

# Campi magnetici

## Introduzione

Si è notato che un materiale detto "magnetite" attrae limatura, specialmente ai poli, detti N e S. I poli NS si attraggono, mentre NN e SS si respingono, con una forza che scala come  $1/r^2$ .

Non è possibile separare poli opposti in 'cariche'. In qualche senso è come se esistessero solo 'dipoli'.

Immaginiamo quindi l'esistenza di un nuovo campo vettoriale  $\mathbf{B}$ . Mettendo due sassi magnetici si osserva che il nuovo campo si somma:  $\mathbf{B} = \mathbf{B}_1 + \mathbf{B}_2$ .

## Forza di Lorentz

CONNESSIONE TRA CAMPI MAGNETICI E CARICHE ELETTRICHE

$$\mathbf{F} = q(\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B})$$

un segno arbitrario può essere definito dalla regola della mano destra: l'indice indica  $\mathbf{v}$ , il medio indica  $\mathbf{B}$ , il pollice  $\mathbf{v} \times \mathbf{B}$

La forza magnetica non compie lavoro

## Moto di carica in campo magnetico costante

Una carica elettrica  $q$  di massa  $m$  in un campo magnetico  $\mathbf{B}$  costante fa un moto elicoidale, che consiste di un moto a velocità costante  $v_{\parallel}$  lungo  $\mathbf{B}$ , e di un moto circolare con velocità di rotazione  $v_{\perp}$  e raggio  $r$  nel piano perpendicolare al campo magnetico.

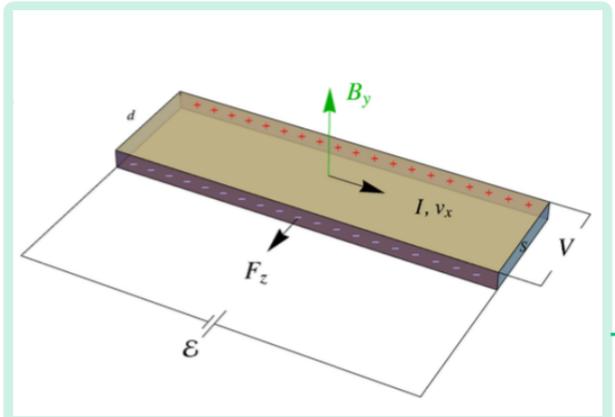
$$p_{\perp} = rqB$$

## Forza magnetica su di un filo

Un filo dritto di lunghezza  $L$  e sezione di area  $S$  orientato perpendicolarmente ad un campo magnetico costante: la corrente vale  $I = SJ = Snq_e v$  dove  $n = N/SL$  è la densità in numero degli  $N$  elettroni di conduzione, in moto con velocità  $v$ . La forza magnetica su ciascun elettrone vale  $F = q_e v B$ , quindi la forza magnetica totale vale  $F = N_e v B = LIB$

IN GENERALE

$$\mathbf{F} = \int I d\mathbf{s} \times \mathbf{B}$$



Consideriamo un filo conduttore parallelo all'asse  $x$  con portatori di carica di densità numerica  $n$  e velocità  $v_x$ : la corrente vale  $I = nq_e S v_x$ . Immaginiamo che la corrente sia prodotta da una batteria esterna, ed aggiungiamo un campo  $B_y$  ortogonale al filo: i portatori di carica, oltre alla forza elettrica, sentono la forza magnetica  $F_z = q_e v_x B_y \propto I$  che li spinge verso un lato del filo, di spessore  $d$

Le cariche si accumulano fino a creare un campo elettrico  $E_z$  tale da schermare la forza totale agente su di essi, ovvero tale da compensare la forza magnetica

$$F_z = q_e(E_z + v_x B_y) = 0.$$

Dopo aver raggiunto questo equilibrio, i portatori di carica riprendono a scorrere lungo l'asse  $x$ . Si ha un nuovo effetto fisico misurabile: una differenza di potenziale  $V = E_z d$  ai capi di spessore  $d$ . Misurandola si ricava  $E_z$  e quindi  $v_x$ . I dati mostrano che  $v_x$  ha segno opposto a  $I$ , cioè che sono elettroni con  $q_e < 0$

## Effetto Hall