

Dati generali

* Titolo

* Materia

Altre materie / Interdisciplinarietà

Classe

* Tipo di attività

* Categoria

* Ore di laboratorio

* N. Persone (min) per gruppo

Riassunto / Abstract

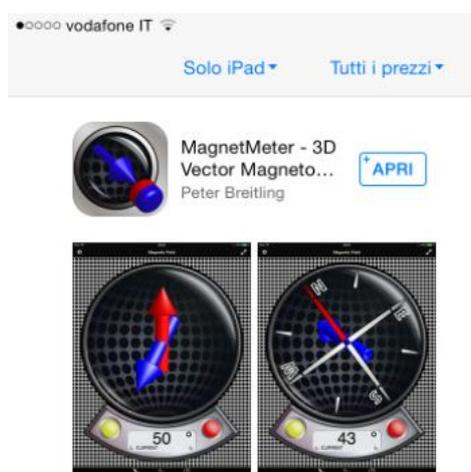
Con i sensori di cui sono dotati normalmente smartphone e tablet si possono studiare le caratteristiche del campo magnetico generato da un magnete permanente, riconoscere la polarità di un magnete e analizzare come varia con la distanza il campo prodotto dal magnete.

Scheda sintetica delle attività

Strumentazione e attrezzatura necessaria (elenco)

Magneti permanenti di varie forme – smartphone o tablet dotato di magnetometro – applicazione per la lettura del magnetometro Magnetmeter 3D Plain Code (1,99 euro per IOS), disponibile (free) anche per Android, non disponibile per Windows.

In dotazione nel kit: due magneti rettilinei permanenti di lunghezza 8 cm



Competenze teorico-pratiche necessarie (elenco)

Interpretazione delle linee di campo – interpolazione – utilizzo di software per l'interpolazione.

Obiettivi e competenze acquisibili

- Esplorare il campo magnetico generato da magneti permanenti.
- Sperimentare e comprendere che i materiali ferromagnetici, pur non essendo fonti di campo magnetico, ne alterano il valore.
- Verificare il modello matematico che descrive il campo magnetico generato da un magnete di piccole dimensioni o lineare.

Dotazioni di sicurezza

Nessuna dotazione.

Svolgimento

Nella maggior parte degli smartphone è presente un magnetometro la cui funzione principale è quella della rotazione automatica delle mappe nei navigatori. Esistono molte applicazioni che sfruttano il magnetometro presente negli smartphone e che permettono di visualizzare una bussola, un metal detector o di accedere direttamente alle misure delle tre componenti del campo magnetico (1).

Tra tutte le applicazioni provate la più adatta per queste esperienze ci è sembrata Magnetmeter 3D (Plain Code) che ha caratteristiche che altre applicazioni non hanno. Innanzitutto offre una rappresentazione grafica del campo magnetico e questo aspetto la rende molto efficace da un punto di vista didattico. Inoltre permette di azzerare il campo magnetico: ciò è molto comodo perché non ci si deve preoccupare durante le misure dell'orientamento del campo magnetico terrestre o di altri campi magnetici eventualmente presenti. Questa applicazione non consente di visualizzare separatamente il valore delle tre componenti del campo. L'applicazione è disponibile sia in ambiente IOS (1,99 euro) e Android; non è invece disponibile in ambiente Windows.



1. Esplorare il campo magnetico generato da magneti permanenti.

- Attiviamo l'applicazione Magnetmeter 3D (Plain Code).
- Scegliamo la modalità 'magnetometro' (l'applicazione permette anche di visualizzare il campo gravitazionale)
- Il pulsante giallo sulla sinistra permette di visualizzare il campo magnetico con tre diverse modalità (bussola, declinazione magnetica, campo magnetico) – scegliamo 'campo magnetico: viene visualizzato un vettore di colore blu
- Muoviamo in prossimità del dispositivo un magnete permanente
- Osserviamo come varia l'orientamento e l'intensità del campo magnetico
- Ruotando di 180° il magnete possiamo osservare che cambia il verso del vettore



In questa fase si può anche individuare la posizione del sensore sul proprio dispositivo. Se si dispone di un piccolo magnete (2) possiamo determinarla muovendo il magnete sullo schermo ed osservando il punto in cui il valore del campo magnetico diventa massimo. Bisogna però prestare attenzione che il campo magnetico non raggiunga valori troppo elevati perché in questo caso il sensore satura e talvolta l'applicazione si disattiva (è il meccanismo che mette i dispositivi in standby quando chiudiamo il coperchio della custodia). Una procedura alternativa (e migliore) consiste nel muovere un magnete lineare perpendicolarmente a due lati del dispositivo e segnare le posizioni in cui il campo è massimo. L'intersezione tra le parallele ai lati per questi due punti dà con buona approssimazione la posizione del sensore.

2. Sperimentare e comprendere che i materiali ferromagnetici pur non essendo fonti di campo magnetico ne alterano il valore.

- Attiviamo l'applicazione Magnetmeter 3D (Plain Code).
- Scegliamo la modalità 'bussola - magnetic north'
- Muoviamo in prossimità del dispositivo un oggetto ferromagnetico
- Osserviamo che l'orientamento della bussola ed il valore del campo variano
- Esploriamo il piano di un banco scolastico: in corrispondenza delle parti metalliche il valore del campo magnetico aumenta.

Questa proprietà è quella che viene sfruttata da tutte le applicazioni tipo 'metal detector' disponibili - anche gratuitamente - in tutti gli ambienti (3).

3. Verificare il modello matematico che descrive il campo magnetico generato da un magnete di piccole dimensioni o lineare.

La prima operazione da fare, anche se non sempre questo aspetto è messo abbastanza in evidenza [1,2], è assicurarsi che il luogo scelto per la misura non sia in prossimità di materiali ferromagnetici o addirittura di magneti permanenti (4). Questa è una condizione abbastanza difficile da realizzare. Anche una comune scrivania col piano di legno o un comune banco scolastico è di solito montato su un supporto metallico. Moltissimi oggetti intorno a noi generano campi magnetici, come le casse acustiche o, in laboratorio, i generatori elettrici in corrente continua. Gli stessi tablet e smartphone, avendo casse acustiche generano campi non trascurabili per le nostre misure.

- Prendiamo un foglio a quadretti e disponiamo su un lato il nostro misuratore. Con una matita tracciamo il contorno del dispositivo. Ciò sarà utile sia per mantenere la corretta orientazione del magnete durante la misura sia se vogliamo ripetere la misura in un secondo tempo.
- Utilizziamo come guida per cambiare la posizione del magnete un righello posto perpendicolarmente al dispositivo ed in posizione tale che il magnete sia in corrispondenza del sensore di campo magnetico. Per cercare la giusta posizione azzeriamo il magnetometro (nell'app sono disponibili le istruzioni) ed avviciniamo il magnete lateralmente sinché il vettore campo magnetico non risulta perpendicolare al bordo.

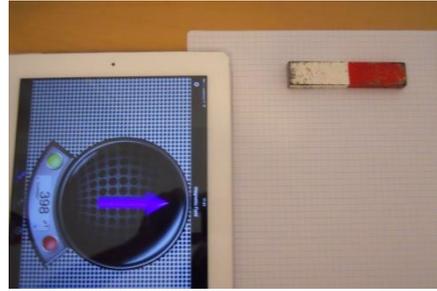
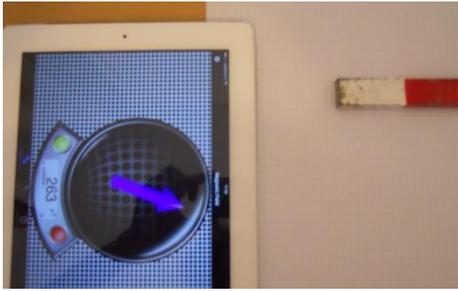
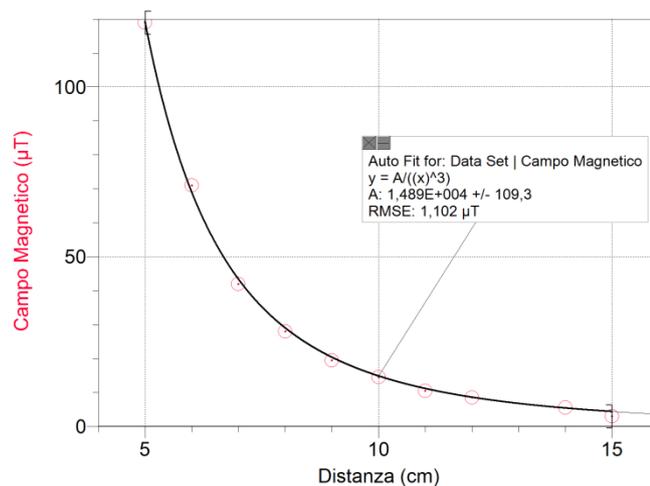


Figure: ricerca della corretta posizione del magnete rispetto al bordo. Nella figura a destra la calamita e la rappresentazione del campo magnetico sono parallele; la misura verrà fatta facendo muovere la calamita lungo una traiettoria orizzontale.

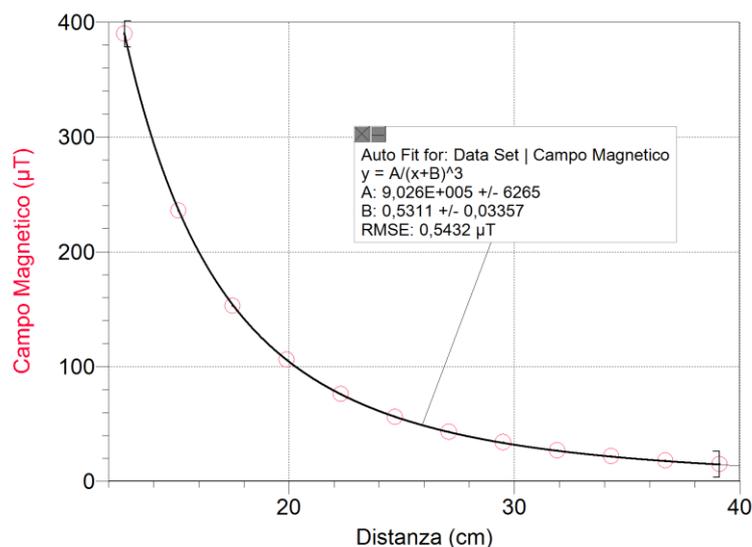
- A questo punto tracciamo sul foglio una riga orizzontale e decidiamo le distanze alle quali intendiamo fare le misure che possono essere annotate sullo stesso foglio
- Conviene partire dalla distanza maggiore e poi avvicinarsi in modo da non sottoporre il sensore a campi magnetici elevati.
- Se vogliamo fare più serie di misure (dalle quali ricavare poi una media) è opportuno azzerare il sensore.

I magneti di piccole dimensioni sono di solito circolari. Per la misura che segue abbiamo usato un magnete estratto da una barretta Geomag; è necessario tenerlo in posizione verticale utilizzando un supporto, per esempio una gomma per cancellare. E' importante che il magnete sia fissato saldamente al supporto perché la misura è molto sensibile all'orientamento del magnete. Questo è un altro motivo per cui l'applicazione più comoda da usare è Magnetmeter 3D che permette un controllo visivo immediato.



Sono state raccolte e riportate in grafico misure del campo magnetico in 10 posizioni diverse dai 5 ai 15 cm dal sensore. Si ottiene con buona approssimazione la dipendenza dall'inverso del cubo della distanza riportata in letteratura [1]. Il grafico riportato è realizzato con il software LoggerPro (Vernier) ma si ottengono risultati accettabili anche con un normale foglio di calcolo.

Se si usa un magnete esteso occorre fare un'interpolazione con una distanza corretta ($x+B$) invece della distanza x dal sensore. L'interpolazione (ottenuta con LoggerPro) con questa correzione risponde bene al modello teorico [1]. Nel caso del magnete in dotazione al kit, occorre aggiungere 4 cm alla distanza dell'estremo del magnete dallo smartphone.



Note e storia

- (1) (Sensor Kinetics, Sensor Info, Sensor Log).
- (2) vengono spesso usati nelle chiusure di borse e borsette e si acquistano a pochi centesimi negli store di gadget online
- (3) Per esempio Rivelatore di metalli (P.Giudicelli) per IOS - Detection Kit per Windows (non va bene, non dà valori numerici, meglio magnetmeter)
- (4) Per esempio le custodie dei tablet hanno di solito un magnete che facilita la chiusura; occorre quindi avere cura di operare col tablet privo di custodia.

L'esperimento fa parte del progetto "Science Smart Kit". Tale progetto comprende un kit di "accessori" per smartphone per realizzare attività di laboratorio di fisica, di scienze, chimica e matematica, schede per studenti e docenti, e la disseminazione attraverso iniziative di aggiornamento e formazione docenti.

Il progetto è risultato tra i vincitori del bando del MIUR "Nuove idee per la didattica laboratoriale nei Licei Scientifici".

Bibliografia

- [1] E.Arribas, I.Escobar, C.P.Suarez, A.Najera, A.Beléndez, "Measurement of the magnetic field of small magnets with a smartphone: a very economical laboratory practice for introductory physics courses", *Eur. J. Phys.* 36 (2015)
- [2] N.Silva, "Magnetic field sensor", *Phys. Teach.* 50, 372 (2012)

Autori

Isabella Soletta