

Il campo magnetico

- Il campo elettrico \mathbf{E} è stato definito calcolando la forza \mathbf{F} che il campo suddetto esercita su una carica di prova q_0 .
- Se fosse disponibile una carica magnetica (monopolo magnetico) si potrebbe definire il campo magnetico \mathbf{B} nello stesso modo.
- I monopoli magnetici non sono stati trovati in natura (vi sono solo magneti con entrambi i poli cioè nord e sud) e quindi occorre definire \mathbf{B} in un altro modo.
- Per definire \mathbf{B} si calcola la forza \mathbf{F}_B che \mathbf{B} esercita su una **carica di prova q in moto** con velocità \mathbf{v} .

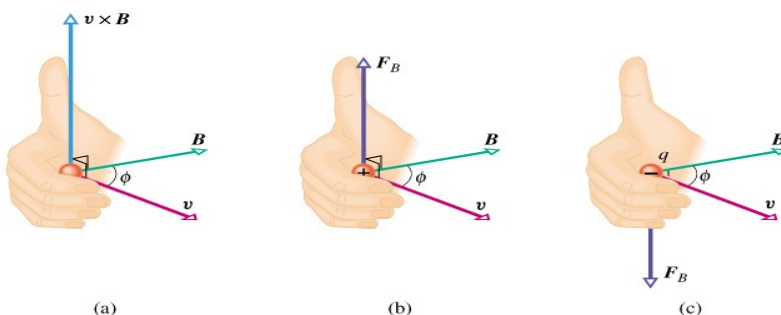
Forza di Lorentz

Si vede sperimentalmente che una particella carica q in moto con velocità \mathbf{v} in presenza di un campo magnetico \mathbf{B} subisce una forza \mathbf{F}_B definita dall'equazione:

$$\vec{F}_B = q \vec{v} \times \vec{B}$$

Il modulo di tale forza vale: $|\vec{F}_B| = |q| v B \sin \phi$

La direzione di \mathbf{F}_B è sempre perpendicolare al piano individuato dalle direzioni di \mathbf{v} e \mathbf{B} . Il verso di \mathbf{F} si ottiene con la regola della mano destra o della vite:



Attenzione al
segno della
carica !!!

$$\vec{F}_B = q \vec{v} \times \vec{B}$$

N.B. Poiché \vec{F}_B non ha mai una componente lungo la velocità \vec{v} tale forza non può modificarne il modulo (e quindi la sua energia cinetica) ma solo la sua direzione (e quindi la sua traiettoria). Solo in questo senso la forza di Lorentz imprime un'accelerazione alla particella.

Unità di misura di **B (SI)**: **Tesla** = 1 N s / (C m)

Altra unità di misura di **B**: **Gauss** 1 **tesla** = 10^4 gauss

Alcuni valori approssimati di campo

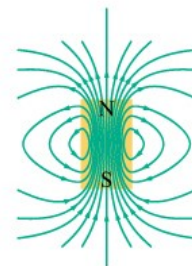
magnetico

Sulla superficie di una stella di neutroni	10^8 T
In prossimità di un grande elettromagnete	1.5 T
Vicino a una barretta magnetica	10^{-2} T
Sulla superficie della Terra	10^{-4} T
Nello spazio interstellare	10^{-10} T
Il più piccolo valore in una camera magneticamente schermata	10^{-14} T

Linee di forza del campo magnetico

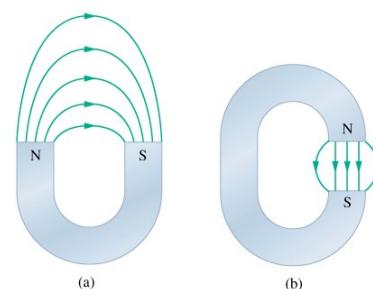
Si costruiscono procedendo come nel caso del campo elettrico.

- (1) La direzione della tangente alla linea di forza in un punto coincide con la direzione del campo B in quel punto.
- (2) La spaziatura tra le linee è un indice dell'intensità del campo.



Linee di forza generate da un magnete:

le linee entrano in un polo (polo sud) e ne escono dall'altro (polo nord) Le linee entrano nel magnete e formano un percorso chiuso.

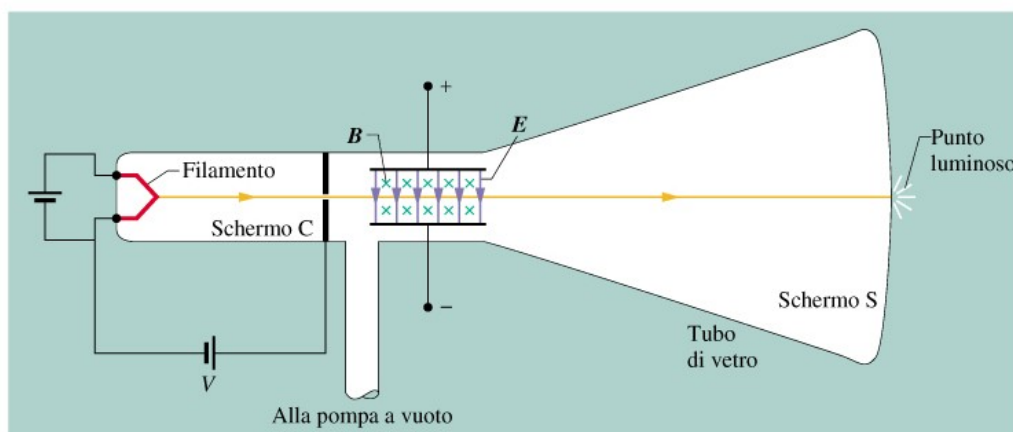


Si trova sperimentalmente che:

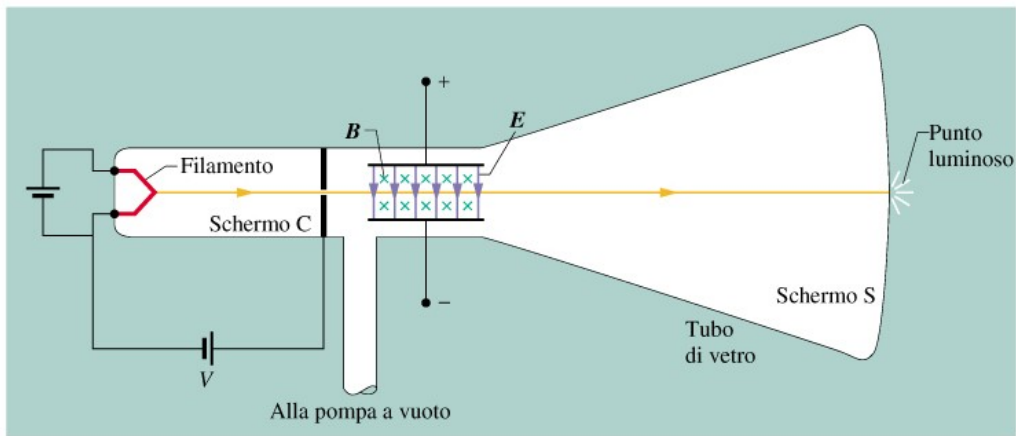
Poli magnetici opposti si attraggono l'un l'altro e poli magnetici uguali si respingono.

Campi incrociati: esperimento di Thomson

Regione in cui agiscono un campo elettrico E e un campo magnetico B . I due campi sono perpendicolari tra loro (**campi incrociati**). Il campo magnetico B entra nel piano della figura.



Gli elettroni che passano attraverso la regione delimitata dalle due piastre vengono spinti verso l'alto per azione del campo E e spinti verso il basso per azione del campo B (regola della mano destra più il fatto che l'elettrone ha carica negativa).



Procedimento di Thomson:

- 1) Porre $E=B=0$ e osservare la posizione non deflessa del fascio di elettroni.
- 2) Accendere E e misurare sullo schermo la deflessione del fascio
- 3) Lasciando acceso E accendere anche B e regolare il suo valore in modo da riportare il fascio a zero (annullare l'effetto di E con B).

In presenza di E (uniforme) una particella carica si deflette di un y :

$$(1) \quad y = \frac{qEL^2}{2mv^2} \quad \text{Vedi problema svolto 23.4 (moto di un proiettile)}$$

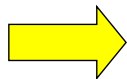
L : lunghezza delle piastre; v : velocità dell'elettrone

Poiché il verso della deflessione è legato al segno della carica Thomson stabilì che la carica era negativa.

Quando i due campi sono bilanciati le rispettive forze si bilanciano:

$$|q|E = |q|vB \sin(90^\circ) = |q|vB \quad \longrightarrow \quad v = \frac{E}{B}$$

Inserendo la velocità dell'elettrone nella (1):

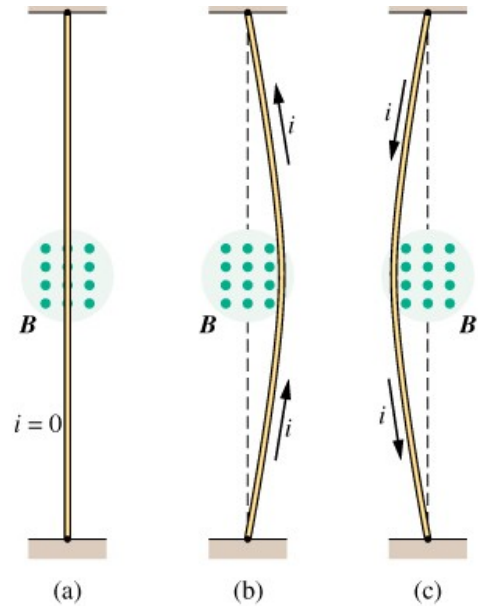


$$\frac{m}{q} = \frac{B^2 L^2}{2yE}$$

Rapporto massa-carica dell'elettrone

Forza magnetica agente su un filo percorso da corrente

- Un filo è attraversato in una sua regione da un campo magnetico trasversale (campo uscente dal piano).
- Se si fa circolare una corrente nel filo diretta verso l'alto, il filo s'incurva a destra, se s'inverte il verso della corrente la flessione sarà verso sinistra.



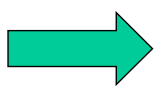
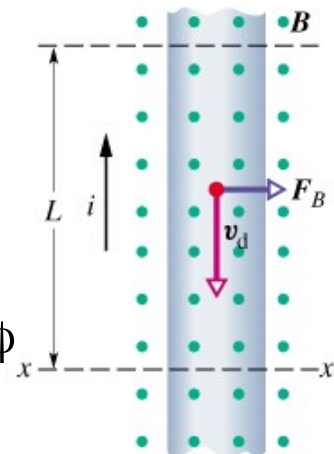
E' possibile stimare questa forza ?

Dalla definizione di corrente elettrica:

$$q = i t = i \left(\frac{L}{v_d} \right)$$

Dalla forza di Lorentz:

$$F_B = q v_d B \sin \phi = \left(\frac{i L}{v_d} \right) v_d B \sin \phi = i L B \sin \phi$$



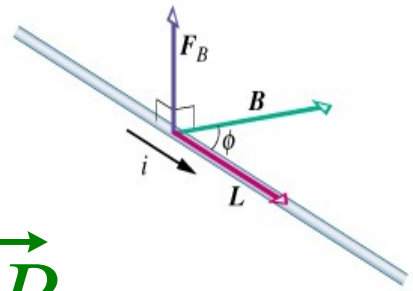
$$F_B = i L B$$

Forza su un segmento di **filo rettilineo** L , percorso da corrente i immerso in un campo magnetico **uniforme** B **perpendicolare al filo**.

Se il campo magnetico non è perpendicolare al filo, poiché la forza di Lorentz agente su una singola particella di velocità v la forza magnetica è data da:

$$\vec{F}_B = q \vec{v} \times \vec{B}$$

$$\longrightarrow \vec{F}_B = i \vec{L} \times \vec{B}$$



L'intensità della forza sarà quindi: $|\vec{F}_B| = i |\vec{L}| |\vec{B}| \sin \phi$

Per tratti infinitesimi di filo $d\vec{L}$ si avrà: $d\vec{F}_B = i d\vec{L} \times \vec{B}$

$\longrightarrow \vec{F}_B = \int_L i d\vec{L} \times \vec{B}$ Forza agente su un filo qualunque di lunghezza L in cui passa la corrente i .

Esercizi Halliday

1E, 3E, 4P, 8E, 14P, 29E, 30P (quinta edizione Capitolo 29)

1,2, 3, 4, 7, 23, 24 (sesta edizione Capitolo 28)

Esercizi svolti

29.1,29.2, 29.4,29.6 (quinta edizione)

28.1,28.2, 28.4,28.6 (sesta edizione)