2.A- Dos partículas puntuales de masas iguales $m = 5{,}9\ g$ tienen cargas $q_1 = 2{,}0\ \mu C$ y $q_2 = 3{,}0\ \mu C$. Inicialmente están en reposo y separadas una distancia $d_i = 1{,}0\ m$. Luego se las deja libres. Cuando están separadas una distancia $d_f = 5{,}0\ m$, ¿qué velocidad tiene cada una?

a) $v_1 = v_2 = 2{,}7\ m/s$ b) $v_1 = 2{,}7\ m/s, v_2 = 3{,}9\ m/s$ c) $v_1 = v_2 = 3{,}9\ m/s$
d) $v_1 = 6{,}6\ m/s,\ v_2 = 2{,}7\ m/s$e) $v_1 = v_2 = 6{,}6\ m/s$ f) $v_1 = 3{,}9\ m/s\ v_2 = 6{,}6\ m/s$

Inicial: $\oplus$ - - - - - - - - $\oplus$ $\vec{V} = 0$

$d_i = 1{,}0\,m$

Final: $\oplus$ - - - - - - - - - - - - - - - $\oplus$ $\vec{V} \neq 0$

$d_f = 5{,}0\,m$

Conservación de la energía:

$$E_i = \underbrace{K_i}_{=0} + U_i = \frac{K_E q_1 q_2}{d_i} = 0{,}054\ J$$

$$E_f = K_f + U_f = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} + \frac{K_E q_1 q_2}{d_f}$$

$\Big\}\ E_i = E_f$

$$\rightarrow \frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} + \frac{K_E q_1 q_2}{d_f} = 0{,}054\ J$$

$V_1 = V_2$: • K no depende de la carga, pero sí de la masa: $K = \frac{mv^2}{2}$

$\rightarrow K_1 = K_2 \rightarrow V_1 = V_2$ (tienen la misma masa)

• Se conserva el momento lineal: $\vec{P} = m\vec{V}$

$$P_i = m\underbrace{V_{i1}}_{=0} + m\underbrace{V_{i2}}_{=0} = 0$$

$$P_f = mV_{f1} + mV_{f2} = P_i = 0$$

$\hookrightarrow m V_{f1} = -m V_{f2} \Rightarrow V_{f1} = -V_{f2}$

$\vec{V}_{f1}$ $\leftarrow \oplus$ - - - - - - $\oplus \rightarrow$ $\vec{V}_{f2}$

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2} + \frac{K_E q_1 q_2}{10} = 0{,}054\ J$$

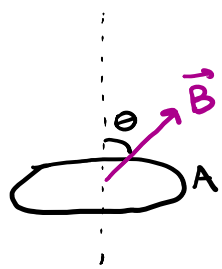
$$\underbrace{\frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2}} + \frac{K_E q_1 q_2}{d_f} = 0{,}054\ J$$

$$mv^2 + \frac{K_E q_1 q_2}{d_f} = 0{,}054\ J$$

$$v^2 = \frac{0{,}054\ J}{m} - \frac{K_E q_1 q_2}{m\, d_f} \longrightarrow v = \sqrt{\frac{0{,}054\ J}{m} - \frac{K_E q_1 q_2}{m\, d_f}} = 2{,}7\ m/s$$

Inducción electromagnética

$\rightsquigarrow$ $\vec{B}$ variable genera $\vec{E}$



θ : ángulo entre $\vec{B}$ y la perpendicular al área

Flujo de campo magnético:

$$\phi_B = BA\cos\theta$$

- Vario flujo de campo magnético $\Rightarrow$ Aparece una fem inducida (ε) en el circuito
  $\longrightarrow$ aparece una corriente inducida

¿Cómo puede variar ϕ_B?

- variar B
- variar A
- variar θ

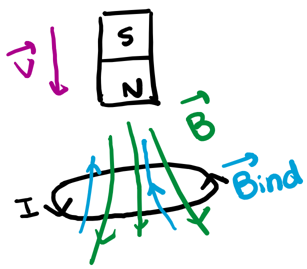
Vimos: corrientes en conductores generan $\vec{B}$
$\longrightarrow$ la corriente inducida genera $\vec{B}_{ind}$

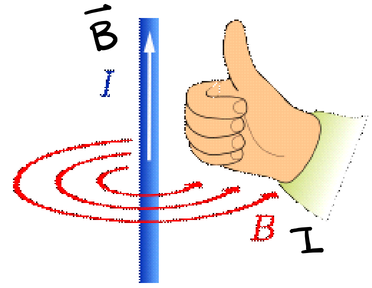
ϕ_B variable ($\uparrow \vec{B}$) $\longrightarrow$ genera fem inducida y corriente inducida $\longrightarrow$ genera $\vec{B}_{ind}$
$\hookrightarrow$ su dirección depende de si el flujo aumenta o disminuye

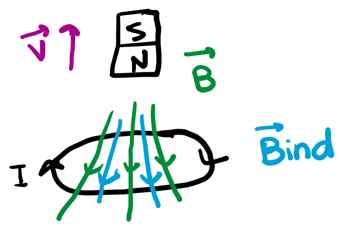
Ley de Faraday: La fem inducida es proporcional a la razón (derivada) del cambio de flujo magnético respecto al tiempo

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

Ley de Lenz: El sentido de la fem/corriente inducida es el que se opone a la variación del flujo magnético







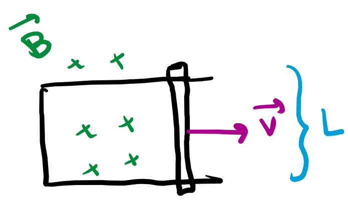
ϕ_B aumenta

↳ $\vec{B}_{ind}$ en sentido opuesto a $\vec{B}$

ϕ_B disminuye

↳ $\vec{B}_{ind}$ en el mismo sentido que $\vec{B}$

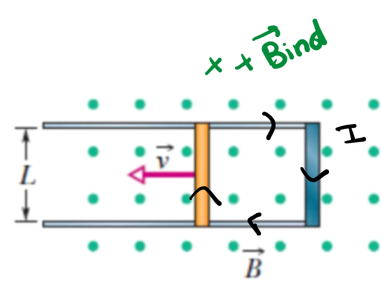
Fem de movimiento:



Circuito cerrado con área variable
→ ϕ_B variable
→ aparece $\mathcal{E}$ inducida
→ corriente

$$\mathcal{E} = BLV$$

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 cm, **v** = 4,86 m/s y **B** = 1,18 T.
a) Halle la fem inducida en la barra.
b) Calcule la corriente en la espira conductora. Suponga que la resistencia de la barra sea de 415 mΩ y que la resistencia de los rieles sea despreciablemente pequeña.
c) ¿A qué velocidad se está generando la energía interna en la barra?
d) Determine la fuerza que debe aplicarse por un agente externo a la barra para mantener su movimiento.
e) ¿A qué velocidad esta fuerza realiza trabajo sobre la barra? Compare esta respuesta con la respuesta dada a c).



~~la varilla rota alrededor de O.~~

a) $\mathcal{E} = BLv = 1{,}18\,T \cdot 0{,}108\,m \cdot 4{,}86\,m/s = 0{,}619\,V$

b) $R = 415\,m\Omega = 415 \times 10^{-3}\,\Omega = 0{,}415\,\Omega$

Ley de Ohm: $\mathcal{E} = RI \rightsquigarrow I = \mathcal{E}/R = \frac{0{,}619\,V}{0{,}415\,\Omega} = 1{,}49\,A$

ϕ_B está aumentando → $\vec{B}_{ind}$ es entrante → I en sentido horario

ϕ_B está aumentando $\longrightarrow$ $\vec{B}_{ind}$ es entrante $\rightarrow$ I en sentido horario

c) $P = \dfrac{d\overset{E}{U}}{dt}$ $\rightarrow$ vel. a la que se genera energía

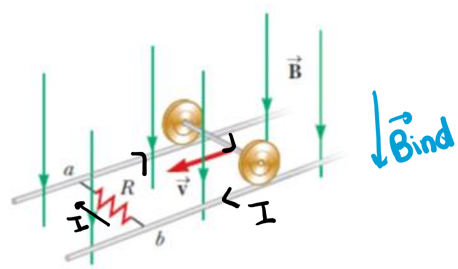
$= \mathcal{E} I = 0{,}619\,V \cdot 1{,}49\,A = 0{,}923\,W$

d) $\vec{v}$ cte $\Rightarrow \vec{F}_{neta} = 0 \longrightarrow F_{ext} = F_B = \underset{\downarrow \text{ conductor}}{BIL} = 1{,}18\,T \cdot 1{,}49\,A \cdot 0{,}108\,m$
$= 0{,}190\,N$

e) vel. a la que se genera trabajo = potencia

$P = F_{ext} \cdot v = 0{,}190\,N \cdot 4{,}86\,m/s = 0{,}923\,W$

3.2.10- En la figura que se muestra, el eje que rueda, de 1,50 m de largo, se jala a lo largo de rieles horizontales con una velocidad constante v= 3,00 m/s. Un resistor R = 0,400 Ω se conecta a los rieles en los puntos a y b, uno directamente opuesto al otro. (Las ruedas tienen buen contacto eléctrico con los rieles, de modo que eje, rieles y R forman un circuito cerrado. La única resistencia significativa en el circuito es R.) Un campo magnético uniforme B = 0,800 T se dirige en forma vertical hacia abajo.
a) Encuentre la corriente inducida I en el resistor.
b) ¿Qué fuerza horizontal F se requiere para mantener el eje en rodamiento con velocidad constante?
c) ¿Cuál extremo del resistor, a o b, está al potencial eléctrico más alto?
d) Después de que el eje rueda por el resistor, ¿la corriente en R invierte su dirección? Explique su respuesta.



a) $\mathcal{E} = BLv = 0{,}800\,T \cdot 1{,}50\,m \cdot 3{,}00\,m/s = 3{,}6\,V$

Ley de ohm: $I = \mathcal{E}/R = \dfrac{3{,}6\,V}{0{,}400\,\Omega} = 9{,}0\,A$

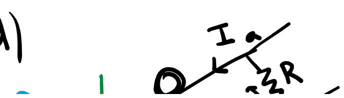
ϕ_B disminuye $\rightarrow$ $\vec{B}_{ind}$ hacia abajo $\rightarrow$ I en sentido horario.

b) $F_{ext} = F_B = BIL = 0{,}800\,T \cdot 9{,}0\,A \cdot 1{,}50\,m = 10{,}8\,N$

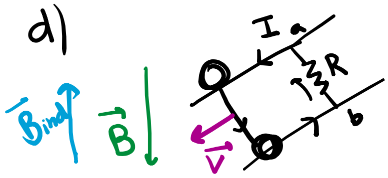
c) I va del potencial más alto al más bajo

$\rightarrow$ b está a un potencial más alto

d)



ϕ_B aumenta $\rightarrow$ $\vec{B}_{ind}$ hacia arriba d)



ϕ_B aumenta $\rightarrow \vec{B}_{ind}$ hacia arriba

$\rightsquigarrow I$ en sentido antihorario

La corriente en R sigue con la misma dirección

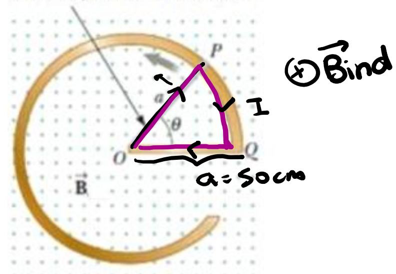
con la respuesta dada a c).

3.2.7- La figura muestra un conductor estacionario cuya forma es similar a la letra e. El radio del sector circular vale a = 50,0 cm. Se coloca en una región donde existe un campo magnético uniforme de B = 0,500 T dirigido hacia fuera de la página. Una barra conductora recta, de 50,0 cm de largo, pivotada sobre el punto O gira con una velocidad angular constante de 2,00 rad/s.

a) Determine la fem inducida en el bucle POQ.

b) Si todo el material conductor tiene una resistencia por longitud de 5,00 Ω/m, ¿cuál es la corriente inducida en el bucle POQ en el instante 0,250 s después de que pase el punto P por el punto Q?

la varilla rota alrededor de O.

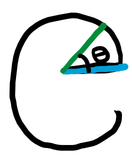


Barra giratoria: $\mathcal{E} = \frac{1}{2} B \omega L^2$

$\omega \rightarrow$ velocidad angular

a) $\mathcal{E} = \frac{1}{2} B \omega a^2 = \frac{1}{2}\, 0{,}500\,T \cdot 2{,}00\,\frac{rad}{s} \cdot (0{,}5\,m)^2 = 0{,}125\ V$

b) $\frac{R}{L} = 5{,}00\ \frac{\Omega}{m}$



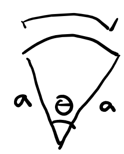
Inicial

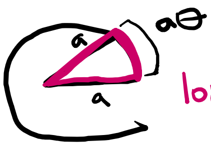
Después

$t = 0{,}250\ s$

$\omega = 2{,}00\ \frac{rad}{s} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{\theta}{0{,}250\,s} \rightsquigarrow \theta = 2{,}00\ \frac{rad}{s} \cdot 0{,}250\,s$

$\underline{\theta = 0{,}50\ rad}$





longitud $= L = a + a + a\theta = 2a + a\theta$

$= 2 \cdot 0{,}5\,m + 0{,}5\,m \cdot 0{,}50\,rad$

$= 1{,}25\ m$

$R = 5{,}00\ \frac{\Omega}{m} \cdot L = 5{,}00\ \frac{\Omega}{m} \cdot 1{,}25\,m = \underline{6{,}25\ \Omega}$

Ohm: $I = \mathcal{E}/R = \frac{0{,}125\,V}{\ } = 0{,}02\ A$

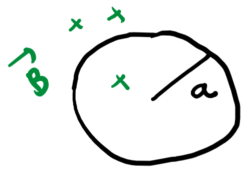
$$\text{Ohm: } I = \varepsilon / R = \frac{0{,}125\,V}{6{,}25\,\Omega} = 0{,}02\ A$$

ϕ_B aumenta $\rightarrow$ $\vec{B}_{ind}$ entrante $\rightarrow$ I en sentido horario

3.2.9- La estimulación magnética transcraneana (TMS, por sus siglas en inglés), es un método no invasivo e indoloro de estimulación de la corteza cerebral. Actualmente se utiliza ocasionalmente como terapia para la depresión. Esta técnica consiste en hacer pasar una corriente variable por un solenoide (un conjunto de *N* espiras) para que genere un campo magnético variable sobre la superficie del cráneo y, por lo tanto, se genere una corriente inducida. En 1985, Barker et al. consiguieron generar sobre una región de la corteza cerebral un campo que cambiaba en 2,0 T en un período de 110 μs en el interior de una región de la corteza de radio 1,0 cm y resistencia por unidad de longitud de 1,0 Ω/m. Supongamos que
el campo magnético es constante en el interior de la región mencionada y su variación se dio a tasa constante.

a) ¿Cuánto vale la FEM inducida sobre el borde de la región?

b) ¿Cuánto vale la corriente inducida?



$$\frac{R}{L} = 1{,}0\ \frac{\Omega}{m}$$

a) $$|\varepsilon| = \frac{d\phi_B}{dt} = \frac{\Delta\phi_B}{\Delta t} = \frac{\Delta(BA)}{\Delta t} = \frac{\Delta B \cdot A}{\Delta t} = \frac{\Delta B \cdot \pi a^2}{\Delta t} = \frac{2{,}0\,T \cdot \pi(0{,}01\,m)^2}{110 \times 10^{-6}\,s}$$

tasa constante

$$= 5{,}7\ V$$

A = superficie del círculo $= \pi a^2$

b) L = perímetro del círculo $= 2\pi a = 2\pi(0{,}01\,m) = 0{,}06\,m$

$$R = 1{,}0\,\frac{\Omega}{m} L = 1{,}0\,\frac{\Omega}{m} \cdot 0{,}06\,m = 0{,}06\ \Omega$$

$$I = \varepsilon / R = 5{,}7\,V / 0{,}06\,\Omega = 90{,}7\ A$$

Aumenta B $\rightarrow$ Aumenta ϕ_B