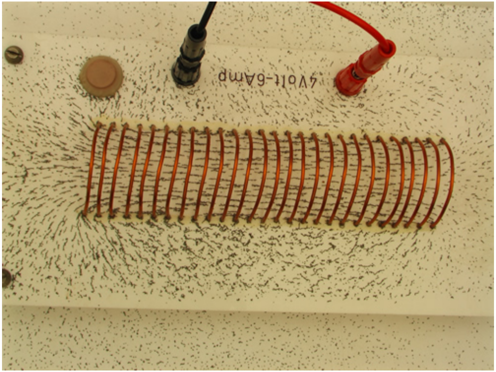
Ley de Ampère

André-Marie Ampère
Físico francés (1775-1836)

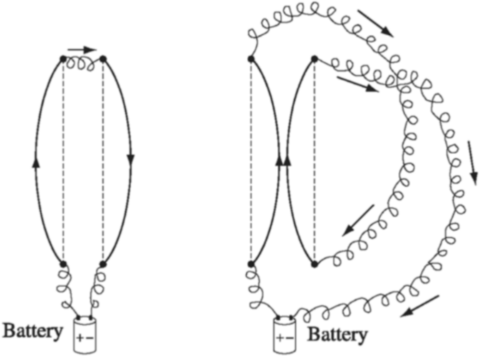


Las limaduras de hierro se alinean con líneas de campo magnético producido la corriente eléctrica circulando dentro de un solenoide

André-Marie Ampère

Físico francés (1775-1836)

Fuerza magnética entre dos conductores con corriente



Divergencia y Rotor de B

Calculemos $\nabla \cdot \vec{\mathbf{B}}$

$$\nabla \cdot \vec{\mathbf{B}} = \nabla \cdot \left(\frac{\mu_o}{4\pi} \int \frac{\vec{\mathbf{J}} \times (\vec{\mathbf{r}} - \vec{\mathbf{r}}')}{|\vec{\mathbf{r}} - \vec{\mathbf{r}}'|^3} dV' \right)$$

$$\nabla \cdot \vec{\mathbf{B}} = \frac{\mu_o}{4\pi} \int \nabla \cdot \left(\frac{\vec{\mathbf{J}} \times (\vec{\mathbf{r}} - \vec{\mathbf{r}}')}{|\vec{\mathbf{r}} - \vec{\mathbf{r}}'|^3} \right) dV'$$

$$\nabla \cdot \vec{\mathbf{B}} = 0$$

Aplicando el Teor. de la Divergencia

$$\int \nabla \cdot \vec{\mathbf{B}}\, dV = \oint \vec{\mathbf{B}} \cdot d\vec{\mathbf{l}}$$

$$\boxed{\oint \vec{\mathbf{B}} \cdot d\vec{\mathbf{S}} = 0}$$

Calculemos $\nabla \times \vec{\mathbf{B}}$

$$\nabla \times \vec{\mathbf{B}} = \nabla \times \left(\frac{\mu_o}{4\pi} \int \frac{\vec{\mathbf{J}} \times (\vec{\mathbf{r}} - \vec{\mathbf{r}}')}{|\vec{\mathbf{r}} - \vec{\mathbf{r}}'|^3} dV' \right)$$

$$\nabla \times \vec{\mathbf{B}} = \frac{\mu_o}{4\pi} \int \nabla \times \left(\frac{\vec{\mathbf{J}} \times (\vec{\mathbf{r}} - \vec{\mathbf{r}}')}{|\vec{\mathbf{r}} - \vec{\mathbf{r}}'|^3} \right) dV'$$

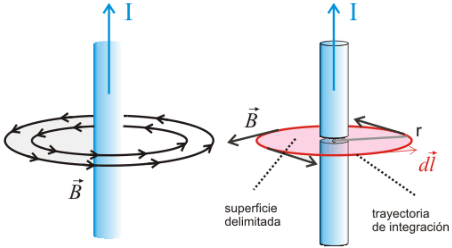
$$\nabla \times \vec{\mathbf{B}} = \mu_o \vec{\mathbf{J}} \quad \text{para} \quad \vec{\mathbf{J}} \ \text{estacionarias}$$

Aplicando el Teor. de Stokes

$$\int (\nabla \times \vec{\mathbf{B}}) \cdot d\vec{\mathbf{S}} = \oint \vec{\mathbf{B}} \cdot d\vec{\mathbf{l}} = \mu_o \int \vec{\mathbf{J}} \cdot d\vec{\mathbf{S}}$$

$$\boxed{\oint \vec{\mathbf{B}} \cdot d\vec{\mathbf{l}} = \mu_o I_{enc}}$$

Ejemplo y calculo de la Ley de Ampère



Calculemos $\vec{\mathbf{B}} \cdot d\vec{\mathbf{l}}$, para la figura:

$$\vec{\mathbf{B}} \cdot d\vec{\mathbf{l}} = B\,dl \quad ya \;\; que \quad \vec{\mathbf{B}} \parallel \vec{\mathbf{l}}$$

Si integramos en el *loop* sabiendo que $dl = r d\phi$

$$\oint \vec{\mathbf{B}} \cdot d\vec{\mathbf{l}} = \oint B\,dl$$

$$\oint \frac{\mu_o I}{2\pi r}\, r d\phi = \frac{\mu_o I}{2\pi r}\, r \oint d\phi$$

Sabemos de Biot-Savart:

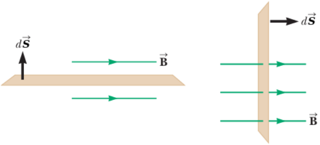
$$\vec{\mathbf{B}}(\vec{\mathbf{r}}) = \frac{\mu_o I}{2\pi r}\hat{e_\phi}$$

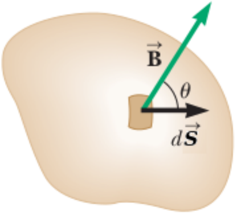
$$\boxed{\oint \vec{\mathbf{B}} \cdot d\vec{\mathbf{l}} = \mu_o I_{enc}}$$

La integral de línea de $\vec{\mathbf{B}} \cdot d\vec{\mathbf{l}}$ alrededor de *cualquier* trayectoria cerrada es igual a $\mu_o\, I$

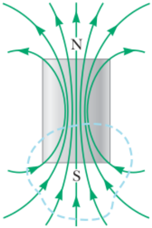
Ley de Gauss en Magnetismo

Superficies Abiertas





Superficies Cerradas



$$\Phi_B \equiv \int \vec{\mathbf{B}} \cdot d\vec{\mathbf{S}}$$

$$\boxed{\oint \vec{\mathbf{B}} \cdot d\vec{\mathbf{S}} = 0}$$