CURSO CERO DE FÍSICA

CAMPO MAGNÉTICO

Susana Briz
Departamento de Física

Universidad Carlos III de Madrid
www.uc3m.es

CONTENIDOS

- **Representación del campo magnético**
- **Fuentes de campo magnético**
  - **Campo creado por una carga puntual**
  - **Campo creado por una corriente**
    - **Definición de corriente**
    - **Ley de Biot y Savart**
    - **Ley de Ampere**
- **Fuerzas magnéticas**
  - **Fuerza magnética sobre una carga puntual**
  - **Fuerza magnética sobre una corriente**
- **Fuerzas entre corrientes**

OBJETIVOS

- Saber representar el campo magnético
- Conocer cuál es el origen del campo magnético: cargas puntuales en movimiento y corrientes eléctricas
- Entender qué es una corriente eléctrica
- Saber calcular el campo magnético creado por distintas fuentes: cargas puntuales en movimiento y distintas distribuciones de corriente a partir de las leyes de Biot y Savart y Ampère
- Conocer cuál es el efecto del campo magnético
- Saber calcular las fuerzas del campo magnético sobre cargas puntuales en movimiento y sobre corrientes
- Saber calcular las fuerzas entre corrientes

REPRESENTACIÓN DEL CAMPO MAGNÉTICO

HISTORIA:

- Se cree que en el sigo XIII a. C. en China ya se utilizaba la aguja magnética
- En Grecia, en el año 800 a. C., ya sabían que la magnetita atraía fragmentos de hierro
- En el 1269 Pierre de Maricourt descubrió que las direcciones a las que apuntaba una aguja magnética al acercársele un imán esférico formaban líneas que rodeaban la esfera y que pasaban por puntos opuestos de ésta (**POLOS MAGNÉTICOS**)
- En 1600 William Gilbert sugirió que la Tierra se comportaba como un gigantesco imán
- En1819 Oersted descubrió que una brújula se desvía al acercarla a una corriente eléctrica
- Después Biot y Savart realizaron experimentos y calcularon el campo magnético producido por una corriente
- André-Marie Ampère descubrió los efectos de las corrientes eléctricas sobre las brújulas

REPRESENTACIÓN DEL CAMPO MAGNÉTICO

DEFINICIÓN:

El **CAMPO MAGNÉTICO** es una propiedad física del espacio que rodea a los imanes (también a las cargas en movimiento y a las corrientes)

Unidad: Tesla (T)

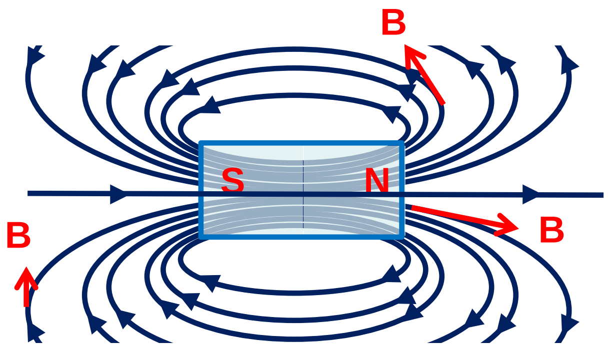
$$1T = 1\frac{N/C}{m/s} = \frac{Ns}{mC}$$

- En los imanes se localizan dos zonas en los extremos donde su efecto es más intenso llamadas polos
- En cada imán hay un polo norte (N) y un polo sur (S)
- Los polos iguales se repelen (N-N o S-S) y los polos distintos se atraen (N-S)
- El polo norte de una brújula se orienta hacia el polo sur magnético de la Tierra (en el polo norte geográfico)
- El polo sur de una brújula se orienta hacia el polo norte magnético de la Tierra (en el polo sur geográfico)
- Nunca se ha encontrado en la naturaleza un polo aislado, siempre aparecen en pares N-S

Susana Briz
Dpto. de Física

REPRESENTACIÓN DEL CAMPO MAGNÉTICO

REPRESENTACIÓN:



http://www.walter-fendt.de/ph14s/mfbar_s.htm

- El campo magnético es una **MAGNITUD VECTORIAL**
- El campo magnético se denota por la letra **B**
- **B** es tangente en cada punto a la línea de campo que pasa por ese punto
- **B** es más intenso (el módulo del vector mayor) donde la densidad de líneas de campo es mayor
- Las líneas de campo son cerradas
- Las líneas de campo salen del polo norte del imán (**N**) y entran por el sur (**S**)

Susana Briz
Dpto. de Física

FUENTES DE CAMPO MAGNÉTICO

La fuente de campo magnético son las cargas en movimiento

Las corrientes eléctricas son cargas en movimiento ⇨ Las corrientes eléctricas generan campos magnéticos

Los electrones girando alrededor del núcleo son cargas en movimiento ⇨ La materia puede crear campos magnéticos (imanes)

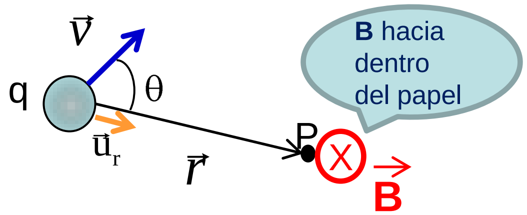
Susana Briz
Dpto. de Física

FUENTES DE CAMPO MAGNÉTICO: Carga en movimiento

CAMPO B CREADO POR UNA CARGA EN MOVIMIENTO:

Una carga *q* que lleva una velocidad ***v*** crea a su alrededor un campo magnético ***B***

En un punto *P* que está a una distancia ***r*** de la carga se observa que:



- **B** es proporcional a **v** y a *q*
- **B** depende del medio que rodea a la carga (μ_0)
- **B** es perpendicular al vector velocidad **v** de la carga *q*
- **B** es perpendicular al vector **r** que une *q* y *P*

B lleva la dirección del vector: $\vec{v} \times \vec{u}_r$

- El campo que *q* crea en *P* disminuye con el cuadrado de la distancia de *P* a *q*

Todas estas observaciones se expresan matemáticamente mediante:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q\vec{v} \times \vec{u}_r}{|\vec{r}|^2}$$

donde:

μ_0: permeabilidad magnética en el vacío $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\ N/A^2$

$\vec{u}_r$: vector unitario en la dirección de $\vec{r}$

El módulo de B sería:

$$|\vec{B}| = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q|\vec{v}|}{|\vec{r}|^2}$$

Susana Briz
Dpto. de Física

FUENTES DE CAMPO MAGNÉTICO: Carga en movimiento

COMPARACIÓN ENTRE CAMPO ELÉCTRICO Y MAGNÉTICO:

Campo Eléctrico E

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{|\vec{r}|^2}\vec{u}_r$$

Campo Magnético B

$$\boxed{\vec{B}(\vec{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q\vec{v}\times\vec{u}_r}{|\vec{r}|^2}}$$

SIMILITUDES

- Fuente de campo: q
- Inversamente proporcional al cuadrado de la distancia
- Depende del medio (ε_o)

- Fuente de campo: qv
- Inversamente proporcional al cuadrado de la distancia
- Depende del medio (μ_o)

DIFERENCIAS

- Dirección radial
- Existen cargas aisladas

- Dirección perpendicular a *r* y a *v*
- No se han encontrado monopolos

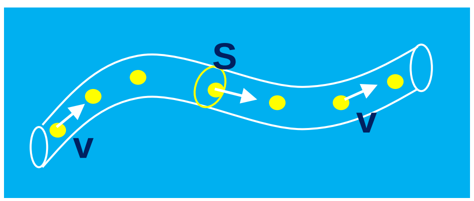
Susana Briz
Dpto. de Física

FUENTES DE CAMPO MAGNÉTICO: Corrientes

DEFINICIÓN DE CORRIENTE ELÉCTRICA:

Antes de estudiar el campo creado por una corriente eléctrica hay que definir este concepto

La **INTENSIDAD DE CORRIENTE ELÉCTRICA *I*** es la cantidad de carga que traviesa una sección S, transversal a la dirección del movimiento, por unidad de tiempo



$$I_{media} = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

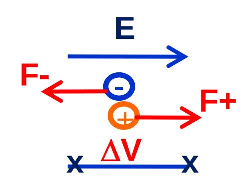
$$I_{\text{instantánea}} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{dQ}{dt}$$

$$I = \frac{dQ}{dt}$$

Magnitud escalar

Unidad: Amperio (A)= C/S

Una corriente se origina cuando en una región del espacio donde hay carga aparece una diferencia de potencial eléctrico, o un campo, que ejerce una fuerza sobre las cargas.



Las cargas (o portadores) pueden ser electrones, protones, aniones o cationes.

El sentido de la corriente en un conductor es:
- opuesto al del movimiento de los electrones
- el mismo que el del campo aplicado
- va de puntos de mayor a menor potencial

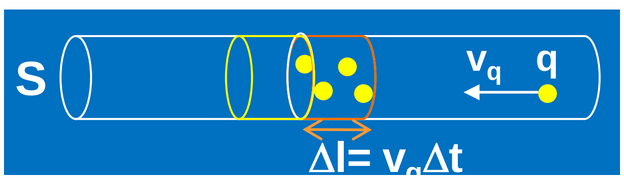
Susana Briz
Dpto. de Física

FUENTES DE CAMPO MAGNÉTICO: Corrientes

DEFINICIÓN CORRIENTE ELÉCTRICA:

La intensidad se puede expresar también en función del número de portadores *N* (electrones, iones…) que atraviesa la sección *S* por unidad de tiempo

La carga *ΔQ* que atraviesa la sección *S* en un intervalo de tiempo *Δt* es el número de portadores *N* que hay en el cilindro de volumen *ΔV* por la carga *q* de cada portador



S sección transversal del conductor

Δl longitud del cilindro infinitesimal

Volumen cilindro

$\Delta V = S\Delta l$

N número de portadores de carga del cilindro infinitesimal

n densidad de carga n = N / V

V_q velocidad de los portadores

$$\Delta Q = N \cdot q \Rightarrow \Delta Q = n\Delta V q = nS\Delta l q \xrightarrow{v_q = \Delta l / \Delta t} \Delta Q = nS\mathrm{v}_q \Delta t q$$

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = nS\mathrm{v}_q q$$

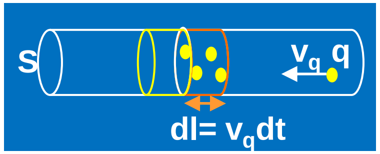
FUENTES DE CAMPO MAGNÉTICO: Corrientes

LEY DE BIOT Y SAVART:

Para calcular el campo que crea una corriente *I* empezamos calculando el campo que crea un elemento diferencial del conductor

Un elemento diferencial ***dl*** de un conductor que lleva una corriente *I* crea a su alrededor un campo magnético **d*B***

Podemos calcular el campo dB que crea un cilindro de carga de longitud dl a partir del campo que crea una carga multiplicado por el número de cargas del cilindro



$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q\vec{v}\times\vec{u}_r}{|\vec{r}|^2}$$

x N

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{qN\vec{v}\times\vec{u}_r}{|\vec{r}|^2}$$

N=nSdl

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{qnSdl\vec{v}\times\vec{u}_r}{|\vec{r}|^2}$$

I=nSvq

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{\mathrm{I}d\vec{\mathrm{l}}\times\vec{u}_r}{|\vec{r}|^2}$$

donde:

μ_0: permeabilidad magnética en el vacío

$\vec{u}_r$: vector unitario en la dirección de $\vec{r}$

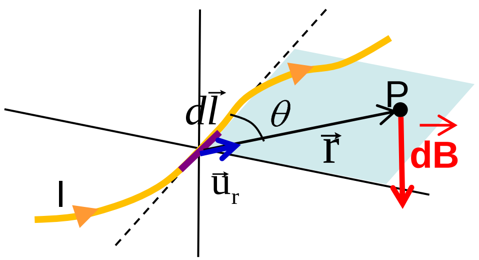
Susana Briz
Dpto. de Física

FUENTES DE CAMPO MAGNÉTICO: Corrientes

LEY DE BIOT Y SAVART:

El campo total ***B*** de una corriente I será la composición de los campos diferenciales ***dB*** que crean cada uno los elementos diferenciales de corriente ***Idl.***

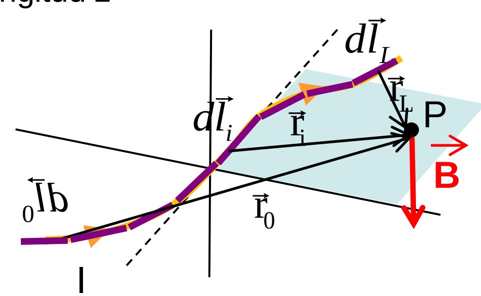
Campo ***dB*** creado por un elemento diferencial ***Idl***



$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I d\vec{l} \times \vec{u}_r}{|\vec{r}|^2}$$

Integrando

Campo ***B*** creado por una corriente de longitud *L*



$$\vec{B} = \int_L \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I d\vec{l} \text{ x } \vec{u}_r}{r^2}$$

LEY DE BIOT Y SAVART

Jean-Baptiste Biot y Félix Savart realizaron observaciones experimentales que les permitieron calcular el campo magnético de varias distribuciones de corriente

FUENTES DE CAMPO MAGNÉTICO: Corrientes

LEY DE BIOT Y SAVART:

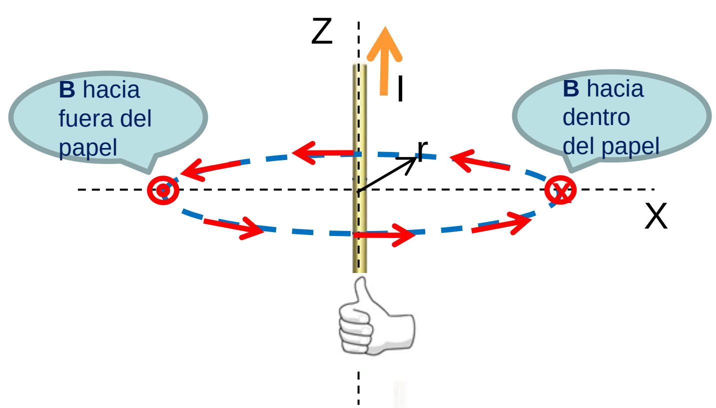
A) Campo B creado por un hilo recto indefinido con corriente I en un punto a una distancia r del hilo

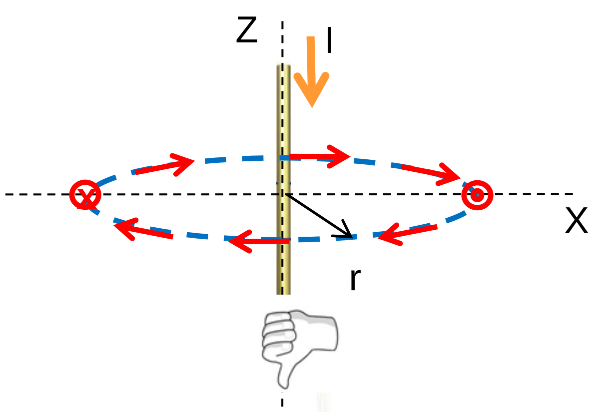
El módulo del campo depende de la intensidad *I* y de la distancia *r* del punto al hilo

$$|B| = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

La dirección del campo depende del punto *P* en que estemos y es tangente a la circunferencia de radio *r* centrada en el hilo que pasa por el punto *P*

El sentido se determina colocando el pulgar sobre el hilo en la dirección de la corriente y la punta de los dedos en el punto, el sentido de los dedos indica el sentido del campo





http://www.walter-fendt.de/ph14e/mfwire.htm

Susana Briz
Dpto. de Física

FUENTES DE CAMPO MAGNÉTICO: Corrientes

LEY DE BIOT Y SAVART:

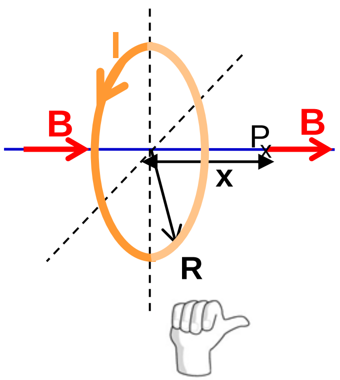
B) Campo B creado por una corriente circular I de radio R en un punto X del eje

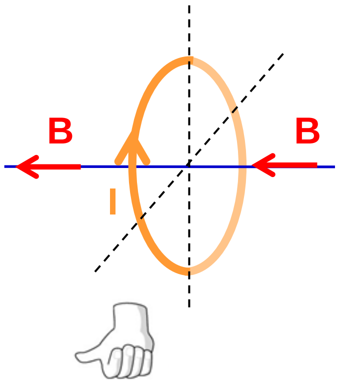
El módulo del campo depende de la intensidad *I* y del radio de la circunferencia *R* y de la distancia del punto al centro de la circunferencia

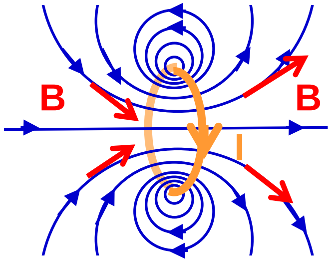
$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I\pi R^2}{\left(x^2 + R^2\right)^{3/2}}$$

La dirección del campo es paralela al eje

El sentido se determina colocando los dedos de la mano rodeando la circunferencia en el sentido de la corriente, en este caso el pulgar indica el sentido del campo







Líneas de campo que genera una corriente circular en cualquier punto del espacio

http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/elecmagnet/magnetico/cMagnetico.html

FUENTES DE CAMPO MAGNÉTICO: Corrientes

LEY DE AMPÈRE:

LEY DE AMPÈRE: La circulación de campo magnético B a lo largo de cualquier trayectoria cerrada C es igual a μ_0 multiplicado por la corriente neta I que atraviesa el área limitada por la trayectoria (siempre que las corrientes sean estacionarias)

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{\substack{\text{atraviesa} \\ \text{la superficie} \\ \text{encerrada por C}}}$$

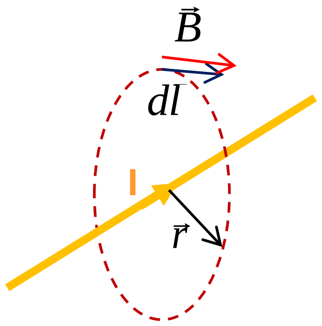
En casos de geometría sencilla puede utilizarse para calcular |***B***| en puntos de *C*, pero ha de conocerse la dirección de ***B*** para poder definir una curva *C* apropiada

Susana Briz
Dpto. de Física

FUENTES DE CAMPO MAGNÉTICO: Corrientes

LEY DE AMPÈRE:

A) Campo *B* creado por un hilo recto indefinido con corriente *I* a una distancia *r*



a) Representamos B

b) La curva C apropiada para un hilo indefinido es una circunferencia de radio r centrada en el hilo y perpendicular a este

c) Calculamos $\oint_C \vec{B}\cdot d\vec{l}$

$\vec{B} \parallel d\vec{l}$

La longitud de la curva C es 2πr

$$\oint_C \vec{B}\cdot d\vec{l} = \oint_C \left|\vec{B}\right|\left|d\vec{l}\right| \cos\alpha = \oint_C \left|\vec{B}\right|\left|d\vec{l}\right| = \left|\vec{B}\right| \oint_C \left|d\vec{l}\right| = \left|\vec{B}\right| L_C = \left|\vec{B}\right| 2\pi r$$

d) Calculamos la intensidad que atraviesa por la superficie delimitada por C $I_{\substack{\text{atraviesa}\\ \text{la superficie}\\ \text{encerrada por C}}} = I$

e) Aplicamos del Teorema de Ampère $B 2\pi r = \mu_0 I$

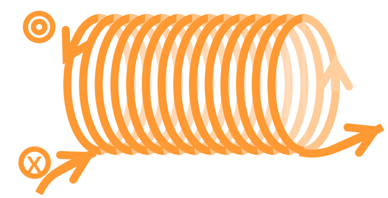
f) Se despeja el módulo del campo $B = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}$

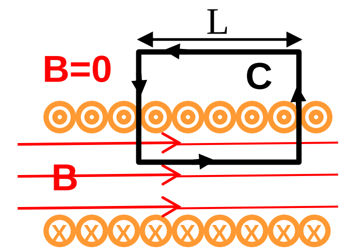
Susana Briz
Dpto. de Física

FUENTES DE CAMPO MAGNÉTICO: Corrientes

LEY DE AMPÈRE:

B) Campo *B* creado por un solenoide de *N* vueltas con corriente *I*





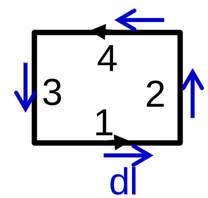
a) El campo B en el interior del solenoide es paralelo al eje y constante y en el exterior es nulo

b) La línea C apropiada es un cuadrado

c) Calculamos $\oint_C \vec{B}\cdot d\vec{l}$ para lo que dividimos el rectángulo C en sus cuatro lados 1, 2, 3 y 4

1 $\vec{B} \parallel d\vec{l} \Rightarrow \oint_{C1} |\vec{B}||d\vec{l}| = |\vec{B}|\oint_{C1} |d\vec{l}| = |\vec{B}|L$

2, 3 $\vec{B}_{\text{int}} \perp d\vec{l}$, $\vec{B}_{ext} = 0 \Rightarrow \oint_{C2,3} \vec{B}\cdot d\vec{l} = 0$



4 $\vec{B} = 0 \Rightarrow \oint_{C4} |\vec{B}||d\vec{l}| = 0$

$$\oint_C \vec{B}\cdot d\vec{l} = BL$$

d) La intensidad a través de C es la intensidad I por el número de vueltas que atraviesan C (N)

$$I_C = NI = nLI$$

N: nº de vueltas que atraviesan la superficie definida por C
n: nº de vueltas por unidad de longitud del solenoide (densidad de vueltas) n=N/L

e) Aplicamos el teorema de Ampère $|\vec{B}|L = \mu_0 nLI$

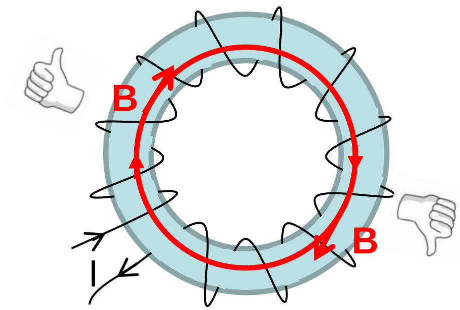
f) Despejamos el campo $B = \mu_0 nI$

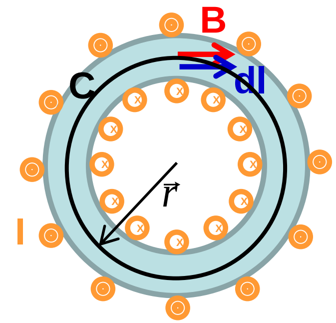
http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/elecmagnet/magnetico/cMagnetico.html

FUENTES DE CAMPO MAGNÉTICO: Corrientes

LEY DE AMPÈRE:

B) Campo *B* creado por un toroide de *N* vueltas con corriente *I*





a) Las líneas de campo B en el interior del toroide son circulares

b) La línea C apropiada es una circunferencia que pasa por r

c) Calculamos $\oint_C \vec{B}\cdot d\vec{l}$

$$\oint_C \vec{B}\cdot d\vec{l} = \oint_C |\vec{B}||d\vec{l}|\cos\alpha \underset{\vec{B}\,||\,d\vec{l}}{=} |\vec{B}|\oint_C |d\vec{l}| = |\vec{B}|2\pi r$$

d) La intensidad a través de C es la intensidad I por el número de vueltas que atraviesan C (N)

$$I_C = NI$$

N: nº de vueltas que atraviesan la superficie definida por C = nº de vueltas del solenoide

e) Aplicamos el teorema de Ampère $$|\vec{B}|2\pi r = \mu_0 NLI$$

f) Despejamos el campo $$B = \frac{\mu_0 NI}{2\pi r}$$

Susana Briz
Dpto. de Física

FUERZAS MAGNÉTICAS

El campo magnético ejerce fuerzas magnéticas sobre las cargas en movimiento

Las corrientes eléctricas son cargas en movimiento $\Rightarrow$ El campo magnético ejerce fuerzas magnéticas sobre las corrientes

Los electrones girando alrededor del núcleo son cargas en movimiento $\Rightarrow$ El campo magnético ejerce fuerzas sobre algunos materiales

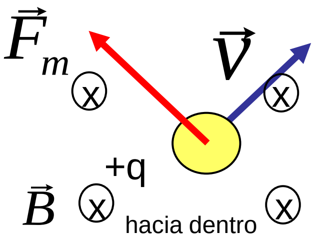
FUERZAS MAGNÉTICAS: Sobre carga móvil

FUERZA MAGNÉTICA SOBRE UNA CARGA MÓVIL:

Un campo magnético ***B*** ejerce una fuerza $\boldsymbol{F_m}$ sobre una carga *q* en movimiento

Observaciones:

- $\mathbf{F_m}$ es proporcional a q, **v** y **B**
- $\mathbf{F_m}$ es perpendicular a **v** y a **B**
- $\mathbf{F_m}$ es máxima si v es perpendicular a B



Todas estas observaciones se expresan matemáticamente mediante:

$$\vec{F}_{mag.} = q\vec{v} \times \vec{B}$$

FUERZA DE LORENTZ:

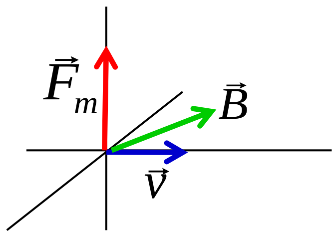
$$\vec{F} = \vec{F}_{eléctr.} + \vec{F}_{mag.} = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B}$$

Susana Briz
Dpto. de Física

FUERZAS MAGNÉTICAS: Sobre carga móvil

FUERZA MAGNÉTICA SOBRE UNA CARGA MÓVIL:

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



Módulo: $\left|\vec{F}_m\right| = q\left|\vec{v}\right|\left|\vec{B}\right| sen\alpha$

Dirección: perpendicular a **B** y **v**, es decir, al plano formado por **B** y **v**

Sentido: regla de la mano derecha

$$F_m = 0 \ \text{si} \begin{cases} \vec{v} = 0 \\ \vec{B} = 0 \\ \vec{v} \parallel \vec{B} \end{cases}$$

B no ejerce ninguna fuerza sobre cargas en reposo o si el campo magnético es paralelo a la velocidad de la partícula

$$\vec{F} \perp \vec{v}$$
$$\vec{F} \perp \vec{B}$$
$$\vec{F} \parallel \vec{a}$$

$\Rightarrow$

- F_m es perpendicular a v, por tanto el módulo de la velocidad no cambia
- F_m es perpendicular a v, por tanto sólo modifica la trayectoria (dirección) de la partícula
- F_m es perpendicular la trayectoria y por tanto no realiza trabajo

Susana Briz
Dpto. de Física

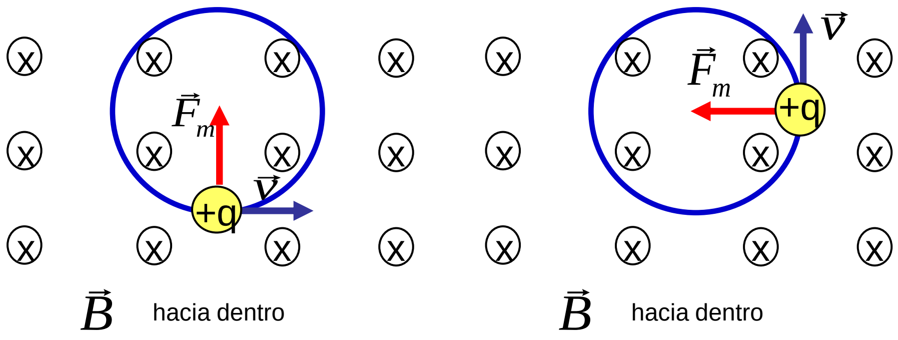
FUERZAS MAGNÉTICAS

FUERZA MAGNÉTICA SOBRE UNA CARGA MÓVIL:

Si B uniforme y v_p es perpendicular a B

MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME

Sólo aparece una aceleración normal $\mathbf{a_n}$



$$\vec{F}_{mag} = m\vec{a}$$

$$\left|\vec{F}\right|_{mag} = q\left|\vec{v}\right|\left|\vec{B}\right| sen(90^{o})$$

$$a_n = \frac{\left|\vec{v}\right|^2}{r}$$

$$a_n = \frac{q\left|\vec{v}\right|B}{m}$$

El movimiento circular uniforme viene caracterizado por un radio de giro *r* de la partícula y su periodo de revolución *T* que se pueden obtener de las características de las partículas *m*, *q* y ***v*** y del campo ***B***

$$T = \frac{2\pi r}{\left|\vec{v}\right|} = \frac{2\pi m}{qB}$$

periodo de revolución

$$r = \frac{m\left|\vec{v}\right|}{qB}$$

radio de giro

FUERZAS MAGNÉTICAS: Sobre carga móvil

COMPARACIÓN ENTRE FUERZAS ELÉCTRICAS Y MAGNÉTICAS:

PARALELISMO

Campo Eléctrico		Campo Magnético
Distinto signo	Fuerzas Atractivas	Distinto polo
Igual signo	Fuerzas Repulsivas	Igual polo
Disminuye con r^2	Fuerzas a distancia	Disminuye con r2

DIFERENCIAS

Campo Eléctrico		Campo Magnético
Paralela a E	Dirección de la fuerza	Perpendicular a B
Independiente de v	Efecto sobre la carga	Sólo si v distinto de 0
Realiza trabajo	Trabajo realizado	No realiza trabajo
Cargas puntuales	Fuentes aisladas	No existe el monopolo

Susana Briz
Dpto. de Física

FUERZAS MAGNÉTICAS: Sobre corrientes

FUERZA MAGNÉTICA SOBRE UNA CORRIENTE I:

Para calcular la fuerza que experimenta una corriente *I* localizada en una región con un campo magnético ***B***, empezamos calculando la fuerza que experimenta un elemento diferencial del conductor

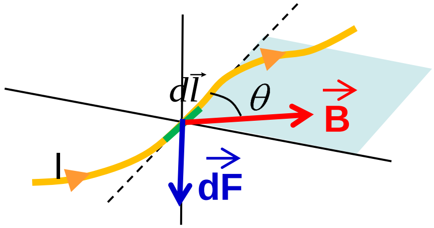
Un elemento diferencial ***dl*** de un conductor que lleva una corriente *I* experimenta una fuerza **d*F*** cuando está en una región donde hay definido un campo magnético ***B***

Podemos calcular la fuerza ***dF*** que experimenta un cilindro de carga de longitud ***dl*** a partir de la fuerza que experimenta una carga multiplicado por el número de cargas N del cilindro diferencial

$$\vec{F}_{mag.} = q\vec{v} \times \vec{B}$$

Multiplicando por N
y considerando:
N=nSdl
I=nSvq

$$d\vec{F} = Id\vec{l} \text{ x } \vec{B}$$

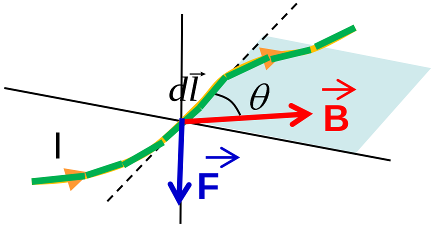


La fuerza total ***F*** que experimenta una corriente I será la composición de las fuerzas diferenciales ***dF*** que experimentan cada uno los elementos diferenciales de corriente ***Idl.***

$$d\vec{F} = Id\vec{l} \text{ x } \vec{B}$$

Integrando

$$\vec{F} = \int_L Id\vec{l} \text{ x } \vec{B}$$



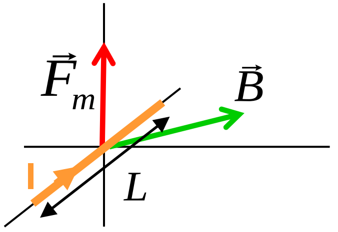
Susana Briz
Dpto. de Física

FUERZAS MAGNÉTICAS: Sobre corrientes

FUERZA MAGNÉTICA SOBRE UNA CORRIENTE I:

Fuerza de B sobre un segmento L de un conductor con corriente I

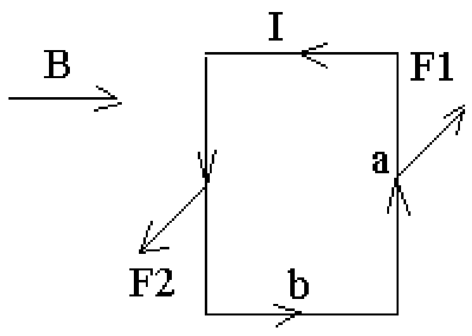
$$\vec{F} = \int_L I d\vec{l} \times \vec{B} \qquad \text{Si } \vec{B} \perp d\vec{l} \text{ y } \vec{B} \text{ es Cte. en } \vec{l} \qquad \left|\vec{F}\right| = ILB$$



La dirección y sentido de la fuerza se calcula mediante la regla de la mano derecha o del 'sacacorchos'

http://www.walter-fendt.de/ph14e/lorentzforce.htm

Fuerza de B sobre una espira rectangular de lados a y b con corriente I es:



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

$$F_1 = F_2 = IaB$$

$$F_3 = F_4 = 0$$

Puede producir:

a) Giro

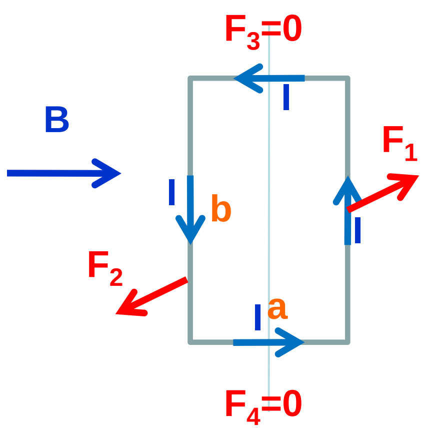
b) Deformación

http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/elecmagnet/campo_magnetico/varilla/varilla.htm#Actividades

FUERZAS MAGNÉTICAS: Sobre corrientes

FUERZA MAGNÉTICA SOBRE UNA CORRIENTE I:

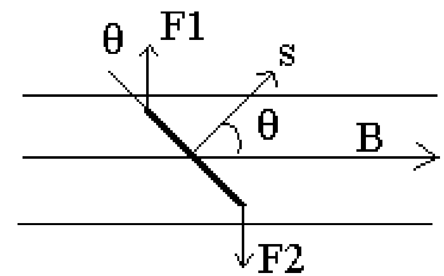
Espira no deformable sujeta por el eje



$$\vec{F}_T = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4$$

La fuerza neta es cero

Momento de las fuerzas no nulo → **La espira gira**



http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/elecmagnet/campo_magnetico/galvanometro/galvanometro.htm

La espira puede caracterizarse magnéticamente por su momento magnético **m** $\vec{m} = I\vec{S}$

$\vec{m}$
- **Módulo:** IS
- **Dirección:** perpendicular a la superficie de la espira
- **Sentido:**
- **Unidad:** Am^2

El momento de fuerza sobre una espira rectangular con corriente I se puede calcular a partir del momento magnético de la espira:

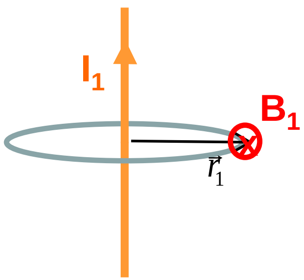
$$\tau = \vec{m} \times \vec{B}$$

http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/elecmagnet/campo_magnetico/momento/momento.htm

FUERZAS ENTRE CORRIENTES

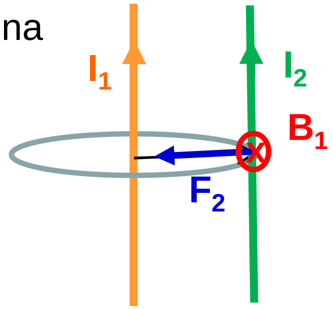
FUERZAS MAGNÉTICAS ENTRE CORRIENTES:

I_1 crea un campo B_1 en r_1:



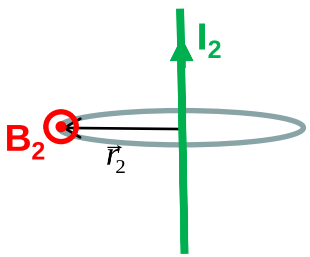
$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_1}$$

La corriente I_2 situada en r_1 experimenta una fuerza F_2 debida al campo magnético B_1



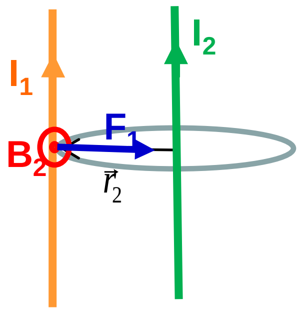
$$\vec{F}_2 = I_2 \vec{l} \times \vec{B}_1 \Rightarrow \left|\vec{F}_2\right| = I_2 l B_1 = I_2 l \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_1}$$

I_2 crea un campo B_2 en r_2:



$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi R}$$

La corriente I_1 situada en r_2 experimenta una fuerza F_1 debida al campo B_2



$$\left|\vec{F}_1\right| = I_1 l \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_2}$$

$$\left|\vec{r}_1\right| = \left|\vec{r}_2\right| \Rightarrow \left|\vec{F}_2\right| = \left|\vec{F}_1\right| = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi R} l$$

El módulo de las fuerzas es igual

Si I_1 tiene igual sentido que I_2 las corrientes se atraen y si tienen sentido distinto sentido se repelen

Susana Briz
Dpto. de Física