

*Liceo Scientifico Statale "L. Da Vinci"*

*Reggio Calabria*

*FISICA*

*Il Campo Magnetico*

*Studentessa*

*Rosa Calabrese*

*5h A.s. 2004-2005*

## *Il campo magnetico*

*Il concetto di campo ha rappresentato per la fisica moderna un'innovazione straordinaria perciò prima di trattare di cosa sia un campo magnetico sarebbe meglio specificare cosa si intende per campo di forze e che ruolo abbia nella fisica (anche nelle interazioni tra particelle) questa idea.*

## *Campo di forze*

*Si definisce campo una regione di spazio in cui si risentano gli effetti di una forza. Questa forza è come se fosse distribuita nello spazio intorno a ciò che genera il campo, ad esempio, una grossa massa posta nello spazio genera attorno a se una forza gravitazionale e, finché non viene posto nessun altro corpo intorno non vi è nessun motivo per pensare che nello spazio circostante ci sia una forza, ma, quando viene posto un corpo, questo effettivamente ne risente e ciò potrebbe indurre a pensare che il concetto di campo sia solo un concetto formale, ma evidenze sperimentali hanno indotto i fisici a ritenere il campo un'esistenza reale di per se indipendentemente dalla verifica che si ottiene ponendo una massa di prova.*

*I campi si dividono in campi scalari e vettoriali:*

*I campi scalari sono semplicemente una distribuzione di valori scalari associati ad una grandezza nello spazio (ad esempio tutte le misure di temperatura in una stanza sono un campo scalare);*

*I campi vettoriali invece sono tutti i possibili valori che può assumere una grandezza vettoriale nello spazio intorno;*

*- Detto questo possiamo passare a definire cosa sia un campo magnetico.*

*Da ciò che è stato detto prima riguardo i campi vettoriali, evidentemente un campo magnetico è la distribuzione nello spazio di un vettore: il vettore  $B$ .*

*Analogamente a ciò che accade per il campo elettrico potremmo dire che a generare un campo magnetico è una carica magnetica cioè un monopolio magnetico, ma, poiché effettivamente non esistono prove dell'esistenza di monopoli magnetici, in realtà a generare un campo magnetico è o il moto di cariche elettriche o certi materiali in cui i campi magnetici dei singoli elettroni vanno a sommarsi creando un campo magnetico permanente intorno ad essi.*

*In termini matematici se esistessero i monopoli magnetici potremmo definire  $B = \text{forza magnetica} / \text{carica magnetica}$ , non esistendo questi definiamo  $B$  come il rapporto tra  $F_b / qv$*

Da cui si ricava che  $F_b = qv \times B$  o anche  $F_b = qvB \sin \alpha$  dove  $\alpha$  è l'angolo tra le direzioni di  $v$  e di  $B$ .

Dato che  $F_b$  è dato come prodotto vettoriale tra  $qv$  e  $B$ ,  $F_b$  sarà perpendicolare a  $v$  e a  $B$ .

L'unità di misura di  $B$  è il TESLA che equivale ad  $1 \text{Newton} / (1 \text{Coulomb} \cdot \text{m/s})$ , la vecchia unità di misura di  $B$  era il Gauss,  $1 \text{ Gauss} = 10^{-4} \text{ Tesla}$

Possiamo rappresentare il campo magnetico con linee di forza, proprio come si è soliti fare con il campo elettrico.

Cioè:

1. la direzione della tangente a una linea di forza del campo magnetico in un punto qualsiasi dà la direzione di  $B$  in quel punto;
2. la spaziatura tra le linee è una misura dell'intensità di  $B$ .

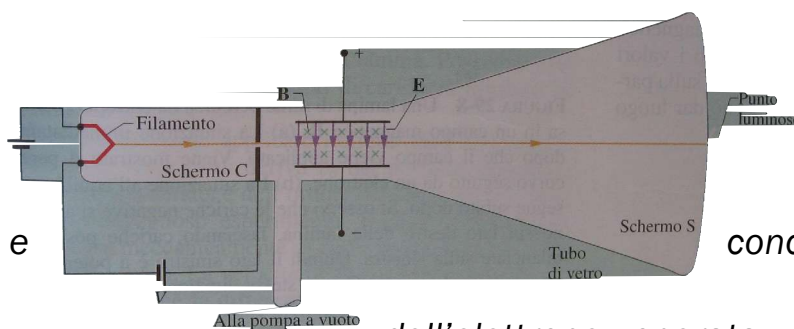
Tutti gli oggetti magnetici producono delle linee di forza invisibili che si estendono tra i poli dell'oggetto. Un modo semplice per visualizzare questo fenomeno è quello di spargere della limatura di ferro su un foglio e mettervi al di sotto una barra magnetizzata. La limatura si disporrà da sola intorno al magnete lungo le linee di forza del campo magnetico.

Dato che il vettore campo magnetico ha un verso, le linee di campo entrano da una estremità di magnete e ne escono dall'altra. L'estremità da cui emergono le linee di campo è detta "polo nord", l'altra "polo sud".

Due forme comuni per un magnete possono essere: quella a forma di ferro di cavallo e quella piegata a C, in modo che i due poli si affaccino su loro, possiamo quindi affermare senza alcun dubbio che:

Poli magnetici opposti si attraggono l'un l'altro e poli magnetici uguali si respingono reciprocamente.

### **L'esperienza di Thomson e la scoperta dell'elettrone**



Grande importanza storica concettuale ebbe la scoperta

dell'elettrone operata da J.J. Thomson nel 1897

mediante un apparecchio detto tubo a raggi catodici del tipo in figura

Il filamento incandescente posto all'estremità del tubo a vuoto emette particelle cariche che vengono accelerate dalla differenza di potenziale  $V$  applicata. Quelle che passano oltre una stretta fenditura praticata sullo

*schermo C formano un fascio sottile che viene diretto attraverso un campo incrociato (intendendo per campo incrociato un campo magnetico in direzione perpendicolare ad un campo elettrico) prima di terminare contro uno schermo fluorescente S, adatto a rivelarne la presenza grazie all'apparizione di un punto luminoso là dove è colpito dal fascio.*

*Le forze agenti sulle particelle cariche durante l'attraversamento del campo incrociato possono deviare il fascio in modo che non cada necessariamente al centro dello schermo S.*

*Controllando intensità e direzione dei campi, Thomson potè regolare a piacere la posizione del fascio di arrivo sullo schermo.*

*Nella particolare disposizione dei campi, gli elettroni vengono deviati nel piano uscente dal foglio per azione del campo elettrico  $E$  e, verso il basso per azione del campo magnetico  $B$ . Le due forze sono dunque contrastanti.*

*Thomson seguì questo procedimento:*

- 1. Porre  $E=0$  e  $B=0$  e osservare la posizione non deflessa del fascio*
- 2. Applicare il campo elettrico  $E$  misurando sullo schermo S la deflessione del fascio causata dal campo*

3. Senza eliminare  $E$  applicare un campo magnetico  $B$  e regolare il suo valore finché la deflessione del fascio ritorna a zero

La deflessione risulta essere  $Y=qEL^2/2mv^2$  dove  $v$  è la velocità dell'elettrone,  $m$  la massa,  $q$  la carica ed  $L$  la lunghezza dei piatti.

Dalla misura di questa deflessione Thomson misurò il rapporto di  $m/q$  ed osservò che i corpuscoli che passavano attraverso l'apparato erano per lo meno 1000 volte più leggeri di qualsiasi altro atomo per cui dovevano essere costituenti della materia.

Più tardi tali corpuscoli vennero chiamati elettroni.

## **Tesla: Un personaggio chiave nella comprensione dei fenomeni magnetici**

Il 13 maggio 1899, quando i soci del commercial club di Chicago entrarono nella sede del loro circolo per assistere ad una conferenza del famoso inventore Nikola Tesla rimasero sbalorditi alla vista di un lago artificiale collocato nel bel mezzo della sala. Tutti sapevano che Tesla (l'uomo che aveva inventato il sistema a corrente alternata portando l'elettricità nelle case della gente), era un maestro nel dare spettacolo. Sei



*anni prima aveva impressionato il pubblico inviando scosse da 250.000 volt attraverso il suo stesso corpo.*

*I soci del club, quindi non vedevano l'ora di scoprire cosa avrebbe fatto Tesla con il lago in miniatura e la barchetta che vi galleggiava.*

*Improvvisamente la barchetta(in figura) cominciò a muoversi mentre Tesla la guidava attraverso invisibili onde radio.*



*Questa strana invenzione non ebbe mai un'applicazione pratica né successo quasi ad emblema di come sarebbe stata la futura carriera dell'inventore.*

*Tesla nacque da una famiglia serba e fu durante i suoi studi a concepire quella che sarebbe diventata la sua più importante invenzione il motore a corrente alternata.*

*Trascorse gli anni successivi cercando di acquisire le conoscenze che gli avrebbero permesso di realizzare il suo motore. Dopo pochi anni si trasferì a Parigi e poi a New York dove sperava di far conoscere ad Edison il suo progetto.*



*Alcuni mesi più tardi completò un sistema di illuminazione ad arco, ma i suoi dirigenti si rifiutarono di dargli la grafica promessa, e l'ambizioso ingegnere se ne andò disgustato.*

*Venne assunto da due affaristi del New Jersey che lo incoraggiarono nel suo progetto ed, incautamente, cedette loro il brevetto confidando nel fatto che volessero fare concorrenza ad Edison; invece i due decisero che la vera opportunità economica fosse la gestione di un servizio di illuminazione elettrica e, una volta messo in funzione l'apparecchio, licenziarono Tesla che, rimasto senza soldi, dovette scavare fosse per guadagnarsi da vivere.*

*Dopo un anno di stenti presentò l'idea di brevetto di un motore termomagnetico uno strumento originale azionato riscaldando e raffreddando dei magneti.*

*Alcuni si interessarono al suo progetto e lo aiutarono economicamente ma, quando si resero conto che era irrealizzabile, spinsero Tesla a perfezionare il motore a corrente alternata; da qui ci si rese conto che la corrente alternata poteva essere impiegata per trasmettere energia a lunghe distanze, quindi il progetto si rese promettente e i due finanziatori cominciarono ad interessarsi alla sua utilizzazione, a tal fine fecero in modo che Tesla facesse una conferenza all'istituto americano di corrente elettrica suscitando l'interesse di Westinghouse ( famoso per la costruzione*

*di freni elettrodinamici e sistemi di segnaletica per le ferrovie) che pagò profumatamente il brevetto di Tesla pagando circa 75.000\$*

*Egli sperava che questa invenzione potesse essere utilizzata per l'utilizzo dei tram e fece in modo che Tesla si recasse a Pittsburgh per adattare il suo progetto a questa realizzazione.*

*Alcune difficoltà tecniche si presentarono in quanto il motore di Tesla richiedeva l'utilizzo di due correnti alternate a quattro fili e non era possibile inserirlo nei sistemi a corrente monofase già esistenti.*

*Alla fine il problema venne superato modificando il motore di Tesla e sviluppando un nuovo sistema a corrente alternata dandone una dimostrazione costruendo una centrale idroelettrica nella cascate del Niagara impianto che riuscì ad erogare corrente per 40 km.*

*Il motore a corrente alternata e il sistema multifase a corrente alternata costituirono dunque la base dell'odierno sistema di distribuzione della corrente elettrica in tutto il Nord America.*

*Molto prima che la centrale del Niagara fosse collegata, Tesla abbandonò il progetto.*

*Usando i soldi avuti grazie al brevetto venduto si costruì un laboratorio a New York dove per attirare potenziali investitori, si fabbricò la fama di genio*

*eccentrico, creò una nuova idea su cui lavorare: i fenomeni elettrici ad alta frequenza.*

*Mentre in precedenza aveva combinato bobine di induzione magnetica, resistenze e condensatori per produrre il suo motore ora collegava le bobine e i condensatori in nuove configurazioni.*

*Paragonando un condensatore ad un serbatoio di stoccaggio e la bobina a una molla a spirale si rese conto che questo circuito avrebbe potuto amplificare i segnali elettrici e portarli alla frequenza desiderata.*

*Sfruttando questa idea costruì enormi trasmettitori amplificati oggi chiamate "bobine di Tesla" che generavano scintille lunghe 40 m.*

*Egli si rese quindi conto che la risonanza apriva le porte alla conoscenza della sintonizzazione dei segnali radio.*

*Basandosi sull'idea fondamentale della risonanza elettrica, portò avanti invenzioni nel campo dell'illuminazione, delle comunicazioni radio e, della distribuzione senza fili della corrente elettrica sperando di costruire una lampadina ad alto rendimento che sostituisse la lampadina ad incandescenza di Edison così l'inventore scoprì le prime lampadine a fluorescenza e ,si rese conto, che una valvola elettronica era in grado di percepire onde radio.*

*Una volta perfezionati i suoi circuiti li sperimentò, applicando antenne appese a palloni aerostatici posti sopra il suo laboratorio che sfortunatamente pochi*

*mesi dopo andò in fiamme mandando in fumo tutti gli ambiziosi progetti da lui formulati e in via di sperimentazione.*

*Dopo questo traumatico evento che influenzò la sua carriera futura, chiuse il laboratorio di New York trasferendosi a Colorado Springs.*

*Qui si occupò di quella che sarebbe stata l'applicazione più importante della sua vita: la distribuzione senza fili dell'energia elettrica intorno al mondo.*

*Il nuovo sogno di Tesla si basava dunque sulla risonanza elettrica.*

*Come molti altri pionieri della trasmissione senza fili egli colse la duplice relazione che intercorre fra ricevitore e trasmettitore. Innanzitutto il ricevitore emetteva onde radio al ricevitore attraverso l'aria poi, dato che i due strumenti erano collegati a massa, una corrente di ritorno passava dal ricevitore al trasmettitore attraverso la messa a terra. Pensò di usare il trasmettitore per inviare le onde al ricevitore tramite la terra, e poi di utilizzare l'atmosfera per il circuito di ritorno usando una stazione trasmittente in grado di pompare energia elettromagnetica in tutta la terra fino a raggiungere la zona di risonanza terrestre facendola intercettare da stazioni riceventi sparse per il mondo. Usando degli amplificatori Tesla si convinse di essere riuscito a comunicare i suoi segnali fino a Marte e di aver ricevuto risposta dai marziani...!!!*

*Colpito dal suo lavoro un certo Morgan finanziò il suo progetto ma la mancanza di fondi sufficienti e i notevoli insuccessi fecero sì che Tesla si ammalasse di esaurimento nervoso . Ripresosi cominciò a studiare un modello di turbina con la girante priva di pale, nessuno però si curò del suo progetto e Tesla brevettò un tachimetro per autoveicoli che basava sullo stesso principio della turbina (l'uso di forze viscosse che facevano ruotare dischi l'uno accanto all'altro).*

*Nel 1931 il "Times" celebrò un articolo per il suo compleanno dedicandogli la copertina, nella quale egli pontificò su come lanciare messaggi alle stelle tramite un suo telescopio.*

*Durante questa conferenze che si tennero ogni anno, egli metteva in guardia la popolazione contro lo scatenarsi di un conflitto mondiale che poteva a suo modo essere scongiurato solo creando una super arma in grado di mantenere un equilibrio del terrore.*

*Nel 1937 venne investito da un taxi e dopo pochi giorni morì.*

*In conclusione Tesla ha lasciato dietro di sé una eredità controversa: da un lato il padre del motore a corrente alternata, il Tesla infatti nel 1957 venne adottato come unità di misura della densità di flusso dei campi magnetici; dall'altro canto però le sue pittoresche dichiarazioni lo hanno fatto diventare*

*il santo patrono di alcune sette spirituali alternative infatti i suoi ammiratori convinti che egli avesse scoperto i segreti mistici dell'universo credono che uomini potenti come Edison e Morgan cospiravano contro lui per impedire che perfezionasse la sue scoperte.*

*Comunque Tesla ha dato contributi enormi in campo ingegneristico, anche se fin troppo spesso fu inebriato dalla bellezza della sue intuizioni più che nel volersi occupare degli sviluppi concreti di queste scoperte.*

**ROSA CALABRESE 5°H LICEO SCIENTIFICO "L. DA VINCI" A.S. 2004/2005**