



Universidad Don Bosco
Departamento de Ciencias Básicas
Ciclo 02 – 2021
Semana 12

Electricidad y Magnetismo

UNIDAD V: CAMPO MAGNÉTICO.

5.1 El magnetismo.

5.1.1 Imanes: Polos magnético y Líneas de campo magnético.

5.1.2 Campo magnético terrestre.

5.2 Efecto del campo magnético sobre cargas puntuales en movimiento.

5.2.1 Características de la fuerza magnética.

5.2.2 Unidades de campo magnético.

5.3 Dinámica de una carga puntual en un campo magnético uniforme.

5.3.1 Radio de la trayectoria.

5.3.2 Período y frecuencia del movimiento circular.

5.4 Fuerza magnética sobre un conductor.

5.4.1 Conductor recto.

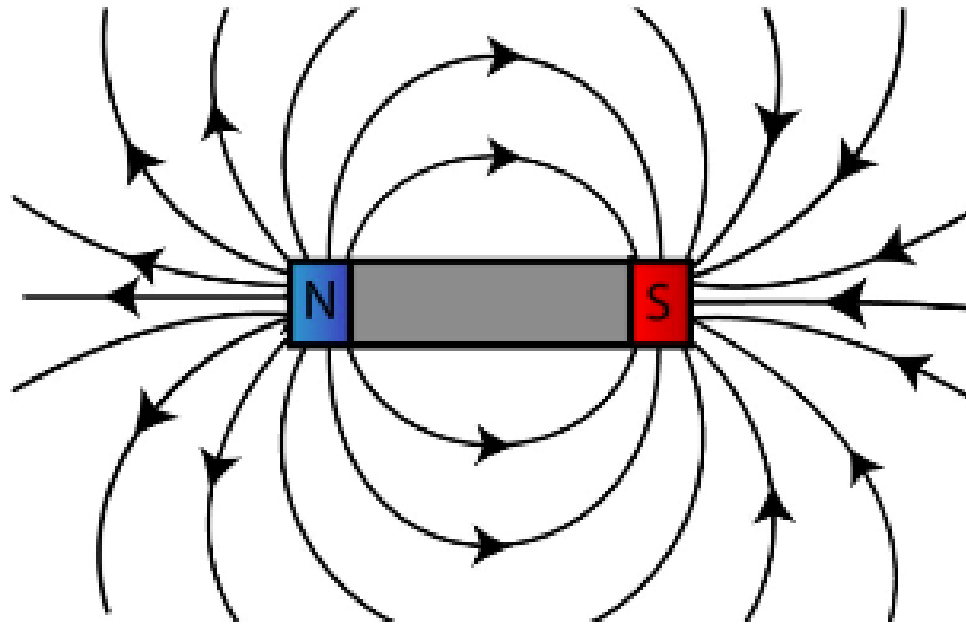
5.4.2 Conductor curvilíneo.

5.5 Momento de torsión sobre una espira.

5.5.1 Momento magnético dipolar.

5.5.2 Trabajo y energía potencial en un dipolo magnético.

Campo magnético: es un campo de fuerzas que se encuentra siempre rodeando una fuente de energía magnética.



En esta región interactúan con ella los elementos sensibles al magnetismo, como son los metales ferromagnéticos

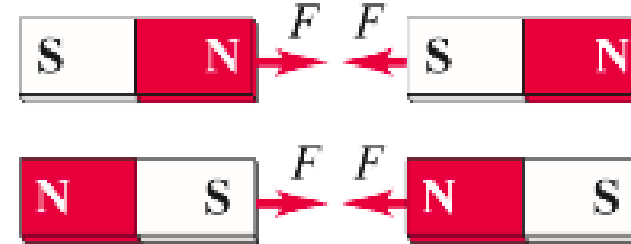
MAGNETISMO

Los fenómenos magnéticos fueron observados por primera vez al menos hace 2500 años, en fragmentos de hierro magnetizado.

Magnetita es la fuente del magnetismo natural.

Importante: indivisibilidad de los polos.

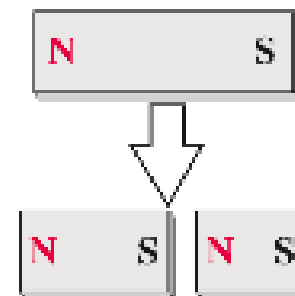
Los polos opuestos se atraen.



Los polos iguales se repelen.



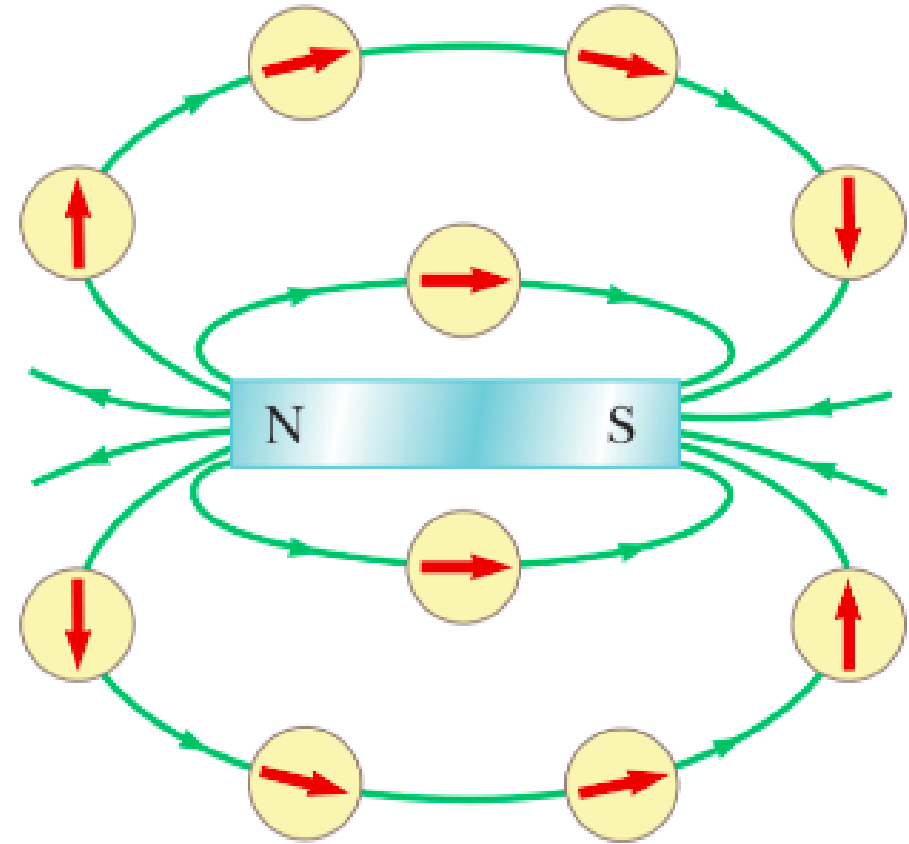
Al romper un imán en dos...



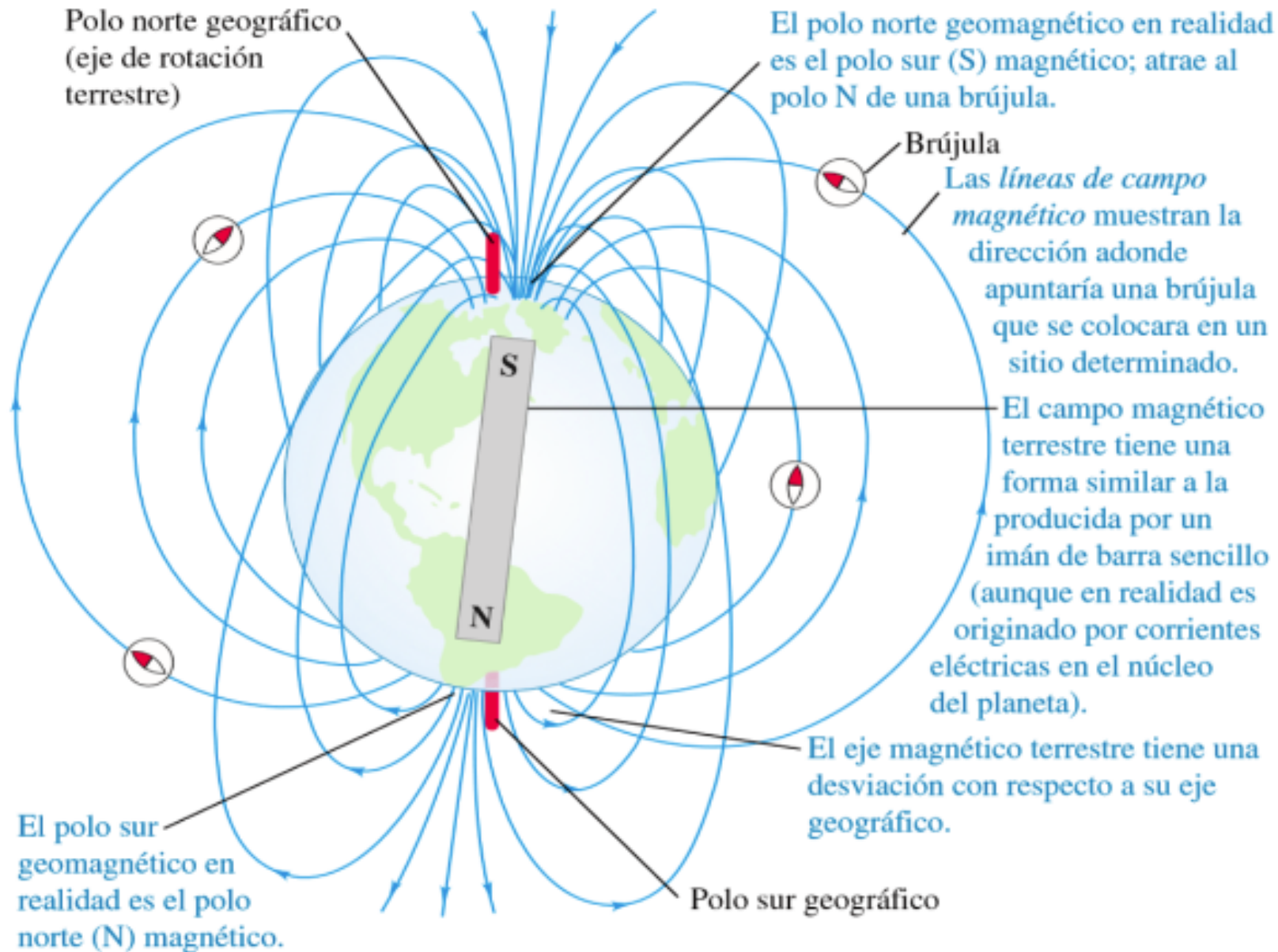
... se producen dos imanes,
no dos polos aislados.

Campo Magnético.

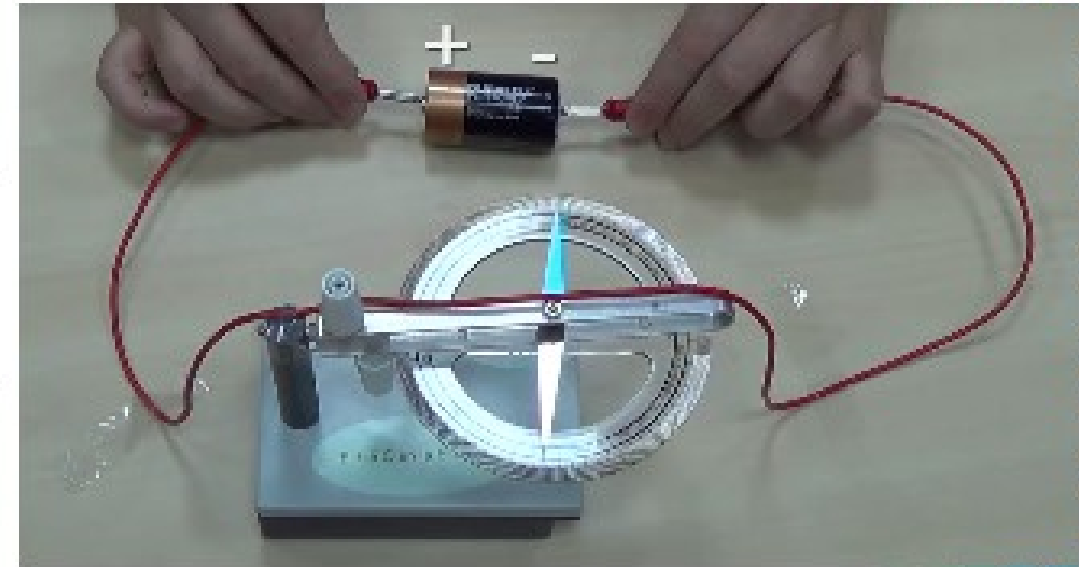
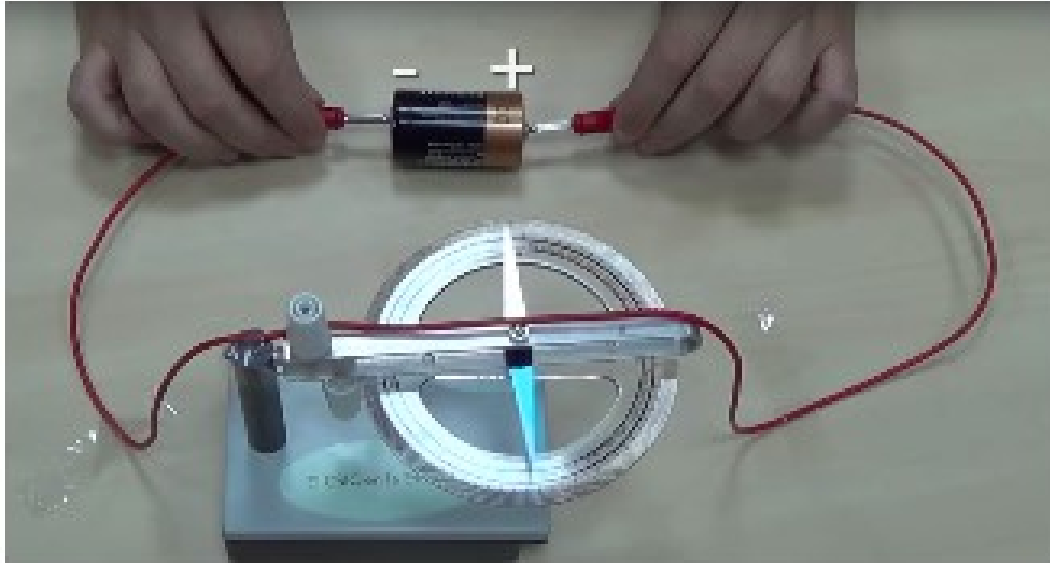
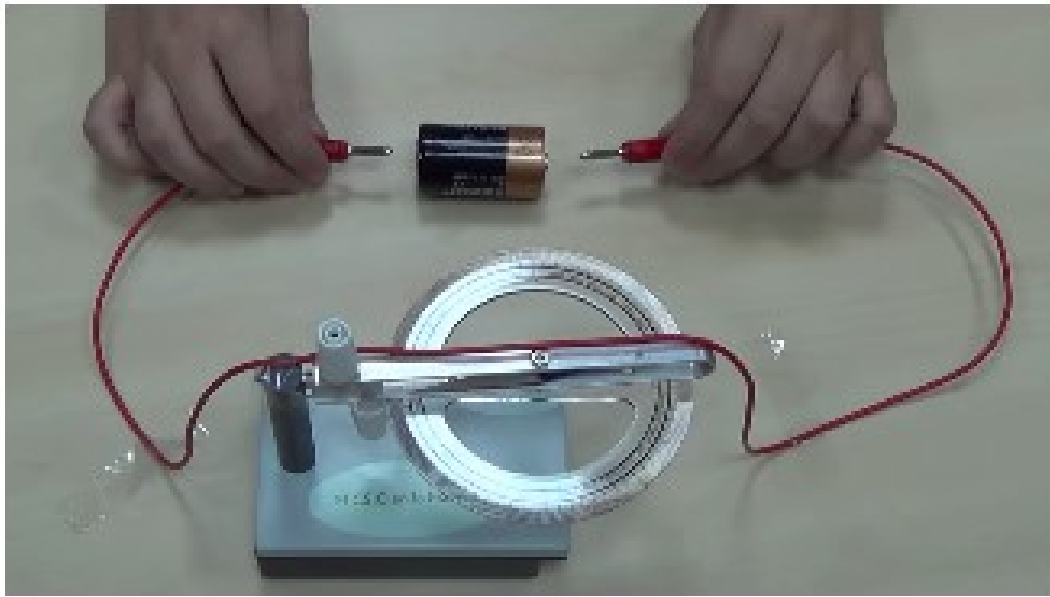
La dirección del campo magnético **B** en cualquier sitio es la dirección a la cual apunta la aguja de una brújula colocada en dicha posición.



Campo Magnético Terrestre.



Principio de Oersted



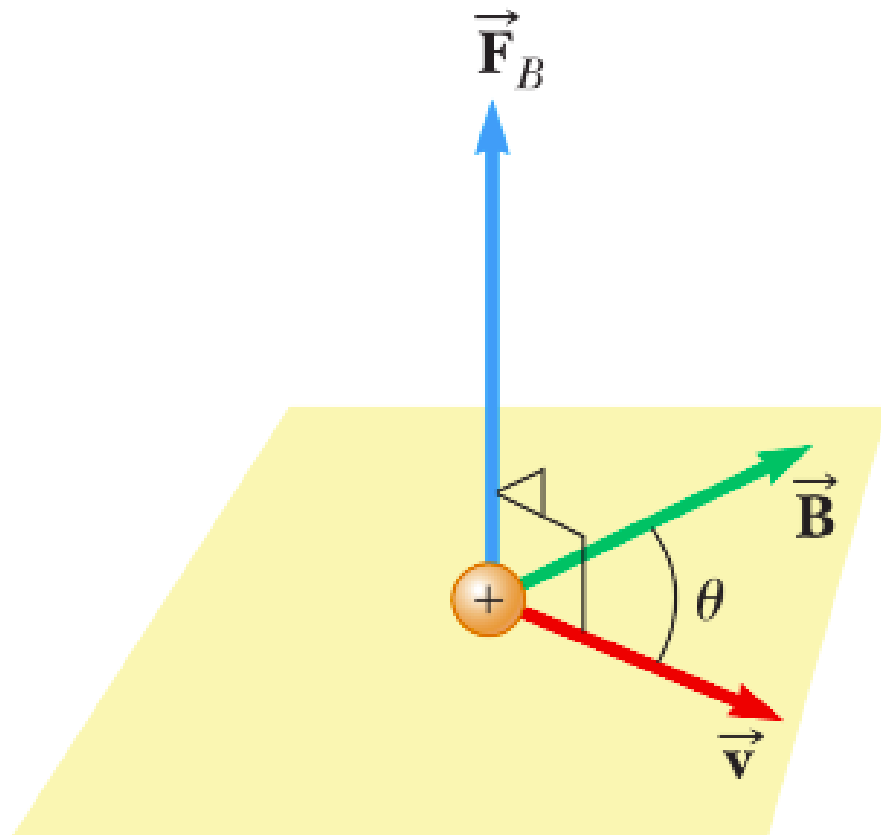
*Cargas en movimiento
generan Campo
Magnético...*

carga eléctrica $\rightleftharpoons \mathbf{E} \rightleftharpoons$ carga eléctrica.

carga magnética $\rightleftharpoons \mathbf{B} \rightleftharpoons$ carga magnética.

carga eléctrica
en movimiento $\leftrightarrow \mathbf{B} \leftrightarrow$ carga eléctrica
en movimiento,

Fuerza Magnética Sobre una Carga en Movimiento.



La fuerza magnética es proporcional a la velocidad, la carga y al $\text{sen}(\theta)$

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

$$F_B = |q|vB \text{sen } \theta$$

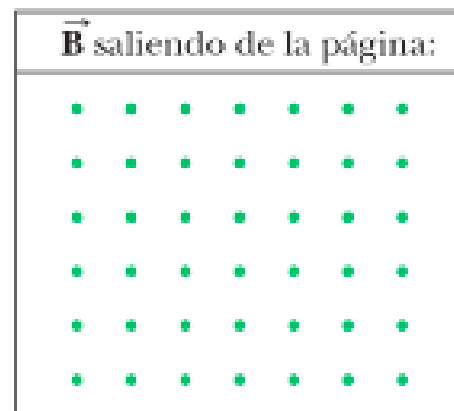
Donde θ es el ángulo menor entre \vec{v} y \vec{B}

Campo Magnético: \vec{B}

■ Unidades: Tesla $\rightarrow 1\text{T} \equiv \frac{1\text{ N}}{\text{C m/s}} \equiv \frac{1\text{ N}}{\text{A.m}}$

Tesla: es la intensidad el campo magnético en un punto tal que una carga de 1C se mueve a razón de 1m/s y es perpendicular a la fuerza de 1 N.

$$1\text{ T} \equiv 1 \times 10^4\text{ G (gauss)} \equiv 1\text{ wb/m}^2.$$



- ✓ La fuerza magnética ejercida sobre una carga positiva tiene dirección opuesta a la dirección de la fuerza magnética ejercida sobre una carga negativa.
- ✓ Cuando una partícula con carga se mueve paralela al vector de campo magnético, la fuerza magnética que actúa sobre ella es igual a cero.
- ✓ El vector fuerza magnética actúa perpendicularmente al campo magnético.

Fuerza de Lorentz.

- Una carga móvil con una velocidad \mathbf{v} en presencia tanto de un campo eléctrico \mathbf{E} y un campo magnético \mathbf{B} experimenta:

$$\vec{\mathbf{F}} = \underline{q\vec{\mathbf{E}}} + \underline{q\vec{\mathbf{v}} \times \vec{\mathbf{B}}}$$

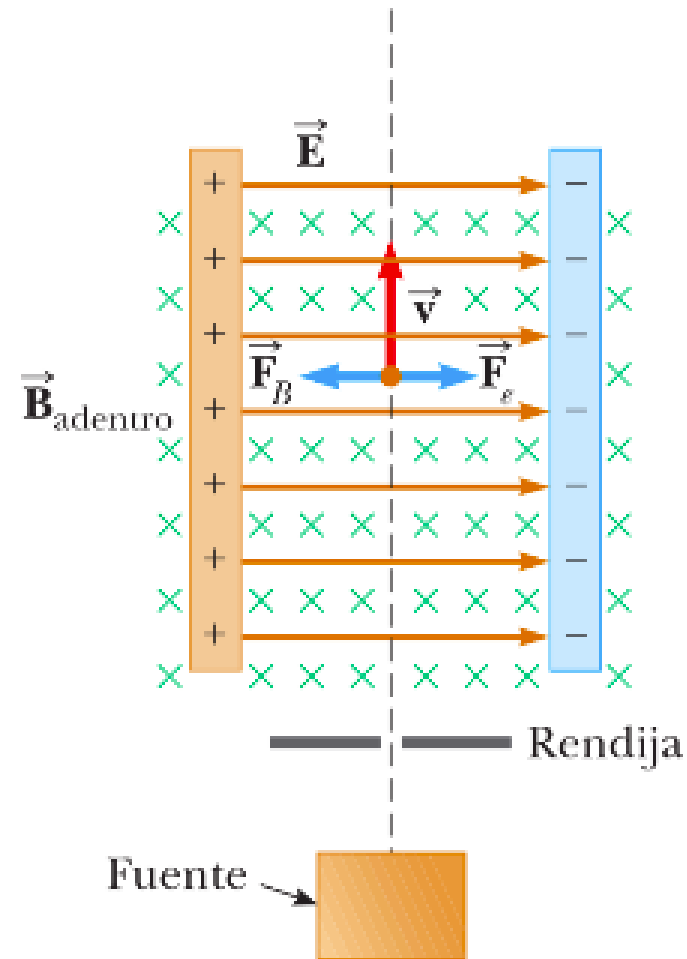
Fuerza eléctrica

Fuerza magnética

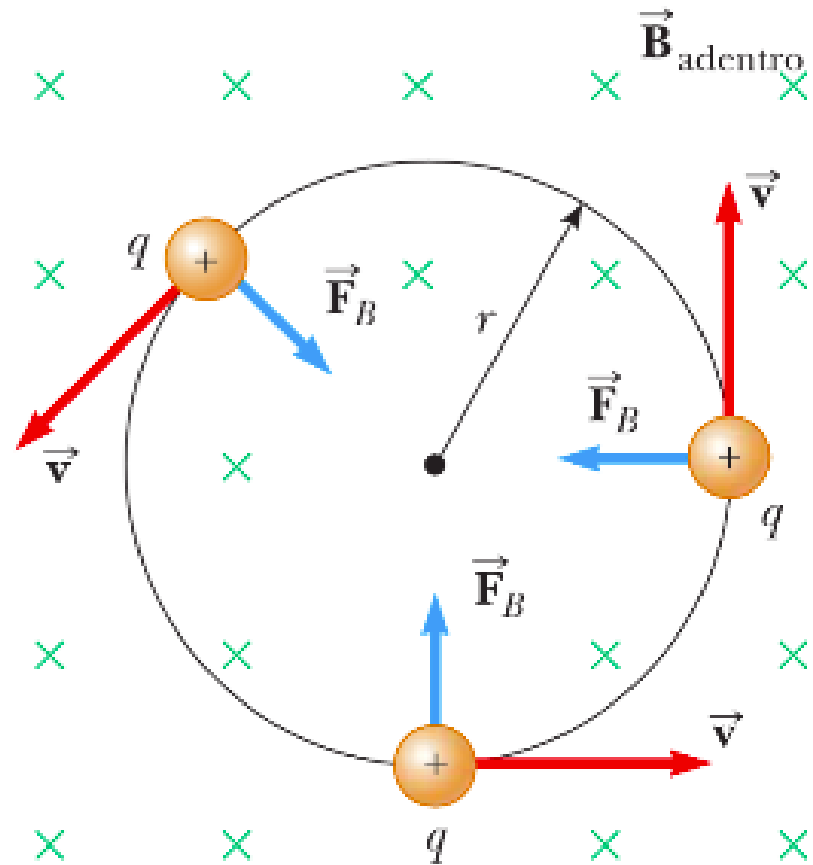
Selector de Velocidad.

- En las aplicaciones de movimiento de partículas se puede seleccionar la velocidad a la que serán direccionadas como:

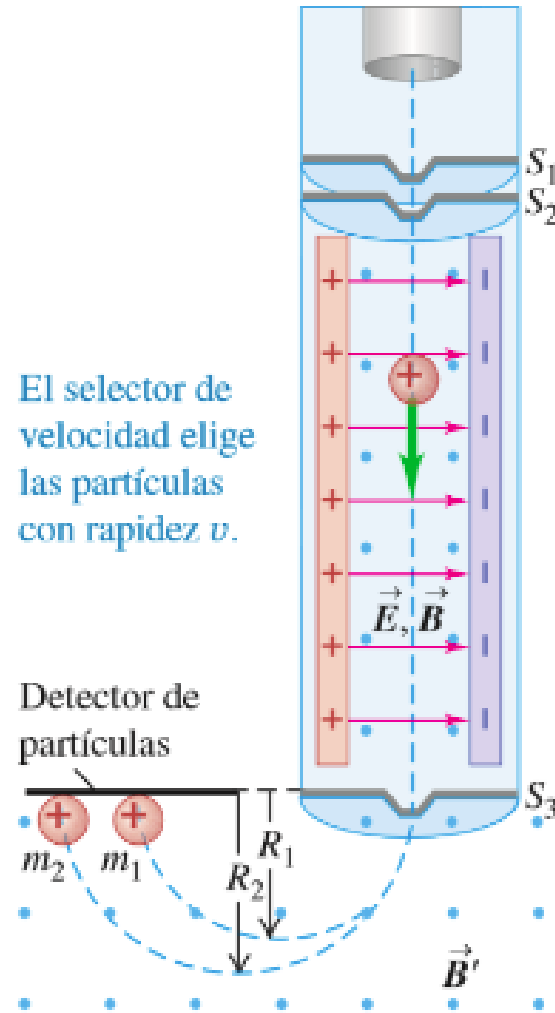
$$v = \frac{E}{B}$$



Dinámica de una carga puntual en un campo magnético uniforme.



Aplicación Combinada.

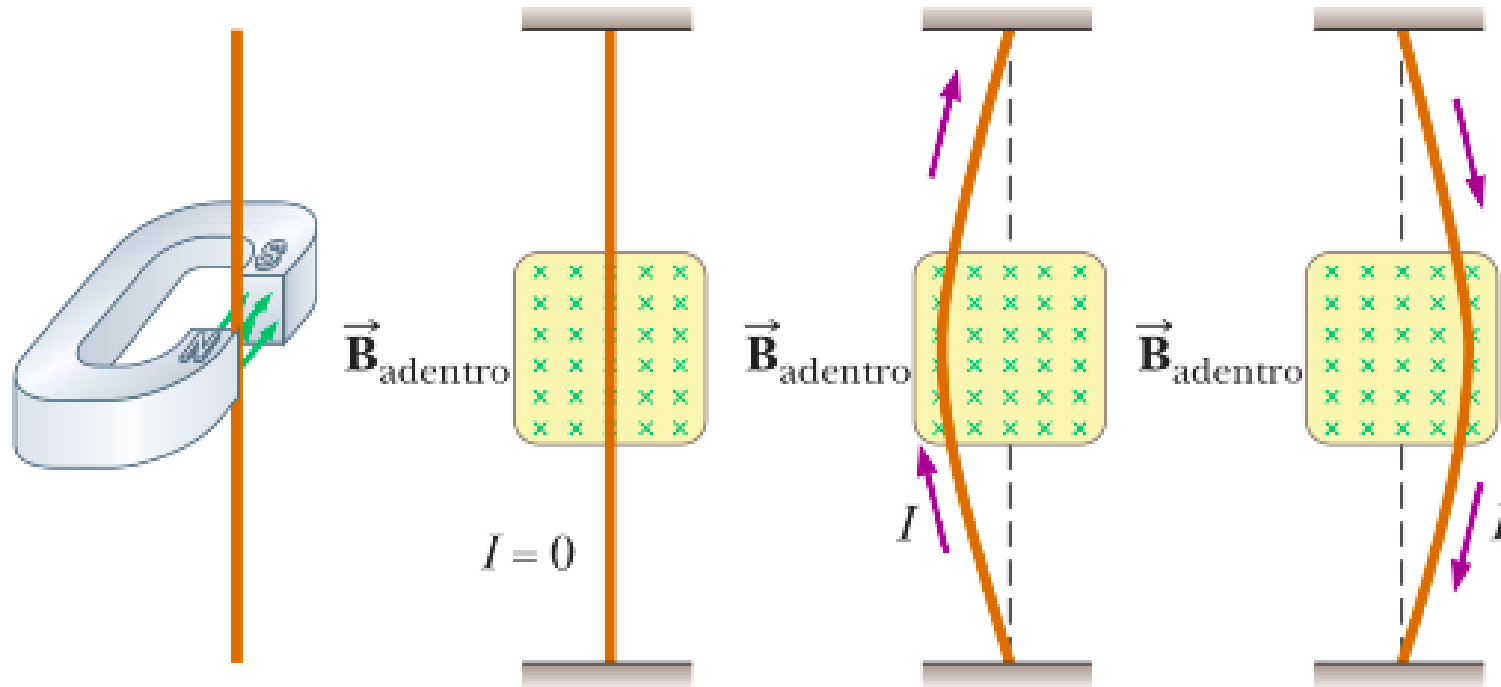


El selector de
velocidad elige
las partículas
con rapidez v .

Detector de
partículas

El campo magnético separa las partículas
por masa; cuanto más grande sea la masa
de una partícula, mayor será el radio de
su trayectoria.

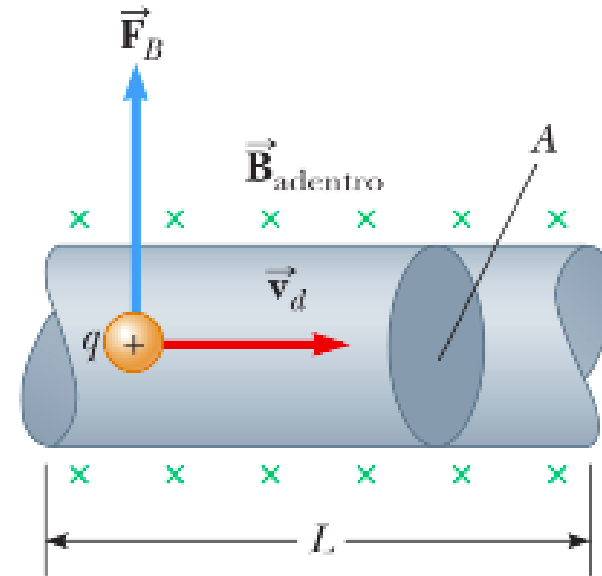
Fuerza Magnética Sobre un Conductor.



Conductor Recto.

$$\vec{\mathbf{F}}_B = (q\vec{\mathbf{v}}_d \times \vec{\mathbf{B}})nAL$$

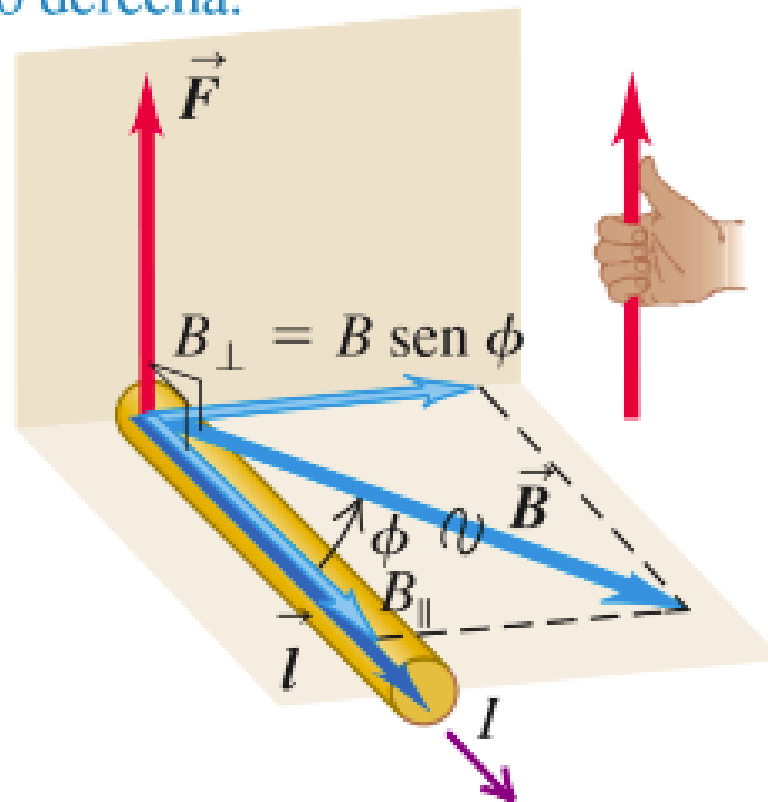
$$\vec{\mathbf{F}}_B = I\vec{\mathbf{L}} \times \vec{\mathbf{B}}$$



donde $\vec{\mathbf{L}}$ es un vector que apunta en la dirección de la corriente I y que tiene una magnitud igual a la longitud L del segmento.

Fuerza \vec{F} sobre un alambre recto que conduce corriente positiva y está orientado a un ángulo ϕ con respecto al campo magnético \vec{B} :

- La magnitud es $F = IlB_{\perp} = IlB \sin \phi$.
- La dirección de \vec{F} está dada por la regla de la mano derecha.

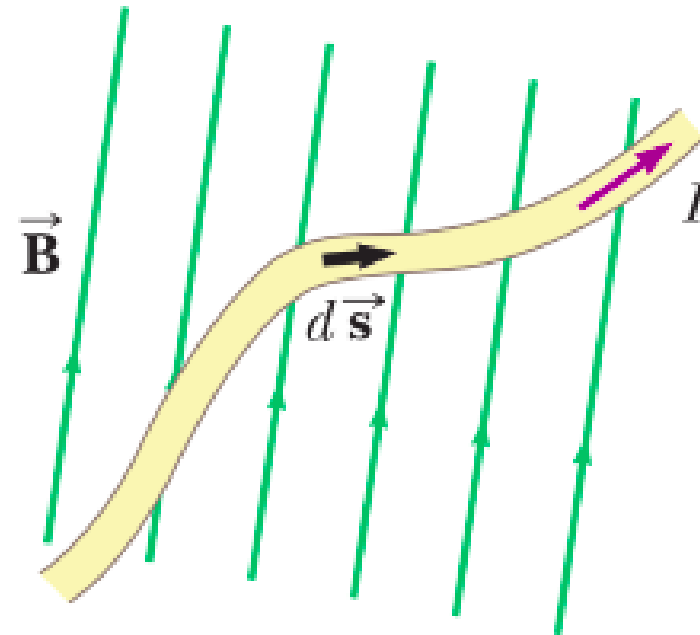


Conductor Curvilíneo.

MODIFICAR DS A DL

$$d\vec{\mathbf{F}}_B = I d\vec{\mathbf{s}} \times \vec{\mathbf{B}}$$

$$\vec{\mathbf{F}}_B = I \int_a^b d\vec{\mathbf{s}} \times \vec{\mathbf{B}}$$



donde **a** y **b** representan los puntos extremos del alambre. Cuando se efectúa esta integración, pueden distinguirse en diferentes puntos la magnitud del campo magnético y la dirección que tiene el campo en relación con el vector $d\mathbf{s}$.

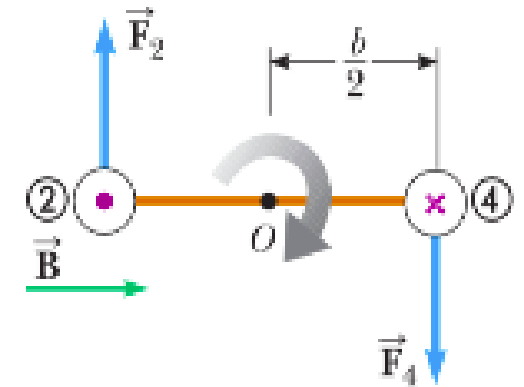
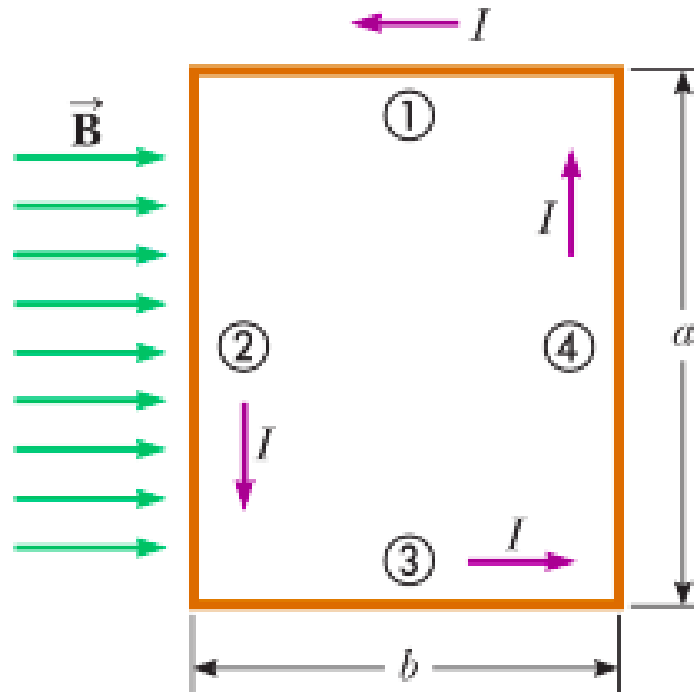
Momento de Torsión Sobre una Espira.

$$F_2 = F_4 = IabB$$

$$\tau_{\text{máx}} = F_2 \frac{b}{2} + F_4 \frac{b}{2}$$

$$\tau_{\text{máx}} = IabB$$

$$\tau_{\text{max}} = IAB \quad \text{donde } A = ab \text{ es el área de la espira.}$$



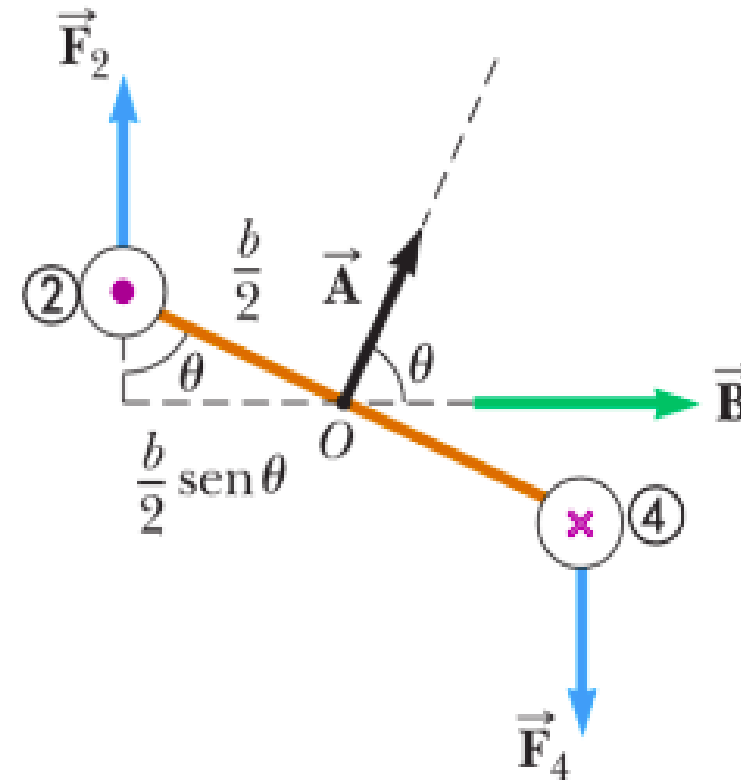
Este resultado de máximo momento de torsión sólo es válido cuando el campo magnético es paralelo al plano de la espira.

Cuando el campo magnético uniforme forma un ángulo θ con una línea perpendicular al plano de la espira:

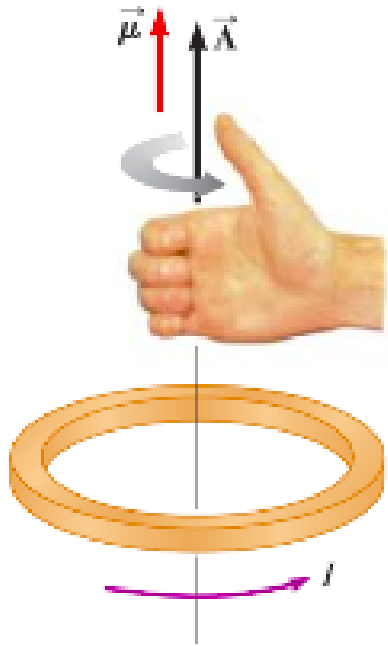
$$\begin{aligned}\tau &= F_2 \frac{b}{2} \sin \theta + F_4 \frac{b}{2} \sin \theta \\ &= IaB \left(\frac{b}{2} \sin \theta \right) + IaB \left(\frac{b}{2} \sin \theta \right) \\ &= IAB \sin \theta\end{aligned}$$

Una expresión conveniente para el momento de torsión ejercido sobre una espira colocado en un campo magnético uniforme \vec{B} es

$$\vec{\tau} = I\vec{A} \times \vec{B}$$



Momento Dipolar Magnético.



- Momento de torsión en una espira:

$$\vec{\tau} = I\vec{A} \times \vec{B}$$

- El producto IA se le conoce como momento dipolar magnético:

$$\vec{\mu} \equiv I\vec{A}$$

- En una bobina de N espiras el momento dipolar se determina como:

$$\vec{\mu}_{\text{bobina}} = NI\vec{A}$$

Unidades: $A.m^2$

$$\vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B}$$

Trabajo y Energía Potencial de un Dipolo Magnético.

$$dW_B = \vec{\tau} \cdot d\vec{\theta}$$

$$W_B = - \int_{\theta_i}^{\theta_f} \vec{\tau} \cdot d\vec{\theta}$$

$$W_B = - \int_{\theta_i}^{\theta_f} \mu B \sin \theta d\theta$$

$$W_B = \mu B \cos \theta \Big|_{\theta_i}^{\theta_f}$$

- Por definición:

$$W_B = \mu B \cos \theta \rightarrow U = -\mu B \cos \theta$$

- Energía potencial de un sistema formado por un momento magnético en un campo magnético:

$$U = -\vec{\mu} \cdot \vec{B}$$

- ¿Cuándo tendremos $U_{\text{máx}}$ y U_{min} ?

