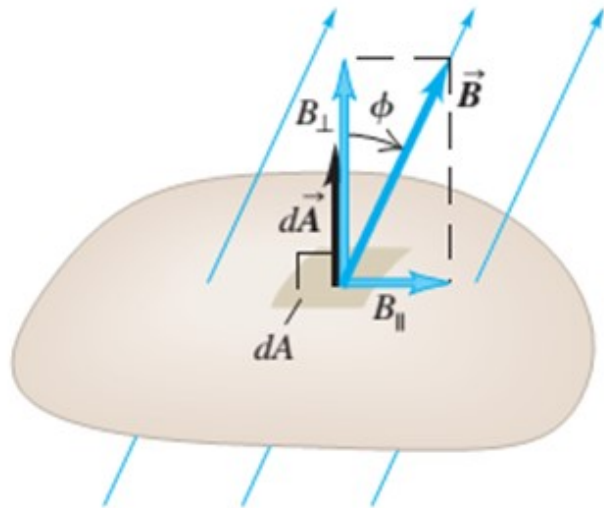


Repaso de clases anteriores

1



Flujo magnético a través de un elemento de área $d\vec{A}$:
 $d\Phi_B = \vec{B} \cdot d\vec{A} = B_{\perp} dA = B dA \cos \phi$.

Causa de la inducción electromagnética: cambio del **flujo magnético** en el tiempo a través de un circuito.

Flujo magnético:

$$d\Phi_B = \vec{B} \cdot d\vec{A} = B_{\perp} dA = B dA \cos \phi$$

$$\Phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A} = \int B dA \cos \phi$$

Si \vec{B} es uniforme sobre un área plana \vec{A}

$$\Phi_B = \vec{B} \cdot \vec{A} = BA \cos \phi$$

Ley de Faraday de la inducción:

La fem inducida (ε) en un circuito es igual a menos la derivada respecto al tiempo del flujo magnético (Φ_B) a través del circuito (es decir al negativo de la velocidad con que cambia con el tiempo el flujo magnético).

Ley de Faraday

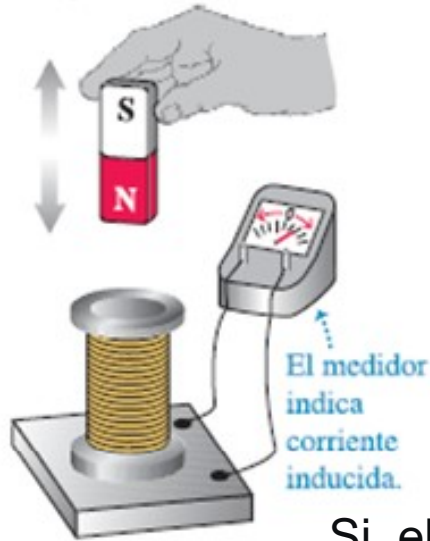
$$\varepsilon = - \frac{d\Phi_B}{dt}$$

Repaso de clases anteriores

a) Un imán fijo NO induce una corriente en una bobina.



b) Mover el imán acercándolo o alejándolo de la bobina.



La corriente generada se llama **corriente inducida**, y la fem correspondiente que se requiere para generarla recibe el nombre de **fem inducida**.

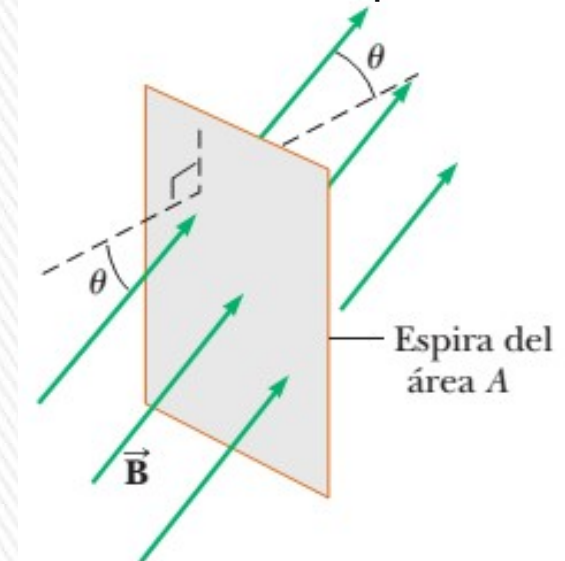
$$\varepsilon = -N \frac{d\Phi_B}{dt}$$

Si el campo B es uniforme en un área plana A:

$$\varepsilon = -\frac{d}{dt} (BA \cos \phi)$$

¿cómo se puede generar una fem?

Variando el campo B
Modificando el área A
O variando el ángulo θ



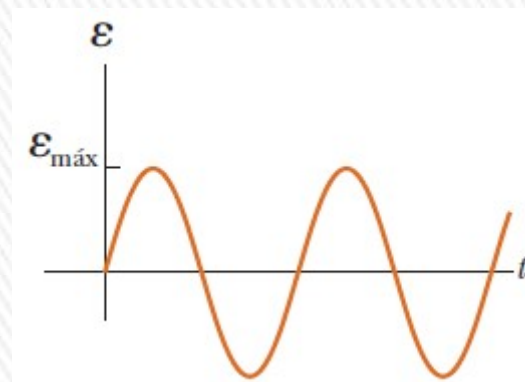
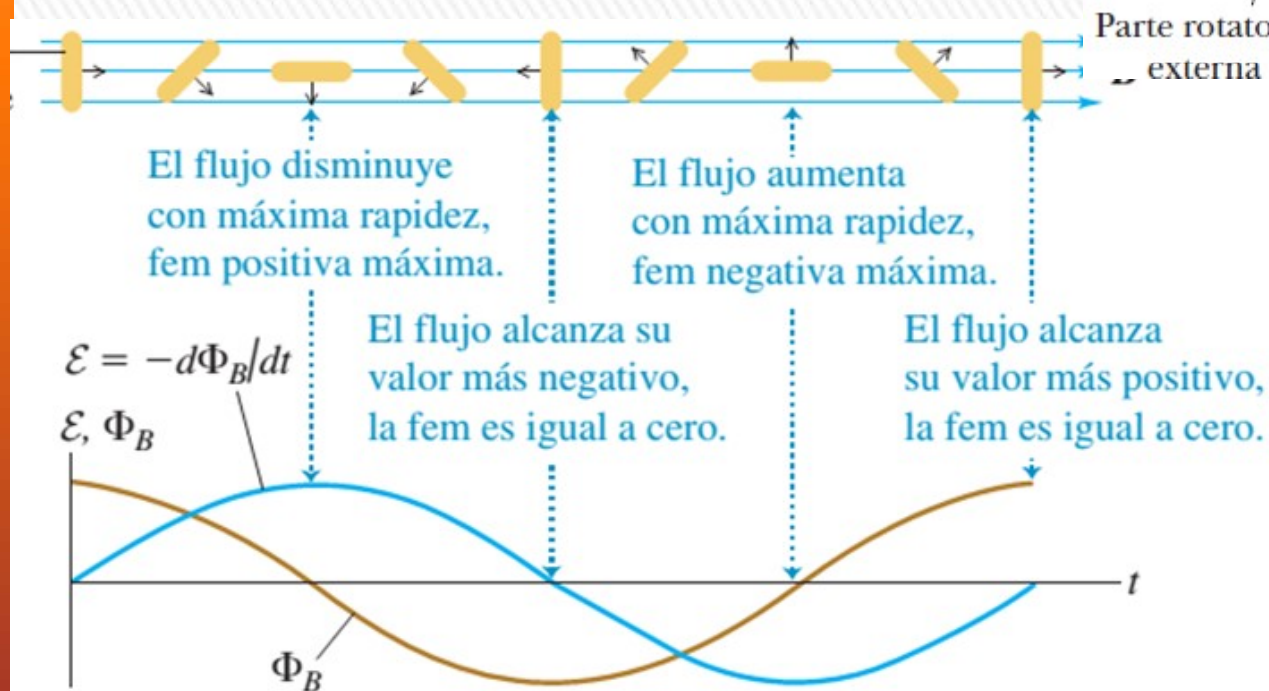
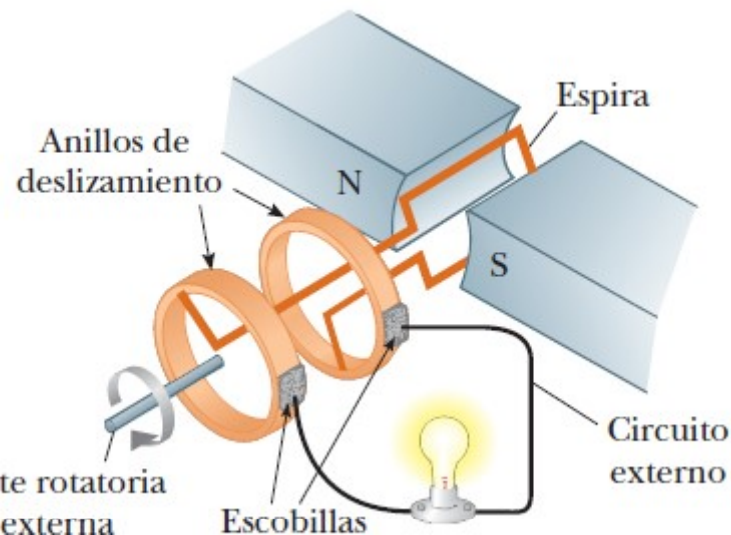
Repaso de clases anteriores

Versión sencilla de un *alternador*, un dispositivo que genera una fem.

$$\Phi_B = \vec{B} \cdot \vec{A} = BA \cos \phi = BA \cos \omega t$$

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi_B}{dt} = -\frac{d}{dt}(BA \cos \omega t) = \omega BA \sin \omega t$$

$$\varepsilon_{MAX} = \omega BA$$



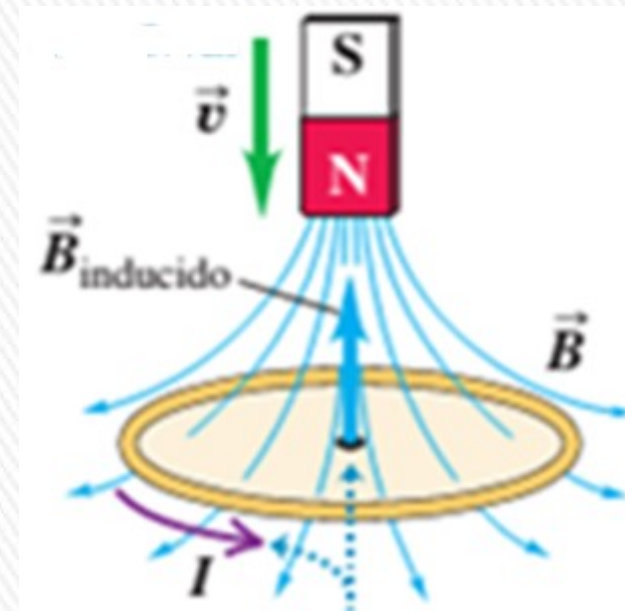
Repaso de clases anteriores

Ley de Lenz: Método alternativo conveniente para **determinar el sentido de una corriente o una fem inducidas**.

No es un principio independiente: se puede obtener de la ley de Faraday, pero es más fácil de usar y es consecuencia del principio de conservación de la energía.

La dirección de cualquier efecto de la inducción magnética es la que se opone a la causa del efecto.

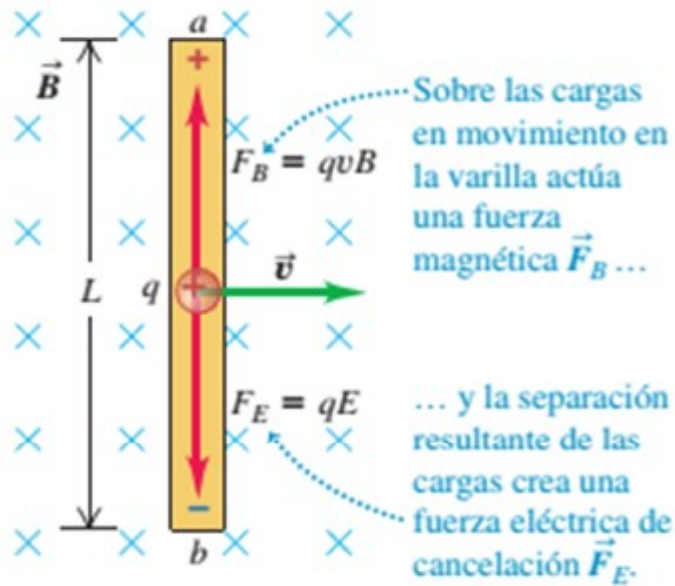
La corriente o fem inducida siempre tiende a oponerse al cambio que la generó, o a cancelarlo.



Repaso de clase anterior

FUERZA ELECTROMOTRIZ (fem) DE MOVIMIENTO

a) Varilla aislada en movimiento



$$qE = qvB$$

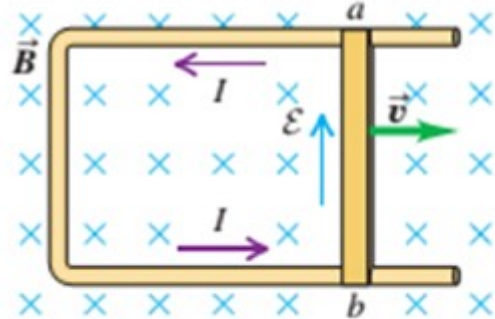
$$V_{ab} = V_a - V_b = E \cdot L = vBL$$

El campo eléctrico establece una corriente en el sentido que se indica.

La varilla móvil se ha vuelto una fuente de fuerza electromotriz

Esta fem se denomina **fuerza electromotriz de movimiento**, $\varepsilon = vBL$ y se denota con ε .

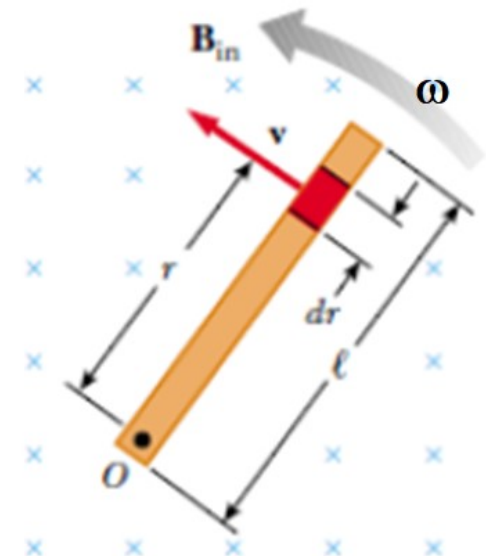
b) Varilla conectada a un conductor fijo



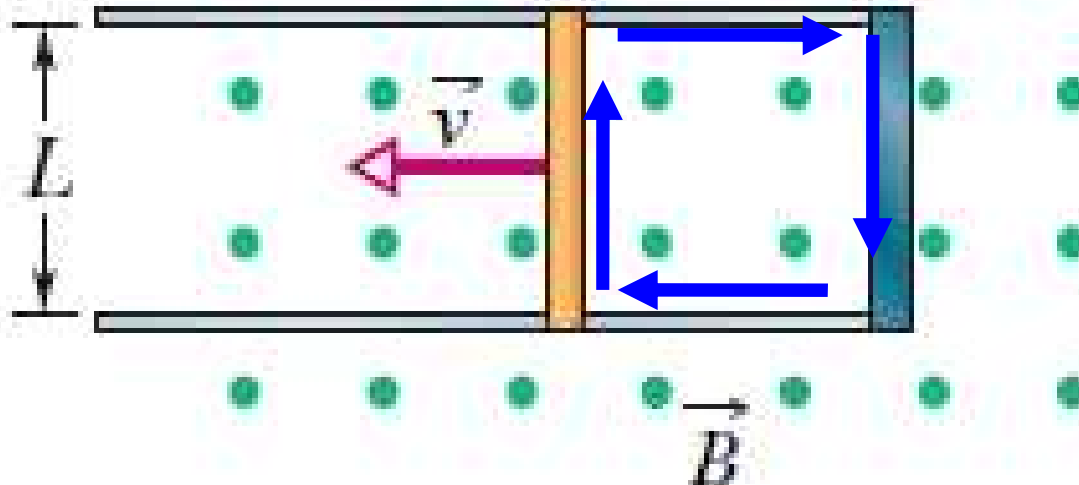
La fem ε en la varilla móvil crea un campo eléctrico en el conductor fijo.

Fem de movimiento inducida en una barra giratoria

$$\varepsilon = \frac{B\omega l^2}{2}$$



EJEMPLO: ejercicio 3.2.6



Supongo B saliente.
El flujo magnético
aumenta con el tiempo.
Por lo que el B_{inducido} se
debe oponer al existente.
Por lo tanto la corriente
en la espira debe ser en
sentido horario.

La velocidad se está generando la energía interna en la barra es la misma que la velocidad que la fuerza realiza trabajo sobre la barra.

La velocidad se está generando la energía interna en la barra, es la potencia disipada por efecto Joule:

$$\mathcal{P}_{\text{dis.}} = I^2 R = \frac{\mathcal{E}^2}{R} = \frac{(BLv)^2}{R}$$

La velocidad que la fuerza realiza trabajo sobre la barra es la potencia entregada:

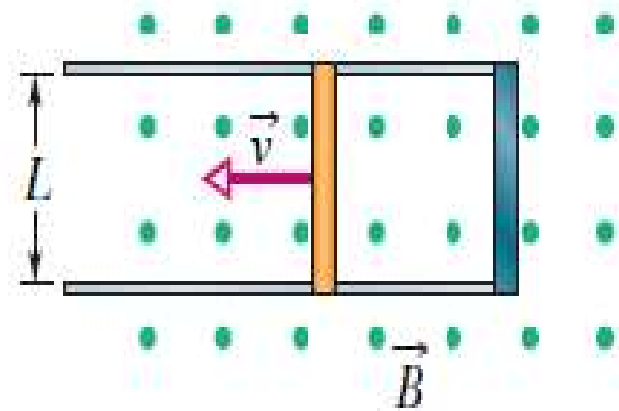
$$\mathcal{P}_{\text{ent.}} = F \cdot v = (B \cdot I \cdot L)v = B \left(\frac{BLv}{R} \right) Lv = \frac{B^2 L^2 v^2}{R}$$

$$\mathcal{P}_{\text{dis.}} = \mathcal{P}_{\text{ent.}} = F \cdot v = (0,16552 \text{ N}) \left(4,86 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right) = 0,80443 \text{ W}$$

$$\mathcal{P} = 0,804 \text{ W}$$

EJEMPLO: ejercicio 3.2.6

3.2.6- La figura muestra una barra conductora de longitud L que, tirando de ella, es atraída a lo largo de rieles conductores horizontales, carentes de fricción, a una velocidad constante v . Un campo magnético vertical uniforme B ocupa la región en que se mueve la barra. Si $L = 10,8 \text{ cm}$, $v = 4,86 \text{ m/s}$ y $B = 1,18 \text{ T}$.



- Halle la fem inducida en la barra.
- Calcule la corriente en la espira conductora. Suponga que la resistencia de la barra sea de $415 \text{ m}\Omega$ y que la resistencia de los rieles sea despreciablemente pequeña.
- Determine la fuerza que debe aplicarse por un agente externo a la barra para mantener su movimiento.
- ¿A qué velocidad se está generando la energía interna en la barra?
- ¿A qué velocidad esta fuerza realiza trabajo sobre la barra? Compare esta respuesta con la respuesta dada a d).

$L = 10,8 \text{ cm}$, $v = 4,86 \text{ m/s}$, $B = 1,18 \text{ T}$, $R = 415 \text{ m}\Omega$

a) $\epsilon = BLv = (1,18)(0,108)(4,86) = 0,5826 \text{ V}$

$\epsilon = 0,583 \text{ V}$

b) $I = \epsilon/R = 0,5826/0,415 = 1,3709 \text{ A}$

$I = 1,37 \text{ A}$

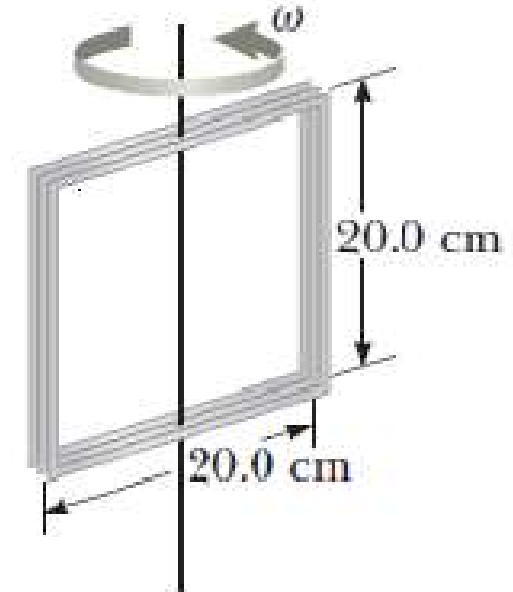
c) $F = BIL = (1,18)(1,3709)(0,108) = 0,16552 \text{ N}$

$F = 0,166 \text{ N}$

EJEMPLO: ejercicio 3.2.8

Una bobina cuadrada de 20 cm × 20 cm de 100 vueltas de alambre gira alrededor de un eje vertical a 1500 rpm. La componente horizontal del campo magnético terrestre en la posición de la bobina es $2,00 \times 10^{-5}$ T.

- Calcular la máxima fem inducida en la bobina por este campo.
- Si el alambre tiene una resistencia por unidad de longitud de $0,10 \Omega/\text{cm}$, hallar la amplitud de la corriente inducida.
- ¿Cuánto vale la potencia promedio disipada en calor por la resistencia?



$$\mathcal{E}_{\text{máx.}} = N\omega BA$$

$N = 100$ espiras.

$$A = L^2 = (0,20 \text{ m})^2 = 0,040 \text{ m}^2$$

$$\omega = \frac{2\pi(1500 \text{ rpm})}{60} = 157,08 \text{ rad/s}$$

$$\mathcal{E}_{\text{máx.}} = N\omega BA = 100(157,08)(2,00 \times 10^{-5})(0,040) = 0,012566 \text{ V}$$

$$\mathcal{E}_{\text{máx}} = 12,6 \text{ mV}$$

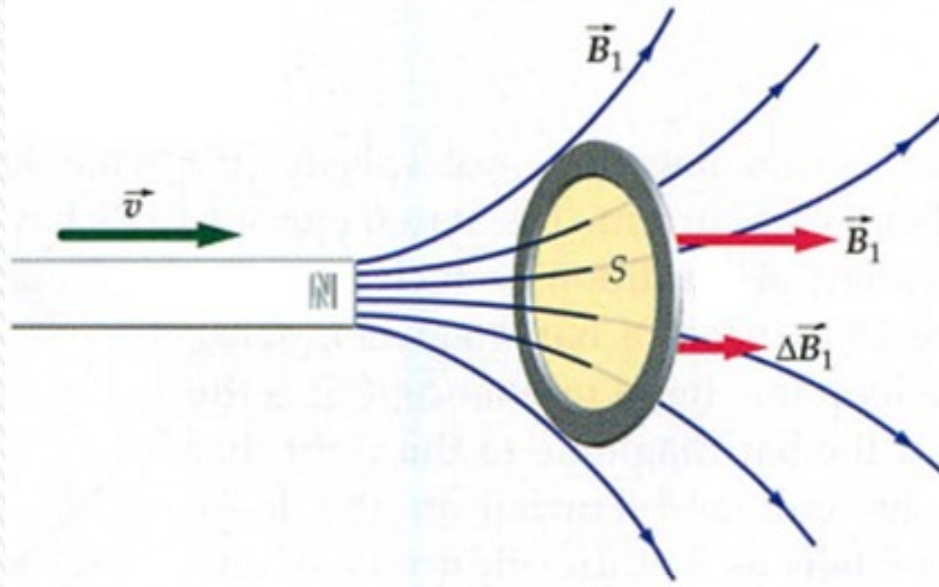
La resistencia de la espira valdrá: $R = 0,10 \Omega/\text{cm} \times (100 \times 4 \times 20,0) \text{ cm} = 800 \Omega$

$$I_{\text{máx}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{máx}}}{R} = \frac{0,012566}{800} = 1,57 \times 10^{-5} \text{ A}$$

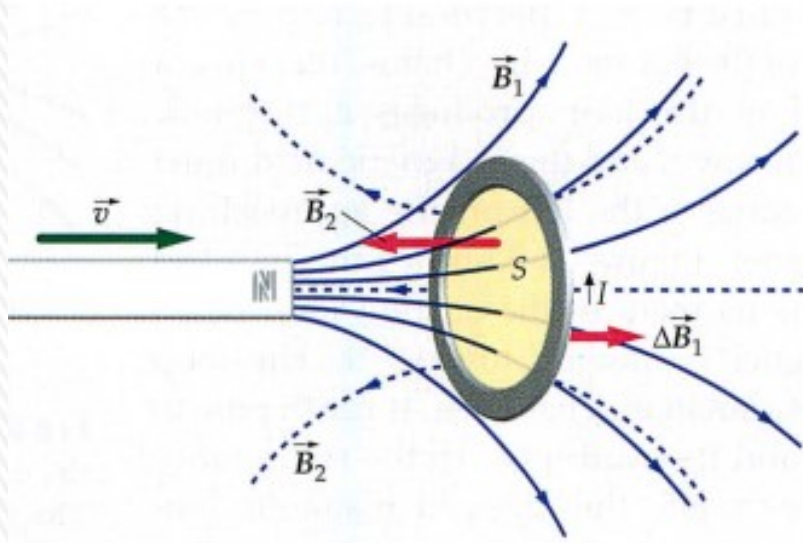
$$I_{\text{máx}} = 15,7 \mu\text{A}$$

$$\mathcal{P}_{\text{dis.}} = I^2 R = \frac{\mathcal{E}^2}{R} = \frac{(12,6 \times 10^{-3})^2}{800} = 1,97 \times 10^{-7} \text{ W}$$

QUICK QUIZ - CUESTIONARIO RÁPIDO



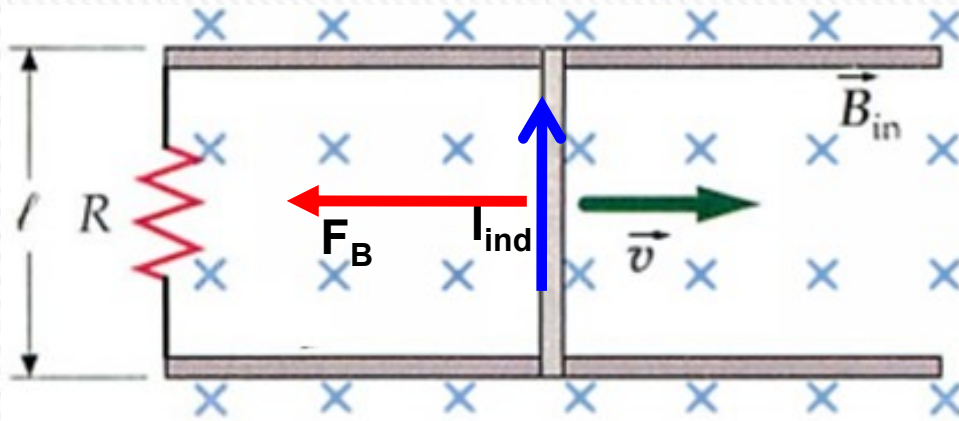
Se acerca el polo norte de un imán de barra hacia una espira.
¿Cuál es el sentido de la corriente inducida?



En sentido antihorario, como se muestra en la figura.
El sentido de B_2 inducido se debe oponer al de B_1 , ya que el flujo magnético debido a éste va aumentando a medida que se acerca el imán a la espira.



QUICK QUIZ - CUESTIONARIO RÁPIDO



Hay un campo magnético uniforme entrante a la pantalla, y la barra se desplaza hacia la derecha con rapidez v .

¿Cuál es el sentido de la corriente inducida por la barra?

En la barra es de abajo hacia arriba.

En la espira cerrada con R , la corriente inducida se mueve en sentido antihorario.

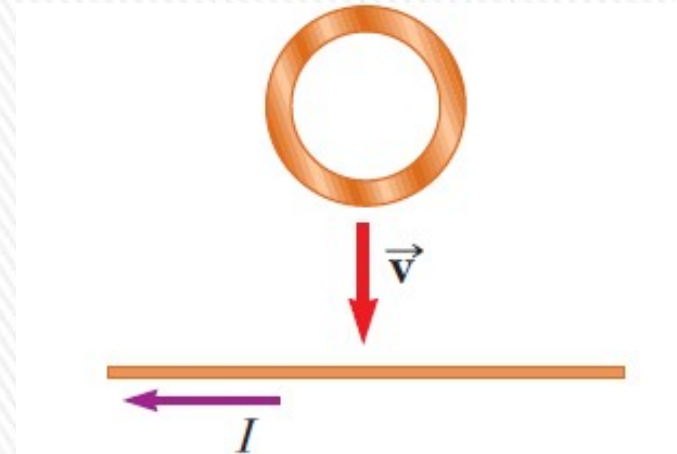
Genera una fuerza magnética que se opone al movimiento de la barra.



QUICK QUIZ - CUESTIONARIO RÁPIDO

La figura muestra una espira redonda de alambre que cae hacia un alambre que conduce corriente hacia la izquierda. La dirección de la corriente inducida en la espira es:

- a) en sentido de las manecillas del reloj,
- b) opuesta a las manecillas del reloj,
- c) cero,
- d) imposible de determinar.



El campo magnético que crea el alambre crece a medida que se está más cerca del mismo, y en la región donde está la espira es entrante. Por tanto a medida que cae la espira, aumenta el flujo magnético entrante en la espira.

Por la ley de Lenz la corriente inducida se debe oponer a esto, por tanto debe producir un campo magnético saliente.

El sentido de la corriente inducida en la espira debe tener sentido antihorario.

QUICK QUIZ - CUESTIONARIO RÁPIDO

Responda a cada pregunta sí o no. Suponga que los movimientos y las corrientes mencionadas están a lo largo del eje x y campos se encuentran en la dirección y .

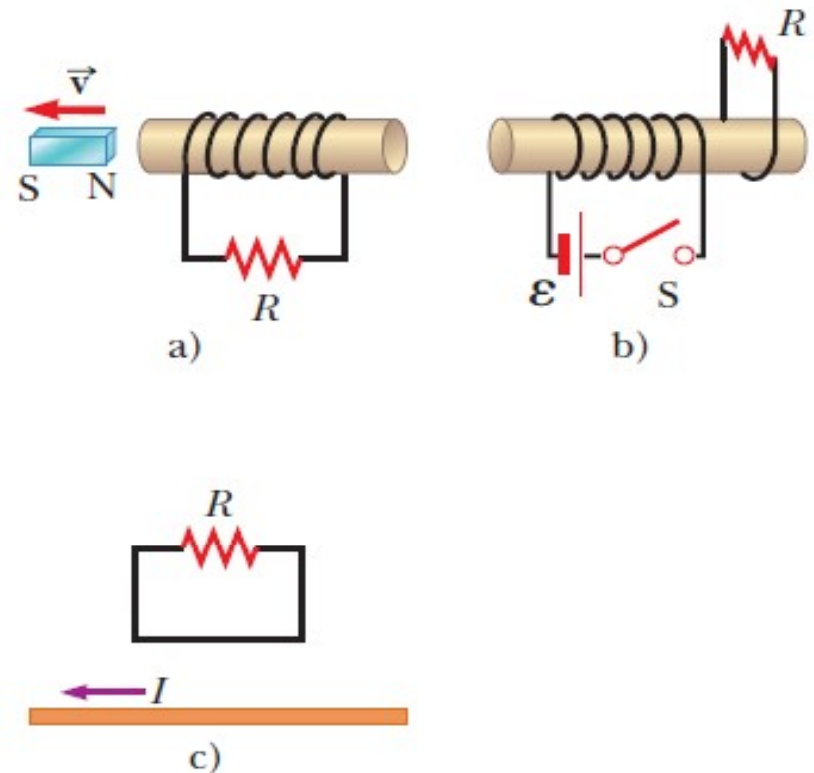
- a) ¿Un campo eléctrico ejerce una fuerza sobre un objeto inmóvil cargado? **SI**
- b) ¿Un campo magnético puede hacerlo? **NO**
- c) ¿Un campo eléctrico ejerce una fuerza sobre un objeto que se mueve cargado? **SI**
- d) ¿Un campo magnético puede hacerlo? **SI, salvo que se mueva paralelamente al campo**
- e) ¿Un campo eléctrico ejerce una fuerza sobre un cable recto conductor de corriente? **NO**
- f) ¿Un campo magnético puede hacerlo? **SI, salvo que la corriente sea paralela al campo**
- g) ¿Un campo eléctrico ejerce una fuerza sobre un haz de electrones que se mueven? **SI**
- h) ¿Un campo magnético puede hacerlo?
SI, salvo que los electrones se muevan paralelos al campo

EJEMPLO: ejercicio de repartido

5.6 (A) - a) ¿Cuál es la dirección de la corriente inducida en la resistencia R en la figura **a)** cuando el imán se mueve hacia la izquierda?

b) ¿Cuál es la dirección de la corriente inducida en la resistencia R en la figura **b)** inmediatamente luego de cerrar el interruptor S ?

c) ¿Cuál es la dirección de la corriente inducida en la resistencia R en la figura **c)** cuando la corriente I disminuye rápidamente a cero?



a) En el interior de la bobina, el Φ_B entrante disminuye, por tanto la corriente inducida debe crear un campo similar al del imán: circula de izquierda a derecha.

b) Al cerrar el interruptor la corriente genera un campo tal que el flujo Φ_B aumenta con un B hacia la izquierda. El campo inducido se debe oponer, por tanto la corriente inducida se dirige desde atrás hacia adelante.

c) El flujo entrante en la espira disminuye, al disminuir I , por tanto la corriente inducida en la espira debe tener sentido antihorario.