

## Planteamiento

Se encuadra dentro del bloque de campo magnético de Física de 2º de Bachillerato, lo creé en un examen en febrero 2015. El objetivo es plantear un problema en el que razonar con algo cotidiano / cercano cuando hay variación de flujo y se produce corriente inducida, relacionándolo con la generación de electricidad, con la orientación de imanes en campo magnético y con el campo magnético terrestre.

Se pueden introducir variaciones para razonar el efecto de cada una: el tiro es parabólico, gira en el aire, la espira se deforma, se llega a cierta altura y el campo varía, se hace cerca de los polos...

## Enunciado

Estudiando física a un estudiante se le ocurre una manera de generar electricidad: mover una espira circular plana e indeformable de 10 cm de radio dentro del campo magnético terrestre, que en el lugar donde realiza el experimento se puede considerar uniforme y con un módulo de  $30 \mu\text{T}$ .

a) Lo primero que hace es usar una brújula y averiguar el sentido y dirección del campo magnético.

Dibuja las líneas de campo magnético terrestre y la colocación de los polos norte y sur de la brújula dentro del campo magnético. Asumir que es en España, a unos  $40^\circ$  de latitud.

b) Razona en qué situaciones y por qué se producirá o no corriente inducida:

1. La lanza rodando en línea recta de un lado a otro de la habitación, con el plano de la espira vertical respecto al suelo.

2. La lanza como un frisbee horizontalmente y en línea recta de un lado a otro de la habitación.

3. La hace girar en el suelo sobre uno de sus diámetros.

4. La hace girar en la pared norte sobre uno de sus diámetros.

c) Calcula la fuerza electromotriz inducida máxima asociada a hacerla girar 50 vueltas por segundo con su eje perpendicular a la pared oeste.

## Solución

a) El imán de la brújula se coloca de modo que las líneas de campo del imán, que salen de su norte magnético y entran por su sur magnético, se alinean con las líneas del campo magnético terrestre: el norte geográfico es el sur magnético y el sur geográfico el magnético. En una zona alejada de los polos como España a  $40^\circ$  de latitud se puede considerar el campo magnético paralelo a la superficie.

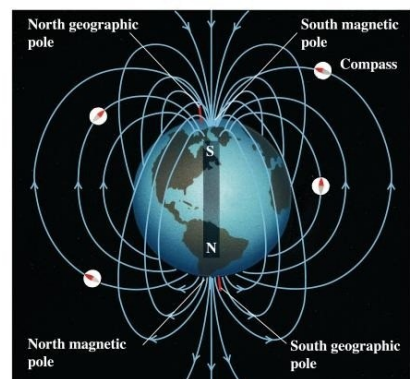
Se puede hacer la analogía momento magnético de un imán y momento magnético de una espira; cuando un momento magnético está inmerso en un campo magnético, se orienta de modo que sea paralelo al campo para que el momento de la fuerza sea nulo. Si momento y campo magnético tienen la misma dirección, el equilibrio es estable, y si tienen sentidos opuestos el equilibrio es inestable.

b) Según la ley de Faraday, se producirá corriente inducida en caso de que haya variación de flujo. Razonamos la variación de flujo en cada una de las situaciones que se indica

1: No hay corriente inducida porque el flujo es constante: no varía ni  $S$ , ni  $B$  ni el ángulo mientras la espira rueda por la habitación.

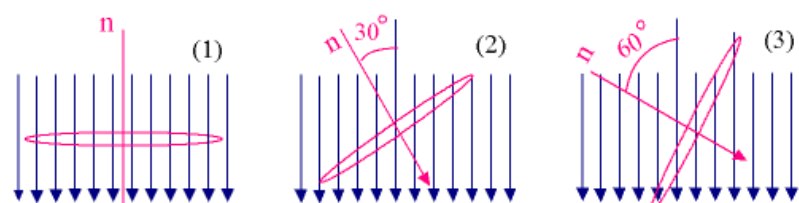
La vista superior de la espira según con qué ángulo se haga rodar

respecto al campo magnético (que va



Copyright © Addison Wesley Longman, Inc.

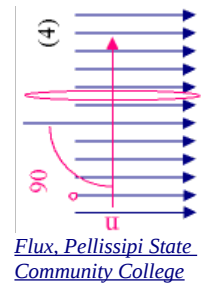
[Joseph F. Becker, San José State University](#)



[Flux, Pellissippi State Community College](#)

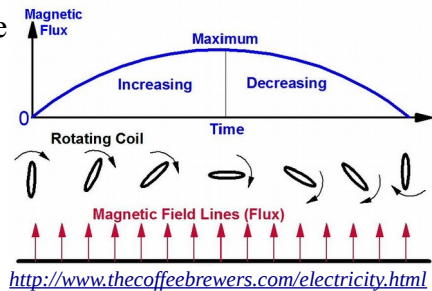
dirigido hacia norte) podría ser cualquiera de las tres que se muestran en la figura.  
 2. No hay corriente inducida porque el flujo que la atraviesa es constante, siempre es nulo ya que mientras se mueve horizontalmente el vector superficie y el campo siempre forman  $90^\circ$  (asociado a dibujo numerado como 4, que sería una vista lateral)

Sería equivalente al caso 1 en el que se lanzase rodando con el plano de la espira vertical y su eje en el plano sur-norte.



3. Sí hay corriente inducida; es el caso de una espira girando sobre un eje de modo que sí hay variación de flujo: según el instante dentro del giro que realiza el flujo es máximo o nulo.

Es interesante visualizar que precisamente cuando el flujo es máximo es cuando la tensión y la corriente inducida es mínima, y que cuando el flujo es nulo es cuando la tensión y la corriente inducida es máxima. Es un error asociar nulo en flujo a nulo en tensión.



4. No hay corriente inducida; es una espira girando sobre un eje, pero no hay variación de flujo ya que siempre es nulo, ya que el eje de giro es paralelo al campo magnético (sobre el dibujo 4, sería como si estuviera girando sobre un eje paralelo al campo magnético)

c) Según la ley de Faraday 
$$\varepsilon = \frac{-d\Phi}{dt} = -d \frac{BS \cos(\omega t)}{dt} = BS \omega \operatorname{sen}(\omega t)$$

El valor máximo será  $\varepsilon_{\text{máx}} = BS\omega = 30 \cdot 10^{-6} \cdot \pi(0,1)^2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 = 2,96 \cdot 10^{-4} \text{ V}$