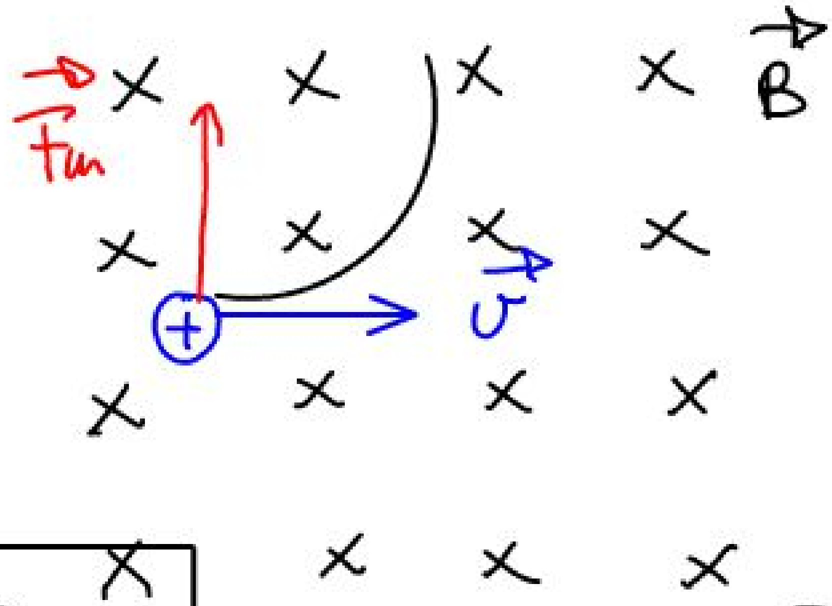
1. Un protón entra perpendicularmente en una región del espacio donde existe un campo magnético de 3T con una velocidad de 2500kms^{-1}.

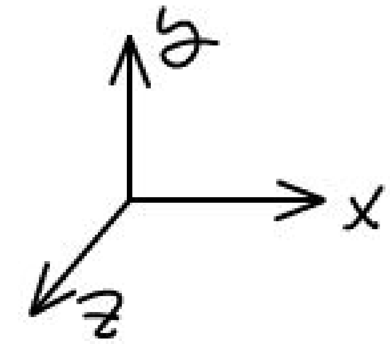
a) Dibuja los vectores: campo magnético, velocidad del protón y fuerza que actúa sobre el protón.

b) Calcula el radio de la órbita que describe el protón.

c) Calcula el número de vueltas que da el protón en 0.1s.

Datos: $q_p = 1.6\ 10^{-19}$C; $m_p = 1.67\ 10^{-27}$kg



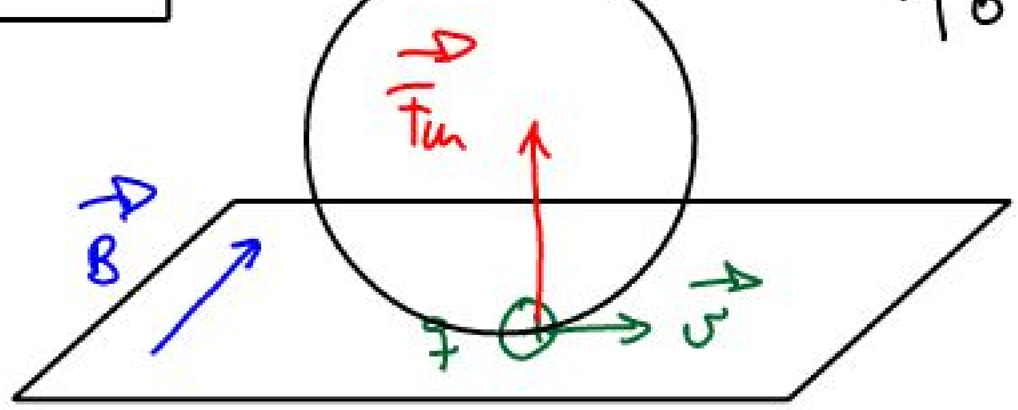


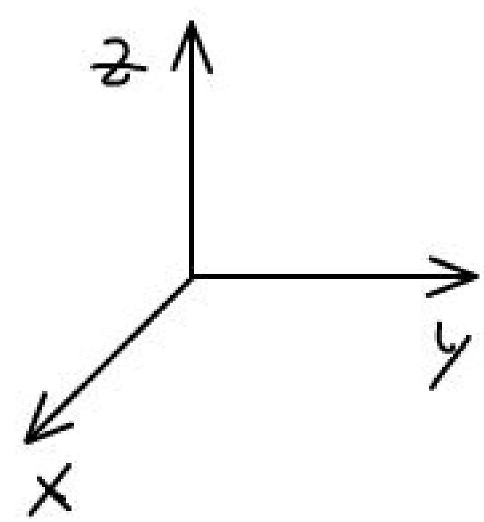
$$\vec{B} = (0, 0, -B)$$

$$\vec{v} = (v, 0, 0)$$

$$\boxed{\vec{F}_m = q(\vec{v} \times \vec{B})}$$

$$\vec{F}_m = q_p \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ v & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -B \end{vmatrix} = q_p v B \vec{j}$$





$$\vec{B} = (-B, 0, 0)$$

$$\vec{v} = (0, v, 0)$$

$$\vec{F}_m = q_p \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & v & 0 \\ -B & 0 & 0 \end{vmatrix} = q_p B v \cdot \vec{k}$$

b) $\left.\begin{array}{l} F_m = q_p v B \\ F_c = \dfrac{m v^2}{R} \end{array}\right\}$ $F_m = F_c$; $q_p \cancel{v} B = \dfrac{m v^{\cancel{2}}}{R}$

$$\boxed{R = \frac{m v}{q_p B}}$$

$$R = \frac{1'67 \times 10^{-27} \cdot 2'5 \cdot 10^6}{1'6 \times 10^{-19} \cdot 3} = \underline{\underline{8'7 \times 10^{-3} m}}$$

c) $v = \omega \cdot R$

$\omega = \frac{2\pi}{T}$

$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \rightarrow \Delta\theta = \omega \cdot \Delta t$

$\Delta\theta = \omega \cdot \Delta t = \frac{v}{R} \cdot \Delta t$

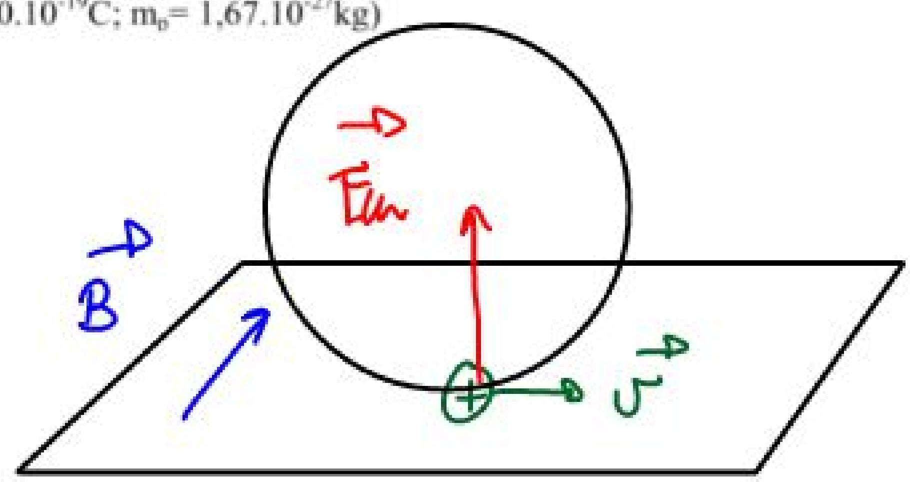
N^o de vueltas $= \frac{\Delta\theta}{2\pi} = \frac{v \cdot \Delta t}{2\pi R} = \frac{2'5 \cdot 10^6 \cdot 10^{-1}}{2\pi \cdot 8'7 \cdot 10^{-3}} =$

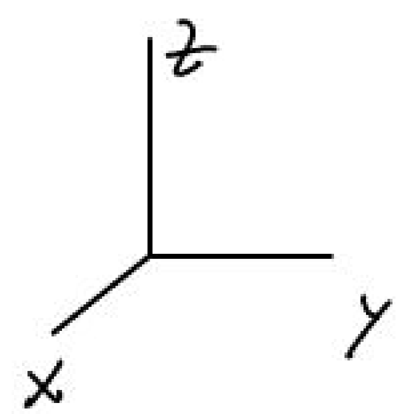
$= 4'57 \times 10^6$ vueltas

1. Un protón penetra perpendicularmente en una región donde existe un campo magnético uniforme de valor 10^{-3} T y describe una trayectoria circular de 10cm de radio. Realiza un esquema de la situación y calcula:
   a) La fuerza que ejerce el campo magnético sobre el protón e indica su dirección y sentido ayudándote de un diagrama.
   b) La energía cinética del protón.
   c) El número de vueltas que da el protón en 10 segundos.

Datos: $q_p = 1{,}60.10^{-19}$C; $m_p = 1{,}67.10^{-27}$kg)

a)





$\vec{F_m} = q(\vec{v} \times \vec{B}) \rightarrow F_m = qvB = 1'6 \cdot 10^{-19} \cdot 9'58 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3} = 1'53 \cdot 10^{-18}$ N

$F_m = F_c \rightarrow q\cancel{v}B = \frac{mv^{\cancel{2}}}{R} \rightarrow v = \frac{qBR}{m} = 9'58 \cdot 10^3$ m/s

b) $E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\cancel{m}\frac{q^2B^2R^2}{m^{\cancel{2}}} = \frac{q^2B^2R^2}{2m}$

$E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 1'67 \times 10^{-27} \cdot (9'58 \cdot 10^3)^2 = 7'66 \cdot 10^{-20}$ J

c) $v = \omega \cdot R$

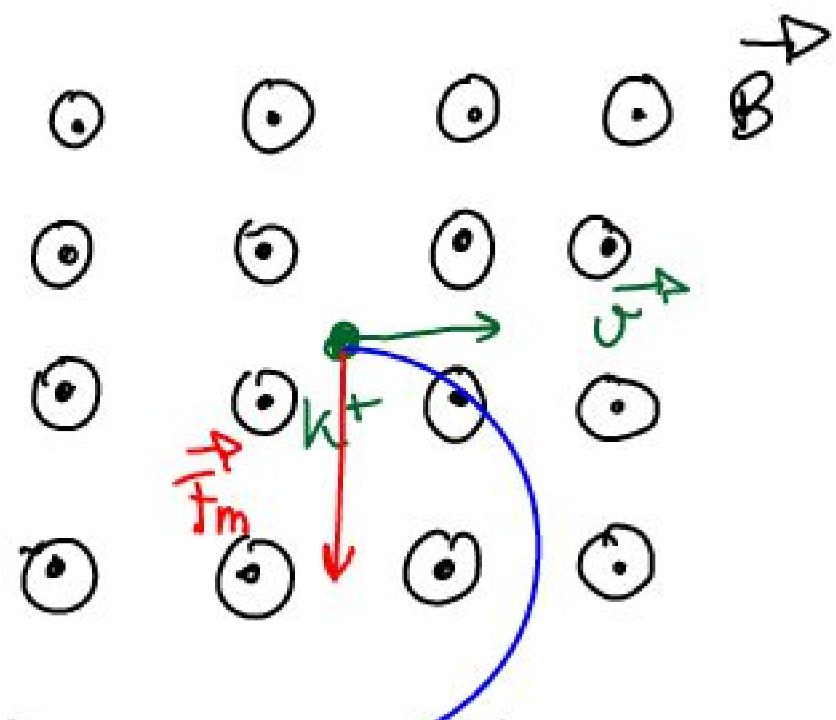
$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \rightarrow \Delta\theta = \omega \cdot \Delta t = \frac{v}{R} \cdot \Delta t$$

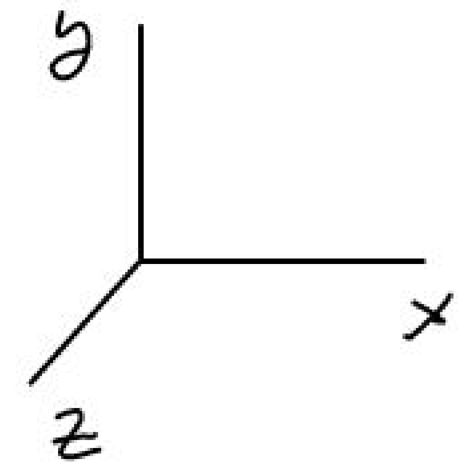
$$\text{N}^{\circ} \text{ de vueltas} = \frac{\Delta\theta}{2\pi} = \frac{v \cdot \Delta t}{2\pi R} = \frac{9'58 \cdot 10^{3} \cdot 10}{2\pi \cdot 0'1} =$$

$\simeq 152470$ vueltas

a) Determine la masa de un ión de potasio, K^+, si cuando penetra con una velocidad $\vec{v} = 8 \times 10^4 \vec{i}\ m s^{-1}$ en un campo magnético uniforme de intensidad $\vec{B} = 0{,}1 \vec{k}\ T$ describe una trayectoria circular de 65 cm de diámetro.
b) Determine el módulo, dirección y sentido del campo eléctrico que hay que aplicar en esa región para que el ión no se desvíe.
Dato: Valor absoluto de la carga del electrón, e = 1,60×10⁻¹⁹ C

a)





$$\vec{F}_m = q(\vec{v} \times \vec{B})$$

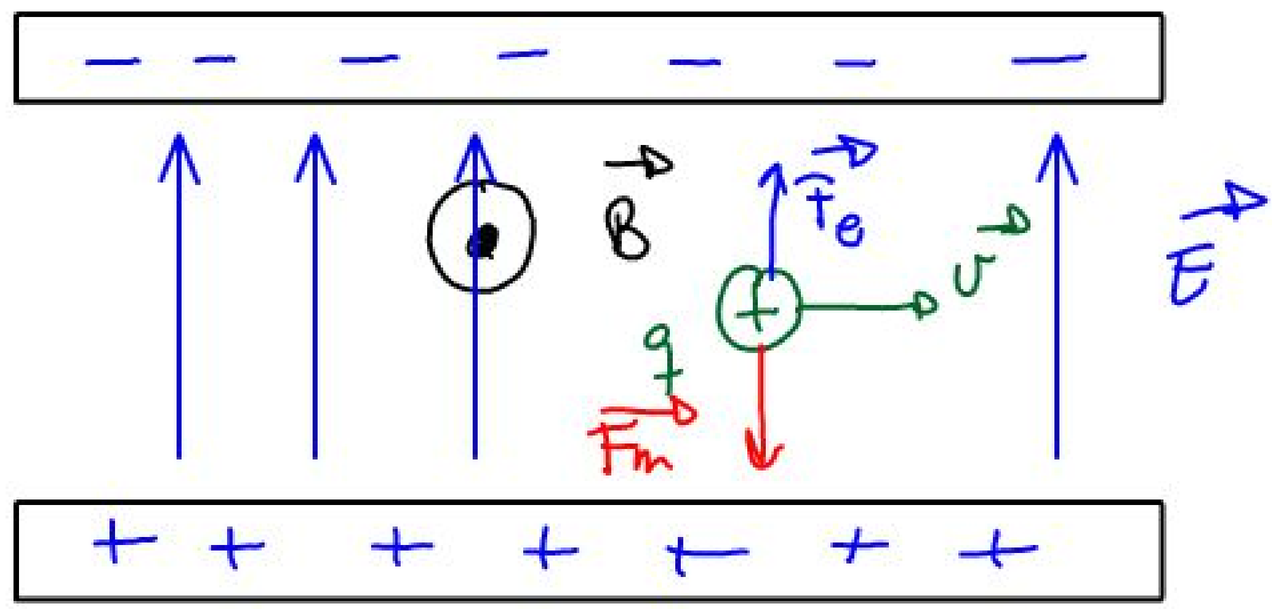
$$\vec{F}_m = q v B (-\vec{j})$$

$$\vec{F}_m = q \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ v & 0 & 0 \\ 0 & 0 & B \end{vmatrix} = -q v B \vec{j}$$

$$F_m = F_c \rightarrow q \cancel{v} B = \frac{m v^{\cancel{2}}}{R} \rightarrow \boxed{m = \frac{q B R}{v}}$$

$$m = \frac{1'6 \cdot 10^{-19} \cdot 0'1 \cdot \frac{65}{2} \cdot 10^{-2}}{8 \cdot 10^{4}} = 6'5 \cdot 10^{-26}\ \text{Kg}\ \frac{1\ u}{1'66 \cdot 10^{-27}\ \text{Kg}} =$$

$$= 39'1\ u$$



$$F_e = F_m \Rightarrow \cancel{q} E = \cancel{q} v B \rightarrow v = E/B$$

$$E = v \cdot B = 8000 \, N/C$$

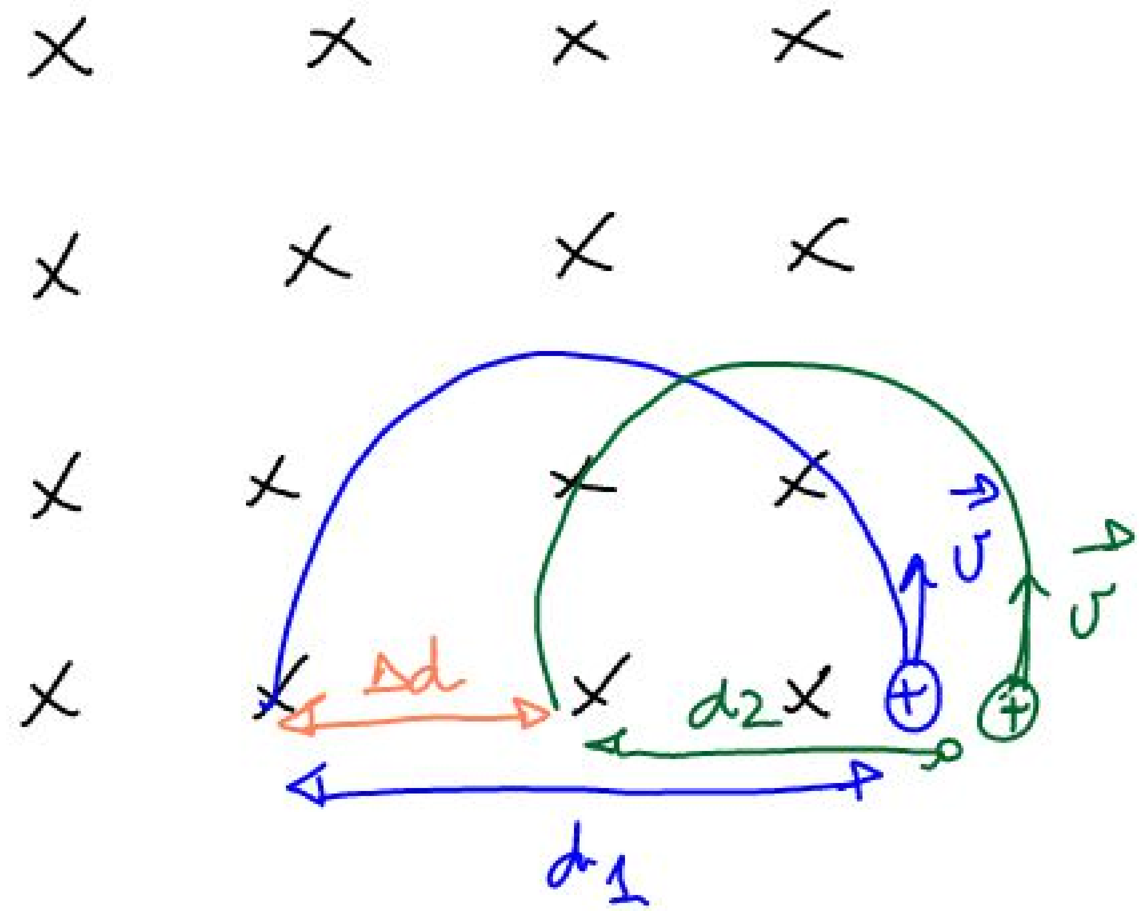
$$\vec{E} = 8000 \, \vec{j} \, N/C$$

· Dos isótopos, de masas $19{,}92\times10^{-27}$ kg y $21{,}59\times10^{-27}$ kg, respectivamente, con la misma carga de ionización son acelerados hasta que adquieren una velocidad constante de $6{,}7\times10^{5}$ m/s. Se les hace atravesar una región de campo magnético uniforme de 0,85 T cuyas líneas de campo son perpendiculares a la velocidad de las partículas

a) Determine la relación entre los radios de las trayectorias que describe cada isótopo.

b) Si han sido ionizados una sola vez, determine la separación entre los dos isótopos cuando han descrito una semicircunferencia.

Datos: Valor absoluto de la carga del electrón $e = 1{,}6\times10^{-19}$ C



a) $F_m = F_c \rightarrow q\,\cancel{v}\,B = \dfrac{m v^{\cancel{2}}}{R} \rightarrow R = \dfrac{m v}{q B}$

$$\left.\begin{aligned} R_1 &= \frac{m_1 v}{q\,B} \\ R_2 &= \frac{m_2 v}{q\,B} \end{aligned}\right\} \quad \frac{R_1}{R_2} = \frac{m_1}{m_2}$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{21'59\cdot10^{-27}}{19'92\times10^{-27}} = 1'08$$

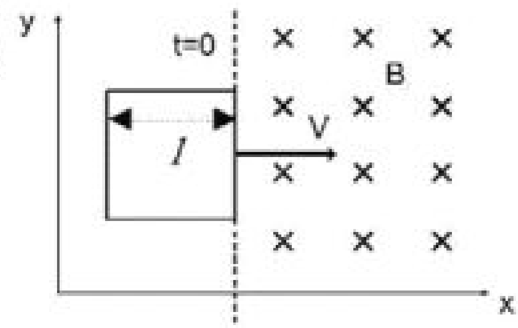
b)

$$R_1 = \frac{m_1 v}{q B} = \frac{21'59 \cdot 10^{-27} \cdot 6'7 \times 10^{5}}{1'6 \times 10^{-19} \cdot 0'85} = 0'10636 \text{ m}$$

$$R_2 = \frac{m_2 v}{q B} = \frac{19'92 \times 10^{-27} \cdot 6'7 \times 10^{5}}{1'6 \times 10^{-19} \cdot 0'85} = 0'098135 \text{ m}$$

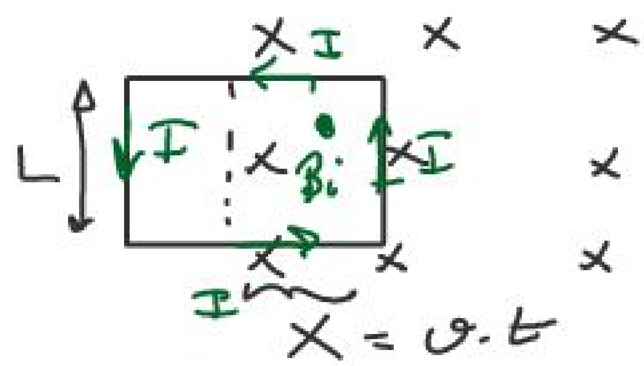
$$\Delta d = 2R_1 - 2R_2 = 2(R_1 - R_2) = 0'01645 \text{ m}$$

A. Problema 1.- Una espira cuadrada de lado l=5 cm situada en el plano XY se desplaza con velocidad constante v en la dirección del eje X como se muestra en la figura. En el instante t=0 la espira encuentra una región del espacio en donde hay un campo magnético uniforme B = 0,1 T, perpendicular al plano XY con sentido hacia dentro del papel (ver figura).



a) Sabiendo que al penetrar la espira en el campo se induce una corriente eléctrica de 5×10^{-5} A durante 2 segundos, calcule la velocidad v y la resistencia de la espira.
b) Represente gráficamente la fuerza electromotriz inducida en función del tiempo desde el instante t=0 e indique el sentido de la corriente inducida en la espira.

a) $$\phi = \vec{B}\cdot\vec{S} = B\cdot S = B\cdot L\cdot v t$$



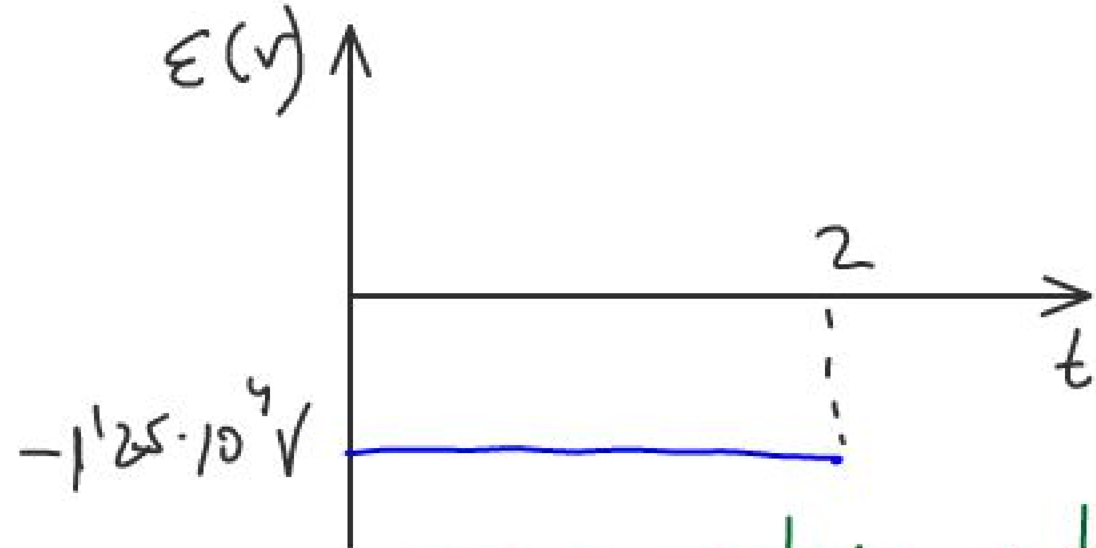
$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -BLv$$

$$v = \frac{e}{t} = \frac{0'05}{2} = 2'5\cdot10^{-2}\ m/s$$

$$\varepsilon = -0'1\cdot0'05\cdot2'5\cdot10^{-2} = -1'25\cdot10^{-4}\ V$$

$$\varepsilon = I\cdot R \Rightarrow R = \frac{\varepsilon}{I} = \frac{1'25\cdot10^{-4}\ V}{5\times10^{-5}\ A} = 2'5\ \Omega$$

b)



I → sentido antihorario

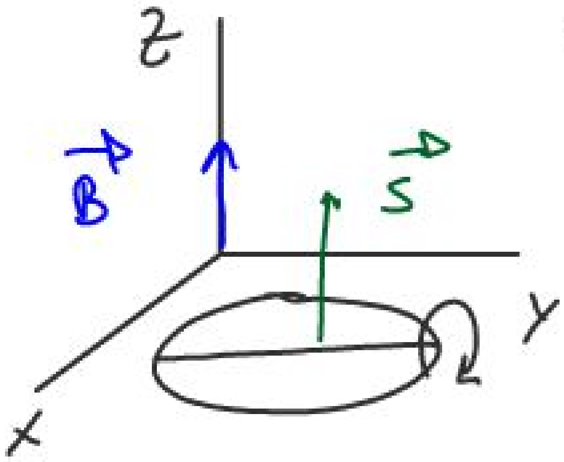
2012-Junio

B. Pregunta 3.- Una espira circular de 10 cm de radio, situada inicialmente en el plano XY, gira a 50 rpm en torno a uno de sus diámetros bajo la presencia de un campo magnético $\vec{B}=0{,}3\,\vec{k}\,T$.

Determine:

a) El flujo magnético que atraviesa la espira en el instante t = 2 s.

b) La expresión matemática de la fuerza electromotriz inducida en la espira en función del tiempo.



$$\omega = 50\,rpm \cdot \frac{2\pi\,rad}{1r} \cdot \frac{1min}{60\,s} = \frac{5\pi}{3}\,rad/s$$

$$\varphi = \omega t = \frac{5\pi}{3}t$$

$$\phi = \vec{B}\cdot\vec{S} = B\cdot S\cdot\cos\varphi = 0'3\cdot 10^{-2}\pi\cdot\cos\frac{5\pi}{3}t =$$

$$= 3\pi\cdot 10^{-3}\cos\frac{5\pi}{3}t$$

$$\phi(t=2) = 3\pi\cdot 10^{-3}\cos\frac{10\pi}{3} = -\frac{3\pi}{2}\cdot 10^{-3}\,Wb$$

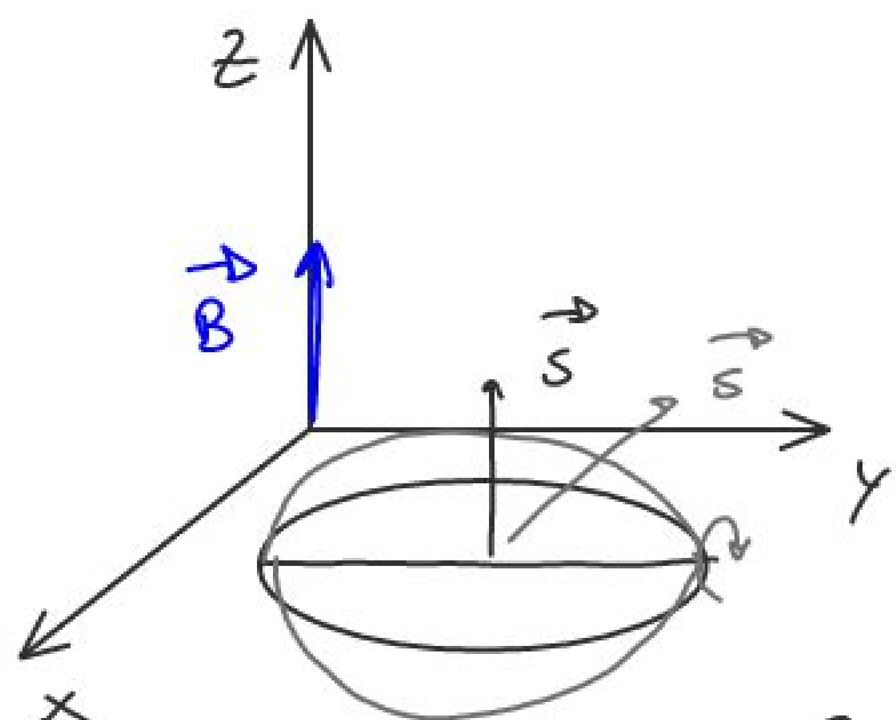
$-1/2$

$$\mathcal{E} = -\frac{d\phi}{dt} = +3\pi\cdot 10^{-3}\,sen\frac{5\pi}{3}t\cdot\frac{5\pi}{3} = 5\pi^2\cdot 10^{-3}\,sen\frac{5\pi}{3}t$$

B. Problema 2.- Una espira circular de radio r = 5 cm y resistencia 0,5 Ω se encuentra en reposo en una región del espacio con campo magnético $\vec{B}=B_0\vec{k}$, siendo B_0 = 2 T y $\vec{k}$ el vector unitario en la dirección Z. El eje normal a la espira en su centro forma 0° con el eje Z. A partir de un instante t = 0 la espira comienza a girar con velocidad angular constante ω=π(rad/s) en torno a un eje diametral. Se pide:

a) La expresión del flujo magnético a través de la espira en función del tiempo t, para $t \geq 0$.

b) La expresión de la corriente inducida en la espira en función de t.



$$\phi = \vec{B}\cdot\vec{S} = B\cdot S\cos\varphi$$

$$\varphi = 0^{\circ} \rightarrow \phi_{MAX} = B\cdot S = 5\pi\cdot 10^{-3}\,Wb$$

$$\varphi = 90^{\circ} \rightarrow \phi_{MIN} = 0\,Wb$$

$$S = \pi R^2 = \pi\cdot(0'05)^2 = 2'5\cdot 10^{-3}\pi\,m^2$$

$$\varphi = \omega t \rightarrow \phi = B\cdot S\cdot\cos(\omega t)$$

a) $\phi = 5\pi\cdot 10^{-3}\cdot\cos(\pi t)$ $\qquad \mathcal{E} = I\cdot R \rightarrow I = \frac{\mathcal{E}}{R}$, $R = 0'5\,\Omega$

b) $\mathcal{E} = -\frac{d\phi}{dt} = +5\pi^2\cdot 10^{-3}\,sen\,\pi t$; $I = +\pi^2\cdot 10^{-2}\,sen\,\pi t$

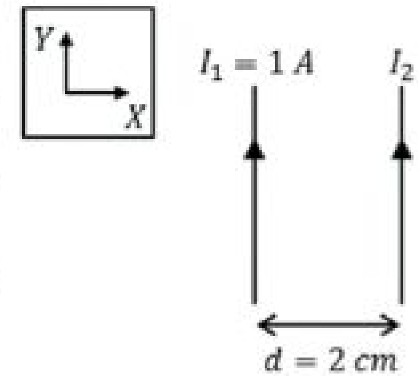
BLOQUE IV – PROBLEMA

Por dos conductores rectilíneos, indefinidos y paralelos entre sí, circulan corrientes continuas de intensidades I_1 e I_2, respectivamente, como muestra la figura. La distancia de separación entre ambos es $d = 2\ cm$.

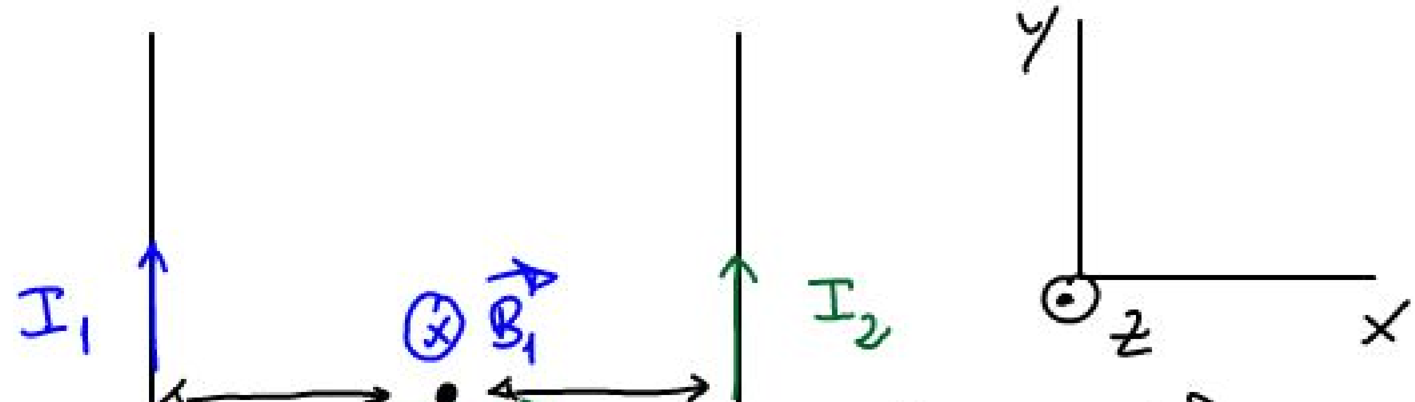
a) Sabiendo que $I_1 = 1\ A$, calcula el valor de I_2 para que, en un punto equidistante a ambos conductores, el campo magnético total sea $\vec{B} = -10^{-5}\ \vec{k}\ T$. (1 punto)

b) Calcula la fuerza $\vec{F}$ (módulo, dirección y sentido) sobre una carga $q = 1\ \mu C$, que pasa por dicho punto, con una velocidad $\vec{v} = 10^6\ \vec{j}\ m/s$. Representa los vectores $\vec{v}$, $\vec{B}$ y $\vec{F}$. (1 punto)

Dato: permeabilidad magnética del vacío, $\mu_0 = 4\ \pi \cdot 10^{-7}\ T\ m/A$



$$\boxed{B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi r}}$$



$\vec{B_1} = -B_1\ \vec{k}$

$\vec{B_2} = B_2\ \vec{k}$

$$\vec{B} = \vec{B_1} + \vec{B_2} = (B_2 - B_1)\vec{k} = -(B_1 - B_2)\vec{k}$$

$$\vec{B} = -10^{-5}\ \vec{k}\ T$$

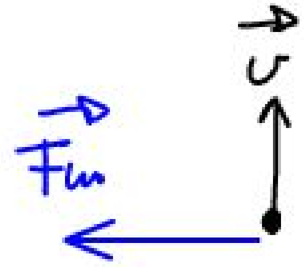
$$B_1 - B_2 = 10^{-5} \quad ; \quad B_2 = B_1 - 10^{-5}$$

$$B_1 = \frac{\mu \cdot I_1}{2\pi r} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1}{2\pi \cdot 10^{-2}} = 2 \cdot 10^{-5}\ T$$

$$B_2 = B_1 - 10^{-5} = 2 \cdot 10^{-5} - 10^{-5} = 10^{-5}\ T$$

$$B_2 = \frac{\mu I_2}{2\pi r} \rightarrow I_2 = \frac{B_2 \cdot 2\pi r}{\mu} = \frac{10^{-5} \cdot 2\pi \cdot 10^{-2}}{4\pi \cdot 10^{-7}} = \frac{1}{2}\ A$$

b)

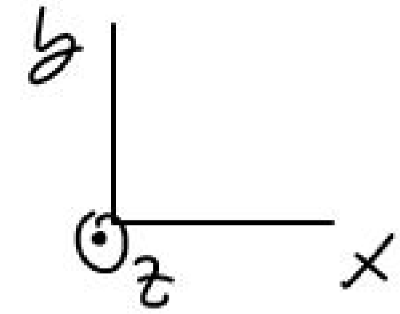


$\otimes$ $\vec{B} = -10^{-5}\,\vec{k}$ T

$\vec{v} = 10^{6}\,\vec{j}$ m/s

$q = 1\,\mu C$

$\vec{F}_m = q(\vec{v} \times \vec{B})$



$$\vec{F}_m = -F_m\,\vec{i} = -qvB\,\vec{i} =$$

$$= -10^{-6} \cdot 10^{6} \cdot 10^{-5}\,\vec{i} = -10^{-5}\,\vec{i}\ \text{N}$$

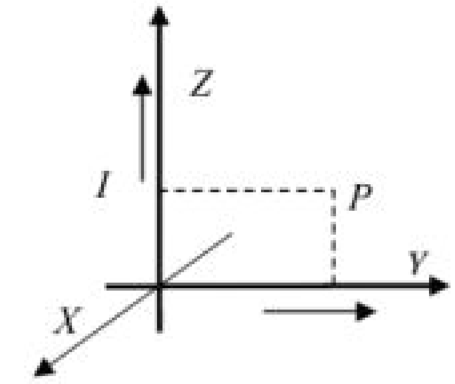
$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B}) = q \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & v & 0 \\ 0 & 0 & -B \end{vmatrix} = -qvB\,\vec{i} = -10^{-5}\,\vec{i}\ \text{N}$$

Sep 2009

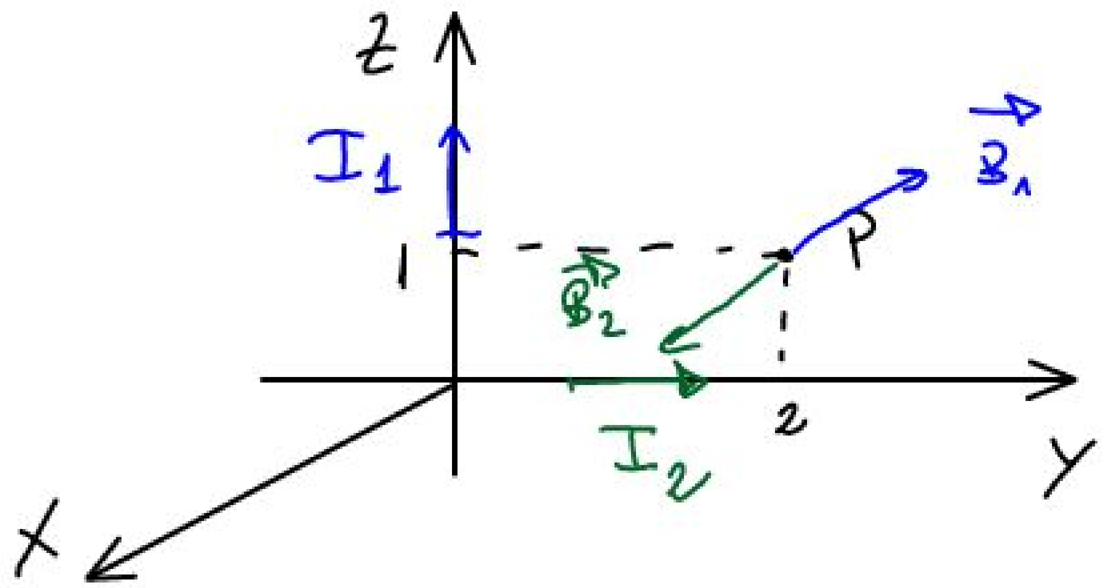
BLOQUE IV – PROBLEMA

Por dos conductores rectilíneos e indefinidos, que coinciden con los ejes Y y Z, circulan corrientes de 2 A en el sentido positivo de dichos ejes. Calcula:

a) El campo magnético en el punto P de coordenadas (0, 2, 1) cm. (1,2 puntos)
b) La fuerza magnética sobre un electrón situado en el punto P que se mueve con velocidad $\vec{v} = 10^4(\vec{j})$ m/s (0,8 puntos)



Datos: permeabilidad magnética del vacío $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ T·m·A^{-1}; carga del electrón e = 1,6·10^{-19} C



$\vec{B}_1 = -B_1 \vec{i}$
$\vec{B}_2 = B_2 \vec{i}$

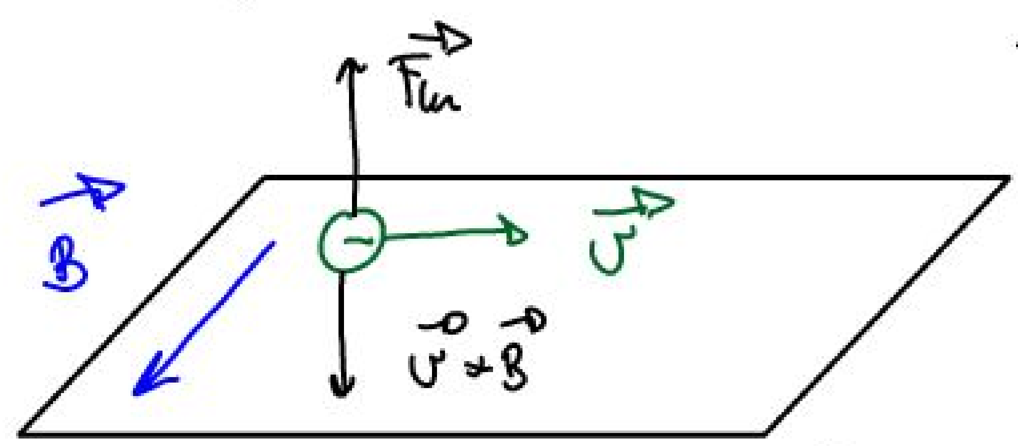
$$B_1 = \frac{\mu I_1}{2\pi r_1} = \frac{\cancel{4\pi} \cdot 10^{-7} \cdot 2}{\cancel{2\pi} \cdot \cancel{2} \cdot 10^{-2}} = 2 \cdot 10^{-5}\ T$$

$$B_2 = \frac{\mu \cdot I_2}{2\pi r_2} = \frac{\cancel{4\pi} \cdot 10^{-7} \cdot \cancel{2}}{\cancel{2\pi} \cdot 10^{-2}} = 4 \cdot 10^{-5}\ T$$

$$\vec{B} = (B_2 - B_1)\,\vec{i} = 2 \cdot 10^{-5}\,\vec{i}\ T$$

b)

$$\vec{F}_m = q(\vec{v} \times \vec{B})$$



$$\vec{F}_m = F_m \vec{k} = q v B \vec{k} =$$

$$= 1'6 \times 10^{-19} \cdot 10^4 \cdot 2 \cdot 10^{-5}\,\vec{k} = 3'2 \cdot 10^{-20}\,\vec{k}\ N$$

$$\vec{F}_m = q(\vec{v} \times \vec{B}) = -e \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & v & 0 \\ B & 0 & 0 \end{vmatrix} = -e \cdot (-vB\vec{k}) =$$

$$= e v B \vec{k} = 3'2 \cdot 10^{-20}\,\vec{k}\ N$$