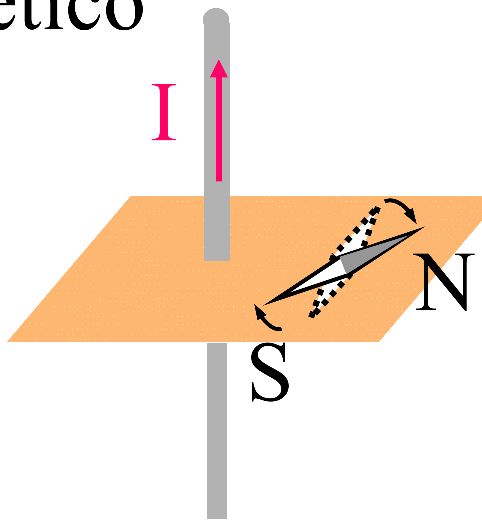
CAMPO MAGNETICO PRODOTTO DA UNA CORRENTE

Un conduttore percorso da corrente è soggetto ad una forza quando si trova in un campo magnetico

Per il principio di azione e reazione
la corrente esercita sul magnete
una forza opposta

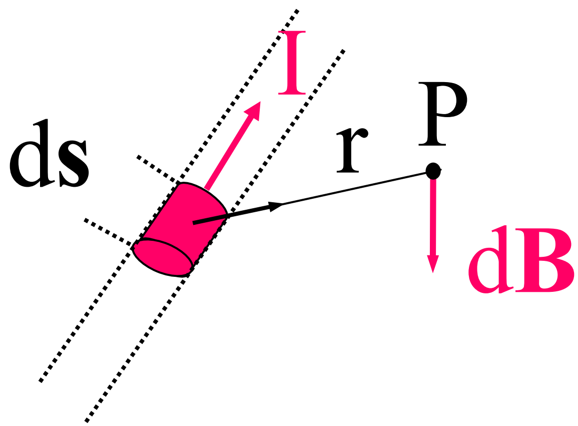


La deviazione di un ago magnetico avvicinato ad una corrente indica che **una corrente elettrica è sorgente di un campo magnetico**

Per correnti su conduttori filiformi Laplace determinò la relazione tra la corrente che genera un campo magnetico e il campo

d**B** campo generato da un tratto di filo infinitesimo d**s** in un punto P a distanza r da questo vale

$$d\mathbf{B}(r) = k \, \frac{I \, d\mathbf{s} \times \mathbf{u}_r}{r^2}$$



k costante caratteristica del mezzo

Nel vuoto $\quad k = 10^{-7} \, \dfrac{\mathrm{Tm}}{\mathrm{A}} = \dfrac{\mathrm{Wb}}{\mathrm{m\,A}} = \dfrac{\mathrm{H}}{\mathrm{m}}$

Introducendo $\mu_0 = 4\,\pi\,k = 4\,\pi\,10^{-7}\ \frac{H}{m}$

permeabilità magnetica del vuoto

$$dB(r) = \frac{\mu_0}{4\pi}\,\frac{I\,d\mathbf{s}\times\mathbf{u}_r}{r^2}$$

I legge di Laplace o di Biot - Savart

Campo **B** prodotto da un circuito chiuso

$$B(r) = \frac{\mu_0}{4\pi}\oint\frac{I\,d\mathbf{s}\times\mathbf{u}_r}{r^2}$$

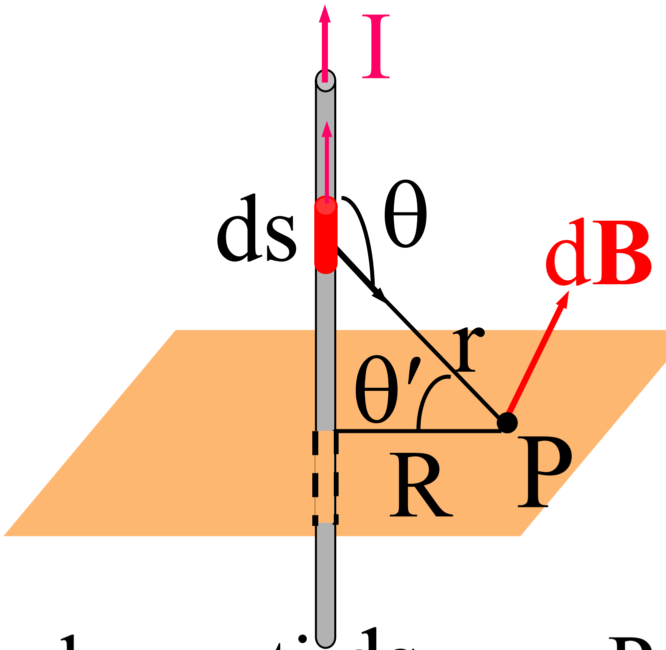
Campo prodotto da un filo rettilineo indefinito

P punto a distanza R dal filo

$d\mathbf{B}$ campo generato da $d\mathbf{s}$

$d\mathbf{B} \perp$ al piano definito da $r\mathbf{u}_r$ e $d\mathbf{s}$

θ angolo fra $\mathbf{u}_r$ e $d\mathbf{s}$



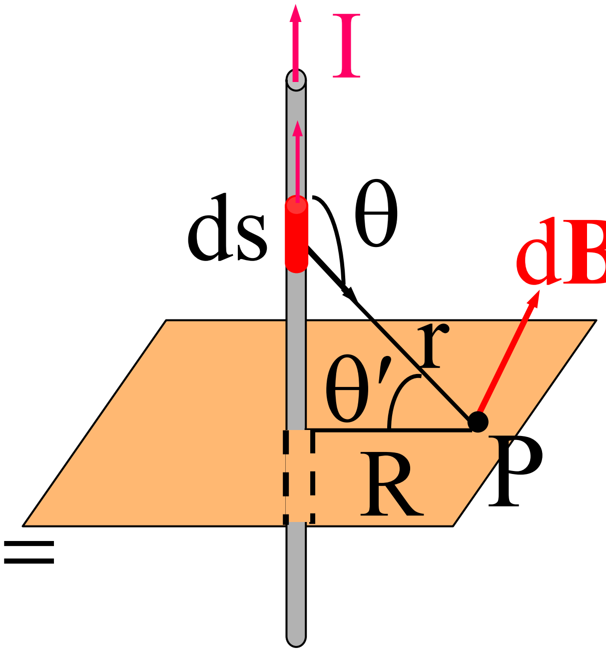
I vettori $r\mathbf{u}_r$ che congiungono i vari elementi $d\mathbf{s}$ con P giacciono tutti sullo stesso piano $\Rightarrow$

i contributi $d\mathbf{B}$ sono tutti paralleli e possiamo sommare solo i loro moduli

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I\,ds\,\sin\theta}{r^2} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I\,ds\,\cos\theta'}{r^2}$$

$$s = R\,tg\theta' \qquad ds = \frac{R}{\cos^2\theta'}d\theta'$$

$$r = \frac{R}{\cos\theta'}$$



$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{R}{\cos^2\theta'} d\theta' \cos\theta' \frac{\cos^2\theta'}{R^2} =$$

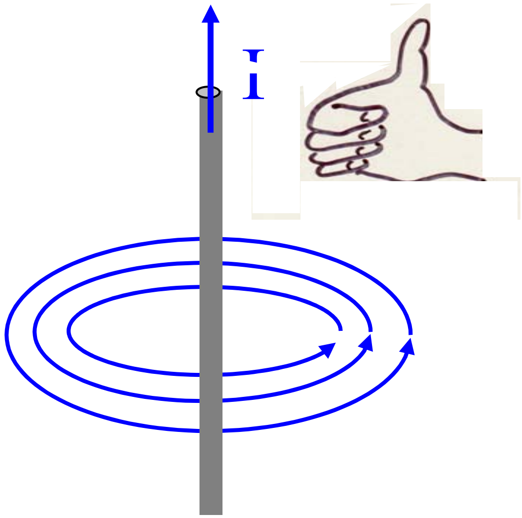
$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I}{R}\cos\theta' d\theta'$$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I}{R}\int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}}\cos\theta' d\theta' = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{I}{R}$$

Linee di campo di **B**:

circonferenze concentriche poste su piani ⊥ al filo

Modulo di **B** costante in tutti
i punti di una circonferenza



Campo prodotto da una spira piana di forma circolare in un punto del suo asse

Asse della spira ≡ Asse x

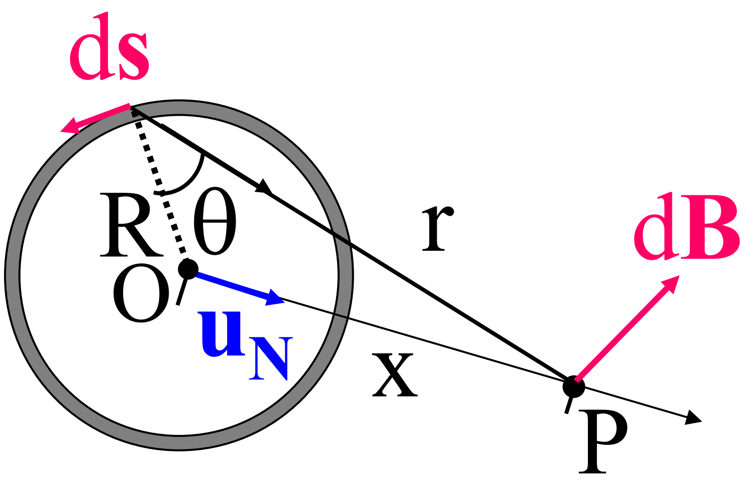
P punto dell'asse

x distanza di P dal centro O della spira

$\mathbf{u_N}$ versore $\perp$ al piano della spira

R raggio della spira

$d\mathbf{B}$ campo prodotto da un elemento infinitesimo della spira



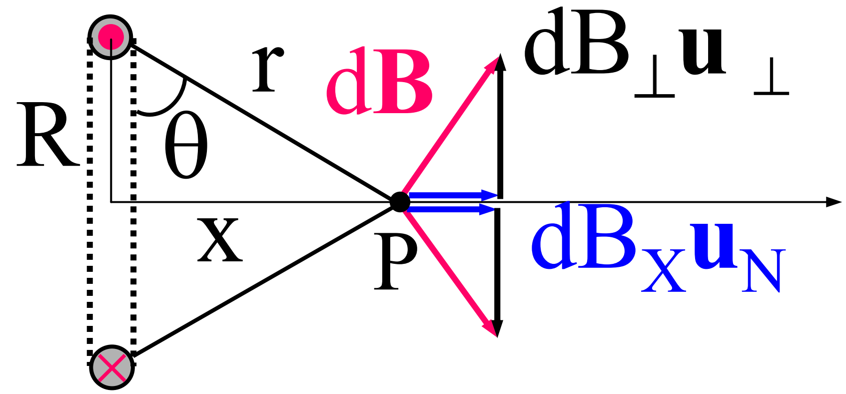
dB_X componente // all’asse

$dB_\perp$ componente $\perp$ all'asse

Sommando i contributi di tutti gli elementi di corrente I d**s**, le componenti $dB_\perp$ danno risultante nulla per motivi di simmetria

Per ottenere il campo totale sommiamo i contributi paralleli all’asse

$$dB_x = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\,ds}{r^2}\cos\theta$$



$$B = \oint \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\cos\theta}{r^2}ds$$

Fissato P, essendo r e θ costanti, ⇒

$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi}\frac{\cos\theta}{r^2}2\pi R\,\mathbf{u}_N$$

$$r^2 = x^2 + R^2 \qquad \cos\theta = \frac{R}{r}$$

$$\mathbf{B}(x) = \frac{\mu_0 I R^2}{2\left(x^2+R^2\right)^{\frac{3}{2}}}\mathbf{u}_N$$

Nel centro della spira $\mathbf{B} = \frac{\mu_0 I}{2R} \mathbf{u}_N$

Per punti sufficientemente lontani x >>R

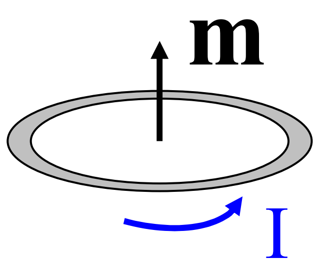
$$\mathbf{B}(x) = \frac{\mu_0}{2} \frac{I R^2}{x^3} \mathbf{u}_N = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\pi I R^2}{x^3} \mathbf{u}_N$$

Ponendo $\boxed{\mathbf{m} = IS\mathbf{u}_N = I\pi R^2 \mathbf{u}_N}$

$$\mathbf{B}(x) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\mathbf{m}}{x^3}$$

L’espressione è analoga a quella del campo generato da un dipolo elettrico nei punti dell’asse

Per punti posti sull’ asse sufficientemente lontani, la spira circolare risulta equivalente ad un dipolo magnetico di momento **m**



m $\perp$ alla spira

Verso di **m** definito dalla regola della mano destra