

ELECTROMAGNETISMO

Parte de la Física que se dedica al estudio unificado del campo eléctrico y magnético, considerando, en última instancia, que uno de estos campos se genera como consecuencia de la variación del otro con respecto al tiempo. Tiene su punto de arranque en el experimento de Oersted (1819), y su síntesis en las leyes de Maxwell (1860).

Sustancias magnéticas. Según su comportamiento magnético las sustancias se clasifican en:

- 1) **Diamagnetismo.** Un campo magnético externo induce a algunas sustancias (diamante, oro, plata...) a la creación de momentos magnéticos en los átomos o moléculas que las componen. La orientación de estos es opuesta al campo externo, debilitándolo. Cuando cesa el campo externo, desaparecen los momentos magnéticos inducidos.
Las sustancias cuyos átomos tienen las subcapas electrónicas llenas son diamagnéticas.
- 2) **Paramagnetismo.** Propio de sustancias que poseen momentos magnéticos permanentes (aluminio, cromo, manganeso). Cuando estas se ven sometidas a un campo magnético externo, estos se orientan en la misma dirección y sentido que este. Cuando cesa el campo magnético, los momentos magnéticos permanentes vuelven a colocarse al azar.
- 3) **Ferromagnetismo.** Se dan en sustancias con momentos magnéticos permanentes (hierro, cobalto, níquel y sus aleaciones). Estos están alineados en zonas de tamaño microscópico (dominios). Cuando se ven sometidos a campos magnéticos externos, los momentos magnéticos se orientan según este, continuando la magnetización cuando desaparece el campo externo. Si la temperatura supera la llamada temperatura de Curie, los materiales ferromagnéticos se convierten en paramagnéticos.

Imán. Material capaz de atraer trozos de hierro. Los imanes pueden ser naturales o artificiales.

Los imanes tienen polos magnéticos norte y sur. Polos iguales se repelen y polos opuestos se atraen.

La Tierra se comporta como un gigantesco imán, estando los polos magnéticos invertidos respecto a los geográficos.

Interacción electromagnética. Las cargas móviles, además de ser fuentes de la interacción eléctrica (ley de Coulomb), producen una interacción magnética.

Campo magnético (\vec{B}). Campo vectorial mediante el cual describimos las fuerzas que ejercen los imanes y las cargas eléctricas en movimiento.

Se visualizan mediante líneas de campo magnético, las cuales salen del polo norte y entran por el polo sur, por convenio. Estas son cerradas, lo que quiere decir que no existen cargas magnéticas (monopolos) aisladas.

Campo magnético creado por una carga en movimiento:
$$\vec{B} = \frac{\mu}{4\pi} \frac{q(\vec{v} \times \vec{r})}{r^3}$$

En el sistema internacional, el campo magnético se mide en teslas (T); $1 \text{ T} = 10^4 \text{ G}$ (G = Gauss).

Ley de Lorentz. Nos da la fuerza que hace un campo magnético sobre una carga en movimiento:

$$\vec{F} = q \cdot (\vec{v} \times \vec{B}) \quad \vec{F} \perp \vec{v} \text{ y } \vec{F} \perp \vec{B}$$

Fuerza de Lorentz. Cuando una carga en movimiento se ve sometida al mismo tiempo a un campo eléctrico y otro magnético:
$$\vec{F} = q \vec{E} + q(\vec{v} \times \vec{B})$$

Experimento de Oersted. En 1819 descubrió este que una corriente eléctrica desviaba una brújula. Es decir, las corrientes eléctricas crean campos magnéticos.

Ley de Biot y Savart. Nos da el campo magnético creado por una corriente, siendo en el

magnetismo análoga a la ley de Coulomb en la electrostática:
$$d\vec{B} = \frac{\mu}{4\pi} \frac{I(d\vec{l} \times \vec{r})}{r^3}$$

Ley de Ampere. La circulación del campo magnético a lo largo de un camino cerrado arbitrario depende únicamente de la corriente neta que atraviesa una superficie delimitada por el camino cerrado: $\int \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu I$, esto nos dice que el campo magnético no es conservativo.

Esta ley tiene su equivalente en electrostática, en la ley de Gauss, diferenciándose en que una viene dada por una integral de línea, y la otra por una integral de superficie.

Campo magnético generado por una:

Corriente recta e indefinida	Espira
$B = \frac{\mu \cdot I}{2\pi \cdot r}$	$B = \frac{\mu \cdot I}{2 \cdot r}$

Momento magnético de una espira. Es un vector perpendicular a la espira y cuyo valor es:

$$\vec{m} = I \cdot \vec{S} \text{ o } \vec{m} = N \cdot I \cdot \vec{S} \text{ (una o N espiras) (se mide en } A \cdot m^2 \text{ en el SI)}$$

Es una magnitud física totalmente análoga al momento dipolar eléctrico.

La acción de un campo magnético sobre una espira es un par de fuerzas que da lugar a la rotación de esta: $\vec{M} = \vec{m} \times \vec{B}$

El par de fuerzas tiende a alinear el momento bipolar magnético de la espira con el campo magnético. Este es el fundamento de los motores eléctricos y de los galvanómetros (dispositivos de medida sensibles al paso de corriente).

Ley de Laplace. Nos da la fuerza que hace un campo magnético sobre un conductor recto de longitud l, recorrido por una corriente I: $\vec{F} = I(\vec{l} \times \vec{B})$

Fuerza entre corrientes paralelas. Cuando las corrientes circulan en el mismo sentido, la fuerza es atractiva. Cuando son opuestas, la fuerza es repulsiva: $F = \mu \cdot I_1 \cdot I_2 \frac{L}{2\pi \cdot r}$

Flujo magnético: $\phi = \iint \vec{B} \cdot d\vec{S}$

Ley de Gauss del campo magnético. Como las líneas de fuerza del campo magnético son cerradas, el flujo de \vec{B} a través de una superficie cerrada es nulo.

Ley de Faraday. La variación del flujo magnético que atraviesa una espira, da lugar a la aparición de una fuerza electromotriz (fem) inducida y una corriente eléctrica inducida.

Ley de Lenz. El sentido de la corriente inducida es tal que el campo magnético producido por ella se opone al flujo que la ha producido.

Ambas leyes (anteriores) se resumen en la expresión: $\varepsilon = - \frac{d\phi}{dt}$

Corriente alterna. Si hacemos girar, por medios mecánicos, con velocidad angular ω una bobina de N espiras, teniendo en cada espira un área S, dentro de un campo magnético, obtenemos una fem inducida de valor: $\varepsilon = N \cdot B \cdot S \cdot \omega \cdot \text{sen}(\omega \cdot t)$

La fem inducida y la intensidad de corriente que se producen son oscilantes, obteniéndose la llamada **corriente alterna**.

Transformadores. Dispositivos que permiten variar el voltaje suministrado por un circuito para alimentar otro. Se fundamenta en los fenómenos de inducción.

Constan de dos bobinas arrolladas sobre un núcleo de hierro y que se denominan bobina primaria (o primario) y bobina secundaria (o secundario).

Si N_p es el número de espiras del primario y N_s las del secundario, se obtiene la siguiente relación

entre los potenciales del primario y del secundario: $\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p}$

Los transformadores son fundamentales en el transporte de energía eléctrica alterna, realizándose este mediante corrientes de alta tensión e intensidad muy baja.