

Relazione: **Esperienza di Oersted e misura del campo magnetico terrestre**

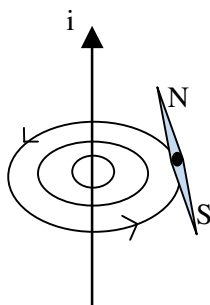
In ambito scolastico non sempre è facile comprendere appieno i principi e le nozioni teoriche, così frequenti nello studio delle materie scientifiche. Tuttavia, il più delle volte, essi rivestono un ruolo fondamentale in tanti aspetti “pratici” della realtà. Questo è il caso della fisica: le sue leggi e formule rappresentano una sorta di “descrizione” matematica di fenomeni e processi che osserviamo ogni giorno intorno a noi.

Le esperienze di laboratorio si configurano, così, come un modo alternativo e, allo stesso tempo, necessario per apprendere anche quei concetti che, se studiati solo teoricamente, sembrano più che mai distanti dal mondo reale.

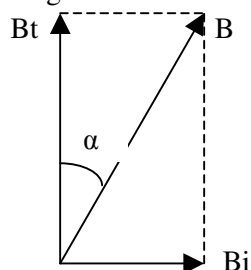
Affrontando l'argomento del MAGNETISMO ci siamo imbattuti, ovviamente, in una prova sperimentale molto importante: **l'esperienza di Oersted**. Essa rappresenta uno dei “capisaldi” di tutto l'elettromagnetismo poiché fu la prima dimostrazione scientificamente accettata delle interazioni fra elettricità e magnetismo.

Il merito della scoperta è attribuito al fisico danese Hans Christian Oersted, che nel luglio 1820 pubblicò i suoi studi. Tuttavia, è doveroso ricordare che già nel maggio del 1802 il giurista e filosofo italiano Gian Domenico Romagnosi scoprì gli effetti magnetici dell'elettricità, ma l'Accademia delle Scienze di Parigi ignorò il suo studio. Fortunatamente Oersted, all'indomani dell'accettazione della sua scoperta, riconobbe che la conoscenza dei lavori di Romagnosi avrebbe anticipato la scoperta dell'elettromagnetismo di 18 anni.

Oersted osservò come un filo rettilineo percorso da una corrente sufficientemente intensa faccia orientare un ago magnetico posto nelle vicinanze secondo la tangente a una circonferenza avente il centro sull'asse del filo. In questo modo fu possibile dimostrare che **la corrente elettrica è una sorgente di campo magnetico** e che, nel caso specifico del filo rettilineo, ha come linee di forza delle circonferenze concentriche intorno al filo. Il loro verso è dato dal verso della corrente stessa, secondo la regola della mano destra.



L'esperienza di Oersted è utile, oltre che per dimostrare la relazione elettricità-magnetismo, anche per ricavare importanti informazioni sul **campo magnetico terrestre** (o geomagnetico). Esso, infatti, è presente in ogni punto dello spazio (sulla superficie terrestre) e non viene “annullato” dai campi magnetici generati dalle correnti elettriche. Perciò, se si considerano i vettori campo che “interferiscono” nell'esperimento (\vec{B}_i per il campo generato dal filo di corrente e \vec{B}_t per il campo geomagnetico), l'ago magnetico si disporrà lungo la direzione del vettore campo \vec{B} , dato dalla somma vettoriale di \vec{B}_i e \vec{B}_t . Utilizzando, quindi, la trigonometria, applicando la Legge di Biot-Savart che descrive il modulo del campo magnetico generato da un filo rettilineo percorso da corrente e riportando i dati ottenuti dall'esperienza è possibile risalire al valore del campo magnetico terrestre.



Esperienza

Per riprodurre l'esperienza di Oersted nel laboratorio di fisica è stato necessario utilizzare le apposite strumentazioni: un alimentatore, un reostato con la funzione di resistenza, tre cavetti con connettori da 16A, un amperometro, una piccola bussola o un ago magnetico.

Una volta "costruito" l'apparato, facendo attenzione che il filo di corrente fosse collocato orizzontalmente al di sopra della bussola e orientato secondo la sua stessa direzione (ossia l'asse Nord-Sud), abbiamo lentamente attivato il circuito e raggiunto un'intensità di corrente di circa 3A.

Abbiamo così potuto notare che l'ago magnetico ruotava man mano che la corrente aumentava, fino a formare un angolo piuttosto ampio (non esattamente retto rispetto all'asse iniziale poiché, come già accennato, è presente l'influenza del campo magnetico terrestre).

Successivamente, sempre con lo stesso apparato, nonostante l'esperienza richiedesse che il filo di corrente fosse posizionato verticalmente, abbiamo annotato i diversi valori degli angoli che l'ago formava rispetto all'asse Nord-Sud al variare dei valori dell'intensità di corrente.

(in Ampere)	α
0	0°
0,4	10°
0,8	20°
1,2	30°
1,6	33°
2	40°
2,4	42°
2,8	45°

NB: i valori degli angoli potrebbero risultare non del tutto esatti a causa dell'imprecisione di alcune misurazioni

Elaborazione

Per procedere con l'elaborazione dei dati è stato necessario, innanzitutto, calcolare i valori della tangente degli angoli α formati dall'ago magnetico.

Infatti, se si considera lo "schema" vettoriale dei campi presenti nell'esperimento, la relazione fra il campo B_i e il campo B_t è trigonometrica:

$$B_i = B_t \cdot \tan \alpha$$

Inoltre, secondo la Legge di Biot-Savart, il campo magnetico generato da un filo di corrente è così definito:

$$B_i = k \cdot i / r$$

dove $k = \mu_0 / 2\pi$ e r = distanza dal filo (raggio della linea di forza circolare).

Unendo le due equazione si ottiene perciò:

$$i = (r / k) \cdot B_t \cdot \tan \alpha$$

Questa nuova formula è, in realtà, l'equazione di una retta che ha per incognita y l'intensità i , per incognita x la tangente dell'angolo e per coefficiente angolare:

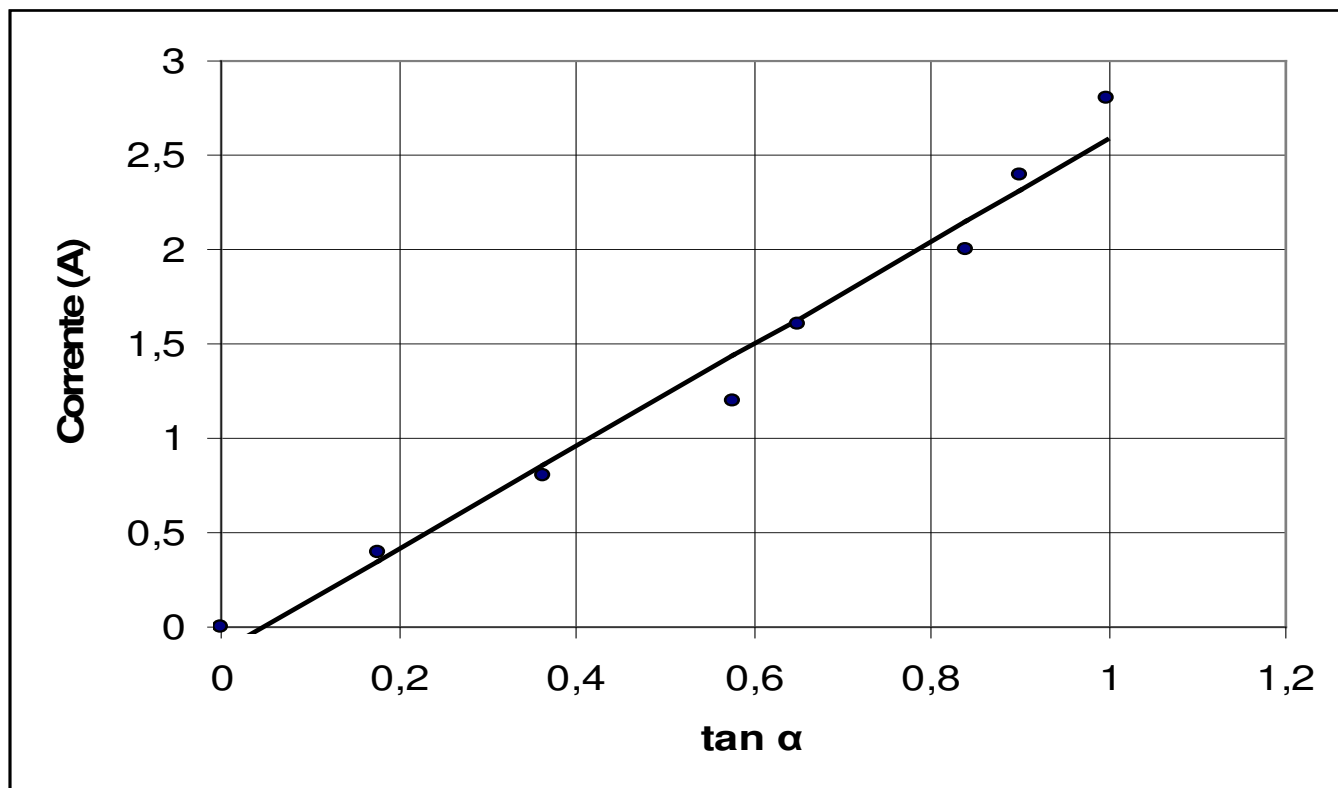
$$m = (r / k) \cdot B_t$$

La retta può essere rappresentata così su un diagramma $i - \tan \alpha$ e il coefficiente angolare m può essere calcolato:

- mediante l'operazione $\Delta y / \Delta x$, prendendo in considerazione il primo e l'ultimo punto (in questo caso il diagramma con le misure in cm utili al calcolo è stato disegnato a mano durante l'esperienza);
- mediante l'uso del programma Microsoft Office Excel, utilizzando le funzioni di PENDENZA e INTERCETTA per calcolare rispettivamente il coefficiente angolare della retta di "best fit" (cioè la retta che meglio interpola i punti del grafico) e la sua intersezione con l'asse delle ordinate. Questo metodo permette inoltre di ricavare alcuni valori di tale retta e rappresentarla graficamente.

Angolo α	$\tan \alpha$	Corrente (A)	Corrente (A) della retta di best fit
0°	0	0	-0,13
10°	0,176236	0,4	0,35
20°	0,36377	0,8	0,86
30°	0,576996	1,2	1,44
33°	0,648993	1,6	1,63
40°	0,838497	2	2,15
42°	0,899731	2,4	2,31
45°	0,999204	2,8	2,58

Diagramma



- Coefficiente angolare **m** calcolato “manualmente”: $\Delta y / \Delta x = 2,8$ circa
- Coefficiente angolare **m** e intercetta **q** calcolati utilizzando Excel:

$$m = \text{Pendenza} = 2,71056540$$

$$q = \text{Intercetta} = -0,125854174$$

Conclusion

Perciò, essendo a conoscenza della distanza $r = 1,5$ cm, della costante $k = \mu_0 / 2\pi$ e del coefficiente angolare m è possibile calcolare (molto approssimativamente) il campo magnetico terrestre con la seguente formula:

$$B_t = (m \cdot k) / r = \text{circa } 5,2 \cdot 10^{-5} \text{ Tesla}$$

dove $k = \mu_0 / 2\pi$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$$

$$r = 0,01 \text{ m}$$

Lucia Batzu
V C
A.S. 2007 / 2008