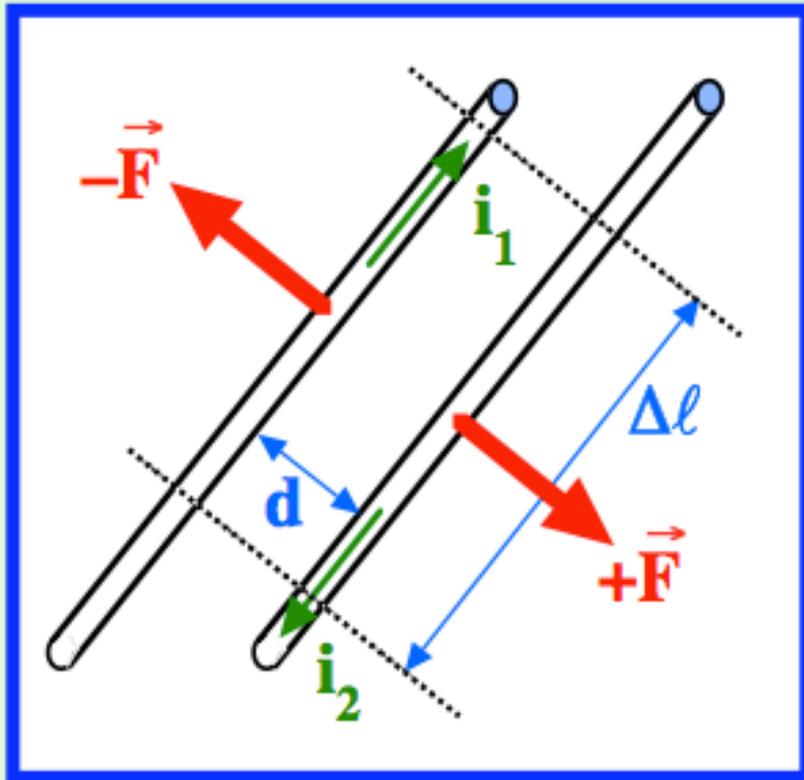


CAMPO MAGNETICO

(quali sono le sorgenti del campo magnetico?)

azioni di forza tra fili percorsi da corrente elettrica :



legge di Laplace

$$F = \frac{\mu}{2\pi} \frac{i_1 i_2}{d} \Delta l$$

μ = permeabilità magnetica

$$F = \mathbf{B} i_2 \Delta l$$

legge di Biot e Savart

$$B = \frac{\mu}{2\pi} \frac{i_1}{d}$$

B = modulo del vettore induzione magnetica
→ o campo magnetico (generato da i_1)

CAMPO MAGNETICO

legge di Laplace

$$\vec{F} = \Delta \ell \vec{i}_2 \wedge \vec{B}$$

induzione magnetica

\vec{B}

■ modulo :

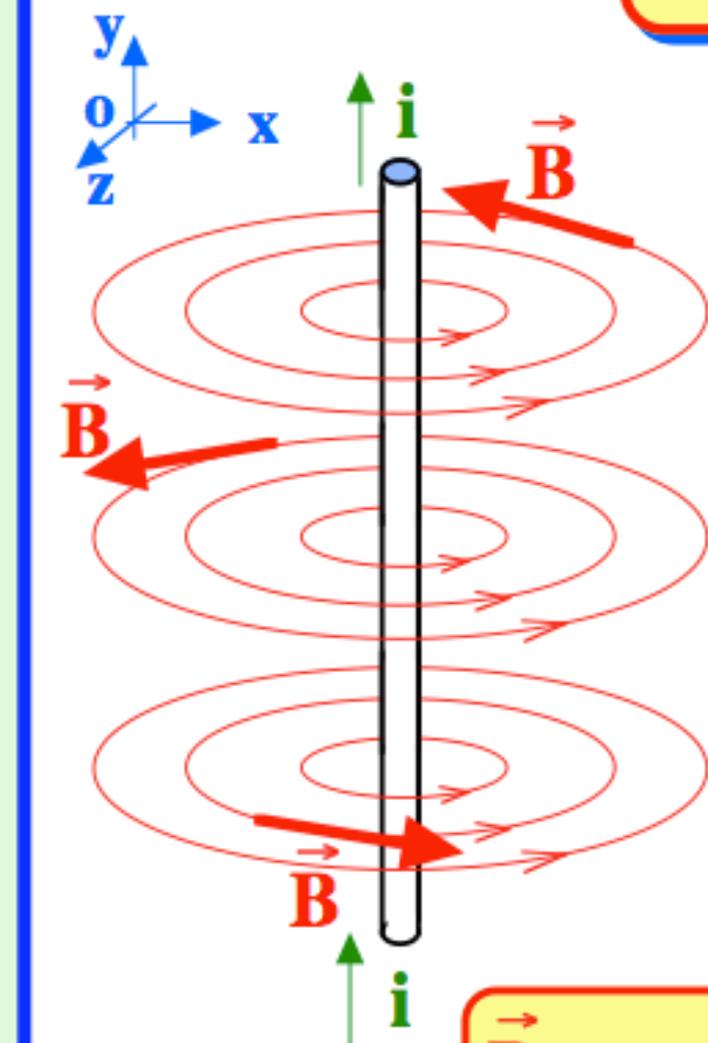
legge di Biot e Savart

$$B = \frac{\mu}{2\pi} \frac{i_1}{d}$$

■ direzione : $\perp \vec{i}$

■ verso : rotazione vite
avanzante verso di \vec{i}

\vec{B} campo solenoidale (linee di forza chiuse)



CAMPO MAGNETICO

\vec{B} campo solenoidale (linee di forza chiuse)



L (traiettoria chiusa) $\neq 0$

campo di forza **NON conservativo** (in generale)

$$\text{dimensioni: } [B] = \frac{[\text{forza}]}{[L][\text{corrente elettrica}]} = [M][t]^{-1}[Q]^{-1}$$

• unità di misura:

$$\text{S.I.} \quad \frac{\text{newton}}{\text{ampere} \cdot \text{m}} = \frac{\text{volt} \cdot \text{s}}{\text{m}^2} = \frac{\text{weber}}{\text{m}^2} = \text{tesla (T)}$$

$$\text{pratica} \quad \text{gauss} = 10^{-4} \text{ tesla}$$

campo magnetico terrestre: al suolo ≈ 0.5 gauss

PERMEABILITA' MAGNETICA

$$F = \frac{\mu}{2\pi} \frac{i_1 i_2}{d} \Delta \ell$$

μ = permeabilità magnetica

$$\mu = \mu_0 \mu_r$$

$$\mu_0 = 4 \pi 10^{-7} \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{C}^{-2}$$

μ_0 = permeabilità magnetica nel vuoto

μ_r = permeabilità magnetica relativa (nella materia)

$\mu_r \lesssim 1$ sostanze diamagnetiche (es. composti organici)

$\mu_r \gtrsim 1$ sostanze paramagnetiche (es. Mn^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+})

$\mu_r \gg 1$ sostanze ferromagnetiche (es. Fe, Co, Ni)

nel vuoto

$$\mu_r = 1$$

ANALOGIA CON:

CARICA ELETTRICA e FORZA di COULOMB

- **legge di Coulomb**

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi \epsilon_0 \epsilon_r} \frac{q_1 q_2}{r^2} \frac{\vec{r}}{r}$$

ϵ_0 = costante dielettrica del vuoto = $8.86 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}$

ϵ_r = costante del mezzo relativa al vuoto

$\epsilon_r = 1$ nel vuoto

$\epsilon_r > 1$ nella materia

esempio ϵ_r (H₂O) \approx 80

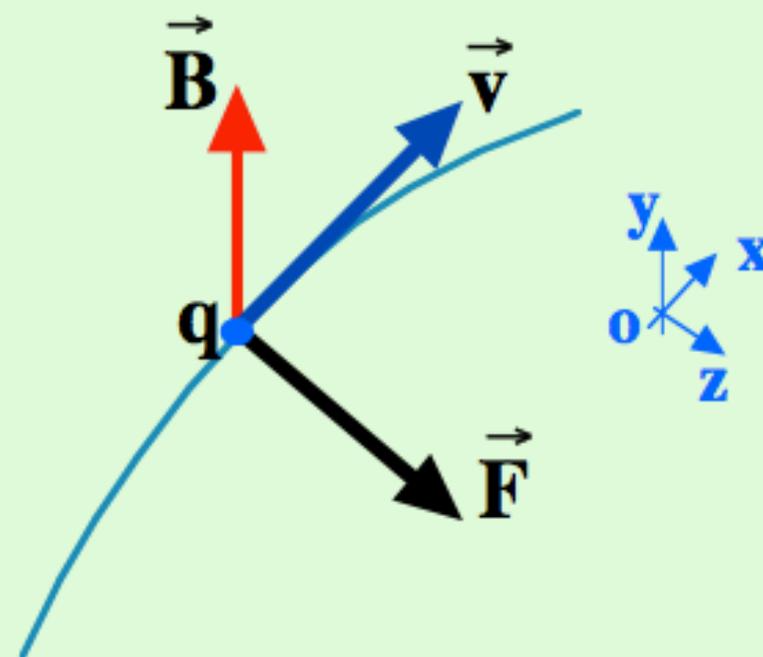
FORZA DI LORENTZ

legge di Laplace

$$\vec{F} = \Delta \ell \vec{i}_2 \wedge \vec{B}$$

in generale
per q in moto

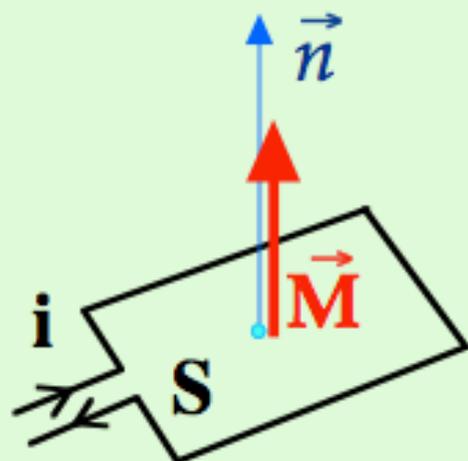
$$\vec{F} = q \vec{v} \wedge \vec{B}$$



forza di Lorentz

MOMENTO MAGNETICO

spira percorsa da corrente:



momento magnetico \vec{M}

$$\vec{M} = i S \vec{n}$$

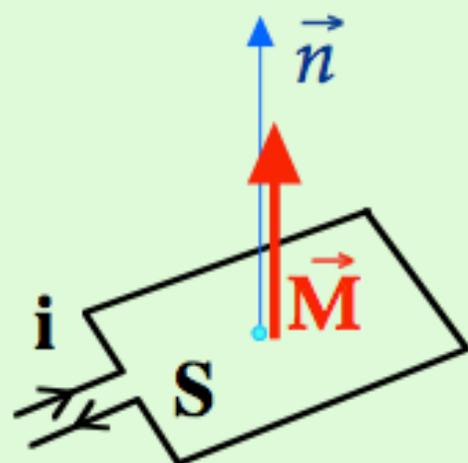
• unità di misura: S.I. ampere \cdot m²

in campo magnetico \vec{B} : equilibrio: $\vec{M} \parallel \vec{B}$

idem calamita: $n \vec{ord} = \frac{\vec{M}}{M}$

MOMENTO MAGNETICO

spira percorsa da corrente:



momento magnetico \vec{M}

$$\vec{M} = i S \vec{n}$$

idem calamita: $\vec{n} \text{ nord} = \frac{\vec{M}}{M}$

in campo magnetico \vec{B} : equilibrio: $\vec{M} \parallel \vec{B}$

principio di equivalenza di Ampère:

calamita \equiv spira percorsa da corrente

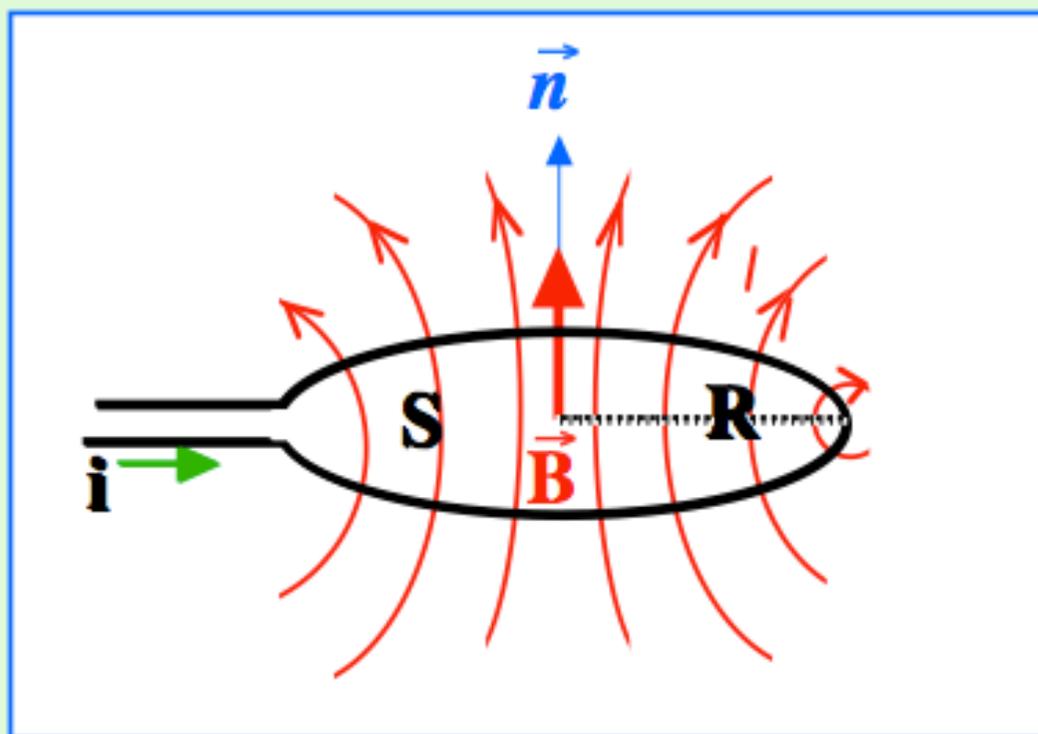
SOLENOIDE

- spira circolare : \vec{B} al centro della spira

legge di Biot e Savart

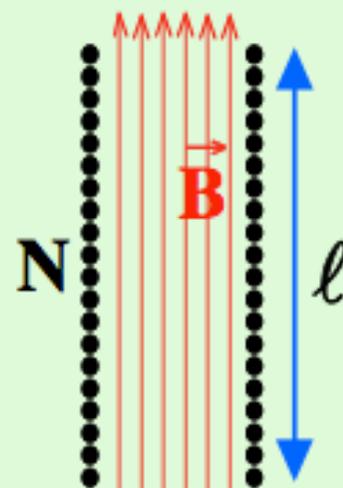
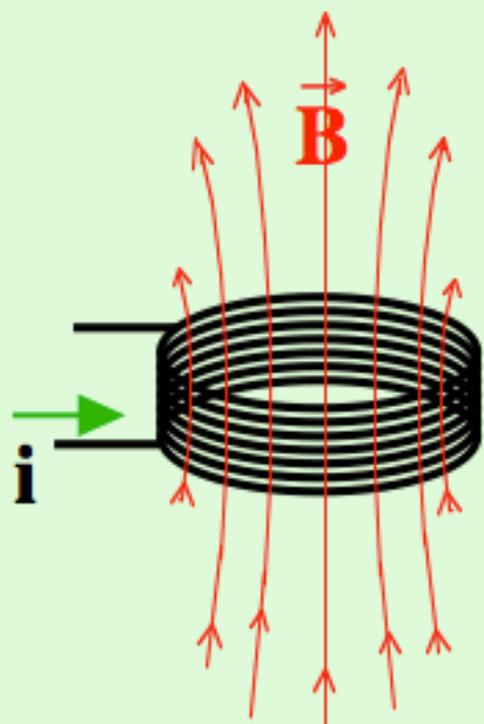
$$\mathbf{B} = \frac{\mu}{2\pi} \frac{\mathbf{i}_1}{d}$$

$$\mathbf{B} = \frac{\mu \mathbf{i}}{2 R}$$



SOLENOIDE

- solenoide (N spire circolari) :



solenoide
in sezione
longitudinale

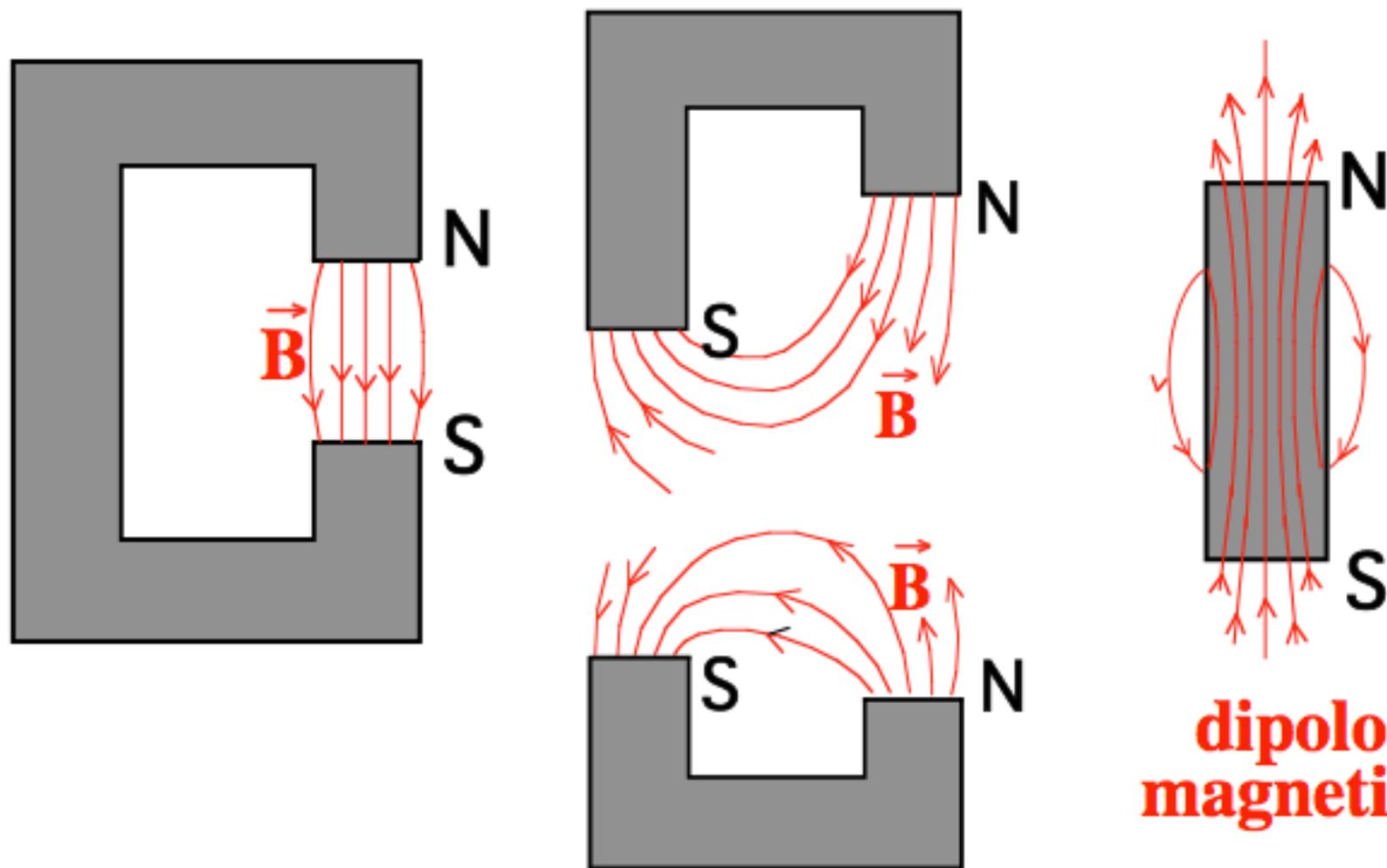
campo magnetico uniforme

$$n = \frac{N}{\ell}$$

$$B = \mu i n$$

CAMPO DI FORZE SOLENOIDALE

magneti permanenti



**dipolo
magnetico**