

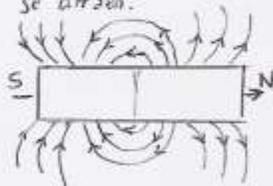
El magnetismo es el fenómeno por el cual algunos materiales son capaces de atraer el hierro.

Se denominan imanes naturales a aquellos materiales que de forma natural, presentan propiedades magnéticas, es decir, son aquellas sustancias que presentan la propiedad de atraer al hierro, como la magnetita.

La brújula

Esta formada por un pequeño imán en forma de aguja que puede girar libremente alrededor de un eje, e indica siempre una dirección fija cercana al Polo Norte terrestre. William Gilbert supuso que la Tierra era un gran imán y la explicación de la orientación de los imanes y las agujas imantadas.

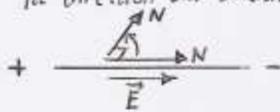
POLOS DE UN IMÁN : Zonas localizadas en las extremos del imán donde se manifiestan de forma más acusada las propiedades de los imanes. Estas zonas se llaman norte y sur, y no se pueden separar. Entre dos imanes diferentes, los polos del mismo nombre se repelen y los polos de distinto nombre se atraen.



La zona del espacio donde se aprecia los efectos de un imán se denomina campo magnético.

EXPERIENCIA DE OERSTED

Oersted descubrió que la corriente eléctrica crea un campo magnético. Observó que una aguja magnética colocada paralelamente a un conductor se desviaba de su posición inicial al circular por éste una corriente eléctrica, comprobando que la aguja se orientaba perpendicularmente a la dirección del conductor.



CAMPO MAGNÉTICO

Un imán o una corriente eléctrica crean un campo magnético que se manifiesta por la presencia de fuerzas magnéticas sobre una carga de prueba que se mueve con una velocidad.

El campo magnético se representa mediante líneas de fuerza o líneas de inducción cuya dirección coincide con la del vector inducción magnética en cada punto.

Toda carga eléctrica en movimiento produce además de un campo eléctrico, un campo magnético caracterizado por las líneas de inducción y por la inducción magnética, \vec{B} , que es análoga al vector campo, \vec{E} .

Cuando \vec{B} es la misma en todos los puntos, se trata de un campo magnético uniforme (por ej: polos opuestos de dos imanes muy próximas)

Las líneas de inducción salen del polo norte y entran por el polo sur, mientras que en el interior del imán se dirigen del polo sur al polo norte, por lo que son líneas cerradas, como consecuencia del carácter inseparable del imán. (Las cargas eléctricas se pueden separar, los polos de los imanes no se pueden separar)

IMANTACION DE OTRAS SUSTANCIAS

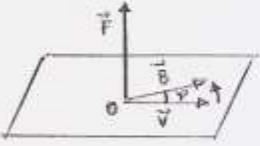
La presencia de un campo magnético se observa si se disponen limaduras de hierro sobre un papel y se acerca un imán por su parte inferior = se produce una ordenación y una orientación determinada. Así como las limaduras de hierro se orientan en presencia del imán, porque se imantan, hay otros metales como el Hierro, Níquel, Cobalto y aleaciones de éstos que también se imantan al aproximarnos a un imán o frotarlos con él. Estas sustancias se llaman FERROMAGNÉTICAS.

EXPLICACION DE LA IMANTACION Y DEL MAGNETISMO NATURAL

Todos los atomos tienen electrones en su corteza moviéndose alrededor del núcleo y alrededor de su propio eje. Estos movimientos, como el de todas las cargas, producen un campo magnético. Los atomos y sus pequeñas corrientes eléctricas constituyen pequeños imanes llamados dipolos magnéticos.

El origen del campo magnético terrestre se cree que está en el núcleo de la Tierra, que está constituido por un núcleo interno, sólido, y un núcleo externo, fluido. Dentro de este núcleo externo se piensa que hay corrientes eléctricas que son las que crean el campo magnético terrestre. La rotación de la Tierra contribuye a los desplazamientos de este fluido interno.

FUERZA DEL CAMPO MAGNETICO SOBRE UNA CARGA MOVIL



Los primeros estudios sobre el magnetismo y sus propiedades fueron experimentales. Haciendo pasar una partícula cargada (+) a través de un campo magnético, Oersted, Faraday, Henry y otros concluyeron:

- Las cargas eléctricas además de producir interacción eléctrica, si están en movimiento, producen interacción magnética. → Existe interacción electromagnética
- Un campo magnético actúa sobre otras cargas si estas están en movimiento.
- El valor de la fuerza que experimenta una partícula cargada depende de la dirección en que se mueve respecto a la dirección del campo magnético. No existe fuerza si la partícula cargada se desplaza paralelamente al campo magnético, y la fuerza es máxima si la partícula se mueve perpendicularmente al campo.
- El valor de la fuerza que experimenta una partícula cargada es proporcional al valor de dicha carga o cantidad de carga de la partícula.
- La dirección de la fuerza que sufre la partícula cargada es perpendicular al movimiento de la partícula cargada y también a la dirección del campo magnético.

Así pues =

- Si la carga se mueve en la dirección del campo, éste no ejerce acción alguna sobre ella.
- Si la carga se mueve en otra dirección, estará sometida a una fuerza llamada fuerza de LORENTE, cuya dirección es perpendicular al plano formado por los vectores \vec{B} y velocidad \vec{v} y su sentido hacia afuera (arriba) si el sentido es antihorario.

$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B}) \rightarrow |\vec{F}| = q \cdot v \cdot B \cdot \text{sen } \varphi$ $F = qvB \text{ sen } \varphi$

$F = F_{\text{max}}$ si $\text{sen } \varphi = 1 \rightarrow \vec{v} \perp \vec{B}$
 $F = 0$ si $\text{sen } \varphi = 0 \rightarrow \vec{v}$ y \vec{B} tienen la misma dirección.

$\vec{B} \rightarrow$ se mide en Tesla (T) (SI) $1T = 10^4 \text{ Gs}$ $1\text{Gs} (5 \text{ cgs})$

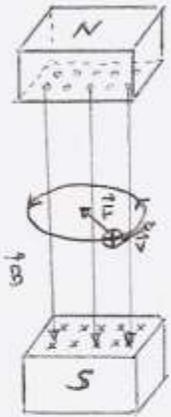
$B = \frac{F}{qv \text{ sen } \varphi}$ 1 Tesla es la inducción de un campo magnético cuando una carga de 1C que se desplaza en su interva perpendicularmente al campo magnético con una velocidad de 1 m/s experimenta una fuerza de 1N.

- Si la carga móvil es negativa, la fuerza tendrá sentido opuesto al indicado.
- Si la carga se mueve en una región donde existen un campo eléctrico \vec{E} y otro magnético \vec{B} , la fuerza total es igual a la suma de la $F_{\text{eléctrica}} = q \cdot \vec{E}$ y la $F_{\text{magnética}} = q(\vec{v} \times \vec{B})$

$\vec{F} = q\vec{E} + q(\vec{v} \times \vec{B}) \rightarrow \vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$

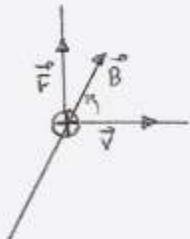
Si la carga está en reposo, $\vec{v} = 0$, y el único campo que actúa sobre ella es el eléctrico

MOVIMIENTO DE UNA PARTICULA CARGADA EN UN CAMPO MAGNETICO UNIFORME



Si a una partícula de masa m , cargada eléctricamente, y situada en el interior de un campo magnético uniforme \vec{B} , se le comunica una velocidad \vec{v} , en dirección perpendicular al campo magnético, dicha partícula estará sometida a una fuerza igual a $q(\vec{v} \times \vec{B})$, cuya dirección será siempre perpendicular a la velocidad y por tanto, a la trayectoria de la partícula.

Así pues, v es constante en módulo, cambiando su dirección y sentido. Como la fuerza es constante y perpendicular a la velocidad y al campo, la partícula experimenta una aceleración normal que produce un movimiento circular de radio R , cuyo sentido depende del sentido del campo y del signo de la carga eléctrica.



$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B}) \quad F = qvB \sin \alpha \quad \text{Como } v \perp B \quad \alpha = 90^\circ \quad \sin \alpha = 1$$

$$F = qvB \quad F_m = F_c$$

$$\boxed{qvB = \frac{mv^2}{R}} \rightarrow R = \frac{mv^2}{qvB} = \frac{mv}{qB} = \frac{p}{qB} \quad R = \frac{p}{qB}$$

Calculamos su velocidad angular y su periodo.

$$\omega = \frac{v}{R} \rightarrow \omega = \frac{v}{mv/qB} \rightarrow \omega = \frac{qB}{m}$$

$$T = \frac{2\pi R}{v} \rightarrow T = \frac{2\pi mv/qB}{v} \rightarrow T = \frac{2\pi m}{qB}$$

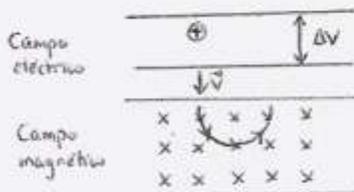
ω y T no dependen de R ni de v .

Si el campo es uniforme y la carga no se mueve perpendicularmente a él, la trayectoria resultante será helicoidal. $\rightarrow R = \frac{mv \sin \alpha}{qB}$

APLICACIONES DE LA FUERZA DE LORENTZ
 { - Espectrógrafo de masas
 { - Ciclotrón

ESPECTROGRAFO DE MASAS

Es un dispositivo que mediante un campo eléctrico y otro magnético, permite la separación de los isótopos de un elemento químico. Se usa el campo magnético para medir las masas, ya que como los isótopos tienen la misma carga pero distintas masas, por lo que si se introducen sus iones con las mismas velocidades en un campo magnético uniforme, describirán trayectorias circulares de radio diferente en función de su masa.



El ión adquiere una E_c y una velocidad que vienen dadas por: $W = eE_c$

$$\frac{1}{2} mv^2 = q\Delta V \rightarrow v = \sqrt{\frac{2q\Delta V}{m}}$$

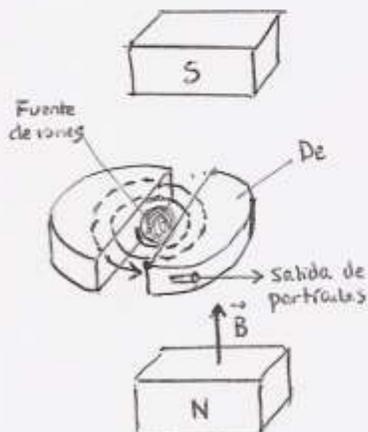
Los iones penetran perpendicularmente en un campo magnético uniforme en el que se desvían, describiendo una trayectoria circular de radio R

$$R = \frac{mv}{qB} \quad R = \frac{m \sqrt{\frac{2q\Delta V}{m}}}{qB} = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2m\Delta V}{q}}$$

CICLOTRÓN

Es un acelerador de partículas. Consta básicamente de:

- Dos conductores huecos semicilíndricos, que a causa de su forma, se llaman "des" (D)
- Un generador de corriente alterna de alta frecuencia, que establece entre los "des" un campo eléctrico variable.
- Un campo magnético uniforme perpendicular a los "des" producido por un potente electroimán.
- Una fuente de partículas cargadas situada en el centro de los "des".
- Una salida de las partículas cargadas, situada tangencialmente a una de los "des".



Sea un ión de carga q positiva y masa m , emitido por la fuente de partículas. Dicho ión será acelerado por el campo eléctrico existente entre los "des" y se dirigirá hacia la que en ese instante posea polaridad negativa, llegando con una velocidad v_1 . En el interior de la "de" no hay campo eléctrico por lo que el ión no experimenta aceleración, pero sí existe campo magnético, por lo que su trayectoria es circular de radio:

$$r_1 = \frac{mv_1}{qB} \quad \omega = \frac{v}{r} = B \frac{q}{m} \quad \omega = CTE$$

ya que no depende de v y r .

Si durante el tiempo necesario para que el ión describa una semicircunferencia, el campo eléctrico cambia de ~~signo~~ sentido, invirtiéndose la polaridad de los "des", el ión es acelerado de nuevo mientras atraviesa el espacio entre los "des" y penetra en la "de" opuesta con velocidad mayor v_2 , describiendo una semicircunferencia de radio mayor r_2 , y así sucesivamente, consiguiendo que la trayectoria de la partícula cargada sea una especie de espiral. Cuando la partícula describa un radio R igual al de los "des" escapará tangencialmente a través de la salida, y su velocidad será máxima.

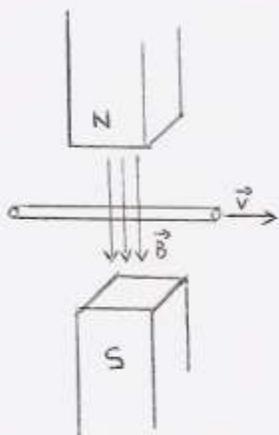
$$v_{max} = \omega R \quad v_{max} = \frac{B \cdot q}{m} R \quad (R = \text{radio de los "des"})$$

La E_c del ión en ese momento será:

$$E_c = \frac{1}{2} m v_{max}^2 = \frac{1}{2} m \left(\frac{q}{m} B R \right)^2$$

que no depende de la diferencia de potencial aplicada entre los "des".

FUERZA MAGNÉTICA SOBRE CORRIENTES ELÉCTRICAS RECTILÍNEAS



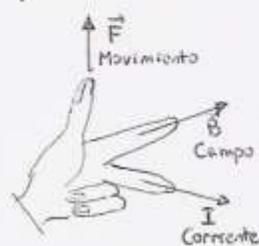
Sea un conductor metálico, por el que circula una corriente I , colocado en el interior de un campo magnético B .

Si la longitud del conductor (situado dentro del campo) es l , y los e^- que circulan por él lo hacen con una velocidad media v , el tiempo que tardan en recorrer dicha longitud es: $t = \frac{l}{v}$

Como $Q = I \cdot t$ (carga que atraviesa el campo) $\rightarrow Q = I \frac{l}{v}$

La fuerza que actúa sobre la carga Q será $\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$ $q = Q$

$F = QvB \sin \alpha$ y $F = QvB$ si $\vec{v} \perp \vec{B}$



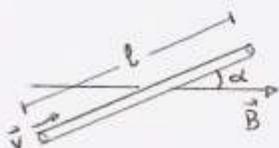
En general: $F = QvB \sin \alpha = I \frac{l}{v} v B \sin \alpha = IlB \sin \alpha$

α = ángulo formado por las direcciones del conductor y del campo magnético

$F = IlB \sin \alpha$ o $\vec{F} = I(\vec{l} \times \vec{B})$

LEY DE LAPLACE

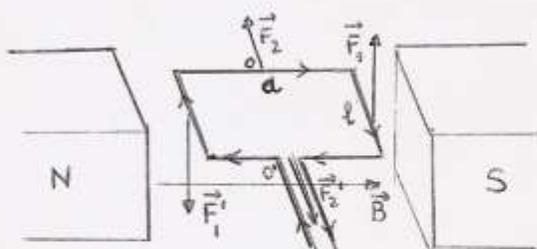
Si $\alpha = 90^\circ \rightarrow F = IlB \rightarrow$ conductor \perp campo magnético



La fuerza que ejerce un campo magnético sobre un conductor rectilíneo depende de:

- la intensidad de la corriente que circula
- la longitud del conductor
- el ángulo entre el conductor y el campo magnético.

ACCIÓN DEL CAMPO MAGNÉTICO SOBRE UNA ESPIRA



Supongamos una espira de lados a y l , capaz de girar alrededor de un eje OO' , y por ella circula una corriente en el sentido horario. Esta espira se puede considerar formada por cuatro conductores rectilíneos, sobre cada uno de los cuales, \vec{B} ejerce una fuerza. Las fuerzas \vec{F}_2 y \vec{F}_1 se anulan, por tener la misma dirección y sentido contrario, pero las fuerzas que actúan sobre los conductores l , son iguales en módulo y con direcciones paralelas, por lo que crean un par cuyo momento es:

$F_2 = I a B \sin \varphi$

$M = F_2 \cdot d = IlB a \sin \varphi$

$S = a \cdot l$

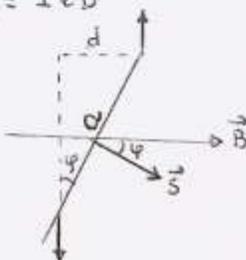
d = distancia mínima entre las direcciones de los dos brazos

$M = I S B \sin \varphi$

$\vec{M} = I(\vec{S} \times \vec{B})$

\vec{S} = vector superficie que es \perp al plano de la espira

$F_1 = IlB$



$\sin \varphi = \frac{d}{a} \rightarrow d = a \sin \varphi$