

# Electromagnetismo

### Campo magnético

Del mismo modo que una masa genera a su alrededor un campo gravitatorio y una carga en reposo genera un campo eléctrico, un imán o una corriente eléctrica dan lugar a un campo magnético. Un experimento sencillo y clásico para poder “ver” este campo magnético es esparcer limaduras de hierro en un papel que tenga debajo un imán. Las limaduras se ordenarán siguiendo las líneas de fuerza de nuestro campo magnético.

En el caso de los campos magnéticos, las líneas de fuerza se llaman también líneas de inducción. La intensidad del campo magnético se representa con la letra **B** y se mide en Teslas (T). **B**, al igual que el campo eléctrico, es una magnitud vectorial.

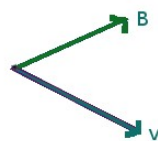
### Fuerza producida por un campo magnético sobre una carga en movimiento

Una carga en movimiento que entre en un campo magnético experimenta una fuerza cuyo módulo puede calcularse con la siguiente fórmula:

$$|F| = q \cdot v \cdot B \cdot \text{sen}\alpha^1$$

Fíjate que el término seno hace que la fuerza sea nula si  $v$  y  $B$  forman un ángulo de  $0^\circ$  o  $180^\circ$  (es decir, las direcciones de ambas magnitudes coinciden), y sea máxima cuando son perpendiculares.

Para calcular el sentido de la fuerza resultante, tenemos que empezar a pensar en tres dimensiones. Imagina que la velocidad de la carga es perpendicular al campo eléctrico.



La fuerza resultante va a tener una dirección que sea perpendicular al plano formado por los dos vectores<sup>2</sup>. Es decir, si  $B$  está en el eje X, y  $V$  está en el eje Y,  $F$  estará en el eje Z. Pero ¿apuntará hacia arriba o hacia abajo?

<sup>1</sup> Date cuenta, y así repasamos matemáticas, que es la misma fórmula general de un producto vectorial, añadiendo la multiplicación por  $q$ , que es un escalar.

<sup>2</sup> Como ocurre en el producto vectorial, a riesgo de ser pesado.

## Cajón de Ciencias

Aquí es donde entran varios métodos, todos igual de válidos, que te pueden ayudar a “visualizar” el sentido de la fuerza. Veamos tres de ellos (seguro que existen más).

- *Método del reloj*

Si al movernos de  $v$  hacia  $B$  vamos en el mismo sentido que las agujas del reloj,  $F$  señalará hacia abajo. Si vamos en sentido antihorario, señalará hacia arriba.

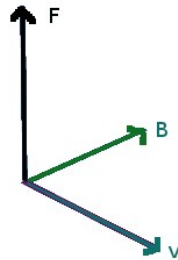
- *Método de la mano izquierda*

Si extendemos nuestros dedos índice, pulgar y corazón de la mano derecha de forma que el índice coincida con el campo, y el corazón con el vector velocidad, el pulgar nos señalará hacia dónde va la fuerza.

- *Método del sacacorchos o el tapón de rosca.*

Si cogemos cualquier cosa que cierre a rosca (algunas tapas de boli sirven, o el tapón de un bote de tipex) y movemos su tapa en la dirección de  $v$  hacia  $B$ , veremos si la tapa se abre (se mueve hacia arriba) o se cierra (se mueve hacia abajo). Ese será el sentido de la fuerza.

Quédate con el que más te guste o con el que más te aclares. Siguiendo cualquiera de ellos, podrás comprobar que el sentido de la fuerza en el ejemplo anterior es el siguiente:



# Cajón de Ciencias

## Flujo magnético

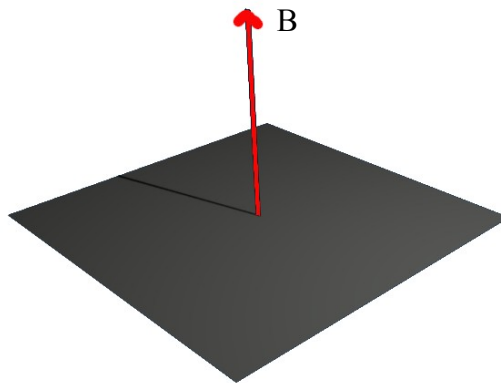
Igual que sucedía con el campo eléctrico, existe una magnitud llamada “flujo magnético” (que se representa con la letra griega “phi” mayúscula,  $\Phi$ ). Viene a ser el número de líneas de campo magnético que atraviesan una determinada superficie, para que nos entendamos.

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos\alpha$$

Donde B es el campo magnético, S el vector del plano y  $\alpha$  el ángulo que se forma entre ambos.

Un par de aclaraciones importantes antes de continuar:

- La primera, observa que la fórmula anterior corresponde a un producto escalar de dos vectores, y por lo tanto el flujo es una magnitud escalar. Por cierto, se mide en **webers**.
- La segunda, y esto lo deberías saber si has visto en matemáticas algo de geometría analítica, es que el vector director de un plano es perpendicular a este<sup>3</sup>. En la siguiente figura, el vector B (en rojo) y el vector del plano (que no aparece, pero coincidiría en dirección y sentido con B) forman un ángulo de  $0^\circ$ :



De la fórmula anterior se deduce que el flujo será máximo cuando el plano (que no el vector del plano) y B sean perpendiculares, y cero cuando B y el plano formen un ángulo de  $0^\circ$  (porque en ese caso B y S formarán un ángulo de  $90^\circ$ , y  $\cos 90^\circ = 0$ ).

<sup>3</sup> No nos cansaremos de repetirlo: las Matemáticas y la Física son ciencias hermanas ¡No te olvides de las cosas de la primera mientras estudias la segunda! Te harán falta continuamente.