

FÍSICA 2 - 3ª EVALUACIÓN ELECTROMAGNETISMO - 28 de Abril de 2008

CUESTIONES (1 punto):

- 1.- Dibuja las líneas de inducción creadas por:
 - a) Un imán con forma de U
 - b) Una bobina circular por la que circula una intensidad I .

- 2.- Por dos cables rectilíneos paralelos circulan corrientes de valores I y $3I$ en sentidos contrarios. Realiza un diagrama en el que se recoja la interacción entre los cables y realiza algunas observaciones al respecto.

- 3.- Razona la verdad o falsedad de las siguientes afirmaciones:
 - a) "Es imposible magnetizar permanentemente una sustancia diamagnética".
 - b) "El campo magnético inducido en un circuito siempre es opuesto al campo magnético al que lo somete el inductor"

- 4.- Una partícula α se dirige directamente hacia un cable rectilíneo, muy largo, por el que circula una corriente eléctrica. Realiza un diagrama que recoja la interacción magnética e intenta predecir cómo influirá ésta en la trayectoria de la partícula.

- 5.- Demuestra que si una carga q penetra en un campo magnético uniforme B con una velocidad perpendicular al campo, el periodo del movimiento circular que toma la carga es independiente de su velocidad.

PROBLEMAS (2,5 puntos):

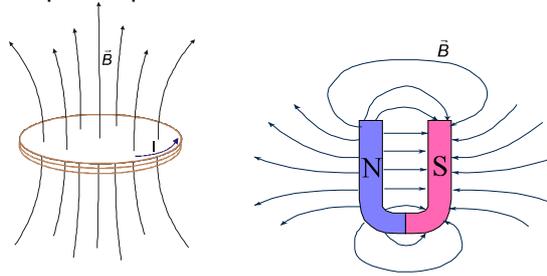
- 6.- Una carga de 10 mC se mueve con velocidad $\mathbf{v} = 300 \mathbf{i} + 200 \mathbf{j}$ (m/s) en el instante en que penetra en una región en la que existe un campo magnético $\mathbf{B} = -2 \mathbf{k}$ (T).
 - a) Representa la situación gráficamente y obtén la fuerza (vector y módulo) que actuará sobre la carga en ese instante. ¿Se mantendrá constante la fuerza?
 - b) Realiza un dibujo representando la trayectoria seguida por la partícula y calcula el radio de giro de la misma suponiendo que su masa fuese 10 μg .

- 7.- Hemos construido un generador de pedales, en el que una bobina cuadrada de 20 cm de lado y 200 vueltas podemos hacerla girar bajo la influencia de un campo magnético uniforme de 0,5 T.
 - a) Realiza un dibujo del generador y obtén la expresión general de la f.e.m. inducida cuando pedaleamos a 2 Hz. ¿Cuál es la $\epsilon_{\text{máx}}$ y la ϵ_{eficaz} que estamos generando?
 - b) Si queremos utilizar el generador para hacer lucir una bombilla de 12V, ¿con qué ritmo habría que pedalear?

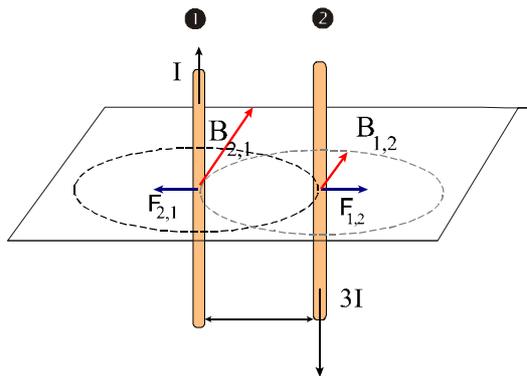
RECUERDA QUE LOS PROBLEMAS HAY QUE FUNDAMENTARLOS FÍSICAMENTE. NO DESCUIDES EL ORDEN Y RESPETA LAS UNIDADES

1.- Dibuja las líneas de inducción creadas por:

- Un imán con forma de U
- Una bobina circular por la que circula una intensidad I .



2.- Por dos cables rectilíneos paralelos circulan corrientes de valores I y $3I$. Realiza un diagrama en el que se recoja la interacción entre los cables y realiza algunas observaciones al respecto.



El sentido vectorial de los campos creados por cada uno de los cables sobre el otro se obtienen aplicando la regla de la mano derecha. Aunque en este caso, al ser las corrientes paralelas, tienen el mismo sentido no tienen el mismo valor: $B_{2,1} = 3 B_{1,2}$, al transportar cada cable distinta intensidad.

Ahora bien, las fuerzas sí que son iguales y opuestas (tercer principio). $F_{1,2} = -F_{2,1}$

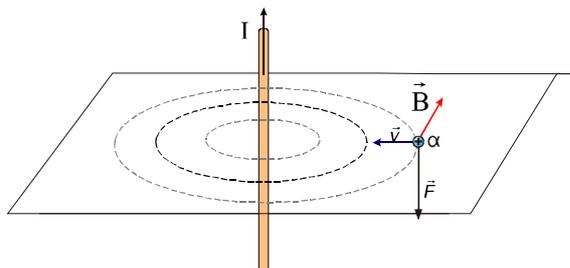
3.- Razona la verdad o falsedad de las siguientes afirmaciones:

- “Es imposible magnetizar permanentemente una sustancia diamagnética”.
- “El campo magnético inducido en un circuito siempre es opuesto al campo magnético al que lo somete el inductor”

a) Efectivamente, las sustancias diamagnéticas poseen un momento magnético nulo al estar todos los electrones apareados. Las sustancias diamagnéticas sí que reaccionan ante la presencia de un campo magnético siendo ligeramente repelidas como consecuencia del establecimiento de corrientes inducidas, a nivel molecular, en oposición a las variaciones de flujo magnético a su través (Ley de Lenz).

b) No es correcto. El campo magnético inducido tiene el sentido opuesto a las variaciones de flujo sobre el circuito. Por tanto, si el flujo tiende a aumentar el B_{ind} se opone al B_{ext} , pero si el flujo tiende a disminuir el B_{ind} refuerza al B_{ext} .

4.- Una partícula α se dirige directamente hacia un cable rectilíneo, muy largo, por el que circula una corriente eléctrica. Realiza un diagrama que recoja la interacción magnética e intenta predecir cómo influirá ésta en la trayectoria de la partícula.



En el dibujo se representan las líneas de campo creadas por el cable. Como se aprecia, la partícula α sufrirá una fuerza que la curvará hacia abajo. Si el campo es suficientemente intenso podría hacerla curvar o, en caso contrario, impactará sobre el cable pero por debajo del plano indicado.

En el primer caso, no se produciría un MCU ya que el campo no es uniforme en la región, es más intenso en puntos próximos al cable y menor en puntos más alejados ($B = \mu I / (2\pi r)$). Por consiguiente, el radio de giro sería más cerrado al acercarse al cable y más abierto al alejarse.

5.- Demuestra que si una carga q penetra en un campo magnético uniforme B con una velocidad perpendicular al campo, el periodo del movimiento circular que toma la carga es independiente de su velocidad.

Este caso provocaría un MCU. La fuerza magnética es el agente causante del giro:

Partiendo de este hecho: $F_c = F_{mag}$, tenemos:

$$q\cancel{v}B = m\frac{v\cancel{v}}{R} \Rightarrow qB = m\frac{\omega\cancel{R}}{\cancel{R}} \xrightarrow{\text{con: } \omega = \frac{2\pi}{T}} qB = \frac{2\pi m\omega}{T}$$

despejando T , finalmente tenemos:

$$T = \frac{2\pi m}{qB}$$

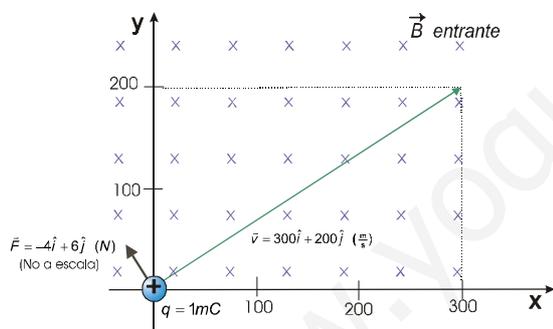
Que demuestra, como enuncia la cuestión, que el periodo de giro depende únicamente de la masa y la carga de la partícula y el campo actuante, pero no de la velocidad de la partícula.

OBSERVACIÓN: Este resultado puede parecer sorprendente, pero es consecuencia de una doble influencia: 1º) una velocidad mayor supone una mayor inercia y, por ende, un radio mayor; y 2º) si la velocidad es mayor también lo es la interacción magnética (fuerza de Lorentz) y, con ello, el radio habrá de disminuir.

6.- Una carga de 10 mC se mueve con velocidad $\vec{v} = 300\hat{i} + 200\hat{j}$ (m/s) en el instante en que penetra en una región en la que existe un campo magnético $\vec{B} = -2\hat{k}$ (T).

a) Representa la situación gráficamente y obtén la fuerza (vector y módulo) que actuará sobre la carga en ese instante. ¿Se mantendrá constante la fuerza?

b) Realiza un dibujo representando la trayectoria seguida por la partícula y calcula el radio de giro de la misma suponiendo que su masa fuese 10 μg .



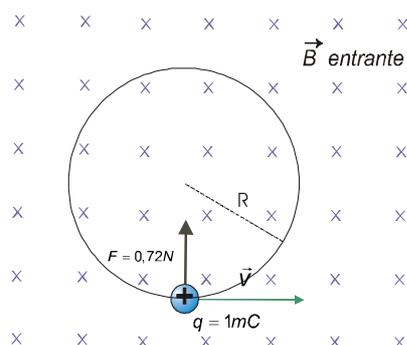
a) La fuerza de Lorentz es:

$$\vec{F} = q \cdot (\vec{v} \times \vec{B}) = 10^{-2} \text{C} \cdot (300\hat{i} + 200\hat{j}) \times (-2\hat{k}) \frac{\text{m}\cdot\text{T}}{\text{s}} = 10^{-2} \cdot (600\hat{j} - 400\hat{i}) \text{N} = \underline{-4\hat{i} + 6\hat{j} \text{ (N)}}$$

y su módulo:

$$F = \sqrt{(4\text{N})^2 + (6\text{N})^2} \approx \underline{7,2\text{N}}$$

Dicha fuerza es perpendicular, en todo momento, a la velocidad y al campo, con lo que estará contenida en el plano XY y su efecto será puramente centrípeto. La fuerza calculada es válida sólo para el instante considerado aunque su módulo sí que es constante en todo momento (7,2N). El resultado será un MCU.



b) Dado que el movimiento se dará en el plano XY, podemos representar la situación como sigue:

La fuerza de Lorentz tiene, como hemos dicho, carácter centrípeto, por tanto es la causante del giro. Se cumplirá que:

$$F_c = m \cdot \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{m \cdot v^2}{F_c}$$

Introduciendo valores:

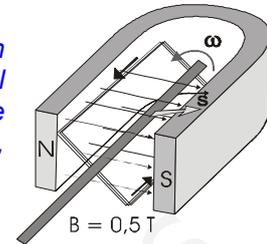
$$R = \frac{10^{-8} \text{kg} \cdot (\sqrt{300^2 + 200^2})^2 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{7,2\text{N}} \approx 1,8 \cdot 10^{-3} \text{m} = \underline{2\text{mm}}$$

7.- Hemos construido un generador de pedales, en el que una bobina cuadrada de 20 cm de lado y 200 vueltas podemos hacerla girar bajo la influencia de un campo magnético uniforme de 0,5 T.

a) Realiza un dibujo del generador y obtén la expresión general de la f.e.m. inducida cuando pedaleamos a 2 Hz. ¿Cuál es la $\varepsilon_{\text{máx}}$ y la $\varepsilon_{\text{eficaz}}$ que estamos generando?

b) Si queremos utilizar el generador para hacer lucir una bombilla de 12V, ¿con qué ritmo habría que pedalear?

L=20cm
N=200



a) *Desarrollando, a partir de la ley de Lenz, según la cual la f.e.m. inducida en el circuito es la derivada temporal del flujo a través del circuito, con signo contrario, tenemos. En este caso tanto B como S se mantienen constantes y sólo varía la orientación (α) de la superficie, tenemos:*

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(N \cdot B \cdot S \cdot \overbrace{\cos \alpha}^{\cos \omega t})}{dt} = -NBS \cdot \frac{d(\cos 2\pi \nu t)}{dt} =$$

$$= \underbrace{NBS \cdot 2\pi \nu}_{\varepsilon_{\text{máx}}} \cdot \text{sen} 2\pi \nu t = 200 \cdot 0,5 \text{T} \cdot (0,2 \text{m})^2 \cdot 4\pi \text{s}^{-1} \cdot \text{sen} 4\pi t = \underline{16\pi \cdot \text{sen} 4\pi t}$$

De donde tenemos que:

$$\varepsilon_{\text{máx}} = 16\pi \text{ V} \approx 50 \text{ V}$$

y la f.e.m eficaz:

$$\varepsilon_{\text{ef}} = \varepsilon_{\text{máx}} / \sqrt{2} \approx 36 \text{ V}$$

b) *Para que funcione la bombilla hemos de suministrarle una $\varepsilon_{\text{eficaz}}$ de 12 V. Como hemos visto la f.e.m. que produce el generador depende de la frecuencia según:*

$$\varepsilon_{\text{máx}} = 2\pi \nu NBS$$

como : $\varepsilon_{\text{ef}} = \varepsilon_{\text{máx}} / \sqrt{2}$

$$\text{tenemos: } \varepsilon_{\text{ef}} = \frac{2\pi \nu NBS}{\sqrt{2}} \Rightarrow \nu = \frac{\sqrt{2} \cdot \varepsilon_{\text{ef}}}{2\pi NBS} = \frac{\sqrt{2} \cdot 12 \text{V}}{2\pi \cdot 200 \cdot 0,5 \text{T} \cdot (0,2 \text{m})^2} \approx \underline{0,68 \text{s}^{-1}}$$