



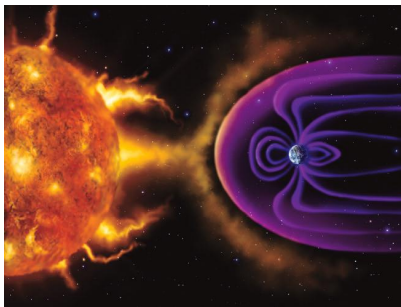
Aprende más

Magnetismo

El *magnetismo* estudia las propiedades que caracterizan a los imanes, también se dice que el magnetismo es la propiedad que posee un cuerpo cuando crea a su alrededor un campo magnético, que puede afectar mediante fuerzas magnéticas a otros imanes y a metales como hierro, acero, cobalto, platino, níquel.

Magnetismo en la vida diaria

En términos de aplicación, el magnetismo es uno de los campos más importantes en la física. El magnetismo es esencial en la tecnología moderna como medio del almacenamiento de datos en cintas y discos magnéticos así como en equipos de grabación y video, en la medicina en el uso de la resonancia magnética nuclear. El magnetismo también es esencial en la generación de la electricidad, en el funcionamiento de los motores eléctricos, en las comunicaciones, para levantar chatarra, etc.



El campo magnético de la Tierra nos protege de las partículas que provienen del Sol.

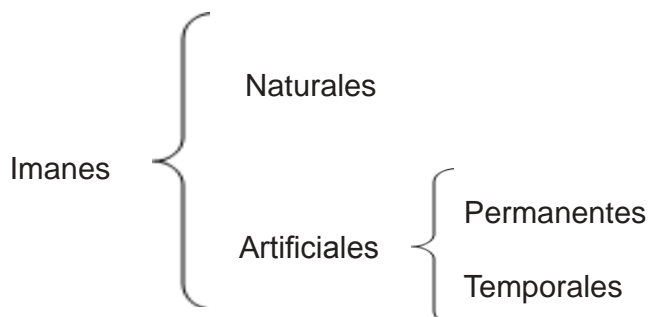


Los motores eléctricos funcionan gracias al campo magnético que se genera dentro de ellos.

Imanes

Un imán es un material que, de forma natural o artificial, tiene la propiedad de atraer a elementos que contienen hierro; también puede atraer al níquel y al cobalto pero con menor fuerza.

De acuerdo con su naturaleza los imanes se clasifican en:



Magnetita o piedra imán (imán natural).

Imanes naturales. Piedras extraídas de la tierra que poseen poder magnético y están formadas por óxidos de materiales ferromagnéticos como las ferritas y la magnetita.



Imán artificial de hierro.

Imanes artificiales. Son barras de hierro que se han imantado con otro imán o sosteniéndolos a la acción del campo magnético producido por una corriente eléctrica.

Los imanes artificiales se clasifican en *permanentes* y *temporales*, según si retienen o no las propiedades magnéticas una vez desaparecida la fuerza magnetizante.

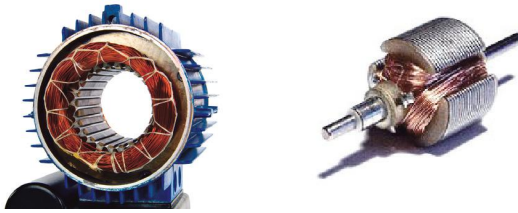
Los *imanes permanentes* son imanes artificiales que han sido sometidos a algún tipo de tratamiento térmico y magnetizados por medio de corriente eléctrica, se emplean en **brújulas**, bocinas para audífonos y altavoces.

Si una pieza de hierro, acero suave o níquel se magnetiza por medio de una bobina donde pasa una corriente eléctrica, se observa que la magnetización se pierde minutos más tarde después de que se le retira esta fuerza. A este tipo de imanes se les denomina *imán temporal*.

Los *imanes temporales* se emplean generalmente donde el imán tiene una bobina que le rodea por la que pasa una corriente eléctrica, éstos se emplean en **generadores**, **transformadores**, timbres, **motores**, **bobinas**, por nombrar algunos.



Brújula.



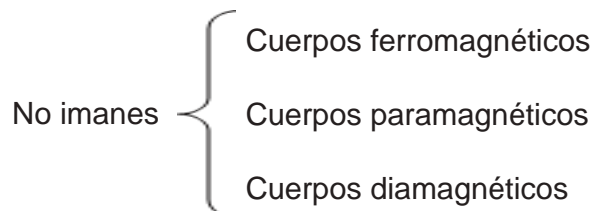
Bobinas eléctricas de motores.



Electroimán de una grúa. Imán temporal que se activa al pasar una corriente eléctrica a través él.

Cuerpos que no son imanes

Los cuerpos que no son imanes se clasifican en tres tipos de acuerdo con la capacidad que tienen de ser atraídos:



Ferromagnéticos. Cuerpos que son atraídos fuertemente por los imanes.

Paramagnéticos. Cuerpos que son atraídos por un imán.

Diamagnéticos. No son atraídos por los imanes.



Bobina: componente que genera un flujo magnético cuando se hace circular por él una corriente eléctrica. Se fabrican enrollando un hilo conductor (como el cobre) sobre un núcleo de material ferromagnético.

Brújula: instrumento que consiste en una caja en cuyo interior una aguja imantada gira sobre un eje y señala el norte magnético, que sirve para determinar las direcciones de la superficie terrestre.

Generador: aparato que produce energía eléctrica a partir de otro tipo de energía; puede ser de tipo mecánico (alternador y dinamo) o químico (pila): el dinamo que llevan algunas bicicletas es un generador de electricidad.

Motor eléctrico: máquina que transforma la energía eléctrica en mecánica. Según el tipo de corriente utilizada puede ser continua o alterna, y estos se dividen a su vez en síncronos y asíncronos, si su velocidad de giro es fija o no.

Transformador: aparato o instalación que cambia o transforma el voltaje de una corriente eléctrica alterna sin modificar su potencia.



Aprende más

Polos magnéticos

En los imanes podemos observar que la propiedad de atraer el hierro u otros metales, no radica con igual intensidad en todo el cuerpo del imán, sino principalmente en pequeñas porciones de sus extremos en donde atraen dichos materiales. A estas regiones se les llama *polos magnéticos*.

Cuando colgamos por su punto medio una barrita imantada observamos que uno de sus extremos se orienta hacia el norte y el otro hacia el sur. El polo del imán que se orienta hacia el norte se llama *polo norte* (+) y el otro, *polo sur* (-).



Polos de un imán.



Aprende más

Características de los imanes

En los imanes de barra, si acercamos limadura de fierro, podemos observar que se concentra mayor cantidad en los extremos, lo que indica que la fuerza magnética del imán es más intensa en sus polos magnéticos.

Cuando acercamos el polo norte de un imán al polo sur de otro observamos que se atraen. En cambio el polo norte de un imán al polo norte del otro, observamos que ambos se rechazan; ocurre lo mismo cuando se aproximan los polos sur de dos imanes. Entonces polos del mismo nombre (signo) se rechazan y polos opuestos (signos diferentes) se atraen.

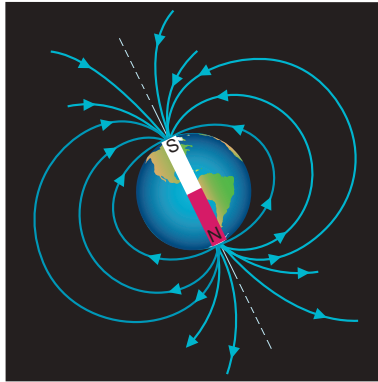


Imán y limadura de fierro.

Bloque IV

Relacionas la electricidad con el magnetismo

Las fuerzas magnéticas que se observan en la superficie de la Tierra actúan como si fueran producidas por un gigantesco imán cuyos polos se encuentran situados cerca de los polos geográficos, aunque no coinciden con ellos.



Polos magnéticos de la Tierra.



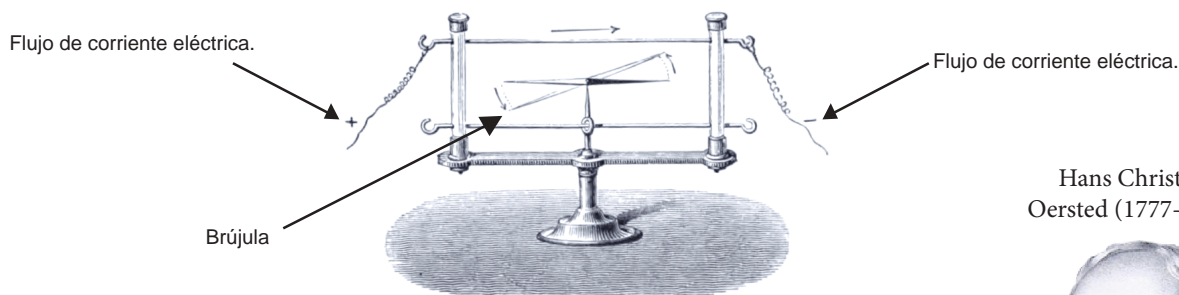
El extremo norte de la brújula es atraído hacia el polo norte de la Tierra (polo sur magnético).

El polo norte magnético de la Tierra se llama así porque atrae el extremo norte de los dipolos magnéticos que utilizamos como brújulas. Pero como el extremo norte de la brújula es atraído por éste, el polo norte de la Tierra es en realidad un polo sur magnético.

Electromagnetismo

El *electromagnetismo* es la parte de la Física que se encarga estudiar al conjunto de fenómenos que resulta de la acción mutua de la electricidad y el magnetismo.

Nace como una rama de la Física gracias a un experimento de Oersted en 1820, quien observó una relación entre electricidad y magnetismo: consistente en que cuando colocaba la aguja de una brújula cerca de un alambre por el que circulaba corriente, aquella experimentaba una desviación. Así nació el electromagnetismo.



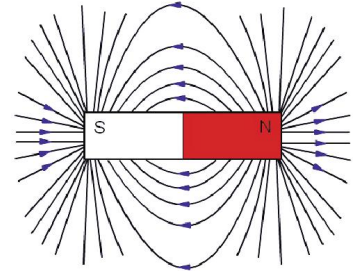
Experimento de Oersted. Al pasar corriente eléctrica, las agujas imantadas de la brújula se desvían, alineándose en dirección al cable.

Hans Christian Oersted (1777-1851).



Campo magnético

El *campo magnético* es la región del espacio en la cual un imán ejerce su acción sobre otro imán o un material magnético. Podemos observar el campo magnético si colocamos sobre un imán un papel y sobre él espolvoreamos limaduras de hierro. Veremos cómo se agrupan esas limaduras formando claramente una serie de curvas que parecen unir a los polos del imán: es el *espectro magnético*.



Campo magnético de un imán.

La cantidad física asociada con el magnetismo que crea un campo eléctrico es un *flujo magnético* y se define de la misma forma que el flujo eléctrico es decir (las líneas del campo eléctrico dibujadas a través de la unidad de área son directamente proporcional a la intensidad del campo eléctrico). El flujo magnético Φ_B , es el número de líneas de campo magnético que pasa a través de una unidad de área perpendicular, en esa región. A esta razón se le llama *densidad de flujo magnético* o *inducción magnética*. La densidad del flujo magnético se representa matemáticamente por:

$$B = \frac{\Phi}{A}$$

donde:

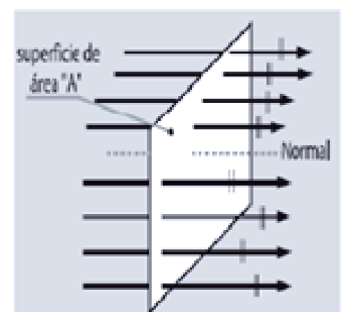
	Unidades
$B \rightarrow$ Densidad del flujo magnético	$\text{Wb/m}^2 = \text{T}$ Weber/metro cuadrado = tesla
$\Phi \rightarrow$ Flujo magnético	Weber (Wb)
$A \rightarrow$ Área sobre la cual actúa el flujo magnético	Metro cuadrado (m^2)

Si el flujo magnético no penetra perpendicularmente un área, sino que ingresa con cierto ángulo, la ecuación se modifica y queda de la siguiente manera:

$$B = \frac{\Phi}{A \cos \theta}$$

Donde teta (θ) es el ángulo entre B y la normal (perpendicular).

A continuación veremos algunos ejemplos en los que se calcula la densidad del flujo magnético.



Superficie de área A.

Ejemplo 1: En una placa circular de área 0.005 m^2 existe una densidad de flujo magnético de 10 teslas (T). Calcula el flujo magnético total que atraviesa por la placa.

Solución:

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$A = 0.005 \text{ m}^2$ $B = 10 \text{ T}$ $= 10 \text{ Wb/m}^2$	Φ	$B = \frac{\Phi}{A}$ $\Phi = B A$	$\Phi = (10 \text{ Wb/m}^2)(0.005 \text{ m}^2)$	<p>El flujo magnético es</p> $\Phi = 0.05 \text{ Wb}$

Ejemplo 2: Una espira de 10 cm de ancho por 15 cm de largo forma un ángulo de 30° con respecto al flujo magnético. Calcula el flujo magnético que penetra en la espira debido a un campo magnético, cuya densidad de flujo es de 0.5 tesla.

Solución:

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$\text{Largo} = 15 \text{ cm}$ $= 0.15 \text{ m}$ $\text{Ancho} = 10 \text{ cm}$ $= 0.10 \text{ m}$ $B = 0.5 \text{ T}$ $= 0.5 \text{ Wb/m}^2$	A Φ	$A = (l)(a)$ $B = \frac{\Phi}{A \sin \theta}$ $\Phi = B A \sin \theta$	$A = (0.15 \text{ m})(0.10 \text{ m})$ $A = 0.015 \text{ m}^2$ $\Phi = (0.5 \text{ Wb/m}^2)(0.015 \text{ m}^2)(\sin(30^\circ))$	<p>El flujo magnético es $\Phi = 0.00375 \text{ Wb}$</p>

Campo magnético producido por una corriente eléctrica

Cuando una corriente eléctrica pequeña circula a través de un conductor recto y largo como el que se muestra en la figura, se origina un campo magnético débil a su alrededor, pero si se aumenta la corriente eléctrica por el conductor, el campo que se genera se incrementa lo suficiente como para ser detectado por las limadu-

ras de hierro o cualquier otro material magnético que se coloque en la superficie formando círculos concéntricos con el alambre.

La *inducción magnética* o *densidad de flujo magnético* de un punto perpendicular recto se encuentra con la expresión matemática:

$$B = \frac{\mu I}{2 \pi d}$$

donde:



Campo magnético de una corriente eléctrica.

		Unidades
B →	Inducción magnética perpendicular al conductor	Tesla (T)
I →	Intensidad de la corriente que circula por el conductor	Ampere (A)
d →	Distancia perpendicular entre el conductor y el punto considerado	Metro (m)
μ →	Permeabilidad del medio que rodea al conductor	$[(\text{Tesla})(\text{metros})]/\text{ampere (Tm)/A}$

El valor de la permeabilidad para el vacío o el aire es de $\mu = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$.

La densidad de flujo magnético se representa como:

$$B = \frac{\mu I}{2 \pi d}$$

De la expresión anterior se deduce que la densidad de flujo magnético es:

- Directamente proporcional a la intensidad de la corriente eléctrica.
- Inversamente proporcional a la distancia del conductor al punto de interés.
- Directamente proporcional a la permeabilidad (característica del medio que lo rodea).

Veamos un ejemplo.

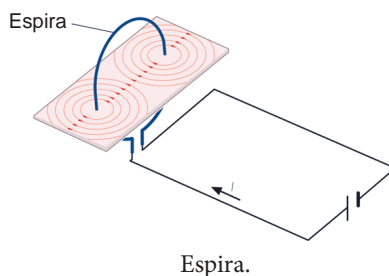
Ejemplo: Un conductor rectilíneo lleva una corriente eléctrica de 10 A, si el conductor se encuentra en el aire, determina la magnitud del flujo magnético a 5 cm del conductor. Determina la magnitud de la densidad de flujo magnético.

Solución:

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$d = 5 \text{ cm}$ $= 0.05 \text{ m}$ $\mu = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$ $I = 10 \text{ A}$	B	$B = \frac{\mu I}{2 \pi d}$	$B = \frac{(4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A})(10 \text{ A})}{2 \pi (0.05 \text{ m})}$ $B = 4 \times 10^{-5} \text{ T}$
<p>Solución (5)</p> <p>La magnitud de la densidad del flujo magnético es 0.00004 T</p>			

Campo magnético en el centro de una espira

Una *espira* es un conductor de alambre delgado en forma de línea cerrada, que puede ser circular, cuadrada, rectangular, etc., y si por la espira se hace pasar corriente eléctrica el espectro del campo magnético creado por la espira está formada por líneas cerradas y una línea recta que es el eje central del círculo, seguido por la corriente como se muestra en la figura.



Para calcular el valor de la inducción magnética en el centro de la espira se usa la expresión matemática siguiente:

$$B = \frac{\mu I}{2 r}$$

Cuando se tiene más de una espira la expresión para calcular el valor de la inducción magnética en su centro es:

$$B = \frac{N\mu I}{2 r}$$

La dirección de la densidad del flujo magnético B es perpendicular al plano de la espira.

donde:

		Unidades
B	→ Inducción magnética perpendicular al conductor	Tesla (T)
I	→ Intensidad de la corriente que circula por el conductor	Ampere (A)
r	→ Radio de la espira	Metro (m)
N	→ Número de espiras	
μ	→ Permeabilidad del medio que rodea al conductor	$[(\text{Tesla})(\text{metros})]/\text{ampere (Tm)/A}$

El valor de la permeabilidad para el vacío o el aire es de $\mu = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$.

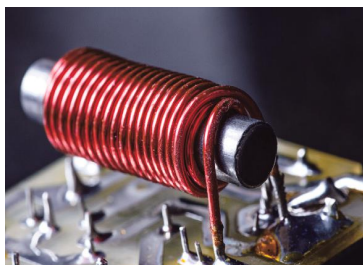
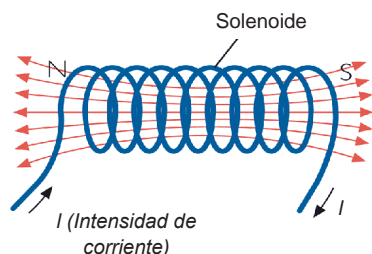
Ejemplo: Un conductor rectilíneo lleva una corriente eléctrica de 10 A, si el conductor se encuentra en el aire, determina la magnitud de la densidad del flujo magnético a 5 cm del conductor.

Solución:

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$r = 5 \text{ cm}$ $= 0.05 \text{ m}$ $\mu = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$ $I = 10 \text{ A}$	B	$B = \frac{\mu I}{2 r}$	$B = \frac{(4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A})(10 \text{ A})}{2 \pi (0.05 \text{ m})}$ $B = 4 \times 10^{-5} \text{ T}$
Solución (5) La magnitud de la densidad del flujo magnético es 0.00004 T			

Campo magnético para un solenoide o bobina

Un conductor enrollado en forma circular, es llamado *solenoide* o *bobina* y se comporta como un imán. Se puede fabricar un solenoide haciendo pasar una corriente eléctrica por un alambre conductor perfectamente aislado, enrollando alrededor de un cilindro, que puede ser de vidrio, porcelana, cartón, hierro, etc.



Solenoide en un componente eléctrico.



Solenoides en un motor.

El valor de la densidad del flujo magnético en el interior del solenoide se obtiene a partir de la siguiente expresión matemática:

$$B = \frac{N\mu I}{l}$$

Y en función del número de espirales: $B = \mu n I$

donde:

		Unidades
B	Inducción magnética perpendicular al conductor	Tesla (T)
I	Intensidad de la corriente que circula por el conductor	Ampere (A)
l	Longitud del solenoide	Metro (m)
N	Número de espiras	-
n	Número de espiras por unidad de longitud ($n = N/l$)	-
μ	Permeabilidad del medio que rodea al conductor	$[(\text{Tesla})(\text{metros})]/\text{ampere (Tm)/A}$

El valor de la permeabilidad para el vacío o el aire es de $\mu = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$. Ahora, veamos un ejemplo para calcular la densidad del flujo magnético en el interior de un solenoide.

Ejemplo: Un solenoide tiene una longitud de 20 cm y está cubierto por 400 espiras de alambre. Si la intensidad de la corriente eléctrica es de 4 A, calcula la densidad del flujo magnético.

Solución:

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$l = 20 \text{ cm}$ $= 0.20 \text{ m}$ $\mu = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$ $N = 400 \text{ espiras}$ $I = 4 \text{ A}$	B	$B = \frac{N\mu I}{l}$	$B = \frac{(400)(4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A})(4 \text{ A})}{0.20 \text{ m}}$ $B = 0.10 \text{ T}$
<p>Solución (5)</p> <p>La magnitud de la densidad del flujo magnético en el solenoide es 0.10 T</p>			