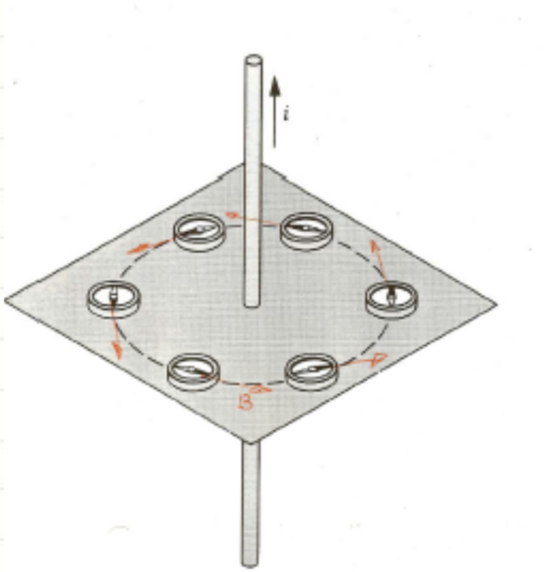
SORGENTI DEL CAMPO

I legge di Laplace



➢ 1820: H. C. Oersted scoprì che un conduttore percorso da corrente produce un campo magnetico: i magneti risentono di una forza.

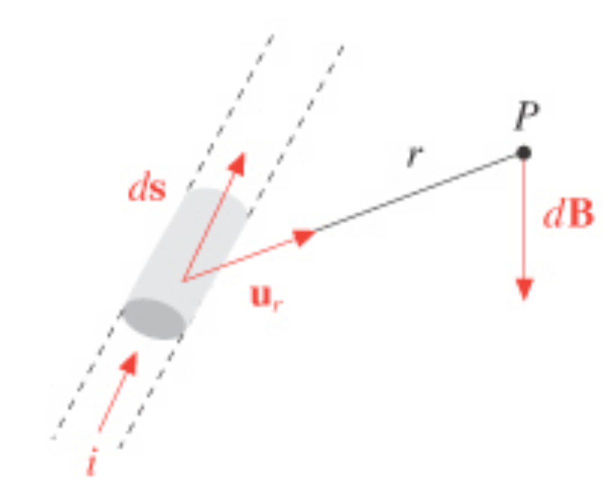
Ossia B esercita un momento torcente sull'ago della bussola e lo allinea con B.

→una corrente elettrica è sorgente di un campo magnetico

→ Abbiamo visto che un conduttore percorso da corrente è soggetto ad una forza quando si trova in un campo magnetico

→ Soddisfatto il principio di Azione e Reazione

I legge di Laplace



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

Prima legge elementare di Laplace

$$\boxed{d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\;\frac{i\,d\vec{l}\times\vec{u}_r}{r^2}}$$

$\frac{\mu_0}{4\pi} = k =$

costante caratteristica del mezzo

nel vuoto $= 10^{-7}\,Tm/A$

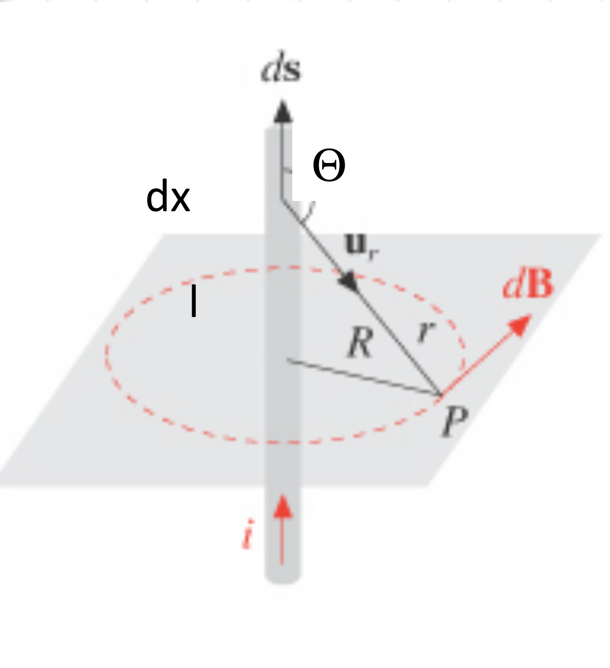
μ_0 permeabilità magnetica del vuoto $= 1.26\;10^{-6}\,Tm/A$

I legge di Laplace

Per un circuito chiuso:

$$\vec{B} = \oint d\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \oint \frac{d\vec{l} \times \vec{u}_r}{r^2}$$

Esempio: filo rett. lungo 2a



$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{4\pi}\frac{d\vec{l}\times\vec{u}_r}{r^2} \Rightarrow dB = \frac{\mu_0 i}{4\pi}\frac{dl\,\mathrm{sen}\theta}{r^2}$$

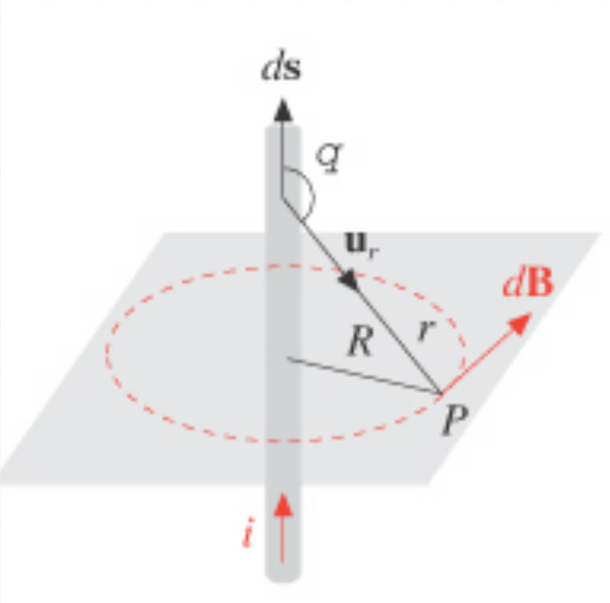
$$r = R/sen(\pi-\vartheta) = R/sen\vartheta \Rightarrow \frac{1}{r^2} = \frac{sen\vartheta^2}{R^2}$$

$$l = r\cos(\pi-\vartheta) = -r\cos\vartheta = -\frac{R}{sen\vartheta}\cos\vartheta \Rightarrow dl = R\frac{d\vartheta}{sen^2\vartheta}$$

$$dB = \frac{\mu_0 i}{4\pi}\frac{\cancel{R}d\theta}{\cancel{\mathrm{sen}^2\theta}}\frac{\cancel{\mathrm{sen}^2\theta}}{\cancel{R^2}}\mathrm{sen}\theta = \frac{\mu_0 i}{4\pi}\frac{\mathrm{sen}\theta d\theta}{R} = -\frac{\mu_0 i}{4\pi}\frac{d\cos\theta}{R}$$

$$B_{filo} = 2\int_{\cos\theta_1}^{0} dB = -\frac{2\mu_0 i}{4\pi}\int_{\cos\theta_1}^{0}\frac{d\cos\theta}{R} = \frac{\mu_0 i\cos\theta_1}{2\pi R} = \frac{\mu_0 i a}{2\pi R\sqrt{R^2+a^2}}$$

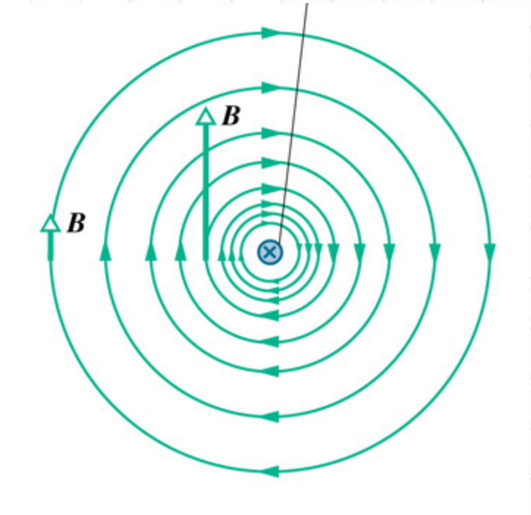
Campo di un filo infinito



$$\vec{B}_{\text{filo}} = \frac{\mu_0 i a}{2\pi R\sqrt{R^2 + a^2}}\vec{u}_\phi$$

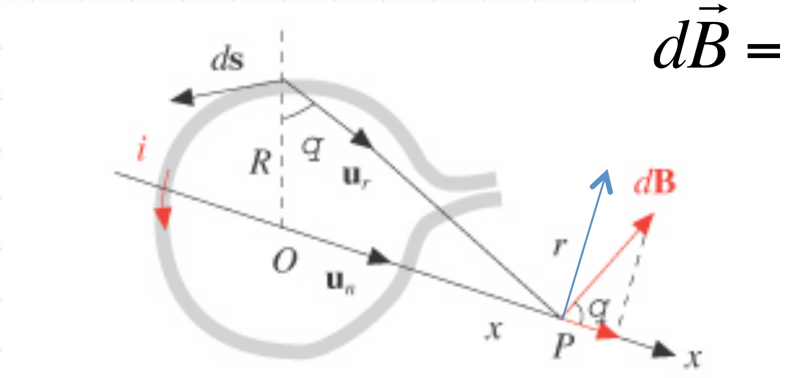
Per un filo indefinitamente lungo:

$$\boxed{\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{2\pi R}\vec{u}_\phi = \frac{\mu_0 i}{2\pi R}\vec{u}_t \times \vec{u}_n}$$



Legge di Bio – Savart

Esempio: spira circolare



$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{4\pi}\frac{d\vec{l} \times \vec{u}_r}{r^2} \Rightarrow dB = \frac{\mu_0 i}{4\pi}\frac{dl}{r^2}$$

$$dB_x = \frac{\mu_0 i}{4\pi}\frac{dl}{r^2}\cos\theta$$

Nei punti sull'asse della spira il campo è parallelo all'asse!!

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{4\pi}\oint\frac{dl}{r^2}\cos\theta\vec{u}_n = \frac{\mu_0 i}{4\pi}\frac{\cos\theta}{r^2}2\pi R\vec{u}_n \Rightarrow$$

$$\boxed{\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{2}\frac{R^2}{r^3}\vec{u}_n = \frac{\mu_0 i}{2}\frac{R^2}{(x^2+R^2)^{3/2}}\vec{u}_n}$$

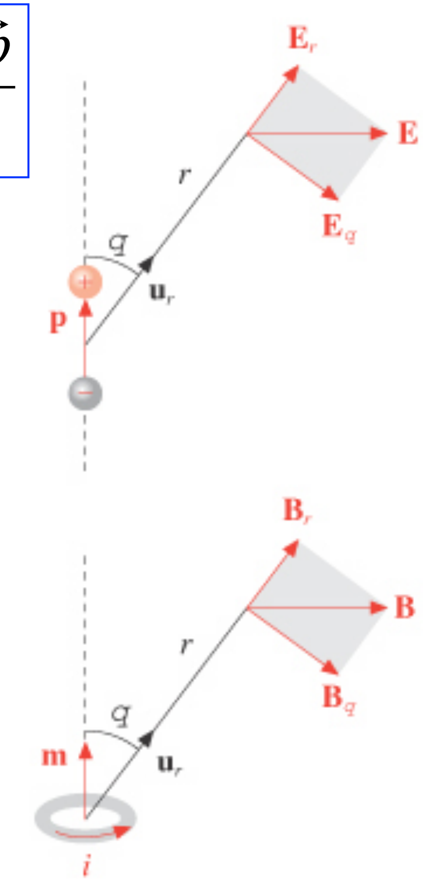
Spira circolare: casi particolari

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{2\vec{p}}{r^3}$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{2}\frac{R^2}{(x^2+R^2)^{3/2}}\vec{u}_n$$

$$x = 0 \Rightarrow \vec{B} = \frac{\mu_0 i}{2R}\vec{u}_n \quad \text{max}$$

$$x \to \infty \Rightarrow \vec{B} = 0$$

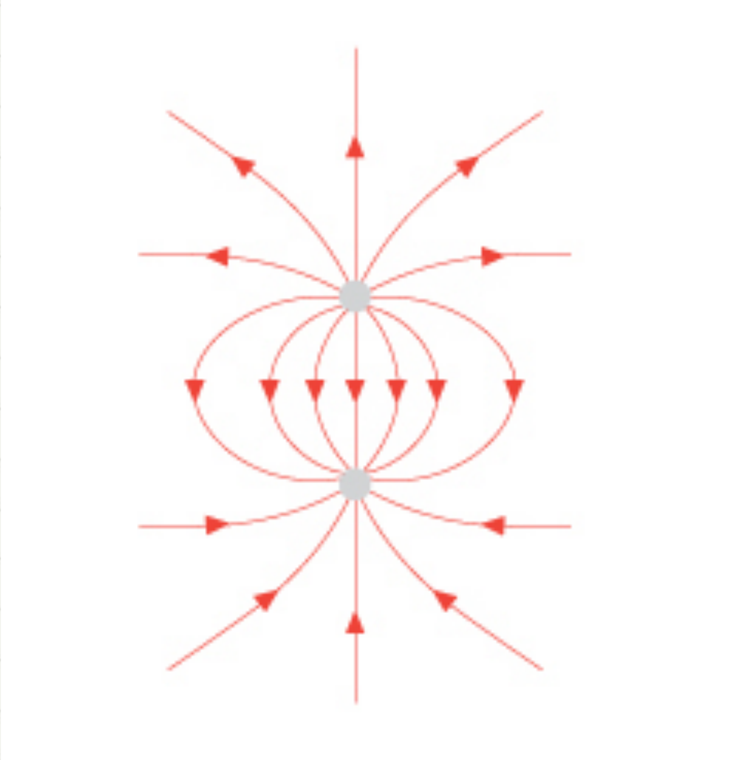


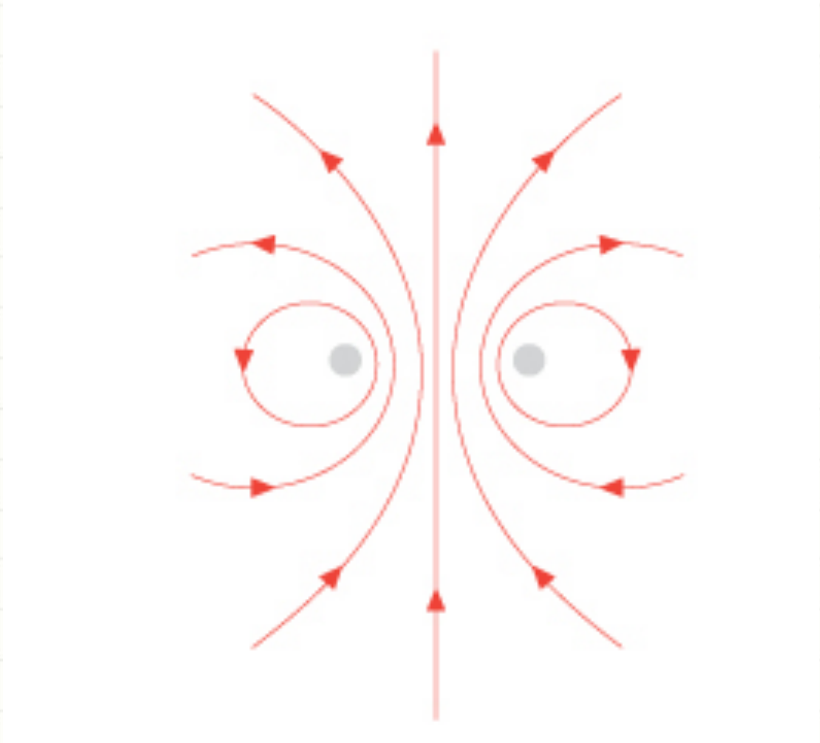
$$x >> R \Rightarrow \vec{B} = \frac{\mu_0 i R^2}{2x^3}\vec{u}_n \quad = \frac{\mu_0 i \pi R^2}{4\pi x^3}\vec{u}_n = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2\vec{m}}{x^3}$$

Linee di campo dipolo elettrico ←→ magnetico

$$\vec{E} = \frac{p}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{r^3}(2\cos\theta\vec{u}_r + sen\theta\vec{u}_\theta)$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{m}{x^3}(2\cos\theta\vec{u}_r + sen\theta\vec{u}_\theta)$$





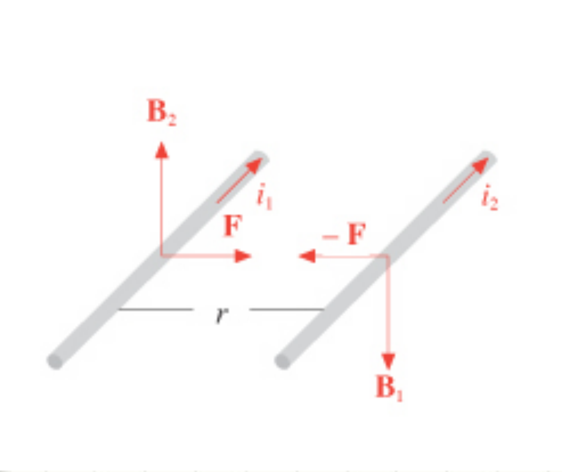
Circuitazione = 0

Circuitazione non è nulla

Forza tra due fili

Consideriamo due fili rett. Paralleli molto lunghi e vicini tali da poterli considerare indefiniti, percorsi dalla corrente i1 e i2

$$d\vec{F}_{12} = i_2 \mathrm{d}\vec{\mathrm{l}}_1 \times B_1$$



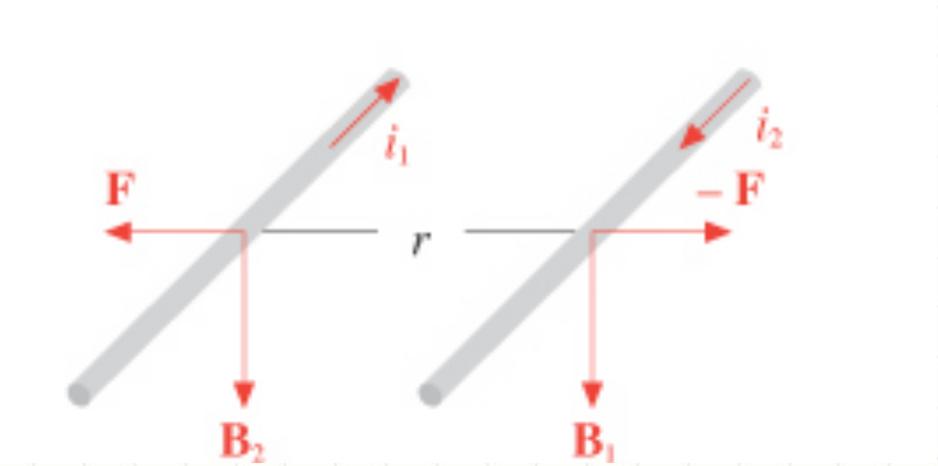
$$\vec{F}_{12} = i_2 \mathrm{d}\vec{\mathrm{u}}_1 \times B_1 \qquad \vec{F}_{21} = i_1 \mathrm{d}\vec{\mathrm{u}}_1 \times B_2$$

$$\boxed{B_1 = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{i_1}{r} \quad \text{e } B_2 = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{i_2}{r}}$$

$$\boxed{\mathrm{F}_{21} = \frac{\mu_0 \mathrm{i}_1 \mathrm{i}_2}{2\pi r} = \mathrm{F}_{12}}$$

Correnti che scorrono nello **stesso verso** si attraggono con una **forza uguale ed opposta**

Forza tra due fili



$$\boxed{F_{21} = \frac{\mu_0 i_1 i_2}{2\pi r} = F_{12}}$$

Correnti che scorrono in **verso opposto** si respingono con **una forza uguale ed opposta**

Unità di misura fondamentale: la corrente

$$F_{21} = \frac{\mu_0 i_1 i_2}{2\pi r} = F_{12}$$

SI l'Unità di misura fondamentale l'A: definito come intensità di corrente che circolando in due fili rettilinei distanti r =1 m da luogo ad una forza di 2 10^{-7} N/ m per metro di ciascun conduttore.