




Unidad Didáctica
Campo Magnético

FONDO  FORMACION

Programa de Formación Abierta y Flexible

Obra colectiva de FONDO FORMACION

Coordinación *Servicio de Producción Didáctica de FONDO FORMACION
(Dirección de Recursos)*

Diseño y maquetación *Servicio de Publicaciones de FONDO FORMACION*

© **FONDO FORMACION - FPE**

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otro método, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

Depósito Legal *AS -742-2001*

Unidad Didáctica Campo Magnético

Todos hemos visto alguna vez los efectos de los imanes sobre otros materiales. Sabemos por experiencia que existen ciertas atracciones y repulsiones entre este tipo de cuerpos. Sin embargo, en esta unidad podrás comprobar que hay muchas maneras de producir campos magnéticos y las numerosas aplicaciones que tienen.

Para entender estos fenómenos, en esta unidad estudiaremos los siguientes puntos:

- Imanes.
- Campo magnético, flujo magnético e intensidad de campo.
- Tipos de sustancias magnéticas.
- Campo magnético creado por una corriente eléctrica.
- Campo magnético de una espira y de una bobina.
- Fuerza electromagnética originada en un conductor.

Tus objetivos

Al final de esta unidad, deberías ser capaz de:

- Explicar el funcionamiento interno de un imán.
- Identificar los diferentes tipos de sustancias magnéticas.
- Determinar el sentido del campo creado por una corriente eléctrica al circular por un conductor.
- Determinar el sentido de la fuerza generada en un conductor dentro de un campo magnético.

Consejos de estudio

Para conseguir los objetivos propuestos en cada unidad didáctica, es imprescindible utilizar métodos de lectura comprensiva eficaces. El primer paso para una buena comprensión lectora consiste en realizar una **prelectura** del texto a estudiar.

La prelectura es una *lectura rápida pero atenta* del texto, fijándose en los apartados y bloques de información en los que se puede dividir el contenido. La intención de la prelectura es tener una visión global de los contenidos, detectar el *esqueleto*, el armazón en torno al cual se organizan las ideas.

Imanes

Ya desde la antigüedad sabemos que existen minerales capaces de atraer otros materiales férricos. Este mineral se llama **magnetita**.

Podemos decir que el magnetismo es la propiedad que tienen ciertos cuerpos de atraer hacia sí mismos partículas de hierro y otros cuerpos férricos.

Habrás observado, en un imán, que la fuerza de atracción es mayor en los extremos que en el centro. Así pues, en el mismo centro la atracción es nula.

En la figura 1 puedes ver la distribución de líneas de fuerza de un imán. Estas líneas de fuerza no son más que espacio donde el imán ejerce su influencia.

Si un imán se coge por su centro mediante un hilo, podemos ver que sufre una orientación (fig. 2a). Uno de los extremos se orienta hacia el Polo Norte y el otro hacia el Polo Sur. Al extremo del imán que indica el Norte, se le llama **polo Norte** del imán; y al extremo opuesto, **polo Sur** del imán.

En la figura 2b, puedes ver que las líneas de fuerza de un imán se dirigen del polo Norte al polo Sur del por el exterior, y del Sur al Norte, por el interior. Estas líneas coinciden con el sentido que llevarían las limaduras de hierro situadas en las cercanías del imán.

Habrás comprobado alguna vez que si un imán se corta en dos trozos, cada uno de éstos se convierte instantáneamente en otro imán completo. Esto nos va a dar lugar a definir el siguiente apartado.

1. Teoría molecular de los imanes

En la figura 3 puedes apreciar lo que se pretende explicar.

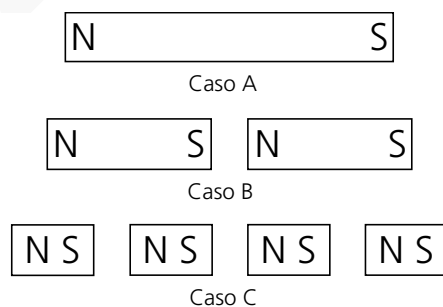


Fig. 3: División de un imán.

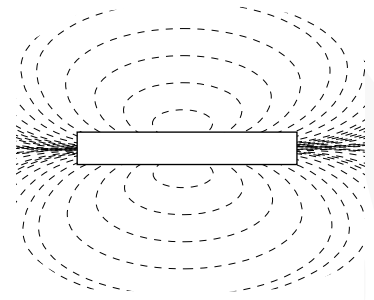
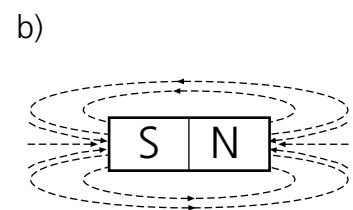
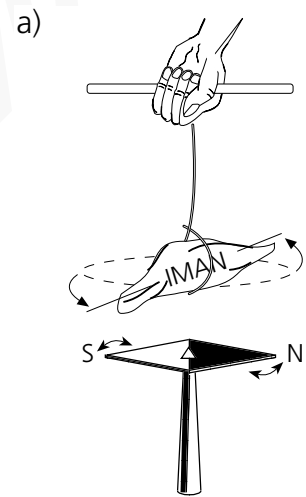
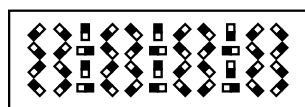


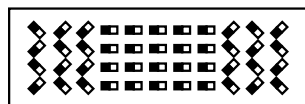
Fig. 1
Líneas de fuerza de un imán.



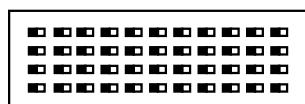
Figs. 2
a. Orientación de un imán.
b. Sentido de las líneas de fuerza de un imán.



a



b



c

Fig. 4
Magnetización de las moléculas de un imán.

Si el imán que hemos cortado previamente lo volvemos a cortar en dos, veremos que se vuelven a obtener otros dos imanes completos de cada uno de los trozos. Así podríamos seguir hasta la división más microscópica.

Con esto podemos llegar a decir que cada una de las moléculas que componen un imán es un imán completo, con todas sus características.

Además, las moléculas de un trozo de hierro o acero también pueden magnetizarse. Si dicho trozo no ha sido magnetizado todavía, sus moléculas estarán desordenadas. Si ha sido magnetizado, éstas se orientarán parcial o totalmente, según haya sido la causa imanadora exterior. Puedes verlo en la figura 4.

Hasta ahora has aprendido lo que pasa alrededor de un solo imán. Vamos a ver lo que ocurre cuando acercamos dos imanes entre sí.

2. Interacción entre imanes

Inicialmente deberemos saber cuál es el Norte y el Sur del imán. Esto ya lo hemos explicado anteriormente. Después de haber señalado los polos de los dos imanes, podemos realizar las siguientes pruebas:

- Si se acercan los dos imanes por sus polos del mismo nombre, veremos que es muy difícil juntarlos, porque ellos mismos tienden a separarse. En la figura 5 puedes ver lo que ocurre con las líneas de fuerza.

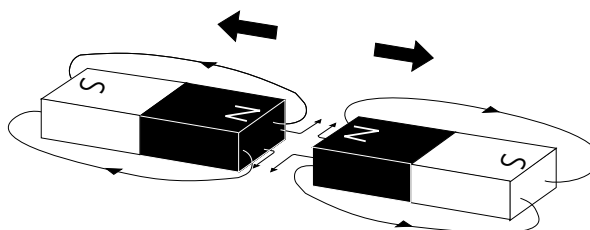


Fig. 5: Repulsión entre imanes.

- Sin embargo, si acercamos dos imanes por dos polos de distinto nombre, estos imanes tienden a atraerse entre sí. Observa lo que ocurre con las líneas de fuerza en la figura 6.

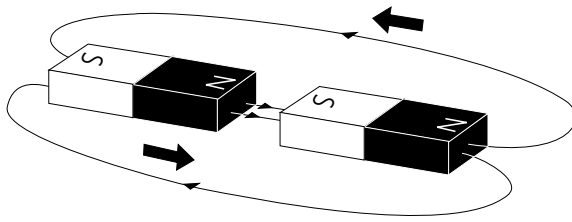


Fig. 6: Atracción entre imanes.

Podemos decir entonces que **polos magnéticos de igual nombre se repelen y polos magnéticos de distinto nombre se atraen.**

Habrás podido observar que en el primer caso las líneas de fuerza chocan entre ellas, mientras que en el segundo caso tienen el mismo sentido.

Otro experimento que puedes realizar es el siguiente: acerca un trozo de hierro o acero a un imán. El trozo adquiere la propiedad atractiva. A este fenómeno se le llama **imantación**. Al separarlos, el trozo de hierro pierde la propiedad de atracción, mientras que el trozo de acero la conserva.

Los imanes de acero conseguidos por contacto con imanes se denominan **imanes artificiales permanentes** y tienen las mismas propiedades que los naturales.

ACTIVIDAD 1

Toma un imán, colócalo bajo una hoja de papel y espolvorea por encima de ella unas limaduras de hierro.

Realiza este experimento y apunta tus conclusiones.

Campo magnético, flujo magnético e intensidad de campo

1. Campo magnético

Podemos decir que **campo magnético de un imán** es la porción del espacio en la cual se pueden apreciar los efectos magnéticos originados por dicho imán.

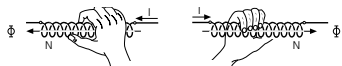


Fig. 7
Líneas de fuerza alrededor de un conductor.

Esta región del espacio se puede conocer experimentalmente por medio de las limaduras de hierro. Las limaduras de hierro se van a ir orientando según unas direcciones llamadas **líneas de fuerza**, formando lo que se llama **espectro magnético** (fig. 7).

Estas líneas de fuerza nunca se cortan y por convenio está establecido que salen del polo Norte y entran por el polo Sur del imán. A este recorrido se le llama **circuito magnético**.

Cuanto mayor es el número de líneas de fuerza del imán, mayor es la fuerza atractiva del imán.

Unos conceptos relativos al número de líneas de fuerza son los que vienen a continuación.

2. Flujo magnético

Al número total de líneas de fuerza existentes en un circuito magnético, se le denomina **flujo magnético**.

Se representa por la letra griega Φ mayúscula (Φ) y su unidad es el **weber**.

3. Intensidad de campo

Podemos denominar *intensidad de campo magnético* al número de líneas de fuerza que atraviesan la unidad de superficie.

Para entenderlo mejor puedes observar la figura 8.

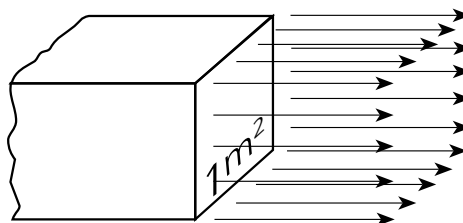


Fig. 8: Intensidad de campo magnético.

ACTIVIDAD 2

Las líneas de fuerza del campo magnético que rodea a un imán van desde:

- a. El polo Sur al polo Norte del imán.
- b. El centro del imán a cada extremo.
- c. El polo Norte al polo Sur del imán.
- d. Un extremo al otro alternativamente.

En unidades anteriores has aprendido que existen materiales conductores y aislantes de la electricidad. Los conductores, como el cobre, son los que facilitan la circulación de electrones, y los aislantes, los que no dejan pasar la corriente.

Con las líneas de fuerza ocurre algo similar.

Tipos de sustancias magnéticas

Existen sustancias que facilitan el paso de las líneas de fuerza y otras se oponen al paso de las mismas.

Así, podemos definir la **permeabilidad magnética** como la mayor o menor facultad que tienen las sustancias para dejar pasar por su interior las líneas de fuerza.

Podemos hacer una clasificación en tres grupos, en función de la permeabilidad:

- Sustancias **ferromagnéticas**: son las que permiten, facilitan y concentran el paso de las líneas de fuerza por el interior del material (fig. 9).

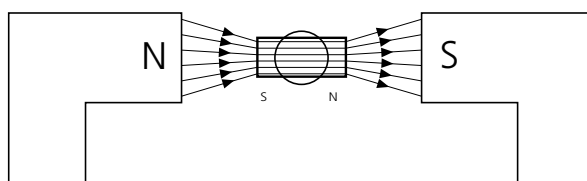


Fig. 9: Efecto de las sustancias ferromagnéticas.

- Sustancias **paramagnéticas**: son las que simplemente permiten el paso de las líneas de fuerza por su interior (fig. 10).

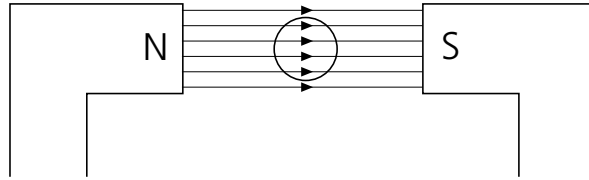


Fig. 10: Efecto de las sustancias paramagnéticas.

- Sustancias **diamagnéticas**: son las que se oponen al paso de las líneas de fuerza por su interior (fig. 11).

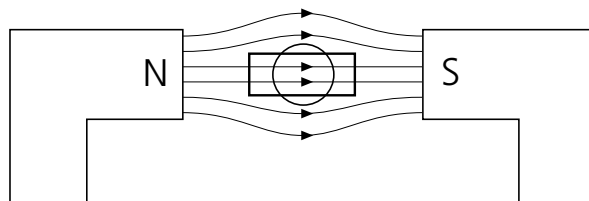


Fig. 11: Efecto de las sustancias diamagnéticas.

No sólo los imanes tienen campo magnético, sino que también lo tiene todo conductor recorrido por una corriente eléctrica.

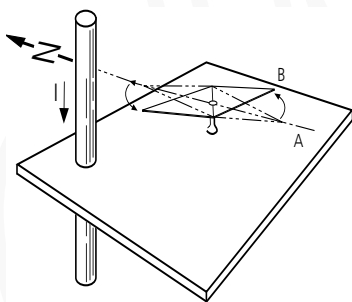


Fig. 12
Efecto del campo magnético creado alrededor del conductor.

Campo magnético creado por una corriente eléctrica (electromagnetismo)

El primer experimento que relaciona una corriente eléctrica con un campo magnético lo realizó el físico danés Oersted en 1820.

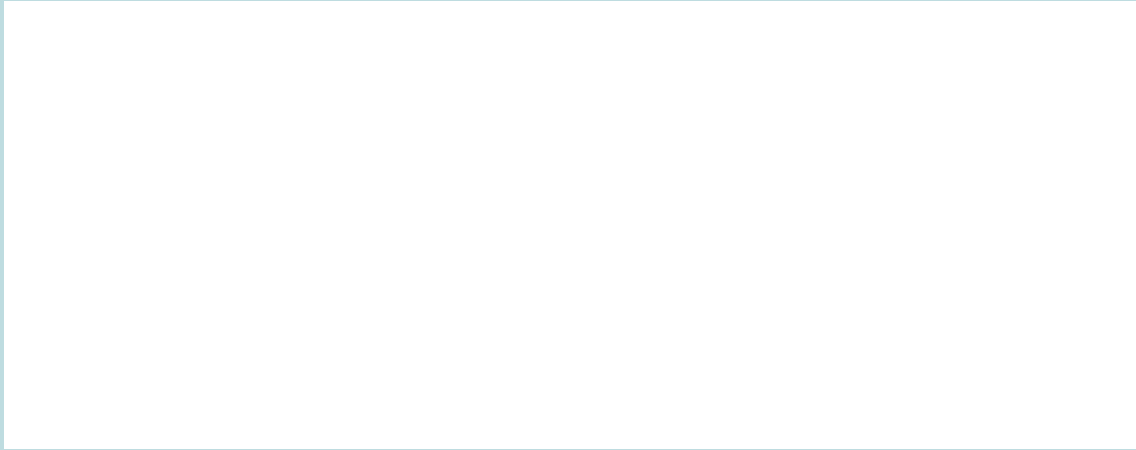
Comprobó que una aguja imantada o una brújula sufría desviaciones cuando se acercaba a las proximidades de un conductor por el que circulaba una corriente eléctrica (fig. 12).

Podemos decir entonces que, al pasar una corriente eléctrica por un conductor, existe un campo magnético asociado con esta corriente.

ACTIVIDAD 3

Toma un conductor y haz que circule por él una corriente siempre en el mismo sentido. Aproxima al conductor un imán tomando como soporte un trozo de papel o cartón. Cierra el circuito y describe lo que ocurre. Cuéntanos también qué diferencia observas si inviertes el sentido de la corriente.

Por último, describe lo que sucede si la intensidad de la corriente aumenta.



Falta por concluir el sentido del campo magnético.

Para ello se pueden utilizar dos reglas diferentes, teniendo siempre en cuenta el sentido convencional de la corriente.

1. Regla de la mano derecha

Tal como puedes ver en la figura 13, si rodeamos con la mano derecha el conductor, señalando con el pulgar el sentido de la corriente, el resto de los dedos indicarán la dirección y sentido de las líneas de fuerza del campo generado por dicha corriente.

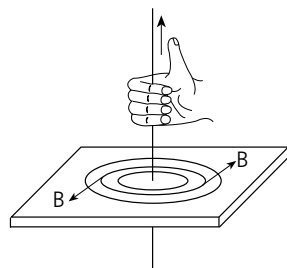


Fig. 13: Regla de la mano derecha.

2. Regla del sacacorchos

Es otra manera de definir el sentido de las líneas de fuerza. Dice así: "Suponiendo que un sacacorchos gira para avanzar en el sentido de corriente, la rotación necesaria indicará el sentido de las líneas de fuerza".

Puedes observarlos en la figura 14.

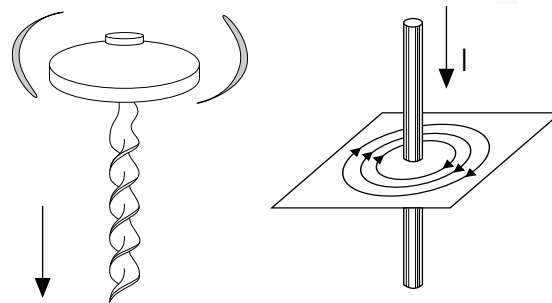


Fig. 14: Regla del sacacorchos.

Si tomas un conductor recto por el cual circula una corriente y lo doblas en forma de espira, las líneas de fuerza no cambian. Varias espiras seguidas darán lugar a lo que denominamos **bobina**.

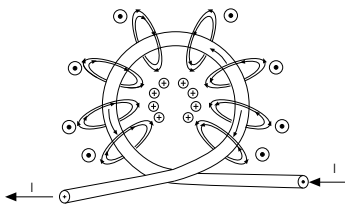


Fig. 15a
Campo magnético visto de frente.

Campo magnético de una espira y una bobina

1. Campo magnético de una bobina

Como ves en la figura 15a, el flujo magnético entra por un lado de la espira y sale por el otro. Podemos decir que se ha formado un polo Norte (cara por donde salen las líneas de fuerza) y un polo Sur (por donde entran las líneas de fuerza). Las cruces en el dibujo indican que las líneas se alejan de nosotros hacia el papel, y los puntos, que las líneas de fuerza vienen hacia nosotros saliendo del papel.

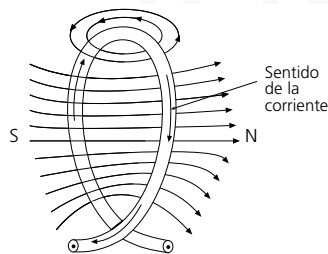


Fig. 15b
Campo magnético visto de perfil.

El campo resultante visto de perfil es un campo por toda la espira, formándose un campo interior como el de la figura 15b.

Algo similar ocurre cuando arrollamos varias espiras formando una hélice, obteniendo lo que hemos denominado como bobina.

En este caso el flujo de una espira enlaza con el de la siguiente, atravesando el interior de la bobina. Las líneas de fuerza entran por un extremo y salen por el otro circulando por todo el contorno de la bobina, para volver al inicio, formando curvas cerradas.

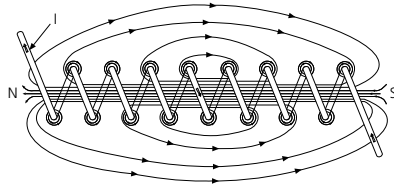


Fig. 16: Campo magnético creado alrededor de una bobina.

2. Polaridad* de una bobina

Para averiguar el polo Norte y Sur de una bobina podemos recurrir a la regla del sacacorchos o de la mano derecha.

Según la regla de la mano derecha, tomaríamos la bobina con esta mano de forma que los dedos señalen el sentido de la corriente, siendo el pulgar el que indica el polo Norte, según la figura 17.

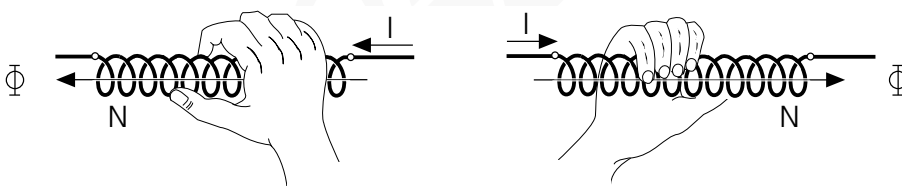


Fig. 17: Determinación del sentido del campo creado alrededor de una bobina.

Según la regla del sacacorchos, éste se colocará en el eje de la bobina y lo haremos girar en el mismo sentido que tiene la corriente al pasar por las espiras. Según como sea el sentido de su traslación (avance o retroceso), obtendremos el sentido de las líneas de fuerza y, por consiguiente, el del campo interior a la bobina.

Hasta ahora hemos visto lo que sucede cuando hacemos pasar una corriente por un conductor. A continuación, podrás comprobar cómo, al introducir dicho conductor en el seno de un campo magnético, se genera una fuerza en el mismo.

Fuerza electromagnética originada en un conductor

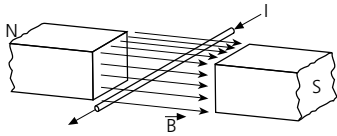


Fig. 18
Fuerza electromagnética en un conductor.

En la figura 18 se muestra un conductor por el que circula una corriente y está bajo la acción de un campo magnético.

Como ya sabemos, el paso de la corriente por el conductor produce un campo magnético circular alrededor del mismo, que se superpone al campo creado por los imanes, dando lugar a un campo magnético resultante.

Esta interacción entre campos produce un campo magnético resultante distorsionado* que es el motivo de que aparezca una fuerza F que actúa sobre cada línea del campo, tendiendo a acortar su trayectoria como si fuese un hilo elástico (fig. 19).

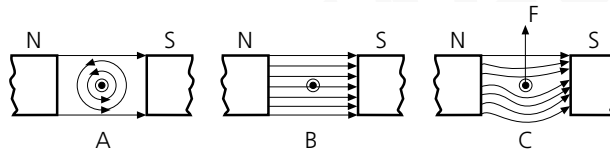


Fig. 19
Interacción de los campos magnéticos: **A.** Campo del conductor; **B.** Campo del imán; **C.** Campo resultante.

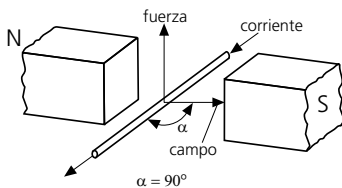


Fig. 20
Fuerza originada por el campo resultante.

Experimentalmente, se comprobó que la fuerza electromagnética desarrollada en el conductor (fig. 20) era proporcional a:

- Magnitud del campo magnético (β).
- Intensidad de la corriente que circula por el conductor (I).
- Longitud del conductor (l).
- Seno* del ángulo formado por el campo y el conductor.

Si el conductor está perpendicular al campo, la fuerza es máxima. Si damos cierta inclinación al conductor con relación al flujo, la fuerza disminuye. Si seguimos inclinando el conductor hasta quedar paralelo a las líneas de fuerza, se observa que no se ejerce ninguna fuerza sobre él.

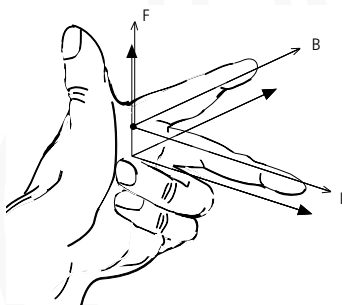


Fig. 21
Regla de la mano izquierda.
F: fuerza originada.
B: sentido del campo del imán.
I: sentido de la corriente.

La dirección de esa fuerza de interacción puede determinarse utilizando la regla de la mano izquierda (fig. 21). La regla establece que colocando los dedos de la mano izquierda de manera que formen un triedro, el dedo corazón señalará el sentido de la corriente; el índice, el sentido de las líneas de fuerza del campo magnético, y el pulgar nos indicará el sentido de la fuerza ejercida F .

Si consideras que has concluido el estudio de esta unidad, responde a las siguientes cuestiones de autoevaluación.

Cuestiones de autoevaluación

1

Completa el texto con las palabras siguientes:

bobina, permanente, paramagnéticas, flujo magnético.

- Las sustancias que simplemente permiten el paso de las líneas de fuerza por su interior, sin facilitar ni dificultar dicha tarea, se llaman sustancias
- Llamamos a la cantidad total de líneas de fuerza que hay en un circuito magnético.
- Obtenemos una cuando arrollamos varias espiras en forma de hélice.
- Si tomamos un trozo de acero y lo sometemos a un campo magnético, lo convertimos en un imán artificial

2

Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

V F

- | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| a. El número de líneas de fuerza por unidad de superficie se denomina <i>flujo magnético</i> . | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| b. Las sustancias diamagnéticas son las que se oponen al paso de las líneas de fuerza por su interior. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| c. En un imán las líneas de fuerza van desde el polo Sur al polo Norte. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| d. La unidad del flujo magnético es el weber. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

3

Explica cómo determinarías el campo magnético de una bobina por la que circula una corriente eléctrica.

Respuestas a las actividades

R

ACTIVIDAD 1

Como habrás visto, las limaduras de hierro tienden a agruparse en los extremos o polos del imán. La distribución en las limaduras se corresponde con la distribución de las líneas de fuerza del campo magnético del imán.

R

ACTIVIDAD 2

La respuesta correcta es la **c**: las líneas de fuerza del campo magnético que rodea a un imán van desde el polo Norte al polo Sur del imán.

R

ACTIVIDAD 3

- Al acercar el imán a un trozo de conductor por el que pasa la corriente, observaremos que el imán se orienta siempre en la misma dirección.
- Si invertimos el sentido de la corriente, veremos que se invierte también el sentido en que se orienta el imán.
- Si se aumenta la intensidad de la corriente, el imán girará con mayor rapidez para orientarse debido a la interacción de los campos magnéticos.

Respuestas a las cuestiones de autoevaluación

1

- Las sustancias que simplemente permiten el paso de las líneas de fuerza por su interior, sin facilitar ni dificultar dicha tarea, se llaman sustancias **paramagnéticas**.
- Llamamos **flujo magnético** a la cantidad total de líneas de fuerza que hay en un circuito magnético.
- Obtenemos una **bobina** cuando arrollamos varias espiras en forma de hélice.
- Si tomamos un trozo de acero y lo sometemos a un campo magnético, lo convertimos en un imán artificial **permanente**.

2

- a. **Falsa**: el número de líneas de fuerza por unidad de superficie se denomina *intensidad de campo magnético*.
- b. **Verdadera**.
- c. **Falsa**: en un imán las líneas de fuerza van desde el polo Norte al polo Sur.
- d. **Verdadera**.

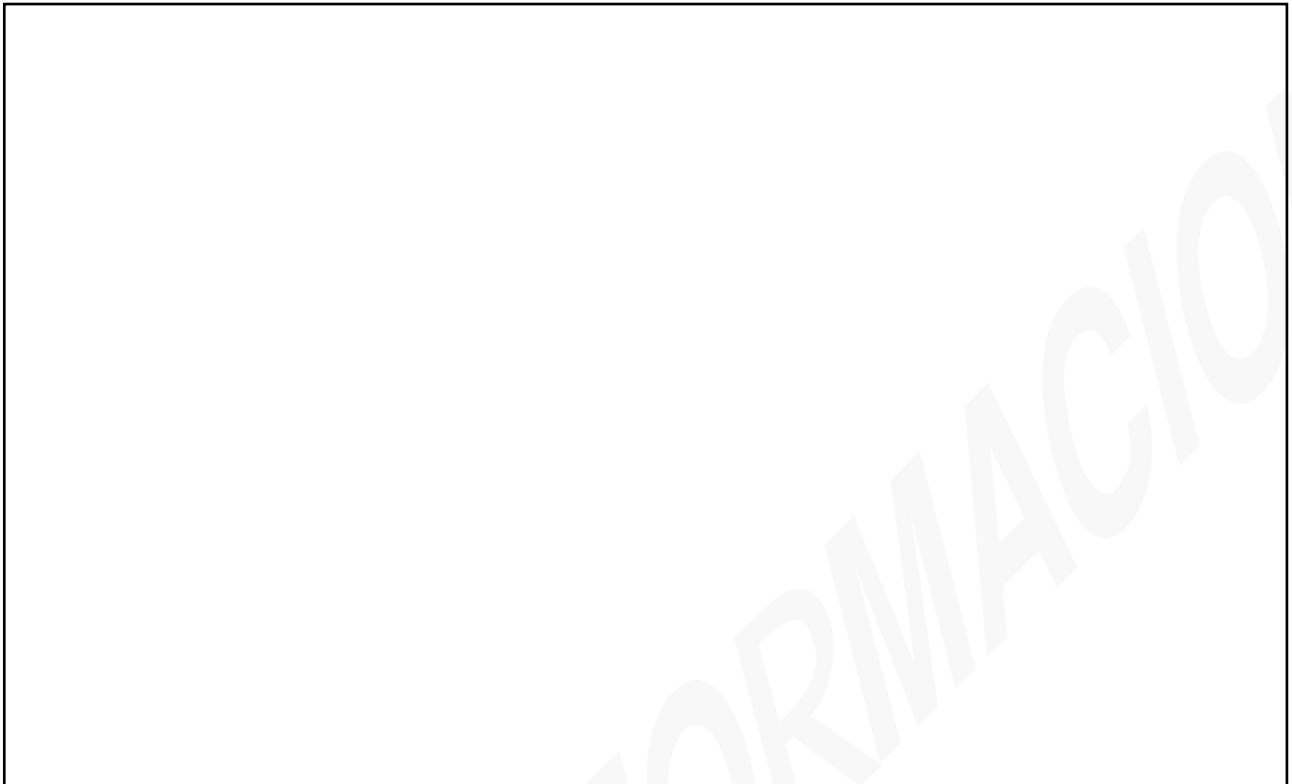
3

Haciendo uso de la regla de la mano derecha, deberás coger la bobina con dicha mano, de manera que los dedos indiquen el sentido de la corriente, siendo el pulgar, totalmente extendido, el que señale el polo Norte del campo magnético generado.

Resumen de Unidad

Imanes	Son materiales que tienen la propiedad de atraer a otros sin que intervengan fenómenos eléctricos ni gravitatorios.
Campo magnético	Es la porción del espacio en la cual se pueden apreciar los efectos magnéticos originados por un imán.
Flujo magnético	Es la cantidad total de líneas de fuerza de un imán.
Intensidad de campo magnético	Se denomina <i>intensidad del campo magnético</i> al número total de líneas de fuerza por unidad de superficie.
Permeabilidad magnética	Es la mayor o menor facultad que tienen las sustancias para dejar pasar por su interior las líneas de fuerza.
Tipos de sustancias magnéticas	Según su comportamiento magnético, las sustancias magnéticas pueden ser: <ul style="list-style-type: none">• Diamagnéticas.• Paramagnéticas.• Ferromagnéticas.
Regla de la mano derecha	Se utiliza para averiguar el sentido del campo magnético que rodea a un conductor por el que circula una corriente eléctrica. También se puede utilizar la regla del sacacorchos .
Fuerza	La fuerza en un conductor por el que circula una corriente dentro de un campo magnético es proporcional a la magnitud de dicho campo, a la corriente que circula por el conductor y a la longitud del conductor sometido al campo magnético.

Notas



Vocabulario

Distorsionado: que deforma el campo magnético inicial creándose otro resultante.

Polaridad: en el caso de una bobina se trata de distinguir cuál de sus extremos es el polo norte y cuál el polo sur.

Seno: relación trigonométrica, en un triángulo rectángulo, que liga el cateto opuesto al ángulo y la hipotenusa de dicho triángulo.



FONDO  FORMACION