

## Módulo 6: Magnetismo

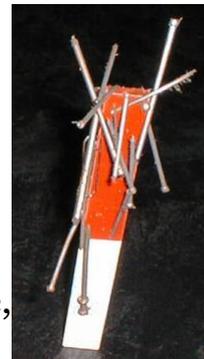
1

### 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.

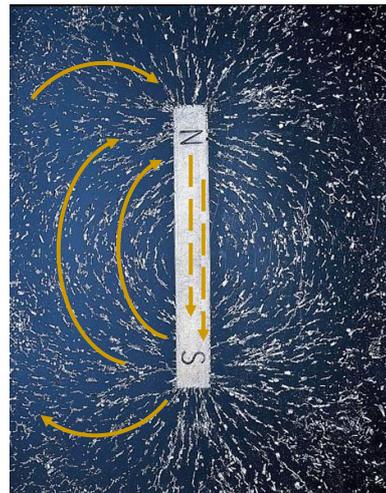
Pero a diferencia de las cargas eléctricas, no se pueden tener polos Norte o Sur por separado



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 alineará 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  $10^{-4} \text{ T}$

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

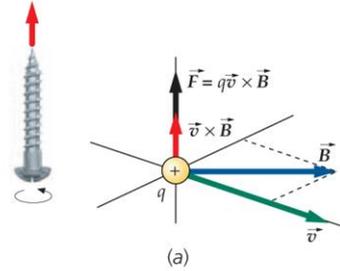
## Fuerza ejercida por un campo magnético

- 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  $\theta$  el ángulo que forman los vectores  $\mathbf{v}$  y  $\mathbf{B}$

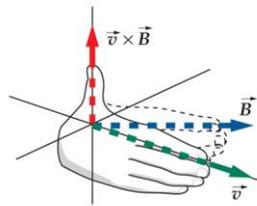


8

## Fuerza ejercida por un campo magnético



(a)



(b)

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

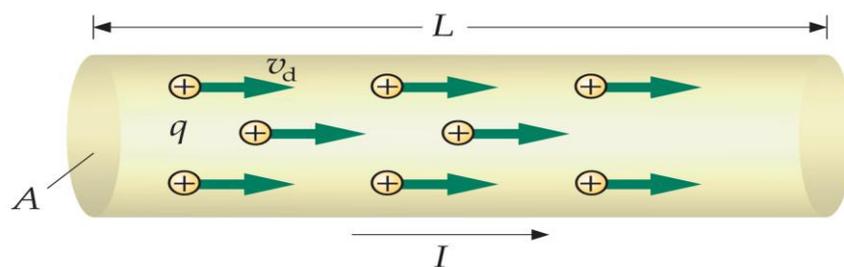
## Diferencias entre f. eléctrica y magnética

- 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:

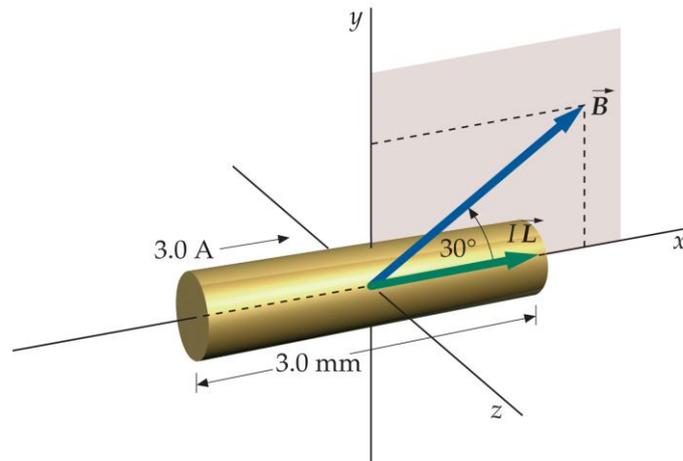
$$d\vec{F} = I d\vec{l} \times \vec{B}$$

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

14

## Ejemplo

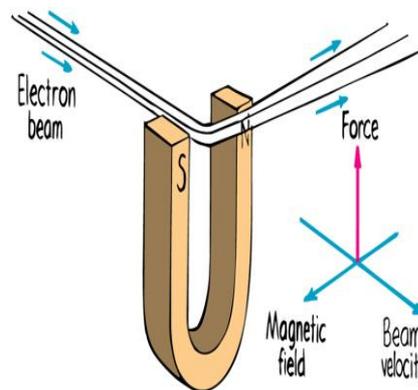
- Determinar la fuerza (módulo y vector) que actúa sobre el cable de la figura, sabiendo que el valor del campo magnético es 2 T.



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

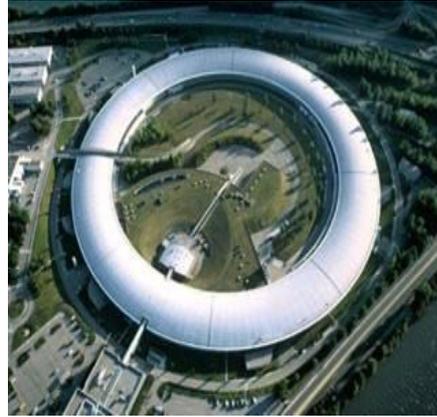
16

## 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