

Módulo 6: Magnetismo

1

Materiales magnéticos

El hierro (y unos pocos metales más como el Níquel o el Cobalto) son ferromagnéticos, lo que significa que pueden llegar a magnetizarse

Los imanes atraen a los metales ferromagnéticos.

Dos imanes pueden atraerse o repelerse, dependiendo de los polos.



2

Polos magnéticos

Hay dos tipos de polos magnéticos:

Norte (N) and **Sur (S)**

Al igual que con las cargas eléctricas, los polos iguales (**N&N**, **S&S**) se repelen mientras que los opuestos (**N&S**) se atraen.

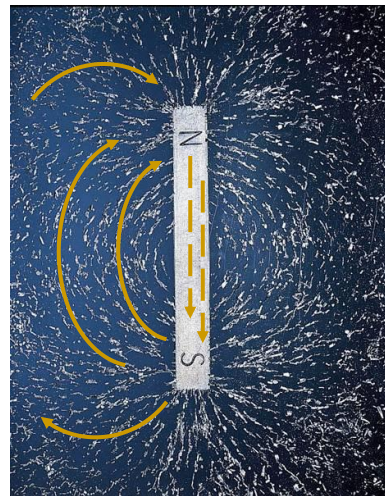
Pero a diferencia de las cargas eléctricas, no se pueden tener polos **Norte** o **Sur** por separado



3

Campos magnéticos

El campo magnético apunta desde el **Sur** al **Norte**.



4

Campos magnéticos

El campo magnético apunta desde el **Sur** al **Norte**.

La existencia de un campo magnético puede demostrarse con una brújula

Si existe un campo magnético la aguja se alinearán en la dirección de este campo



5

Campos magnéticos

- Se representa por **B**.
- La unidad en el SI es el Tesla (T)

$$1 \text{ T} = 1 \text{ N}/(\text{C}\cdot\text{m}/\text{s})$$
- Como esta unidad es bastante grande se suele utilizar el gauss (G), donde

$$1 \text{ G} = 10^{-4} \text{ T}$$
- Esta relación viene dada por el hecho de que el campo magnético en la superficie terrestre es del orden de 10^{-4} T

6

Fuerza ejercida por un campo magnético

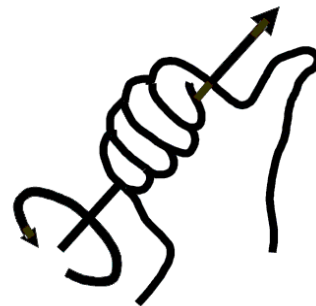
- Cuando una carga q se mueve con una velocidad \mathbf{v} en un campo magnético \mathbf{B} , aparece una fuerza \mathbf{F} que es proporcional a q , a \mathbf{v} y al seno del ángulo que forman \mathbf{v} y \mathbf{B}
- Su expresión viene dada por:

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

7

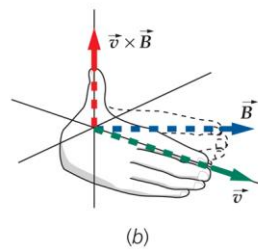
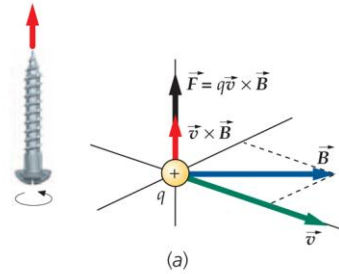
Fuerza ejercida por un campo magnético

- La dirección de F viene dada por la regla de la mano derecha
- Y su módulo sería $F=q \cdot v \cdot B \cdot \text{sen}\theta$, siendo θ el ángulo que forman los vectores \mathbf{v} y \mathbf{B}



8

Fuerza ejercida por un campo magnético



9

Ejemplo

- Determinar la fuerza que actúa sobre un protón que se mueve con una velocidad $\vec{v} = 4 \cdot 10^6 \text{ m/s } \hat{i}$ en un campo magnético $\vec{B} = 2 \text{ T } \hat{k}$
 - Sol: $-1,28 \cdot 10^{-12} \text{ N } \hat{j}$

10

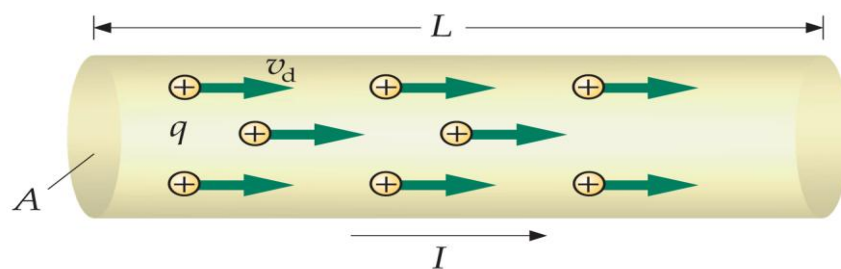
Diferencias entre f. eléctrica y magnética

- La F. eléctrica actúa a lo largo de la dirección del campo eléctrico, mientras que la f. magnética actúa perpendicularmente al campo magnético.
- La F. eléctrica actúa sobre una partícula cargada esté en movimiento o no, mientras que la f. magnética sólo actúa sobre una partícula cuando está en movimiento.
- Como la Fmagnética es perpendicular a la velocidad, lo es al desplazamiento, por lo que no realiza trabajo ninguno.

11

Fuerza magnética sobre un conductor

- La fuerza magnética que actúa sobre un conductor por el cual circula una corriente eléctrica es simplemente la fuerza resultante sobre las partículas cargadas cuyo movimiento produce la corriente.



12

Fuerza magnética sobre un conductor

- La fuerza viene dada por:

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

- Donde L es un vector cuyo módulo es la longitud del hilo y cuya dirección es paralela a la corriente y en el mismo sentido.

13

Fuerza magnética sobre un conductor

- La fuerza sobre un elemento de corriente será:

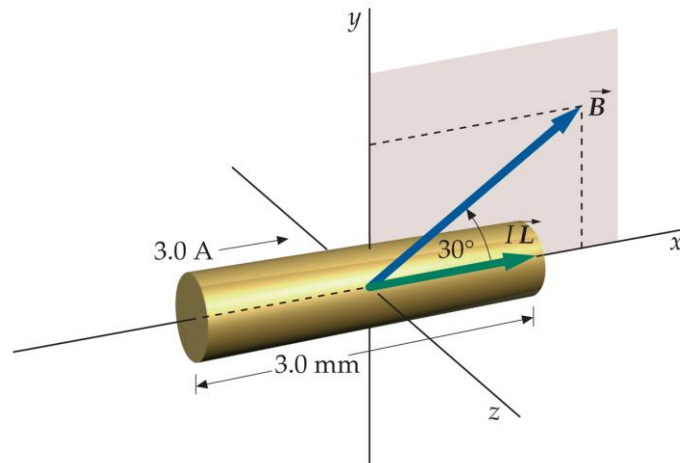
$$d\vec{F} = I d\vec{l} \times \vec{B}$$

- Si integramos veremos que en el caso de que sea un cable cerrado, la fuerza sería nula.

14

Ejemplo

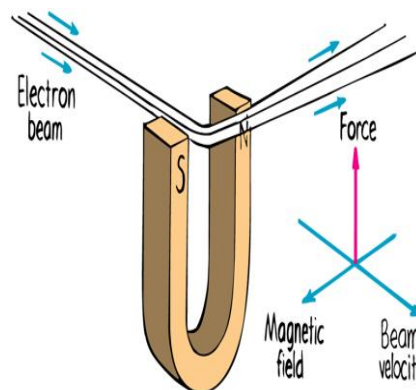
- Determinar la fuerza (módulo y vector) que actúa sobre el cable de la figura, sabiendo que el valor del campo magnético es 2 T.



15

El movimiento de cargas

- La fuerza magnética que actúa sobre una partícula cargada que se mueve a través de un campo magnético es siempre perpendicular a la velocidad
- Provoca así que modifiquen la dirección de la velocidad, pero no su módulo
- Si el campo magnético es uniforme, la partícula se mueve siguiendo una órbita circular



Copyright © 2008 Paul G. Hewitt, printed courtesy of Pearson Education Inc., publishing as Addison Wesley

16

Acelerador de partículas

- Ciclotrón y sincrotrón (acelerador de partículas)
- El periodo de este movimiento, llamado periodo de ciclotrón, es:

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

- La frecuencia, también llamada frecuencia del ciclotrón, es como siempre la inversa del periodo.



17

Acelerador de partículas

- Y el radio del círculo que describe se relaciona con la velocidad por:

$$r = \frac{mv}{qB}$$



18

Ejemplo

- Un protón se mueve en un círculo de radio $r=21$ cm, perpendicularmente a un campo magnético uniforme $B=4000$ G. Determinar:
- Periodo del movimiento
 - Sol: $1.64 \cdot 10^{-7}$ s
- Velocidad del protón
 - Sol: $8.05 \cdot 10^6$ m/s