CUESTIONES:

1.- En una región del espacio existe un campo magnético uniforme **B**. Suponiendo que entrase un electrón con velocidad **v**, describe las posibles trayectorias que puede seguir en función de las direcciones relativas de **B** y **v**.

(1,25 puntos)

2.- Calcula el campo creado por un conductor rectilíneo e infinito por el que circula una corriente de 4 A, en un punto situado a 0,2 m del conductor. Dibuja las lineas de inducción y el vector campo en ese punto. Dato:$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ N A^{-2}

(1,25 puntos)

3.- Explica el fundamento del transformador de corriente alterna. Indica cuándo actúa como elevador y cuando como reductor.

(1,25 puntos)

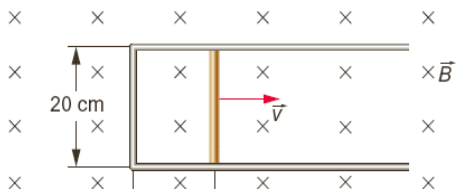
4.- Un anillo de alambre de 5 cm de radio se encuentra inmerso en el seno de un campo magnético perpendicular a su sección y que varía en el tiempo según B= 3t. Razona si se inducirá corriente alterna o continua en el anillo y el valor de la f.e.m. inducida.

(1,25 puntos)

PROBLEMAS (2,5 puntos):

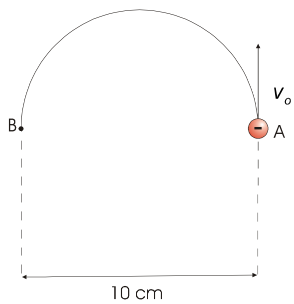
5.- Una espira rectangular posee un lado móvil que se desplaza en el seno de un campo magnético uniforme de 5 T con una velocidad constante de 5 cm/s. Calcula:

a) La f.e.m. inducida en la espira en función del tiempo.
b) La intensidad que recorre la espira si su resistencia eléctrica es de 0,5 Ω.
c) La fuerza que debemos ejercer sobre el lado móvil de la espira para mantener constante la velocidad con que esta se mueve.
d) Señala el sentido de la corriente inducida.



6.- Un electrón es disparado mediante la aplicación de una d.d.p. de 20 000 V, llegando a un punto A donde un campo magnético lo obliga a girar según la trayectoria semicircular de A a B, según se observa en el dibujo.

a) Determina la magnitud, dirección y sentido del campo magnético que obliga al electrón a seguir dicha trayectoria.
b) El tiempo que tarda el electrón en realizar el trayecto AB.
Datos: e= 1,6 $\cdot 10^{-19}$ C ; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$kg.



EXPLICA LOS PROBLEMAS, SÉ ORDENADO Y RESPETA LAS UNIDADES

SOLUCIONES

1 y 3.- Consulta teoría

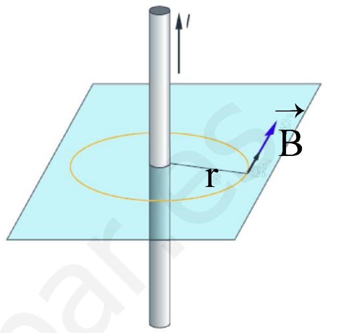
2.- Calcula el campo creado por un conductor rectilíneo e infinito por el que circula una corriente de 4 A, en un punto situado a 0,2 m del conductor. Dibuja las lineas de inducción y el vector campo en ese punto. Dato:μ_0 = 4π ·10^{-7} N A^{-2}

La ley de Biot y Savart establece que el campo que crea una corriente rectilínea indefinida sobre un punto a una distancia r, viene dada por: $B = \dfrac{\mu I}{2\pi r}$

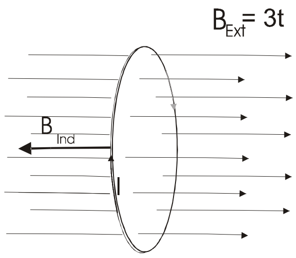
Simplemente hemos de sustituir los datos:

$$B = \frac{4 \cdot 10^{-7}\ \mathrm{N} \cdot \mathrm{A}^{-2} \cdot 4A}{2\pi \cdot 0,2m} = 4 \cdot 10^{-6} T = \underline{4 \mu T|}$$

En el siguiente dibujo se muestran las líneas de inducción (circulares alrededor del cable) y el vector campo en el punto considerado.



4.- Un anillo de alambre de 5 cm de radio se encuentra inmerso en el seno de un campo magnético perpendicular a su sección y que varía en el tiempo según B= 3t. Razona si se inducirá corriente alterna o continua en el anillo y el valor de la f.e.m. inducida.



El flujo, según el dibujo, aumentará con el tiempo hacia la derecha. Según la ley de Lenz, en la espira se inducirá una corriente que por sus efectos amortigüe dicho aumento, es decir que producirá un campo magnético inducido a la izquierda. Para ello, empleando la regla de la mano izquierda, se deduce que la corriente llevará sentido antihorario visto desde la izquierda del dibujo.

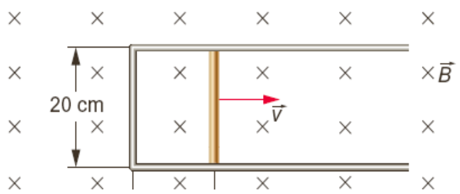
Como no se dan inversiones en el sentido del flujo, la corriente será continua. El valor de la f.e.m se obtiene derivando, a partir de la ley de Lenz:

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d(B \cdot S \cdot \overbrace{\cos 0}^{1})}{dt} = -\frac{d(3t \cdot \pi \cdot r^2)}{dt} = -3\pi r^2 = -3\pi \cdot (0,05m)^2 = \underline{-0,024V|}$$

Obsérvese que la f.e.m se produce por las variaciones en el valor de B, ya que S se mantiene constante al no variar su valor ni orientación relativa respecto al campo. El signo negativo tiene correspondencia con la propia naturaleza de la inducción: oposición a las variaciones de flujo.

5.- Una espira rectangular posee un lado móvil que se desplaza en el seno de un campo magnético uniforme de 5 T con una velocidad constante de 5 cm/s. Calcula:

a) La f.e.m. inducida en la espira en función del tiempo.
b) La intensidad que recorre la espira si su resistencia eléctrica es de 0,5 Ω.
c) La fuerza que debemos ejercer sobre el lado móvil de la espira para mantener constante la velocidad con que esta se mueve.
d) Señala el sentido de la corriente inducida.



a) En el circuito se produce una variación del flujo magnético, ya que varía la superficie del circuito. Dicha variación la podemos expresar en la forma:

$$d\Phi = \vec{B} \cdot d\vec{S} = B \cdot L \cdot dx = B \cdot L \cdot v \cdot dt$$

La f.e.m. inducida será, por tanto:

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(B \cdot L \cdot v \cdot t)}{dt} = -B \cdot L \cdot v = -5 \cdot 0,2 \cdot 0,05 = -0,05 \text{ V}$$

b) Aplicando la ley de Ohm, podemos calcular la intensidad de corriente inducida que recorre la espira:

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{0,05}{0,5} = 0,1 \text{ A}$$

c) Para que la espira se mueva con velocidad constante, debemos ejercer sobre ella una fuerza igual y de sentido contrario a la que ejerce el campo sobre el conductor que avanza con velocidad v.

La fuerza electromagnética tiende a frenar la velocidad con que se desplaza el lado móvil, intentando con ello que no varíe el flujo magnético que atraviesa la espira.

De acuerdo con la ley de Laplace:

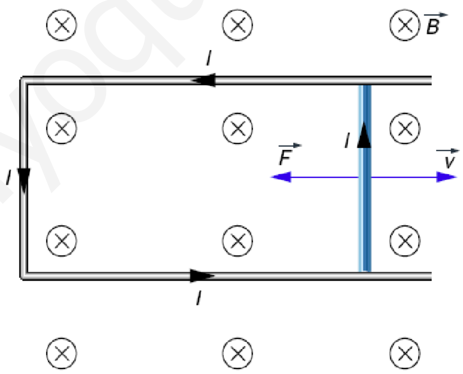
$$\vec{F} = I \cdot \vec{L} \times \vec{B} \rightarrow F = I \cdot l \cdot B \cdot sen\ 90° = 0,1 \cdot 0,2 \cdot 5 = 0,1 \text{ N}$$

d) Como hemos visto en el apartado anterior, existe una fuerza, aplicada sobre el conductor que se desplaza, que tiende a disminuir la velocidad con que se mueve y que crea el propio campo magnético. De ahí el sentido que hemos asignado al vector fuerza en la figura de la página siguiente.

De acuerdo con esto, al aplicar las reglas del producto vectorial a la siguiente expresión:

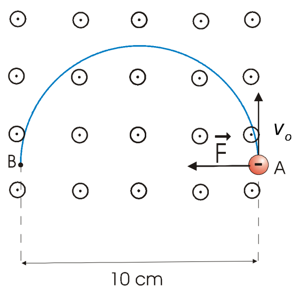
$$\vec{F} = I \cdot \vec{L} \times \vec{B}$$

vemos que la intensidad debe circular por la espira como se indica en la siguiente ilustración:



6.- Un electrón es disparado mediante la aplicación de una d.d.p. de 20 000 V, llegando a un punto A donde un campo magnético lo obliga a girar según la trayectoria semicircular de A a B, según se observa en el dibujo.

a) Determina la magnitud, dirección y sentido del campo magnético que obliga al electrón a seguir dicha trayectoria.
b) El tiempo que tarda el electrón en realizar el trayecto AB.
Datos: e= 1,6 ·10^{-19} C ; m_e = 9,1· 10^{-31}kg.



El campo será perpendicular a la velocidad dado que se contempla una trayectoria circular plana. El sentido será saliente del papel, como se deduce al aplicar la regla de la mano izquierda y considerando que se trata de un electrón (carga negativa).

El valor del campo se obtiene al considerar que la fuerza magnética (Lorentz) es la que hace girar al electrón (efecto centrípeto).

F_{mag}= q v B sen 90º
F_c = m_e v^2/R

Igualando, y resolviendo tenemos: $qvB = m_e \dfrac{v^2}{R} \quad \Rightarrow \quad B = \dfrac{m_e \cdot v}{qR}$ [1]

Para resolver necesitamos la velocidad con que el electrón penetra en el campo, que podemos obtenerla a partir de la variación de energía potencial a la que ha sido sometido, siendo:

$$\Delta E_c = -\Delta E_p \quad \Rightarrow \quad E_{c,F} = q \cdot \Delta V = 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cancel{C} \cdot 20000 \, {}^{J}\!/\!\cancel{C} = 3{,}2 \cdot 10^{-15} J$$

$$\text{como:} \quad E_c = \frac{1}{2} m_e v^2 \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{2E_c}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3{,}2 \cdot 10^{-15} J}{9{,}1 \cdot 10^{-31} kg}} = 8{,}39 \cdot 10^7 \, \tfrac{m}{s}$$

Sustituyendo ahora el valor de la velocidad en [1] :

$$B = \frac{9{,}1 \cdot 10^{-31} kg \cdot 8{,}39 \cdot 10^7 \, \tfrac{m}{s}}{1{,}6 \cdot 10^{-19} C \cdot 0{,}05 m} \simeq 9{,}5 \cdot 10^{-3} T = \underline{9{,}5 \; mT}$$

b) Como se trata de un MU, podemos calcular el tiempo pedido por cociente entre distancia recorrida por el electrón y velocidad:

$$t = \frac{\pi \cdot r}{v} = \frac{\pi \cdot 0{,}05 \cancel{m}}{8{,}39 \cdot 10^7 \, \tfrac{\cancel{m}}{s}} = 1{,}87 \cdot 10^{-9} s = \underline{1{,}87 ns}$$