

MAGNETISMO

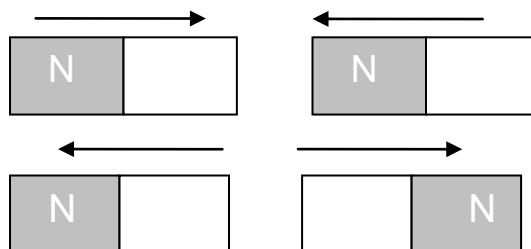
FUERZAS MAGNETICAS

Ciertos minerales de hierro, cobalto, manganeso en estado puro o compuestos tienen la propiedad de atraer pequeños trozos de hierro.

Consecuencia:

Se define una nueva propiedad física: **MAGNETISMO**

- Imanes: cuerpos que tienen magnetismo.
- Polos magnéticos: regiones de un cuerpo donde aparece concentrado el magnetismo. Experimentos muestran que:
 - Todo imán tiene dos polos magnéticos: polo norte y polo sur.
 - Los polos del mismo tipo se repelen y los de distinto tipo se atraen



- No existen monopolos magnéticos

SIGLO XIX

Se observó que los fenómenos magnéticos y los fenómenos eléctricos estaban relacionados:

- Una corriente eléctrica crea un campo magnético (Oersted-Ampère).

- Un campo magnético variable en el tiempo produce un campo eléctrico (Faraday y Henry).
- Un campo eléctrico variable en el tiempo origina un campo magnético (Maxwell).

"Las interacciones eléctrica y magnética son dos manifestaciones distintas de una misma propiedad de la materia: la CARGA ELÉCTRICA."

Interacción Eléctrica } Interacción Electromagnética
Interacción Magnética }

El campo magnético. Agentes Sensibles

Fuentes de campo magnético y Magnetismo en la Materia. Agentes Creadores

Inducción electromagnética. Relaciones entre fenómenos eléctricos y magnéticos

EL CAMPO MAGNÉTICO

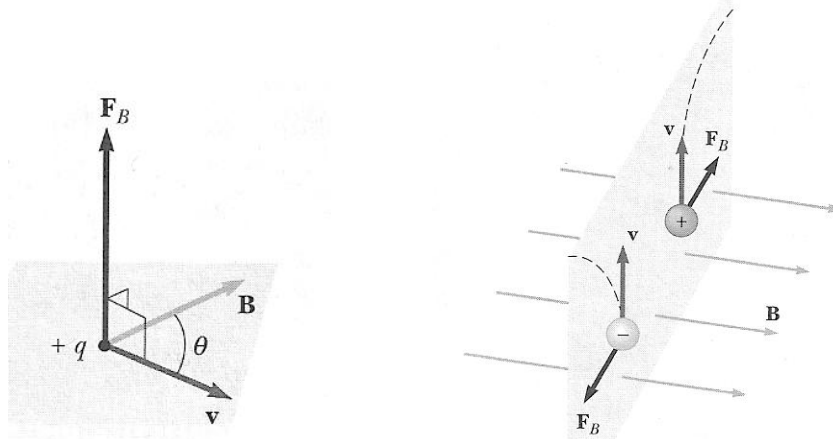
CAMPO MAGNÉTICO (similitud a los campos gravitatorio y eléctrico): *Perturbación del espacio que rodea a un agente creador de campo magnético.*

AGENTES SENSIBLES: *Cargas en movimiento* (Carga puntual en movimiento, Corriente eléctrica, Espira de corriente eléctrica)

FUERZA MAGNÉTICA SOBRE UNA CARGA MÓVIL.

Fuerza magnética:

- Módulo proporcional a la carga y al módulo de la velocidad.
- Módulo y dirección dependiente de la dirección relativa entre la velocidad y el campo
 - Velocidad paralela al campo: la fuerza es cero
 - Velocidad no paralela al campo: la fuerza es perpendicular a la velocidad y al campo y su módulo es proporcional al seno de dicho ángulo



- Su sentido depende del signo de la carga

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

Vector Inducción
Magnética o Campo
Magnético

Dimensiones: $[B] = \frac{[F]}{[Q][v]} = \frac{MLT^{-2}}{QLT^{-1}} = MQ^{-1}T^{-1} = MA^{-1}T^{-2}$

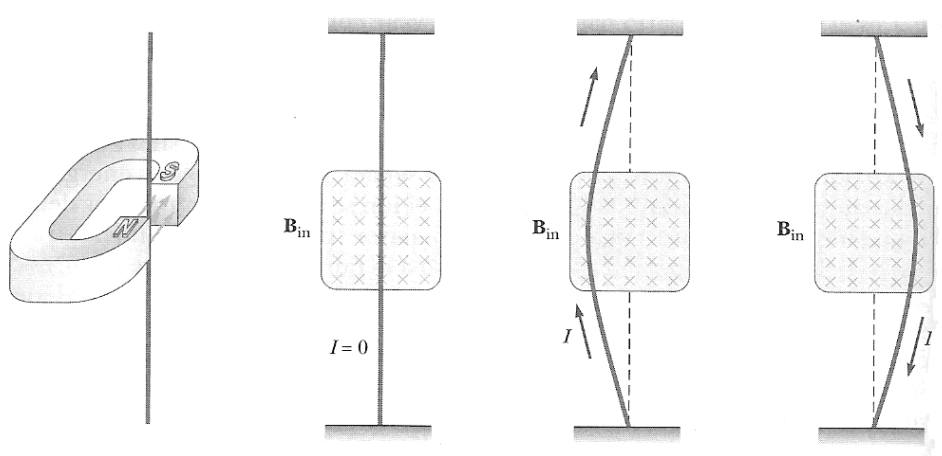
Unidades: $1 \text{ Tesla} = 1 \text{ T} = \frac{N}{C \cdot m/s} = \frac{N}{A \cdot m} = \frac{kg \cdot A^{-1}}{s^2}$

Ejercicio: Una carga de -3.64 nC se mueve con una velocidad $\vec{v} = (2.75 \text{ m/s})\vec{i}$. Hallar la fuerza que actúa sobre la carga si $\vec{B} = (0.75\vec{i} + 0.75\vec{j})T$

Ejercicio: Analiza las diferencias y analogías entre la interacción eléctrica y la magnética

Analogías	Diferencias
<ul style="list-style-type: none"> • Existen dos tipos de monopolos/cargas • Polos/cargas de igual tipo se repelen • Polos/cargas de distinto tipo se atraen • Ambas actúan sobre cargas • Módulos proporcionales a la carga y al campo 	<ul style="list-style-type: none"> • No existen monopolos magnéticos • Dirección: <ul style="list-style-type: none"> ○ Fuerza eléctrica: $\vec{F}_e \parallel \vec{E}$ ○ Fuerza magnética: $\vec{F}_m \perp \vec{B}$ • Agente sensible: <ul style="list-style-type: none"> ○ Fuerza eléctrica: toda carga eléctrica ○ Fuerza magnética: carga eléctrica en movimiento • Trabajo: <ul style="list-style-type: none"> ○ Fuerza eléctrica: $W_e \neq 0$ ○ Fuerza magnética • La fuerza magnética no origina cambios en la energía cinética de la partícula cargada en movimiento. No hay trabajo.

FUERZAS MAGNÉTICAS SOBRE CONDUCTORES PORTADORES DE CORRIENTE.

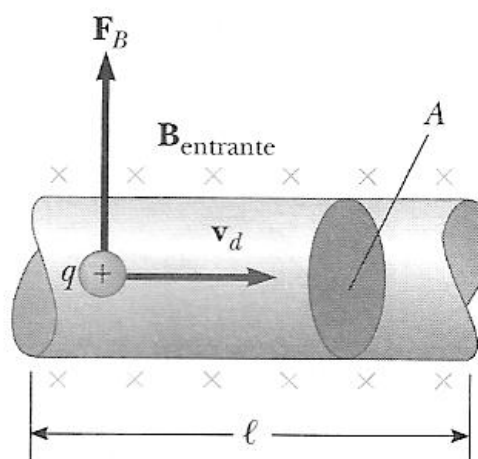


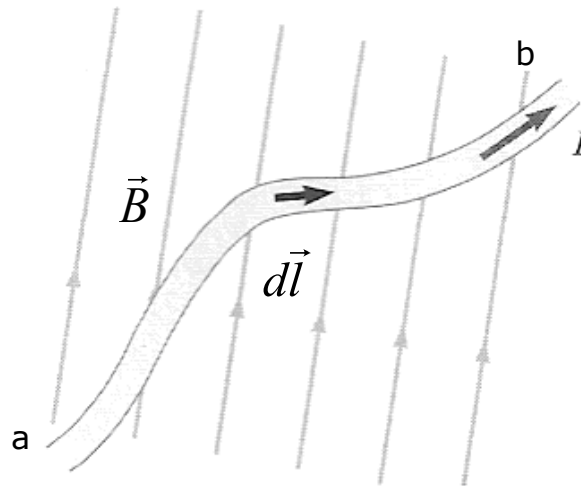
Un conductor de corriente eléctrica es un movimiento organizado de cargas \Rightarrow experimenta una fuerza cuando se introduce en un campo magnético (agente sensible)

$$\vec{F}_q = q(\vec{v}_d \times \vec{B})$$

$$\vec{F}_B = N \cdot \vec{F}_q = n \cdot V \left[q(\vec{v}_d \times \vec{B}) \right] = n \cdot A \cdot l \left[q(\vec{v}_d \times \vec{B}) \right]$$

$$\left. \begin{aligned} \vec{F}_B &= n \cdot A \cdot l \left[q(\vec{v}_d \times \vec{B}) \right] \\ I &= n A q v_d \end{aligned} \right\} \Rightarrow \vec{F}_B = I(\vec{l} \times \vec{B})$$





$$d\vec{F}_B = I(d\vec{l} \times \vec{B}) \Rightarrow \vec{F}_B = I \int_a^b (d\vec{l} \times \vec{B})$$

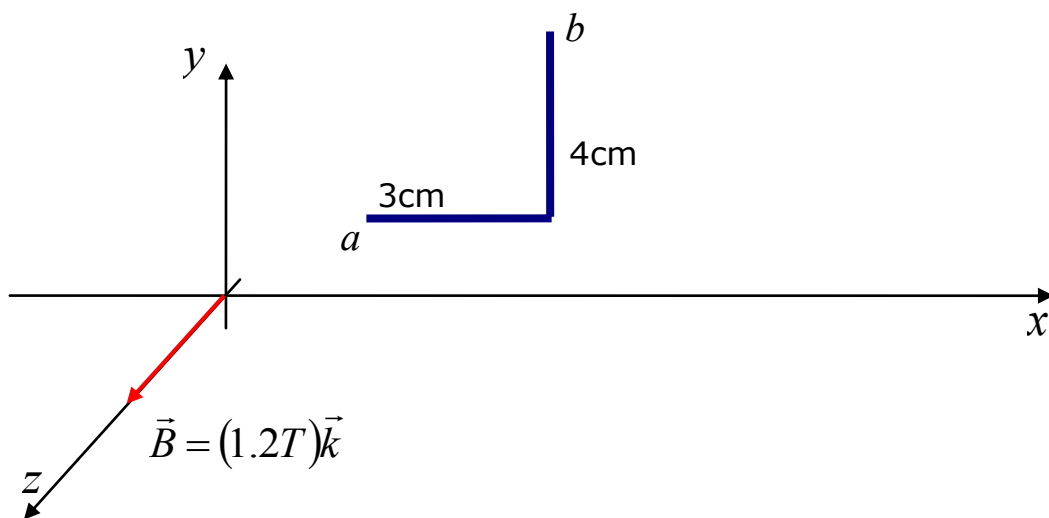
Campo Magnético Uniforme:

$$\vec{F}_B = I \left(\int_a^b d\vec{l} \right) \times \vec{B}$$

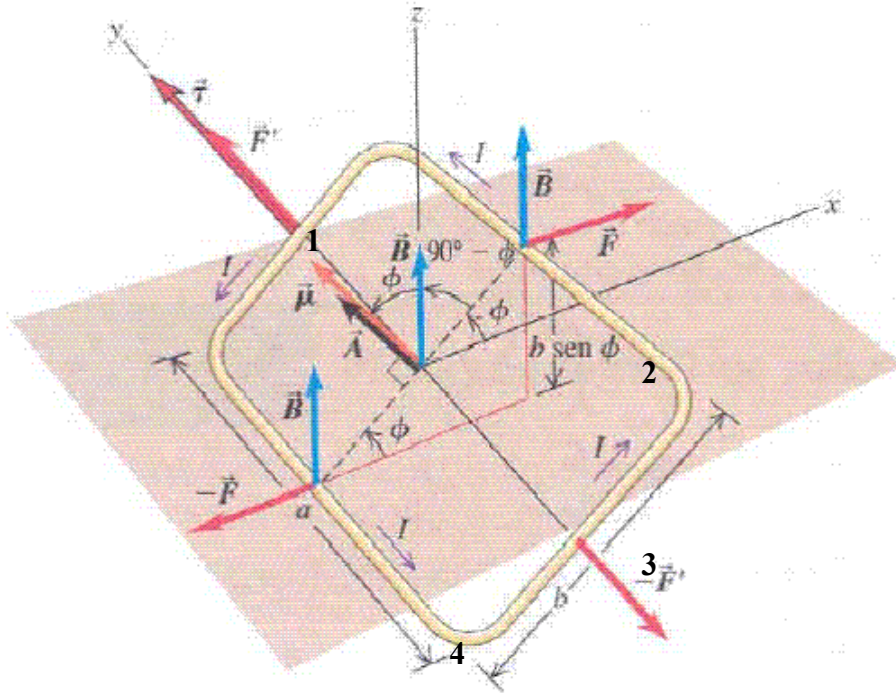
Campo Magnético Uniforme y conductor cerrado:

$$\left. \begin{array}{l} \vec{F}_B = I \left(\int_a^a d\vec{l} \right) \times \vec{B} \\ \int_a^a d\vec{l} = 0 \end{array} \right\} \vec{F}_B = 0$$

Ejercicio: El segmento de la figura transporta una corriente de 1.8A de a a b y se encuentra en el interior de un campo magnético $\vec{B} = (1.2T)\vec{k}$. Determinar la fuerza total que actúa sobre el conductor y demostrar que es la misma que actuaría si se tratara de un segmento recto de a a b.



ACCIÓN DE UN CAMPO MAGNÉTICO SOBRE UNA ESPIRA CONDUCTORA DE CORRIENTE



$$|\vec{F}_1| = |\vec{F}_3| = IbB \sin(90 - \phi) \Rightarrow \vec{F}_1 + \vec{F}_3 = 0$$

$$|\vec{F}_2| = |\vec{F}_4| = IaB \sin(90) = IaB \Rightarrow \vec{F}_2 + \vec{F}_4 \neq 0$$

Momento Magnético: $\vec{m} = I\vec{A}$

$$\vec{M} = \vec{m} \times \vec{B}$$

El campo magnético tiende a reorientar la espira de corriente de forma que el vector momento magnético sea paralelo al campo

Ejercicio: Una bobina circular pequeña de 20 vueltas de alambre está en un campo magnético uniforme de 0,5T de modo que la normal al plano de la bobina forma un ángulo de 60° con la dirección del campo. El radio de la bobina es 4cm y por ella circula una corriente de 3A.

a) ¿cuál es el valor del momento magnético de la bobina?

b) ¿qué momento o par de fuerzas se ejerce sobre la bobina?

MOVIMIENTO DE UNA PARTÍCULA CARGADA EN UN CAMPO MAGNÉTICO

Factores que condicionan el movimiento de una partícula:

- Fuerzas que actúan sobre ella (fuerza magnética)

$$\text{Leyes de Newton: } \sum \vec{F} = m\vec{a}$$

$$q\vec{v} \times \vec{B} = m\vec{a}$$

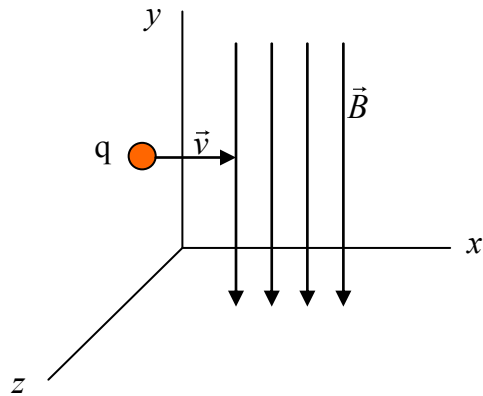
- Condiciones Iniciales

Analizamos los siguientes casos:

- Campo Magnético Uniforme:
 - Velocidad inicial de la partícula perpendicular al campo magnético
 - Velocidad inicial de la partícula paralela al campo magnético
 - Velocidad inicial de la partícula forma un ángulo arbitrario con el campo magnético
- Campo Magnético no Uniforme (análisis cualitativo)

Campo uniforme

a) Velocidad inicial perpendicular al campo:



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

$$\vec{F}_m \begin{cases} \perp \vec{B} \\ \perp \vec{v} : \text{aceleración normal } (|\vec{v}| = \text{cte}) \end{cases}$$

$$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

$$q(\vec{v} \times \vec{B}) = m \cdot \vec{a} \Rightarrow qvB = ma_n$$

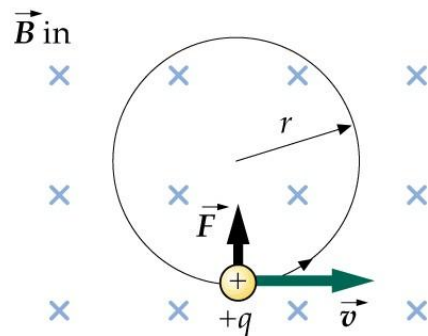
$$qvB = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv}{qB} = \text{cte} \Rightarrow \text{MCU}$$

$$m \frac{v^2}{R} = qvB$$

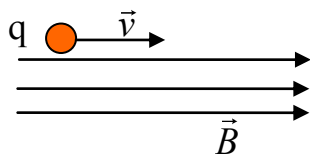
$$m \frac{v}{R} = qB$$

$$m \frac{\omega R}{R} = qB \Rightarrow \omega = \frac{qB}{m} = \text{cte.}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi m}{qB}$$



b) Velocidad inicial paralela al campo:



$$\vec{F}_m = q\vec{v} \times \vec{B} = 0 \Rightarrow \vec{a} = 0 \Rightarrow \text{MRU}$$

c) Velocidad inicial de la partícula forma un ángulo arbitrario con el campo magnético

