec{B} generato da esso è

$$B_{\text{solenoid}} = \mu_0 \frac{Ni}{l}, \quad (4)$$

dove i è l'intensità della corrente che lo attraversa. Per la formula (3), il campo \vec{H} dello stesso solenoide vale

$$H_{\text{solenoid}} = \frac{Ni}{l}. \quad (5)$$

Dalla formula precedente si vede che, essendo N un numero puro, le dimensioni fisiche del vettore \vec{H} sono quelle di una corrente divisa per una lunghezza. Quindi

nel Sistema Internazionale il campo magnetico \vec{H} si misura in ampere fratto metro (A/m).

Nella formula (5) compare anche il numero N di spire del solenoide; per questa ragione l'unità di misura tradizionale del campo \vec{H} era detta amperspira al metro (Asp/m).

Diverse denominazioni

Nello sviluppo storico della teoria \vec{H} era spesso chiamato «campo magnetico», mentre \vec{B} era detto «campo induzione magnetica». Ora si va affermando sempre più l'uso di chiamare i due campi, come abbiamo fatto noi, «campo magnetico \vec{H} » e «campo magnetico \vec{B} ».

Il campo \vec{H} nella materia

Se lo spazio attorno al solenoide non è vuoto, ma è riempito da una sostanza con permeabilità magnetica relativa μ_r , la formula (29) del capitolo «Il campo magnetico» diviene

$$\vec{B} = \mu_r \vec{B}_0 = \mu_r \mu_0 \vec{H}. \quad (6)$$

In analogia con quanto si è fatto nel capitolo «La carica elettrica e la legge di Coulomb» per la quantità $\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0$, definiamo ora la **permeabilità magnetica assoluta** μ di una sostanza come

$$\mu = \mu_r \mu_0; \quad (7)$$

grazie a essa, la (6) può essere scritta nella forma abituale

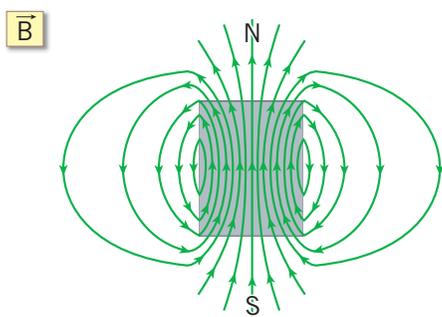
$$\vec{B} = \mu \vec{H}. \quad (8)$$

Se la sostanza che riempie lo spazio è diamagnetica o paramagnetica, μ_r è costante (e quindi anche μ lo è) e, come nel vuoto, i vettori \vec{B} e \vec{H} differiscono soltanto nelle unità di misura.

Ma, come si mostra nel paragrafo «Il ciclo di isteresi magnetica», per le sostanze ferromagnetiche μ_r non è una costante e allora, in questo caso, i due campi magnetici hanno proprietà radicalmente diverse. In particolare, il teorema di Gauss per il magnetismo vale soltanto per il campo \vec{B} .

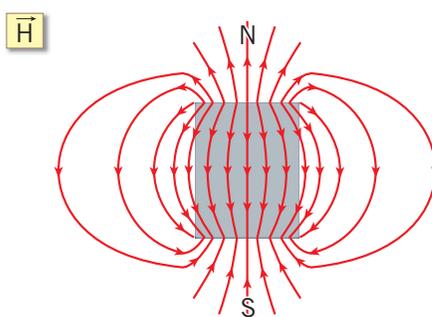
Come esempio, esaminiamo le linee dei due campi nel caso di un magnete permanente di forma cilindrica.

► Come sempre, le linee del campo \vec{B} non hanno inizio né fine: come sappiamo, ciò significa che il flusso di tale campo attraverso una superficie chiusa è sempre zero.



A

► Invece, le linee del campo \vec{H} hanno origine nel polo nord magnetico (zona segnata in rosso) e convergono verso il polo sud magnetico (evidenziato in verde).



B

Quindi, come nel caso del campo elettrico per le cariche positive o negative,

il flusso del campo \vec{H} attraverso una superficie chiusa Ω è positivo se Ω contiene un polo nord, mentre è negativo se Ω contiene un polo sud.

ESERCIZI

PROBLEMI

1 Il valore della permeabilità magnetica relativa per il cromo è 1,00033.

★★★

► Calcola il valore della permeabilità magnetica assoluta del cromo.

$$[1,25705 \times 10^{-6} \text{ N/A}^2]$$

2 Un solenoide lungo 25,0 cm è composto da 300 spire ed è attraversato da una corrente di intensità 0,834 A.

★★★

► Calcola il modulo del campo \vec{H} presente all'interno del solenoide.

$$[1,00 \text{ kA/m}]$$

3 Un filo rettilineo indefinito trasporta una corrente di intensità $i = 2,66 \text{ A}$. Un punto P è posto a 10,2 cm dal filo.

★★★

► Determina il modulo del campo \vec{H} presente nel punto P .

$$[4,15 \text{ A/m}]$$