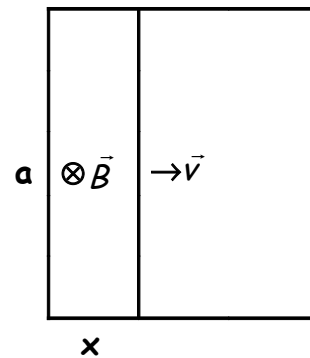


INTERACCIÓ ELECTROMAGNÈTICA INDUCCIÓ ELECTROMAGNÈTICA

P.13 (2001-B) L'espina rectangular mostrada en la figura té un dels seus costats mòbil i es troba a l'interior d'un camp magnètic uniforme, perpendicular al pla de l'espina i dirigit cap a dins del paper. El mòdul del camp magnètic és $B = 1 \text{ T}$. El costat mòbil, de longitud $a = 10 \text{ cm}$ es desplaça amb velocitat constant $v = 2 \text{ m/s}$. Calculeu la força electromotriu induïda en l'espina.



Resposta: La força electromotriu mitjana induïda en l'espina ve donada per la llei de Faraday

$$\varepsilon_{mitjana} = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = \left| \frac{\Phi_{final} - \Phi_{inicial}}{\Delta t} \right|$$

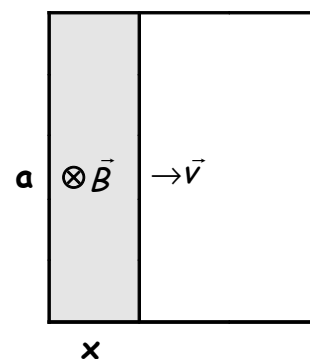
sent

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos \alpha$$

el flux magnètic que travessa la superfície (S) limitada per l'espina.

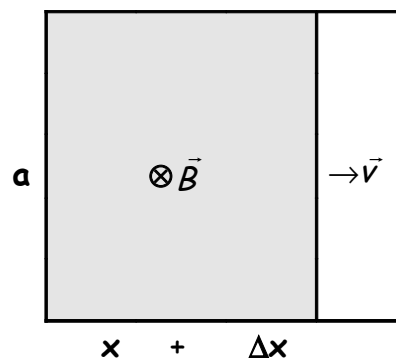
En aquest cas

$$\begin{aligned} \Phi_{inicial} &= \vec{B} \cdot \vec{S}_{inicial} = B \cdot S_{inicial} \cdot \cos \alpha \\ &= \\ &= B \cdot a \cdot x \cdot \cos 0 = B \cdot a \cdot x \end{aligned}$$

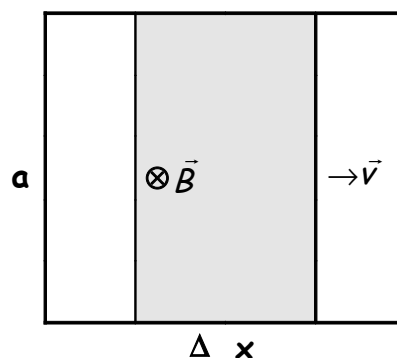


$$\begin{aligned}\Phi_{final} &= \vec{B} \cdot \vec{S}_{final} = B \cdot S_{final} \cdot \cos \alpha = \\ &= B \cdot a \cdot (x + \Delta x) \cdot \cos 0 = B \cdot a \cdot (x + \Delta x)\end{aligned}$$

Per tant



$$\begin{aligned}\Delta\Phi &= \Phi_{final} - \Phi_{inicial} = \\ &= B \cdot a \cdot (x + \Delta x) - B \cdot a \cdot x = \\ &= B \cdot a \cdot \Delta x\end{aligned}$$



Per tant tenim que

$$\varepsilon_{mitjana} = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = \left| \frac{\Phi_{final} - \Phi_{inicial}}{\Delta t} \right| = \left| \frac{B \cdot a \cdot \Delta x}{\Delta t} \right| = |B \cdot a \cdot v|$$

ja que $\frac{\Delta x}{\Delta t} = v$ és la rapidesa amb la què es desplaça el costat mòbil.

Una conclusió que podem extraure d'aquesta expressió és que:

♦ Es tracta d'una força electromotriu que té un valor mitjà que coincideix amb el valor que té en qualsevol instant (ja que totes les magnituds tenen el mateix valor en qualsevol instant)

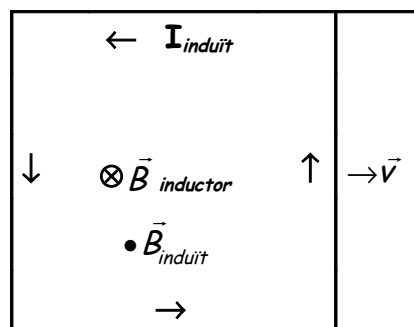
El valor d'aquesta força electromotriu és

$$\varepsilon_{mitjana} = |B \cdot a \cdot v| = 1 \text{ T} \cdot 0,10 \text{ m} \cdot 2 \text{ m/s} = 0,2 \text{ V}$$

♦♦ Podem plantejar-nos la qüestió: *en quin sentit circularà el corrent induït en l'espira?*

Segons la llei de Lenz el corrent induït ha de generar un camp magnètic que s'oposa a la variació de flux magnètic que ha provocat el corrent.

En aquest cas el desplaçament del costat mòbil fa que **augmente** el flux magnètic (la superfície limitada pel contorn de l'espira es fa més gran); per tant, el camp magnètic induït ha de ser de sentit contrari al camp magnètic inductor, la qual cosa s'explica amb un corrent elèctric induït circulant per l'espira en sentit contrari a com giren les agulles d'un rellotge.



P.15 (2003-B) En el pla XY es té una espira circular de radi $a = 2$ cm. Simultàniament es té un camp magnètic uniforme la direcció del qual forma un angle de 30° amb el semieix Z positiu i d'intensitat $B = 3 e^{-t/2}$ T, on t és el temps en segons. 1) Calcula el flux del camp magnètic en l'espira, i el seu valor en $t = 0$ s. (0,8 punts) 2) Calcula la força electromotriu induïda en l'espira en $t = 0$ s. (0,8 punts) 3) Indica, mitjançant un dibuix, el sentit del corrent induït en l'espira. Raona la resposta. (0,4 punts) (S: a) $\Phi = 3,77 \cdot 10^{-3} \cdot e^{-t/2}$ Wb si t en s, $\Phi_0 = 3,77 \cdot 10^{-3}$ Wb ; b) $\varepsilon = 1,88 \cdot 10^{-3} \cdot e^{-t/2}$ V si t en s)

Resposta:

1) El flux del camp magnètic en l'espira val

$$\begin{aligned} \Phi &= \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos \alpha \\ &= 3 \cdot e^{-t/2} \cdot \pi a^2 \cdot \cos 30^\circ = \\ &= 3,27 \cdot 10^{-3} \cdot e^{-t/2} \\ &\text{(en Wb si } t \text{ en segons)} \end{aligned}$$

2) Segons la llei de Faraday-Lenz, la força electromotriu induïda en l'espira val

$$\begin{aligned} \varepsilon &= -\frac{d\Phi}{dt} = 3,27 \cdot 10^{-3} \cdot e^{-t/2} \cdot (1/2) = 1,64 \cdot 10^{-3} \cdot e^{-t/2} \\ &\text{(en V si } t \text{ en s)} \end{aligned}$$

Les causes per les quals es pot produir una variació del flux són:

- Una variació del camp magnètic en els punts de la superfície.
- Un canvi de la superfície que limita l'espira.

- Un canvi de l'angle que formen els vectors \vec{B} i \vec{S} .

Per tant

i) Si el corrent que circula per l'espira A té una intensitat constant el camp magnètic que genera en cadascun dels punts que limita l'espira B també tindrà un mòdul, una direcció i un sentit que no canviarà amb el temps. Per tant, **no hi haurà canvi en el flux magnètic** ja que no es presenta cap de les condicions indicades anteriorment. En conseqüència, **NO s'indueix corrent en l'espira B.**

ii) Si el corrent que circula per l'espira A té una intensitat variable (augmenta o disminueix) amb el temps el camp magnètic que genera en cadascun dels punts que limita l'espira B també serà variable (tindrà un mòdul que serà variable amb el temps en cada punt). Per tant, **hi haurà canvi en el flux magnètic i, en conseqüència, s'indueix corrent en l'espira B.**

El sentit del corrent induït ha de generar, en cada cas, un camp magnètic que s'opose a que la variació de flux **seguisca sent del mateix tipus que la que ha provocat el fenomen d'inducció.** En les figures s'indica què passa en cadascun dels casos