

Magnetismo

Forza di Lorentz:

$$\vec{F} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$$

$$v = \text{cost} \Leftrightarrow v^2 = \text{cost} \Leftrightarrow E_K = \text{cost} \Leftrightarrow L = 0$$

Regola della mano destra:

Pollice = corrente;

Palmo = forza;

Dita = campo magnetico;

Regola delle tre dita della mano sinistra:

Pollice = forza;

Indice = campo magnetico;

Medio = corrente;

Corrente elettrica e campo magnetico:

$$\text{filo retto} \Rightarrow \vec{F} = I \cdot \vec{l} \times \vec{B} \Leftrightarrow \vec{B} = \frac{\vec{F}}{I \cdot \vec{l}} \quad \text{con } l = \text{lunghezza del filo}$$

$$\text{due fili retti paralleli} \Rightarrow \vec{F} = \frac{\mu_0 \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot l}{2 \cdot \pi \cdot d} \quad \text{con } \begin{cases} d = \text{distanza tra i fili} \\ \text{verso della corrente concorde} \Leftrightarrow \vec{F} = \text{attrattiva} \\ \text{verso della corrente discorde} \Leftrightarrow \vec{F} = \text{repulsiva} \end{cases}$$

$$\text{filo curvilineo} \Rightarrow \begin{cases} d\vec{F} = I \cdot d\vec{s} \times \vec{B} & \text{con } d\vec{s} = \text{parte infinitesima di filo} \\ \vec{F} = I \cdot \left(\int_a^b d\vec{s} \right) \times \vec{B} = I \cdot \vec{l} \times \vec{B} & \text{con } \vec{l} = \text{distanza } \overline{ab} \\ \vec{F} = I \cdot \left(\oint d\vec{s} \right) \times \vec{B} = 0 \end{cases}$$

$$\text{spira} \Rightarrow \begin{cases} \vec{F} = I \cdot \left(\oint d\vec{s} \right) \times \vec{B} = 0 \\ \vec{\mu} = I \cdot \vec{A} & \text{con } \vec{\mu} = \text{momento magnetico} \\ \vec{\tau} = I \cdot \vec{A} \times \vec{B} = \vec{\mu} \times \vec{B} & \text{con } \vec{\tau} = \text{momento} \end{cases}$$

Legge di Biot-Savart:

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot d\vec{s} \cdot \sin(\vartheta)}{4 \cdot \pi \cdot r^2} = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot d\vec{s} \times \hat{r}}{4 \cdot \pi \cdot r^3} \quad \text{con } \hat{r} = \text{versore}$$

$$\text{filo o cilindro} \Rightarrow \vec{B} \cdot \oint d\vec{l} = \mu_0 \cdot I \Leftrightarrow \vec{B} \cdot 2 \cdot \pi \cdot r = \mu_0 \cdot I \Leftrightarrow \vec{B} = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot r}$$

$$\text{cilindro con cavità cilindrica} \Rightarrow \begin{cases} \overline{00'} = r - r' \\ R' = \overline{0'P} = R - (r - r') = R - r + r' \\ J = \frac{I_0}{\pi \cdot r^2 - \pi \cdot r'^2} \\ \vec{B}_r = \frac{\mu_0 \cdot J \cdot \pi \cdot r^2}{2 \cdot \pi \cdot R} = \frac{\mu_0 \cdot J \cdot r^2}{2 \cdot R} \\ \vec{B}_{r'} = \frac{\mu_0 \cdot J \cdot \pi \cdot r'^2}{2 \cdot \pi \cdot R'} = \frac{\mu_0 \cdot J \cdot r'^2}{2 \cdot R'} \\ \vec{B}_t = \vec{B}_r - \vec{B}_{r'} \end{cases} \quad \text{con } \Rightarrow \begin{cases} 0, 0', P = \text{collineari} \\ 0 = \text{centro cilindro mag} \\ 0' = \text{centro cilindro min} \\ r = \text{raggio cilindro mag} \\ r' = \text{raggio cilindro min} \\ R = \text{distanza capica e } 0 \\ R' = \text{distanza capica e } 0' \end{cases}$$

$$\text{spira} \Rightarrow \begin{cases} \vec{B}_x = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot r^2}{2 \cdot \sqrt{(r^2 + x^2)^3}} \\ \vec{B}_0 = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot r} \end{cases}$$

$$\text{solenoido} \Rightarrow \vec{B} = \mu_0 \cdot \frac{N \cdot I}{l} = \mu_0 \cdot n \cdot I \quad \text{con} \begin{cases} N = \text{numero di spire} \\ l = \text{lunghezza del solenoide} \\ n = \text{numero di spire per unità di lunghezza} \end{cases}$$

Teorema della circuitazione di Ampère:

$$\text{percorso chiuso generico} \Rightarrow \oint \vec{B} \circ d\vec{l} = \mu_0 \cdot I_c \neq 0 \quad \text{con} \begin{cases} \mu_0 = \text{costante di permeabilità magnetica} \\ I_c = \text{corrente totale concatenata con il cammino} \end{cases}$$

$$\text{superficie piana (infinita)} \Rightarrow B = \frac{\mu_0 \cdot \lambda}{2} \quad \text{con } \lambda = \text{densità lineare}$$

$$\text{cilindro} \Rightarrow \begin{cases} r > r_0 \Leftrightarrow B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot r} \\ r < r_0 \Leftrightarrow \begin{cases} J = \frac{I}{\pi \cdot r^2} \\ B = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot r}{2 \cdot \pi \cdot r_0^2} \end{cases} \end{cases}$$

Teorema di Gauss e Teorema di Ampère:

$$\oint \vec{E} \circ d\vec{s} = \frac{\sum Q_i}{\epsilon_0}$$

$$\oint \vec{B} \circ d\vec{l} = \mu_0 \cdot \sum I$$

Legge di Faraday-Neumann e Legge di Lenz:

$$\epsilon = -\frac{d\Phi_B}{dt} = -\frac{d(\vec{B} \circ \vec{A})}{dt} \quad \text{con } \Phi_B = \vec{B} \circ \vec{A}$$

Spira immersa in un campo magnetico (variazione del flusso):

$$\Delta \vec{A} \begin{cases} \Phi_B = \vec{B} \cdot \vec{A}(t) = \vec{B} \cdot b \cdot x(t) = \vec{B} \cdot b \cdot \vec{V}(t) \quad \text{con} \begin{cases} \vec{V} = \text{moto rettilineo uniforme} \\ x(t) = a(t) = \vec{V} \cdot t \\ b = \text{lato della spira immerso nel campo magnetico} \end{cases} \\ \epsilon = -\frac{d\Phi_B}{dt} = -\vec{B} \cdot b \cdot \vec{V} \end{cases}$$

$$\Delta \vec{A} \begin{cases} \vec{A} = \pi \cdot r^2 \Leftrightarrow d\vec{A} = 2 \cdot \pi \cdot r(t) dr \\ \epsilon = \frac{\vec{B} \cdot \vec{V} \cdot c(t)}{\pi} \quad \text{con } c(t) = c_0 - 2 \cdot \vec{V} \cdot t \\ r(t) = \frac{c(t)}{2 \cdot \pi} = \frac{c_0 - 2 \cdot \vec{V} \cdot t}{2 \cdot \pi} \Leftrightarrow dr = -\frac{\vec{V} \cdot dt}{\pi} \end{cases}$$

$$\Delta \mathcal{G} \begin{cases} \Phi_B = \vec{B} \circ \vec{A} = |B| \cdot |A| \cdot \cos(\mathcal{G}) = |B| \cdot |A| \cdot \cos(\omega \cdot t) \quad \text{con } \mathcal{G} = \omega \cdot t \\ \epsilon = -\frac{d\Phi_B}{dt} = \omega \cdot |B| \cdot |A| \cdot \sin(\omega \cdot t) \end{cases}$$

Momento di dipolo magnetico della spira:

$$\mu = I \cdot \vec{A} \quad \text{con } \vec{A} = \text{area della spira}$$

Momento torcente della spira:

$$\tau = I \cdot \vec{B} \cdot \vec{A} \cdot \sin(\vartheta) = \mu \times \vec{B}$$

Moto di una carica all'interno di un campo magnetico:

$$\left. \begin{aligned} \Delta U &= -q \cdot \Delta V \\ \Delta E_k &= -\Delta U \end{aligned} \right\} \Leftrightarrow \Delta E_k = q \cdot \Delta V \Leftrightarrow \frac{1}{2} \cdot m_e \cdot \vec{v}^2 = q \cdot \Delta V$$

$$\left. \begin{aligned} \vec{F}_L &= q \cdot \vec{v} \times \vec{B} \\ \vec{F}_C &= \frac{m_e \cdot \vec{v}^2}{r} \end{aligned} \right\} \Leftrightarrow q \cdot \vec{v} \times \vec{B} = \frac{m_e \cdot \vec{v}^2}{r} \Leftrightarrow q \times \vec{B} = \frac{m_e \cdot \vec{v}}{r} \quad \text{con } \begin{cases} m_e = \text{massa elementare} \\ r = \text{raggio del moto circolare uniforme} \end{cases}$$

$$\vec{v} = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T} = \frac{2 \cdot \pi \cdot m_e \cdot \vec{v}}{T \cdot q \times \vec{B}} \quad \text{con } \begin{cases} T = \text{periodo} \\ q = \text{carica dell'elettrone} \end{cases}$$

$$T = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{\vec{v}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot m_e}{q \times \vec{B}}$$

$$\nu = \frac{1}{T} \quad \text{con } \nu = \text{frequenza}$$

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} = 2 \cdot \pi \cdot \nu = \frac{q \times \vec{B}}{m_e} \quad \text{con } \omega = \text{pulsazione o velocità angolare}$$

Moto di una carica all'interno di un campo elettro-magnetico:

$$\vec{F} = F_x + F_{yz} = q \cdot \vec{E}_x + q \cdot \vec{v} \times \vec{B}_{yz}$$

asse $x \Rightarrow$ moto rettilineo uniformemente accelerato:

$$a_x = \frac{F_x}{m_e} = \frac{q \cdot \vec{E}_x}{m_e} < 0$$

$$\vec{v}_x = \int_0^t a_x \cdot dt = v_0 + a \cdot t \quad \text{con } v_0 = 0$$

$$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \quad \text{con } x_0 = 0$$

asse $yz \Rightarrow$ moto circolare uniforme:

$$a_{yz} = \frac{F_{yz}}{m_e} = \frac{q \cdot \vec{v} \times \vec{B}}{m_e} \Leftrightarrow \frac{q \times \vec{B}}{m_e} = \frac{\vec{v}}{r}$$

$$\left\{ \begin{aligned} \omega &= \frac{\vec{v}}{r} \Leftrightarrow \vec{v}_{yz} = \omega \cdot r \\ \omega \cdot r &= \frac{q \times \vec{B} \cdot r}{m_e} \\ \omega \cdot r &= \frac{2 \cdot \pi}{T} \end{aligned} \right\} \Rightarrow T = \frac{2 \cdot \pi \cdot m_e}{q \times \vec{B}}$$

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} = 2 \cdot \pi \cdot \nu = \frac{q \times \vec{B}}{m_e} \quad \text{con } \omega = \text{pulsazione o velocità angolare}$$

$$\vartheta = \vartheta_0 + \omega \cdot t$$

Effetto Hall:

$$\vec{F}_m = q \cdot \vec{v}_x d \times \vec{B}$$

$$e \cdot \vec{E}_H = e \cdot \vec{v}_x d \cdot \vec{B} \Leftrightarrow v_x d = \frac{\vec{E}_H}{B} = \frac{V_H}{B \cdot b} \quad \text{con } V_H = \vec{E}_H \cdot b$$

Equazioni di Maxwell (nel vuoto e nell'aria):

$$\text{Teorema di Gauss per il campo elettrico} \Rightarrow \oint \vec{E} \circ d\vec{s} = \frac{\sum q_i}{\epsilon_0}$$

$$\text{Teorema di Gauss per il campo magnetico} \Rightarrow \oint \vec{B} \circ d\vec{s} = 0$$

$$\text{Legge di Faraday-Neumann} \Rightarrow \oint \vec{E} \circ d\vec{l} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

$$\text{Legge di Ampère-Maxwell} \Rightarrow \oint \vec{B} \circ d\vec{l} = \mu_0 \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{d\Phi_E}{dt} + \mu_0 \cdot I_c \quad \text{con } I_c = \text{corrente di conduzione}$$