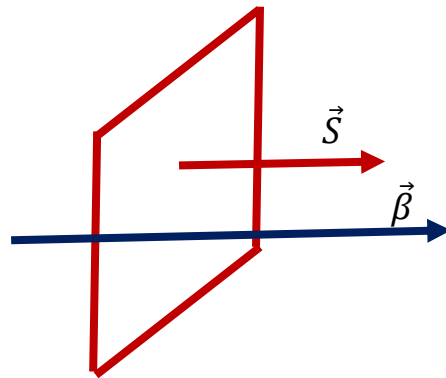


Ejercicio 1

Una espira cuadrada de 20 cm de lado se somete a la acción de un campo magnético variable con el tiempo $B(t)$ perpendicular al plano de la espira. Halle el flujo magnético y la fuerza electromotriz inducida en la espira en el tiempo $t = 2$ s en los siguientes casos:

- a) Cuando el campo magnético es $\beta(t) = kt$, con $k = 2 \cdot 10^{-3} \text{Ts}^{-1}$
- b) b cuando el campo magnético es $\beta(t) = 3 \cdot 10^{-3} \cos(3\pi t)$ donde el campo magnético está en Teslas y el tiempo en segundos.



a)

$$\phi = \vec{\beta} \cdot \vec{S} = 2 \cdot 10^{-3} \cdot t \cdot (0.2)^2 \text{ Tm}^2 \rightarrow$$

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -2 \cdot 10^{-3} \cdot 4 \cdot 10^{-2} = -8 \cdot 10^{-5} \text{ V}$$

Como vemos, es una fuerza electromotriz constante que no depende del tiempo.

b)

$$\phi = 3 \cdot 10^{-3} \cdot \cos(3\pi t) \cdot (0.2)^2 = 6 \cdot 10^{-5} \cdot \cos(3\pi t)$$

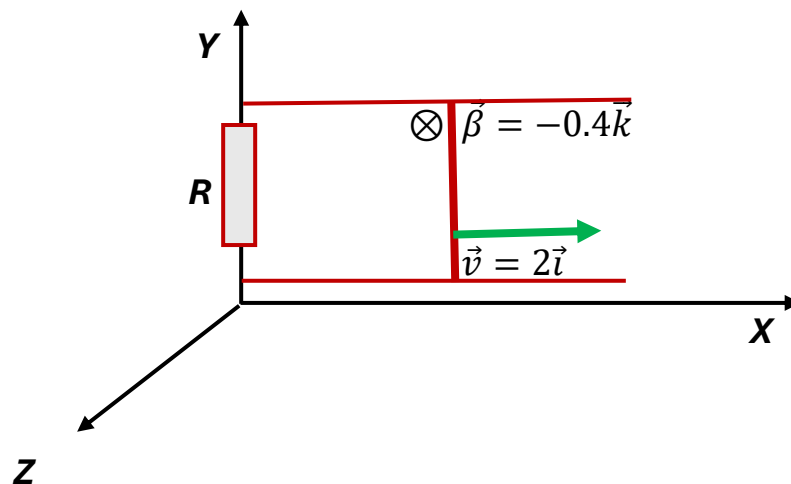
$$\varepsilon = -6 \cdot 10^{-5} [-\text{sen}(3\pi t) \cdot 3\pi] = 1.8 \cdot 10^{-4} \pi \text{sen}(3\pi t) \rightarrow$$

$$\varepsilon(2) = 1.8 \cdot 10^{-4} \pi \text{sen}(3\pi 2) = 0$$

Ejercicio 2

La figura representa una varilla metálica de 20 cm de longitud, cuyos extremos deslizan sin rozamiento sobre unos raíles horizontales paralelos al eje X metálicos y de resistencia despreciable. La varilla tiene resistencia despreciable y su velocidad es $\vec{v} = 2\vec{i} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Los raíles están conectados en $x=0$ por una resistencia de valor $R = 0.5\Omega$. En la región hay un campo magnético $\vec{\beta} = -0.4\vec{k} \text{ T}$. Calcule:

- La intensidad de la corriente en el circuito formado por la varilla, la resistencia y los tramos de raíl entre ellas.
- La fuerza F que el campo magnético ejerce sobre la varilla.



Debemos de recordar que cuando una varilla como la de la figura se mueve perpendicular a un campo magnético se genera una fuerza electromotriz, una diferencia de potencial entre sus extremos, que viene dada por la expresión:

$$\varepsilon = \beta \cdot L \cdot v$$

Siendo L su longitud. Esta expresión está demostrada en la teoría dada. En nuestro caso:

$$\varepsilon = 0.4 \cdot 0.2 \cdot 2 = 0.16 \text{ V}$$

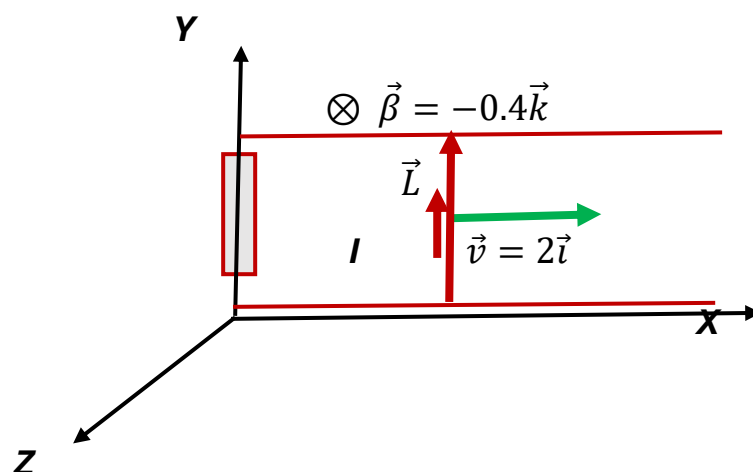
Y, aplicando la ley de Ohm:

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{0.16}{0.5} = 0.32 \text{ A}$$

Aunque no lo pregunten, nos parece fundamental deducir el sentido de la corriente. Para ello aplicaremos el principio fundamental de que **la corriente inducida se opone siempre a la causa que la produce**. Esto significa, en nuestro caso, que la corriente va a circular por la varilla de tal manera que **la fuerza magnética producida sobre ella por el campo magnético se va a oponer al movimiento, va a ir en sentido contrario a la velocidad**.

Como sólo hay dos posibilidades para el sentido de la corriente, haremos una hipótesis sobre él. Si con ese sentido la fuerza magnética es contraria a la velocidad, como debe de ser, entonces la hipótesis es correcta. Si la fuerza magnética va en el mismo sentido que la velocidad, la intensidad será de sentido contrario al elegido en nuestra hipótesis.

Vamos a suponer que la intensidad circula hacia arriba, en el sentido positivo del eje **Y**:



Como debemos saber, la fuerza magnética sobre ese conductor viene dada por:

$$\vec{F}_M = I \cdot (\vec{L} \times \vec{\beta}); \quad |\vec{F}_M| = I \cdot L \cdot \beta \cdot \text{sen}\alpha = I \cdot L \cdot \beta \cdot \text{sen}90 = IL\beta$$

Visualmente, con la regla de la mano derecha o aplicando la definición de producto vectorial mentalmente, podemos deducir que la fuerza magnética es hacia la izquierda. Con la regla de la mano derecha pondríamos el primer vector, $\vec{L}$, en la dirección y sentido del dedo pulgar y, el segundo vector, $\vec{\beta}$, en la dirección y sentido del índice. Veríamos que los demás dedos van hacia la izquierda.

Pero si la regla de la mano derecha no es nuestro fuerte y tampoco lo es nuestra “imaginación espacial” no debemos de preocuparnos: aplicamos la definición matemática de producto vectorial, que para eso está:

$$\begin{matrix} \vec{L} = 0.2\vec{j} \\ \vec{\beta} = -0.4\vec{k} \end{matrix} \rightarrow \vec{L} \times \vec{\beta} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & 0.2 & 0 \\ 0 & 0 & -0.4 \end{vmatrix} = -0.08\vec{i}$$

Y el vector fuerza magnética, que también nos preguntan, será:

$$\vec{F}_M = I \cdot (\vec{L} \times \vec{\beta}) = 0.32 \cdot (-0.08\vec{i}) = -0.0256\vec{i}$$

Como vemos, nuestra hipótesis sobre el sentido de la intensidad es correcta pues la fuerza magnética, como se ha dicho, se opone al movimiento.