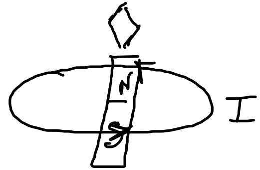
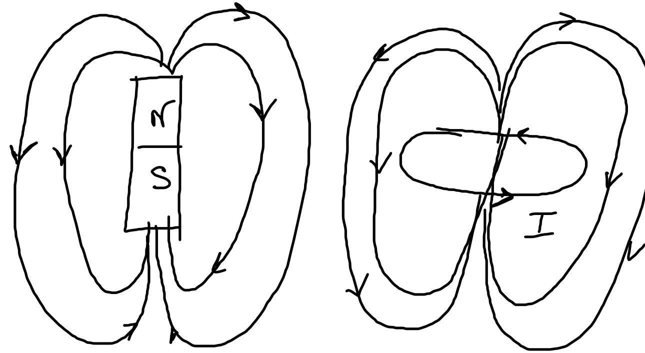
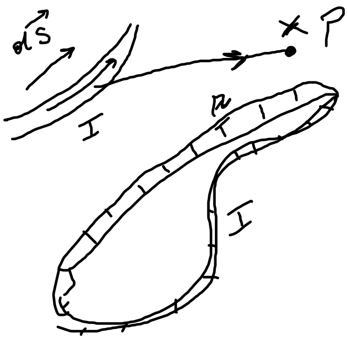
Esperienza di Oersted:





Legge di Biot-Savart



$$d\underline{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{d\underline{s} \times \hat{r}}{r^2}$$

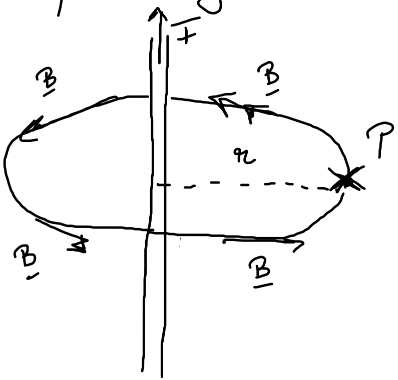
$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \ \frac{T \cdot m}{A}$$

$\sim 10^{-6}$

P Principio di sovrapposizione

$$\underline{B}(P) = \int_{\text{Tutto il circuito}} d\underline{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} I \int_{\text{circuito}} \frac{d\underline{s} \times \hat{r}}{r^2}$$

Campo magnetico del filo indefinito percorso da I

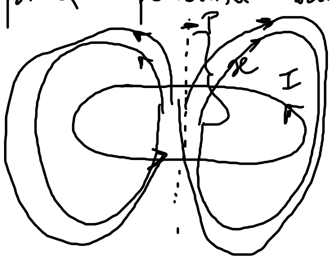


Nel punto P il $\underline{B}$ segue delle linee di campo che sono circonferenze centrate sul filo

Verso: messo pollice mano DX lungo I, le restanti dita danno il verso lungo la circonferenza

$$B(r) = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I}{r}$$

Spira percorsa da corrente



Le linee di $\underline{B}$ sono come quelle del dipolo elettrico

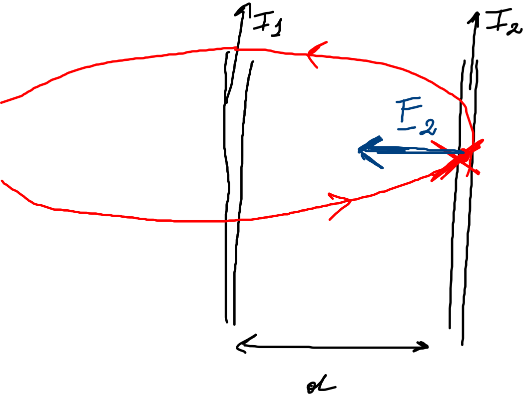
Lungo l'asse della spira $\underline{B}$ è diretto lungo l'asse

$$B(x) = \frac{\mu_0 I a^2}{2(a^2+x^2)^{3/2}}$$

a = raggio della spira

x dist. dal centro lungo l'asse

Forza tra 2 fili percorsi da corrente



Campo magnetico del filo 1 nella posizione del filo 2

Il $\underline{B}$ del filo 1 è entrante nella posizione del filo 2

Forza sul filo 2: $\underline{F}_2 = I_2 \, \underline{L}_2 \times \underline{B}_1$

$\underline{L}_2 \perp \underline{B}_1$

$$|\underline{F}_2| = I_2 L_2 B_1 \qquad B_1 = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I_1}{d}$$

$$= \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I_1 I_2 L_2}{d}$$

Forza attrattiva quando i fili sono percorsi da corrente nello stesso verso

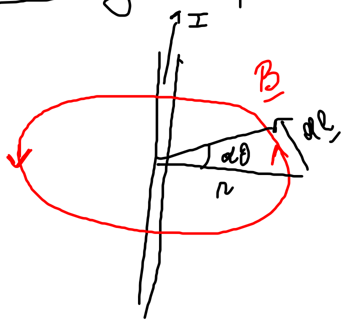
Se I_1 ed I_2 scorrono in verso opposto: forza è repulsiva

Osservo che $F_2 \propto L_2$: $\frac{F_2}{L_2} = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I_1 I_2}{d}$ scelgo $L_2 = 1$ m

$I_1 = I_2 = 1$ A $d = 1$ m

$$= \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2\pi} \cdot \frac{1}{1} = 2 \cdot 10^{-7} \, N/m$$

Filo indefinito percorso da I



Considero un piccolo tratto $d\underline{l}$ lungo la linea di campo

$\underline{B} \cdot d\underline{l}$ $\underline{B} \parallel d\underline{l}$

$\underline{B} \cdot d\underline{l} = B\,dl = B\,r\,d\theta$

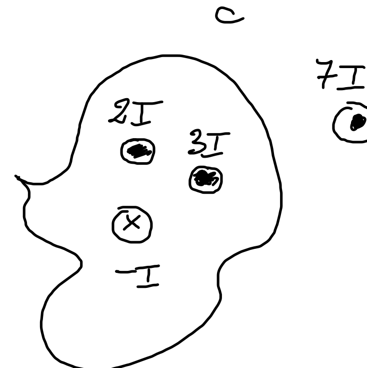
$dl = r\,d\theta$

$$\int_{\text{tutta la circonf.}} \underline{B} \cdot d\underline{l} = \int_{\text{tutta la circ.}} B\,r\,d\theta$$

$$\int_{\substack{\text{tutta la}\\ \text{circonf.}}} B(r)\, r\, d\theta = \int_{\substack{\text{tutta la}\\ \text{circ.}}} \frac{\mu_0}{2\pi}\, \frac{I}{\cancel{r}} \cdot \cancel{r} \cdot d\theta = \frac{\mu_0}{2\pi} I \int_{\substack{\text{Tutta}\\ \text{la}\\ \text{circ.}}} d\theta = \frac{\mu_0}{\cancel{2\pi}} I \cdot \cancel{2\pi} = \mu_0 I$$

Teorema Ampere

Consideriamo un generico circuito geometrico C

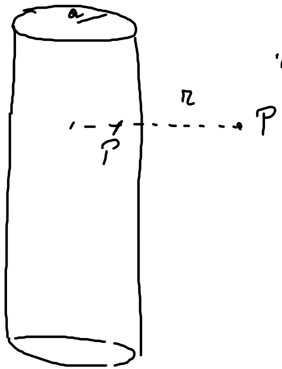


$$\oint_C \underline{B} \cdot d\underline{l} = \mu_0 I_{conc}$$

integrale di circuitazione

corrente concatenata

$$I_{conc} = 2I + 3I - I = 4I$$

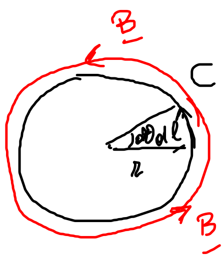


Calcolare il $\underline{B}$ prodotto dal filo in un punto P che sia

1) $r < a$ (P interno al filo)
2) $r > a$ (P esterno al filo)

Sappiamo che $\underline{B}$ è lungo circonferenze centrate sul filo

Scelgo C : circonferenza di raggio r centrata sul filo



$$\text{Calcolo di } \oint \underline{B}\cdot d\underline{l} = \oint B\,dl = \oint B\,r\,d\theta = rB(r)\oint d\theta = 2\pi r B(r)$$

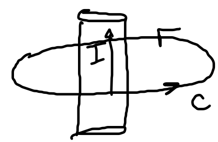
$B = B(r)$

$d\underline{l} \parallel \underline{B} \Rightarrow d\underline{l}\cdot\underline{B} = dl\,B \qquad dl = r\,d\theta$

Teorema Ampere $\oint \underline{B}\cdot d\underline{l} = \mu_0 I_{conc.}$

$I_{conc} = ?$

2) $r > a$

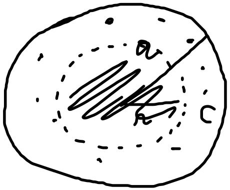


$I_{conc} = I$

$2\pi r B(r) = \mu_0 I$

$B(r) = \frac{\mu_0}{2\pi} I/r$

1) $r < a$

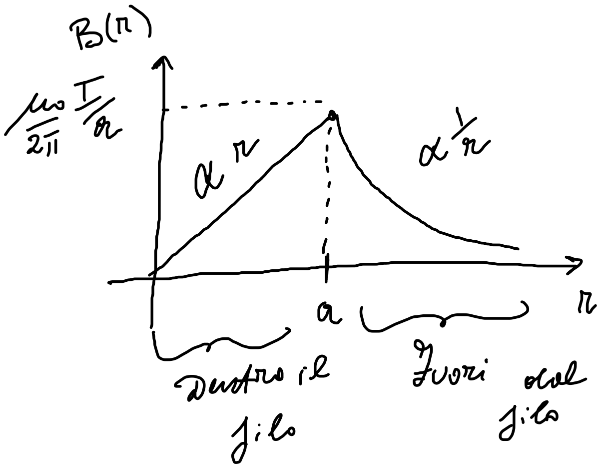


$I_{conc} < I$

Se I è distr. uniformemente

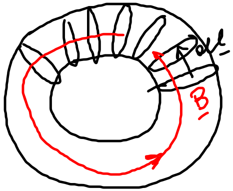
$$\frac{\overbrace{\text{area di } C}^{\pi r^2}}{\pi a^2} = \frac{I^{conc}}{I} \; ; \; I^{conc} = I \cdot \frac{r^2}{a^2}$$

$$2\pi \cancel{r} B(r) = \mu_0 I \frac{r^{\cancel{2}}}{a^2} \; ; \; B(r) = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I}{a^2} \cdot r$$

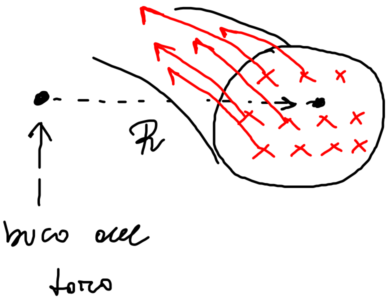


Toroide

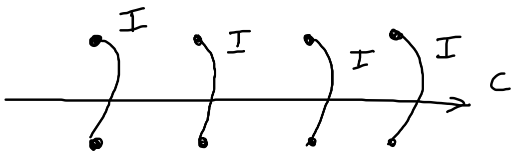
$\underline{B}$ lungo la circonf. del toro



Sezione del toro



Scelgo C una circonferenza che segue il toro :



$\oint \underline{B}\cdot d\underline{l} =$ vd. sopra $= 2\pi R B(R)$

$$= \mu_0 I^{conc} = \mu_0 (I + I + I + I \ldots) = \mu_0 N I \Rightarrow B(R) = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{NI}{R}$$