

MAGNETISMO

IES La Magdalena.
Avilés. Asturias

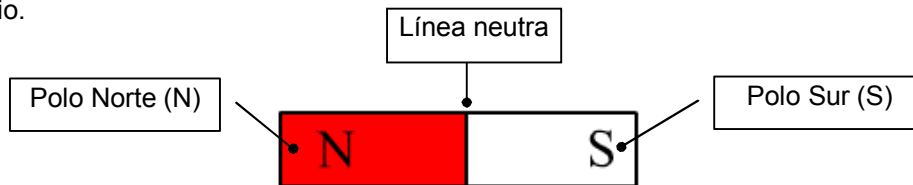
Desde muy antiguo es conocida la curiosa propiedad del *imán natural* o **magnetita**⁽¹⁾ (mineral de hierro integrado, fundamentalmente, por Fe_3O_4) de atraer pequeños trozos de hierro o acero.

Posteriormente se observó que algunos metales, particularmente el hierro y el acero, pueden transformarse en imanes obteniéndose de esta manera los *imanes artificiales*.

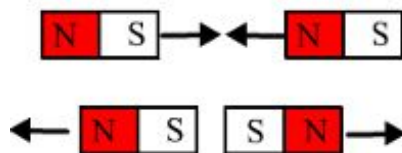


Del estudio de los imanes, y de su efecto asociado, el magnetismo, podemos extraer algunos datos importantes:

- El efecto atractivo es máximo en los extremos de imán, en las zonas denominadas **polos**, y nula en la parte media o zona denominada como *línea neutra*. Esta afirmación es fácilmente comprobable espolvoreando limaduras de hierro directamente sobre el imán.
- El propio planeta Tierra se comporta como un gigantesco imán, ya que una aguja imantada que pueda girar libremente se orienta en la dirección Norte-Sur (aproximadamente)⁽²⁾. Por esta razón el polo del imán que apunta hacia el Norte geográfico se le da el nombre de polo norte (N) y polo sur (S) al contrario.

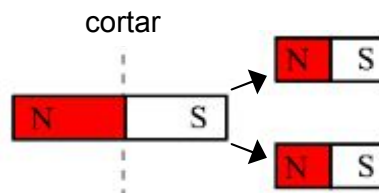


- Si enfrentamos **polos de distinto nombre se atraen y del mismo nombre se repelen**.



- **Es imposible obtener polos magnéticos aislados.**

No existen partículas fundamentales (tal y como sucede en el caso de la carga eléctrica) a las que puedan asociárseles un tipo de magnetismo (N o S). **Los cuerpos magnetizados siempre presentan ambos polos.**

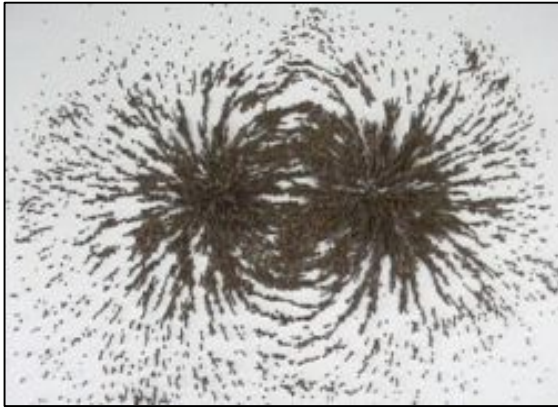


⁽¹⁾ El nombre proviene de **Magnesia** (actual Turquía asiática) donde el mineral era muy abundante.

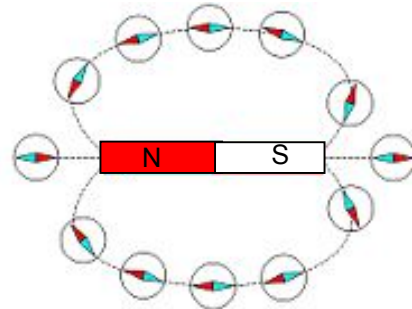
⁽²⁾ La aguja imantada no apunta exactamente al Norte geográfico, ya que existe una desviación entre este punto y el denominado norte magnético que se conoce como **declinación magnética**. La declinación varía, entre otras cosas, con la latitud. Para Avilés (Asturias) la declinación magnética vale $2^\circ 28' \text{ W}$, lo que significa que una brújula apunta $2^\circ 28'$ a la izquierda del Norte (geográfico).

Un imán (de forma similar a lo que ocurre con una masa o una carga eléctrica) produce una alteración de las propiedades del medio que lo rodea, de forma tal que si se coloca otro imán en sus proximidades, "siente" una acción (fuerza). Podemos entonces decir que origina un **campo magnético (B)**.

El campo magnético se puede visualizar espolvoreando limaduras de hierro sobre un papel situado sobre un imán u observando la orientación adquirida por una aguja imantada situada en sus proximidades (ver vídeo en FisQuiWeb: <http://bit.ly/2qrDYb4>)



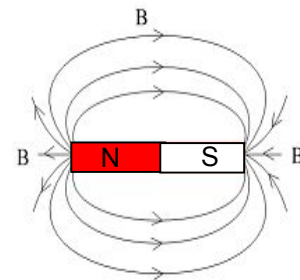
Visualización del campo magnético espolvoreando limaduras de hierro sobre una cartulina. El imán está debajo de la cartulina.



La orientación de una aguja imantada en las proximidades de un imán nos suministra información acerca de la forma de las líneas del campo magnético.

Podemos representar el campo magnético pintando unas líneas llamadas **líneas de campo**. De las experiencias anteriores podemos concluir que:

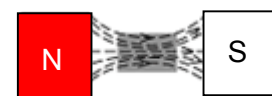
- Las líneas de campo son cerradas.
- Salen del polo N y entran por el S.



No todas las sustancias se comportan igual sometidas a campos magnéticos:

- Hay sustancias como el **hierro, acero, cobalto o neodimio** que son fuertemente atraídas por los imanes, **son fácilmente imantables y mantienen sus propiedades magnéticas** durante cierto tiempo. A veces (caso del acero) se convierten en **imanes permanentes** y, si se someten a un campo magnético externo, **el campo en su interior es mayor que el externo**.

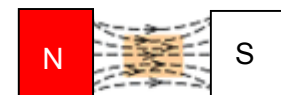
Estas sustancias se denominan ferromagnéticas



Sustancia ferromagnética.
Las líneas de campo se juntan. El campo magnético es más intenso en su interior.

- **El aluminio, platino o paladio** son débilmente atraídas por los imanes y, aunque son imantables, **no mantienen sus propiedades magnéticas** una vez que se suprime el campo magnético exterior. Si se someten a un campo magnético externo **el campo en su interior es prácticamente igual al externo**.

Estas sustancias se denominan paramagnéticas.



Sustancia paramagnética
El campo magnético en su interior es prácticamente igual al externo.

- **El mercurio, plata, cobre, bismuto o agua** son débilmente repelidas por los imanes. **No son imantables**. Si se someten a un campo magnético externo **el campo magnético en su interior es menor que el externo**.

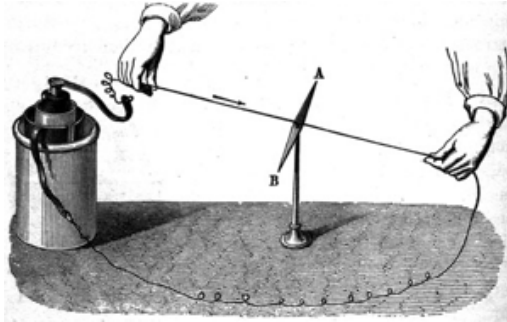
Estas sustancias se denominan diamagnéticas.



Sustancia diamagnética
El campo magnético en su interior se debilita.

Electromagnetismo

La unión electricidad-magnetismo tiene una fecha: **1820**. Ese año **Oersted** realizó su famoso experimento (ver figura) en el cual hizo circular una corriente eléctrica por un conductor, cerca del cual se colocaba una aguja imantada. La aguja se desviaba mostrando que **una corriente eléctrica crea un campo magnético a su alrededor**.



Experiencia de Oersted (1820) mostrando como una corriente eléctrica desvía una aguja imantada

Ver vídeo en FisQuiWeb: <http://bit.ly/2nMqYA4>.

Podríamos preguntarnos si es posible el proceso inverso, esto es: **crear una corriente eléctrica a partir de un campo magnético**.

Michael Faraday (1791-1867) y **Joseph Henry** (1797-1878) llevaron a cabo diversos experimentos (hacia 1830) que permitieron dar respuesta a esta pregunta.



Hans Christian Oersted
(1777 - 1851)



Michael Faraday
(1791-1867)

Experiencia de Faraday

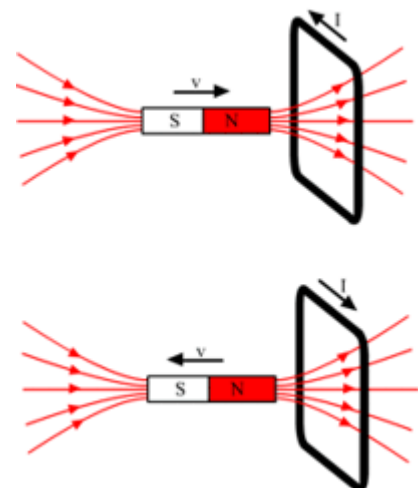
Fue Faraday quien comprobó que al acercar un imán a una espira en esta se origina una corriente que invierte su sentido cuando el imán se aleja (ver figura).

Un dato importante es que **la corriente aparece sólo cuando el imán está en movimiento respecto de la espira (puede moverse el imán o la espira, es igual) y cesa una vez que cesa el movimiento**. El origen de la corriente eléctrica, por tanto, no es la presencia de un campo magnético, **sino la variación del campo que atraviesa la espira**.

Como se puede ver en la figura las líneas de fuerza del campo del imán están más juntas cerca de los polos (mayor intensidad), y más separadas (menor intensidad) a medida que nos alejamos de ellos, con lo que al acercar o separar el imán de la espira se produce una variación del campo magnético que la atraviesa.

Otro dato experimental importante es que **la intensidad de la corriente inducida depende de lo rápido que se mueva el imán respecto de la espira**. Esto indica una dependencia con **la rapidez de variación del campo magnético**.

Las experiencias de Oersted y Faraday demostraron que había una relación muy estrecha entre el magnetismo y las corrientes eléctricas y se empezó a hablar de electromagnetismo para referirse a la rama de la Física que estudia los fenómenos eléctricos y magnéticos unificados en una sola teoría.

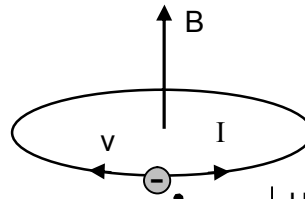


Experiencia de Faraday

Al acercar o alejar un imán a una espira se induce una corriente eléctrica en la espira.

El hecho de que una corriente eléctrica genere un campo magnético **permite explicar el magnetismo natural como consecuencia de la existencia de diminutos imanes de tamaño atómico.**

Si consideramos un único electrón (carga eléctrica negativa) orbitando alrededor del núcleo, tendremos el equivalente a una **diminuta corriente eléctrica circular** que generará su correspondiente campo magnético.

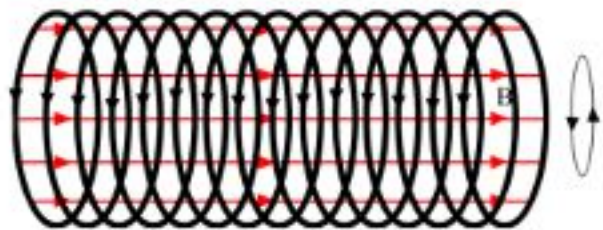


Un electrón girando (carga negativa) equivale a una corriente convencional de sentido contrario al del movimiento, que crea un campo magnético.

Si consideramos átomos más complejos (con varios electrones situados en varias capas) la situación puede ser mucho más complicada y el campo magnético total sería el resultante de la suma del de todos los electrones. Una situación similar se produce cuando tratamos con moléculas.

Si se hace circular una corriente eléctrica por un hilo arrollado en espiral (ver figura), en su interior se produce un campo magnético que desaparece cuando cesa la corriente eléctrica. El dispositivo recibe el nombre de **solenoides** y tiene muchas aplicaciones.

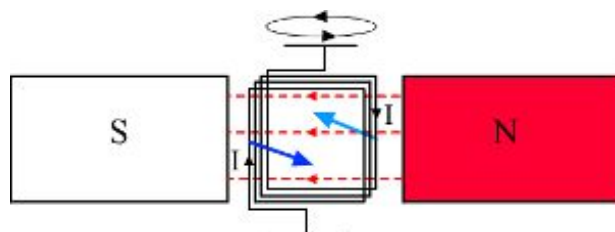
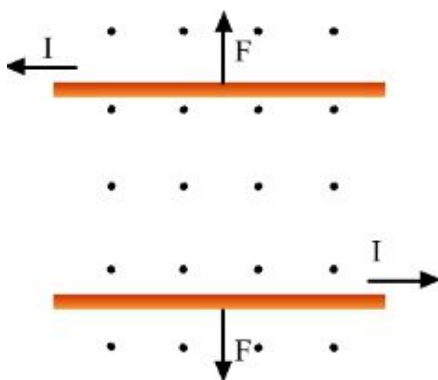
El campo magnético creado en el interior del solenoide puede reforzarse introduciendo una sustancia ferromagnética (núcleo).



Solenoides

Un hecho sobresaliente es que **si introducimos un conductor por el que circula corriente en un campo magnético, sobre el conductor se ejerce una fuerza** (ver vídeo en FisQuiWeb: <http://bit.ly/2pwl962>).

Si al conductor se le da forma de circuito cerrado (espira), las fuerzas ejercidas sobre los lados pueden hacer que la espira gire. Como el giro es proporcional a la intensidad de corriente que circula, puede aprovecharse para medir el paso de la corriente eléctrica. Es el fundamento de los galvanómetros (amperímetros y voltímetros).



Una espira por la que circula una corriente eléctrica, situada en un campo magnético, gira debido a las fuerzas ejercidas sobre sus lados, circunstancia que se aprovecha en la construcción de los galvanómetros (amperímetros y voltímetros).

Si se introduce un conductor por el que circula corriente en el seno de un campo magnético (que en la figura es perpendicular al plano del papel y saliente), sobre él se ejerce una fuerza.

La fuerza ejercida sobre conductores por los que circula corriente, y que están sometidos a un campo magnético, es el fundamento de los motores eléctricos (ver en FQW: <http://bit.ly/2diqTzm> ; <http://bit.ly/2qnYZEe>)