

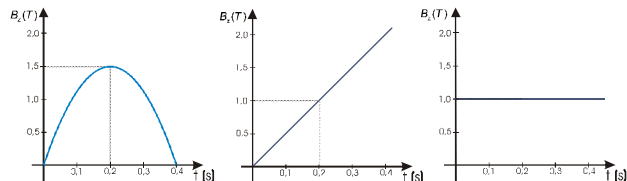
**FÍSICA 2 - 3ª EVALUACIÓN**  
**CAMPO MAGNÉTICO E INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA**  
**3 de Mayo de 2006**

**CUESTIONES:**

- 1.- En una región del espacio existe un campo magnético uniforme  $B$ . Suponiendo que entrase un electrón con velocidad  $v$ , normal a la dirección del campo, este se moverá en círculos.
  - a) Razona por qué la trayectoria que sigue es circular y haz un esquema que muestre el sentido de giro del electrón.
  - b) ¿Qué debería ocurrir para que el electrón no se desviase al entrar en esa región?(1 punto)
- 2.- Al acercar un imán a una espira, se induce una corriente eléctrica en el mismo. Haz un dibujo representando el sentido de la corriente inducida y explica de dónde procede la energía que pone en movimiento las cargas eléctricas.  
(1 punto)
- 3.- Explica el fundamento del transformador y explica por qué son útiles para el transporte de energía eléctrica.  
(1 punto)
- 4.- Un cable de 2 m de longitud transporta una corriente de 2 A y se encuentra inmerso en un campo magnético de 5000 G. El ángulo que forma el cable con el campo es de  $45^\circ$ . Realiza un diagrama donde se recoja la situación. Calcula el módulo de la fuerza que actúa sobre el cable.  
(1 punto)

**PROBLEMAS (2 puntos):**

- 5.- Una partícula  $\alpha$  penetra en una región del espacio en la que existe un campo magnético de 1T, con 200eV de energía cinética, perpendicularmente al campo magnético.
  - a) Haz un dibujo, describe el movimiento que seguiría la partícula y calcula su velocidad.
  - b) Calcula el radio y frecuencia de giro de la partícula.  
Datos:  $m_\alpha = 6,7 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$ ;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .
- 6.- Dos conductores rectilíneos, paralelos y muy largos, separados 10 cm, transportan corrientes de 5 y 8 A, respectivamente, en sentidos opuestos.
  - a) Dibuje en un esquema el campo magnético producido por cada uno de los conductores en un punto del plano definido por ellos y situado a 2 cm del primero y 12 cm del segundo y calcule la intensidad del campo total.
  - b) Determine la fuerza por unidad de longitud sobre uno de los conductores, indicando si es atractiva o repulsiva.  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N A}^{-2}$
- 7.- Se tiene una bobina cuadrada de 10 espiras de 10 cm de lado, situada en el plano XY. Sobre ella se hace actuar un campo magnético, dirigido en el sentido positivo del eje z.
  - a) Cuál de los tres campos, representados en las gráficas adjuntas, conseguirá que se induzca una f.e.m. constante en la bobina. Justifícalo.
  - b) Calcula el valor de la f.e.m inducida en dicho caso.

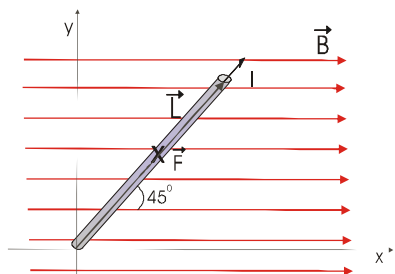


**EXPLICA LOS PROBLEMAS, SE ORDENADO Y RESPETA LAS UNIDADES**

## SOLUCIONES

1, 2 y 3.- Consulta los apuntes.

4.- Un cable de 2 m de longitud transporta una corriente de 2 A y se encuentra inmerso en un campo magnético de 5000 G. El ángulo que forma el cable con el campo es de 45°. Realiza un diagrama donde se recoja la situación. Calcula el módulo de la fuerza que actúa sobre el cable.



La situación queda recogida en el dibujo a la izquierda. La fuerza que actúa sobre el cable viene dada por la ley de Laplace:

$$\vec{F} = I \cdot \vec{L} \times \vec{B}$$

La fuerza será perpendicular a  $\vec{B}$  y a  $\vec{L}$  (vector longitud, cuya dirección y sentido coinciden con el de la intensidad que recorre el cable). El sentido podemos obtenerlo de la regla de la mano izquierda o con la regla del sacacorchos para el producto vectorial. En nuestro dibujo será perpendicular al plano del papel y entrante.

No se requiere un tratamiento vectorial para resolver el problema, el módulo valdrá:

$$F = I \cdot L \cdot B \cdot \text{sen} \alpha = 2A \cdot 2m \cdot 0,5T \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2}N$$

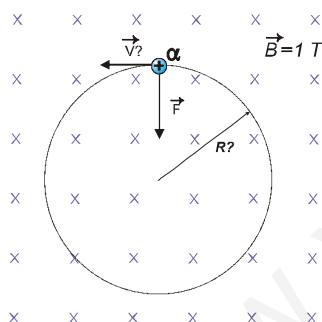
5.- Una partícula  $\alpha$  penetra en una región del espacio en la que existe un campo magnético de 1T, con 200eV de energía cinética, perpendicularmente al campo magnético.

a) Haz un dibujo, describe el movimiento que seguiría la partícula y calcula su velocidad.

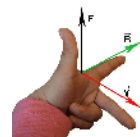
b) Calcula el radio y el frecuencia de giro de la partícula.

Datos:  $m_\alpha = 6,7 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$ ;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

a) Al tratarse de una partícula alfa, su carga es doble:  $q = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$



El movimiento producido, al ser  $\vec{v}$  y  $\vec{B}$  perpendiculares, será evidentemente circular ya que la naturaleza de la fuerza de Lorentz es centrípeta. El sentido de giro se deduce de la dirección de la fuerza, que se obtiene aplicando la regla de la mano izquierda.



La velocidad la obtenemos de la expresión de energía cinética:

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 200 \text{ eV} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{6,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}} \approx 97700 \text{ m/s}$$

b) La fuerza que hace girar a la partícula es la fuerza de Lorentz, que ejerce como fuerza centrípeta. Es decir, podemos asegurar que:  $F_c = F_{\text{mag}}$ , y de aquí:

$$m \frac{v^2}{R} = q v B \text{ sen} 90^\circ \Rightarrow R = \frac{mv}{qB} = 2,05 \cdot 10^{-3} \text{ m} \approx \underline{2,1 \text{ mm}}$$

Y la frecuencia de revolución:

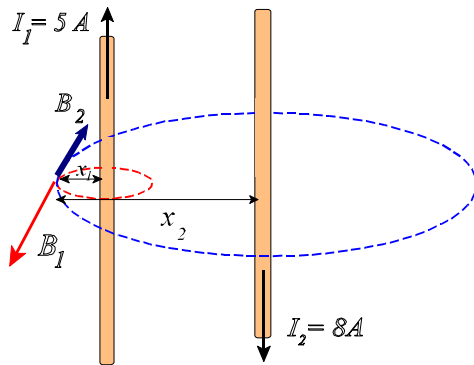
$$\left. \begin{aligned} \omega &= 2\pi\nu \\ \omega &= \frac{v}{R} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \text{igualando y despejando:}$$

$$\nu = \frac{v}{2\pi R} = \frac{97700 \text{ m/s}}{2\pi \cdot 2,05 \cdot 10^{-3} \text{ m}} \approx 7\,590\,000 \text{ Hz} = \underline{7,59 \text{ MHz}}$$

6.- Dos conductores rectilíneos, paralelos y muy largos, separados 10 cm, transportan corrientes de 5 y 8 A, respectivamente, en sentidos opuestos.

a) Dibuje en un esquema el campo magnético producido por cada uno de los conductores en un punto del plano definido por ellos y situado a 2 cm del primero y 12 cm del segundo y calcule la intensidad del campo total.

b) Determine la fuerza por unidad de longitud sobre uno de los conductores, indicando si es atractiva o repulsiva.  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N A}^{-2}$



a) El sentido de los campos creados por los cables se obtiene por aplicación de la regla de la mano derecha.

Se observa que los campos creados por ambos cables llevan la misma dirección pero sentido contrario, tendiendo a eliminarse.

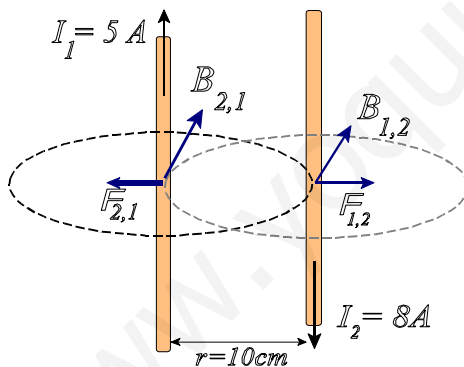
El valor del campo creado por una corriente rectilínea e indefinida viene dada por la expresión:

$$B = \mu \cdot \frac{I}{2\pi r}$$

por lo que el campo total será, según lo apuntado:

$$\vec{B}_{\text{res}} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = \frac{\mu I_1}{2\pi x_1} \hat{k} - \frac{\mu I_2}{2\pi x_2} \hat{k} = \frac{\mu}{2\pi} \left( \frac{I_1}{x_1} - \frac{I_2}{x_2} \right) \hat{k} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m} \cdot \text{A}^{-1}}{2\pi} \left( \frac{5\text{A}}{0,02\text{m}} - \frac{8\text{A}}{0,12\text{m}} \right) \hat{k} = 3,67 \cdot 10^{-5} \hat{k} (\text{T})$$

b) Según puede apreciarse en el diagrama adjunto, la interacción entre corrientes contrarias será de tipo repulsivo.



Obsérvese cómo aunque los campos que cada cable crea sobre el vecino no tienen el mismo valor, las fuerzas sí son iguales y opuestas (lo cual puede deducirse por simple aplicación del tercer principio de la dinámica newtoniana).

La interacción entre corrientes viene dada por la expresión:

$$F_{1,2} = F_{2,1} = I_2 \cdot L \cdot B_1 \cdot \text{sen} \alpha = \mu_0 \cdot L \cdot \frac{I_1 \cdot I_2}{2\pi r}$$

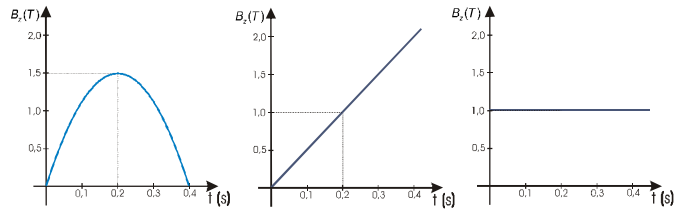
Expresión que puede obtenerse combinando la ley de Laplace (ejercicio 4) con la del campo creado por una corriente rectilínea apuntada antes.

Sustituyendo valores:

$$F_{1,2} = F_{2,1} = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm} \cdot \text{A}^{-1} \cdot 1\text{m} \cdot \frac{5\text{A} \cdot 8\text{A}}{2\pi \cdot 0,1\text{m}} = 8 \cdot 10^{-5} \text{ N}$$

7.- Se tiene una bobina cuadrada de 10 espiras de 10 cm de lado, situada en el plano XY. Sobre ella se hace actuar un campo magnético, dirigido en el sentido positivo del eje z.

- a) Cuál de los tres campos, representados en las gráficas adjuntas, conseguirá que se induzca una f.e.m. constante en la bobina. Justifícalo.  
 b) Calcula el valor de la f.e.m. inducida en dicho caso.

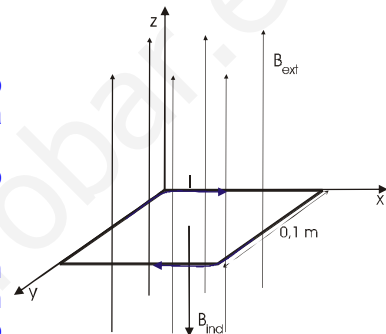


La f.e.m. inducida en un circuito se calcula de acuerdo con la ley de Faraday-Lenz, según la cual la corriente inducida se opone, por sus efectos magnéticos, a las variaciones de flujo. Matemáticamente:

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} \quad (1)$$

Por tanto, sólo si se producen variaciones de flujo magnético a través de la espira, se inducirá una f.e.m. Dado que la superficie es constante, en módulo, dirección y sentido, el campo deberá ser variable. Eso descarta el campo representado en la tercera gráfica.

Por otro lado, para que la f.e.m. sea constante, la variación en el campo ha de ser uniforme, es decir debe existir una relación lineal entre B y t. Eso es cierto sólo en el caso del campo representado en la gráfica central.



Desarrollando (1) tenemos:  $\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d(B \cdot N \cdot S \cdot \cos \alpha)}{dt} = -NS \cdot \frac{dB}{dt} \quad (*)$

donde dB/dt representa el ritmo con que cambia el campo magnético, y corresponde con la pendiente de la gráfica, que vale:

$$\frac{dB}{dt} = \frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{1 \text{ T}}{0,2 \text{ s}} = 5 \frac{\text{T}}{\text{s}}$$

Sustituyendo en la expresión obtenida(\*):  $\varepsilon = -NS \cdot \frac{dB}{dt} = -10 \cdot (0,1 \text{ m})^2 \cdot 5 \frac{\text{T}}{\text{s}} = -0,5 \text{ V}$

El signo negativo obtenido se debe a que la corriente inducida, como se ve en el dibujo, tiene un sentido tal que el campo magnético inducido se opone al campo exterior que actúa sobre el circuito.