Forza magnetica su un conduttore percorso da corrente

n numero di elettroni liberi
per unità di volume del conduttore

$\boxed{\mathbf{J} = -e\, n\, \mathbf{v}_D}$ vettore densità di corrente

$\mathbf{J} \,//\, \mathbf{E}$

Se il conduttore è in presenza di un campo magnetico

$$\mathbf{F} = -e\, \mathbf{v}_D \times \mathbf{B}$$

forza agente su ciascun elettrone

Suddividiamo un filo conduttore

in tratti di lunghezza ds e sezione S

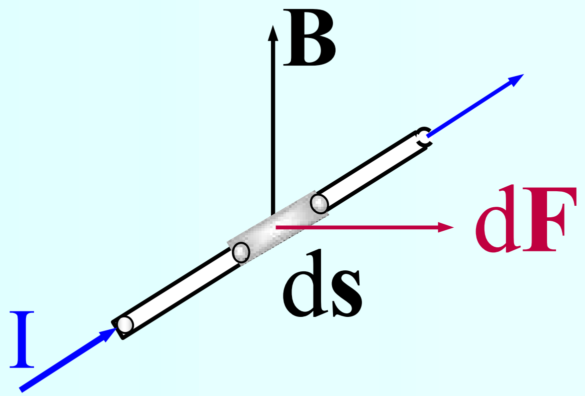
dF forza agente sul tratto ds

$$d\mathbf{F} = nSds\mathbf{F} = -\,nSdse\,\mathbf{v}_D \times \mathbf{B} = Sds\,\mathbf{J} \times \mathbf{B}$$

Poichè $I = SJ$

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

II legge di Laplace



Per un filo di lunghezza finita di estremi A e B

$$\boxed{\mathbf{F} = I \int_A^B d\mathbf{s} \times \mathbf{B}}$$

Conduttore rettilineo di lunghezza ℓ
in un campo **B** uniforme

$$\boxed{\mathbf{F} = \mathrm{I}\boldsymbol{\ell} \times \mathbf{B}}$$

$$F = I\,\ell\,B\,\mathrm{sen}\theta$$

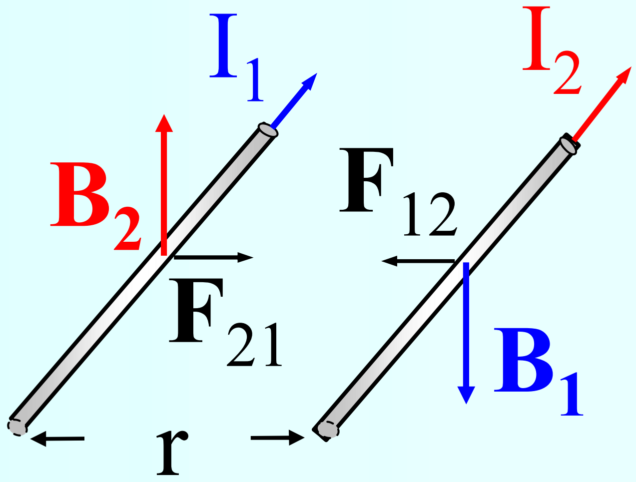
Conduttore curvilineo piano

$$\mathbf{F} = \mathrm{I}\int_A^B d\,\mathbf{s} \times \mathbf{B} = \mathrm{I}\,\mathbf{AB} \times \mathbf{B}$$

Se il filo piano è un circuito chiuso **F** = 0

Forza tra correnti su conduttori paralleli

$\mathbf{B_1}$ campo generato dalla corrente I_1



$\mathbf{u}_2$ versore della direzione di I_2

$d\mathbf{F}_{12}$ forza esercitata da $\mathbf{B_1}$ su un tratto di filo ds_2 percorso da I_2

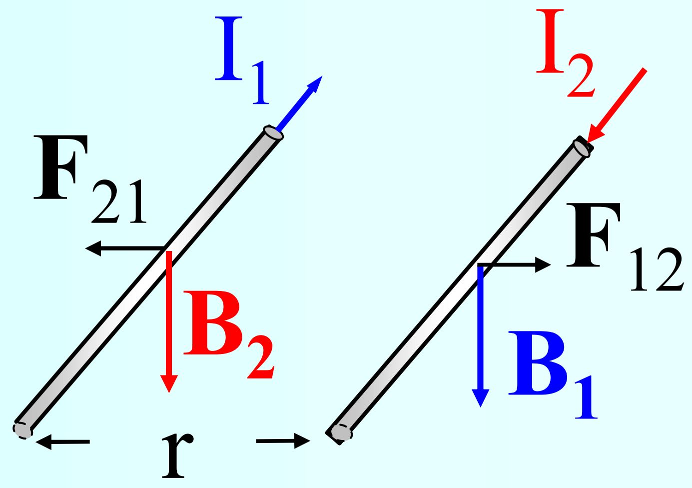
$$d\,\mathbf{F}_{12} = I_2 d\,\mathbf{s}_2 \times \mathbf{B}_1 = I_2 ds_2\, \mathbf{u}_2 \times \mathbf{B}_1$$

$$\boxed{\mathbf{F}_{12} = \frac{d\,\mathbf{F}_{12}}{ds_2} = I_2\, \mathbf{u}_2 \times \mathbf{B}_1}$$

forza per unità di lunghezza $\perp$ al filo ed a $\mathbf{B_1}$

Analogamente si ottiene

$$\boxed{\mathbf{F}_{21} = I_1\, \mathbf{u}_1 \times \mathbf{B}_2}$$



$\mathbf{u}_1$ versore della direzione di I_1

Per la legge di Biot e Savart

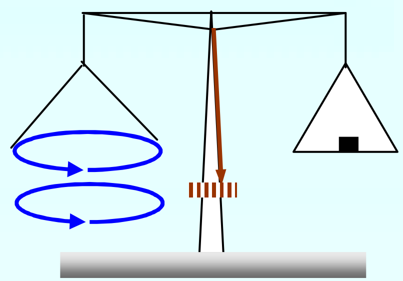
$$\boxed{B_1 = \frac{\mu_0}{2\,\pi}\,\frac{I_1}{r}} \qquad \boxed{B_2 = \frac{\mu_0}{2\,\pi}\,\frac{I_2}{r}}$$

$$\boxed{F_{12} = F_{21} = \frac{\mu_0}{2\pi}\,\frac{I_1\, I_2}{r}}$$

Correnti che scorrono
nello stesso verso si attraggono
in verso opposto si respingono

L'elevata precisione raggiunta nel misurare le forze magnetiche tra correnti mediante una bilancia ha determinato la scelta dell' intensità di corrente come grandezza fondamentale nel S. I.

Intensità di 1 Ampère = intensità di una corrente che circolando ad r = 1 metro da una corrente uguale parallela e concorde, la attrae con una forza di $2 \cdot 10^{-7}$N per ogni metro di lunghezza di conduttore



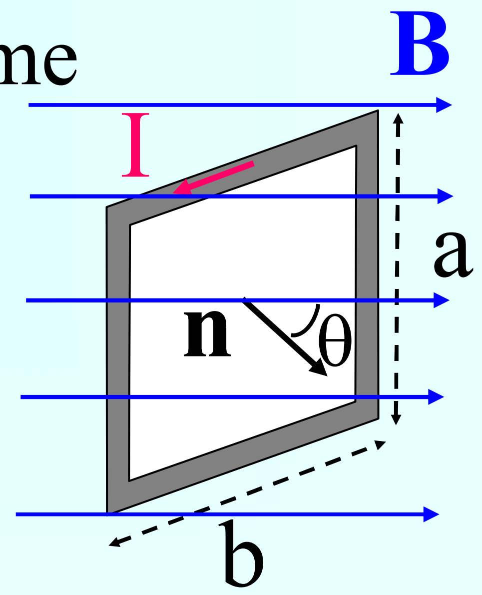
Azione di un campo B su una spira elementare

Spira rettangolare di lati a e b, percorsa da una corrente I in senso antiorario

n versore della normale positiva al piano della spira orientata in accordo al verso di circolazione della corrente (regola della mano destra)

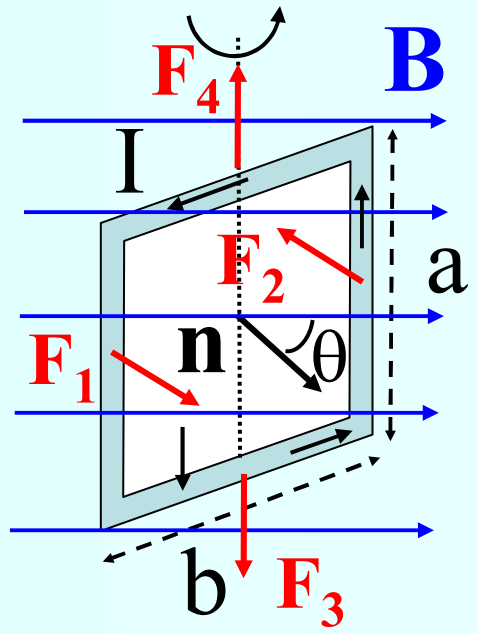
Spira immersa in un campo **B** uniforme

θ angolo tra **B** ed **n**



Valutiamo le forze sui quattro lati della spira

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



$$F_1 = F_2 = I\, a\, B$$

$$F_3 = F_4 = I\, b\, B \cos\theta$$

La risultante delle quattro forze è nulla,
il **momento** risultante è **diverso da zero**

Infatti

$\mathbf{F}_3$ ed $\mathbf{F}_4$ sono eguali, opposte
e hanno la stessa retta d' azione

$\mathbf{F}_1$ ed $\mathbf{F}_2$ formano una coppia di braccio $b \sin\theta$

Modulo di **M**:

$$M = I\ a\ b\ B\operatorname{sen}\theta$$

Direzione di **M** parallela al piano della spira

M tende a far ruotare la spira in modo che la sua normale si disponga parallelamente a **B**

$\theta = 0$ posizione di equilibrio stabile

$\theta = \pi$ posizione di equilibrio instabile

Ricordando che $\boxed{\mathbf{m} = I\ S\ \mathbf{n} = I\ a\ b\ \mathbf{n}}$

si può scrivere $\boxed{\mathbf{M} = \mathbf{m} \times \mathbf{B}}$

Nella posizione di equilibrio stabile **m** // **B**

In analogia con un dipolo elettrico di momento **p** in un campo **E**

$U = -\mathbf{m} \bullet \mathbf{B}$ energia potenziale della spira

U è minima se $\theta = 0$