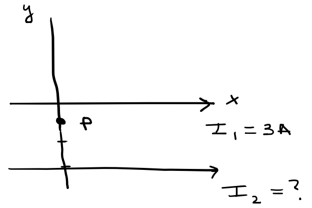
Por un hilo rectilíneo infinito situado sobre el eje x circula una corriente de 3 A según el sentido positivo de dicho eje. Una segunda corriente paralela a la primera, y del mismo sentido, pasa por el punto (0, -2, 0) m.

a) Obtenga el valor de la intensidad de la segunda corriente sabiendo que el campo magnético generado por ambas es nulo en el punto (0, −0,5, 0) m.

b) Calcule la fuerza que experimentará un electrón cuando pase por el punto (0, 2, 0) m con una velocidad $\vec{v} = 5 \cdot 10^6 \vec{\imath}$ m/s. ¿Qué velocidad, no nula, debería llevar el electrón para que la fuerza que experimentase al pasar por ese mismo punto fuese nula?

Datos: Permeabilidad magnética del vacío, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} T m A^{-1}$, valor absoluto de la carga del electrón, e = $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C

a)

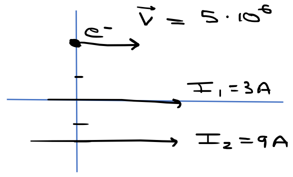


• En P $\Rightarrow$ $B = \dfrac{\mu_0\, 2I}{4\pi r}$

$B_1 = B_2 \Rightarrow \dfrac{\mu_0 \cdot 2 I_1}{4\pi r_1} = \dfrac{\mu_0 \cdot 2 I_2}{4\pi r_2} \Rightarrow \dfrac{I_1}{r_1} = \dfrac{I_2}{r_2}$

$\Rightarrow I_2 = \dfrac{I_1 \cdot r_2}{r_1} = \dfrac{3 \cdot 1{,}5}{0{,}5} = \boxed{9\ A}$

b)



• $\vec{B}_{e^-} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = \dfrac{\mu_0 \cdot 2 \cdot 3}{4\pi \cdot 2} \cdot \vec{k} + \dfrac{\mu_0 \cdot 2 \cdot 9}{4\pi \cdot 4} \cdot \vec{k} = 7{,}5 \cdot 10^{-7}\, \vec{k}\ T$

• Ley de Lorentz: $\vec{F} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B} = -1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 5 \cdot 10^6 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 7{,}5 \cdot 10^{-7} \end{vmatrix}$

$\Rightarrow \vec{F} = -1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot (0, -3{,}75, 0) = \boxed{(0, 6 \cdot 10^{-19}, 0)\ N}$

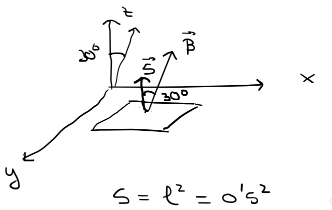
• Si ahora $\vec{F}_e = 0\ T$, $\Rightarrow q \cdot \vec{v} \times \vec{B} = 0 \Rightarrow q \cdot v \cdot B \cdot \text{sen}\,\alpha = 0$, así que necesitamos que α, el ángulo formado por el vector velocidad y el vector campo magnético sea $\alpha = 0°$, es decir, el electrón debe moverse paralelo al campo magnético. Así que debe moverse en el eje z, da igual el sentido y la velocidad.

En el plano xy se sitúa una espira cuadrada de lado 0,5 m y resistencia 5 Ω. En dicha región del espacio se tiene un campo magnético variable de $B = 3sen\left(\frac{3\pi}{2}t\right) T$, donde t está en segundos y cuya dirección forma un ángulo de 30° con el semieje positivo del eje z.

a) Determine la expresión del flujo magnético a través de la espira y calcule su valor para t = 2 s.

b) Obtenga la fuerza electromotriz y la corriente inducida en la espira para t = 2 s.

a)



$S = \ell^2 = 0'5^2$

lado = 0'5 m
R = 5 Ω

$B = 3\,\text{sen}\left(\frac{3\pi t}{2}\right) T$

① $\phi = B \cdot S \cdot \cos\alpha = 3 \cdot \text{sen}\left(\frac{3\pi t}{2}\right) \cdot 0'5^2 \cdot \cos 30°$

$\boxed{\phi = 0'65 \cdot \text{sen}\left(\frac{3\pi}{2} \cdot t\right)\ Wb}$ EXPRESIÓN DEL FLUJO

② para $t = 2s \Rightarrow \phi = 0'65 \cdot \text{sen}\left(\frac{3\pi}{2} \cdot 2\right) = \boxed{0\ Wb}$

b) Fuerza electromotriz $= \varepsilon = -\dfrac{d\phi}{dt} = -\dfrac{d\left(0'65 \cdot \text{sen}\left(\frac{3\pi}{2}t\right)\right)}{dt} = -\dfrac{0'65 \cdot \frac{3\pi}{2} \cdot \cos\left(\frac{3\pi}{2} \cdot t\right)}{1}$

$\varepsilon = -3'063 \cdot \cos\left(\frac{3\pi}{2}t\right)$ para $t = 2s \Rightarrow \boxed{\varepsilon = 3'063\ V}$

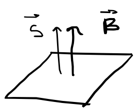
$I = \dfrac{|\varepsilon|}{R} = \dfrac{3'063}{5} = \boxed{0'61\ A}$

Una espira cuadrada de 20 cm de lado se somete a la acción de un campo magnético variable con el tiempo B(t) perpendicular al plano de la espira. Halle el flujo magnético y la fem inducida en la espira en el tiempo t = 2 s en los siguientes casos:

a) Cuando el campo magnético es B(t) = Kt, con K igual a $2 \cdot 10^{-3}\ T \cdot s^{-1}$.

b) Cuando el campo magnético es B(t) = $3 \cdot 10^{-3}$ ·cos (3πt), donde B está en T y t está en s.

a)



$\ell = 20cm = 0'2m$

$B = 2 \cdot 10^{-3}\, t$

① $\phi = B \cdot S \cdot \cos\alpha = 2 \cdot 10^{-3} \cdot t \cdot 0'2 \cdot 0'2 \cdot \cos 0°$

$\phi = 8 \cdot 10^{-5}\, t\ Wb$. para $t = 2s \Rightarrow \phi = 8 \cdot 10^{-5} \cdot 2$

$\Rightarrow \boxed{\Phi = 1'6 \cdot 10^{-4}\ wb}$

② $\varepsilon = -\dfrac{d\Phi}{dt} = -\dfrac{d(8 \cdot 10^{-5} \cdot t)}{dt} = -\dfrac{8 \cdot 10^{-5}}{1} = \boxed{-8 \cdot 10^{-5}\ V}$

b) $B = 3 \cdot 10^{-3} \cdot \cos(3\pi \cdot t)$ $\Phi = B \cdot S \cdot \cos\alpha = 3 \cdot 10^{-3} \cos(3\pi \cdot t) \cdot 0'2 \cdot 0'2 \cdot \cos 0°$

$\Phi = 1'2 \cdot 10^{-4} \cos(3\pi t)$ Para $t = 2s \Rightarrow \boxed{\Phi = 1'14 \cdot 10^{-4}\ wb}$

$\varepsilon = -\dfrac{d\Phi}{dt} = -\dfrac{d(1'2 \cdot 10^{-4} \cdot \cos(3\pi t))}{dt} = -\dfrac{1'2 \cdot 10^{-4} \cdot 3\pi \cdot (-\operatorname{sen}(3\pi t))}{1} = 1'2 \cdot 10^{-4} \cdot 3\pi \cdot \operatorname{sen}(3\pi t)$

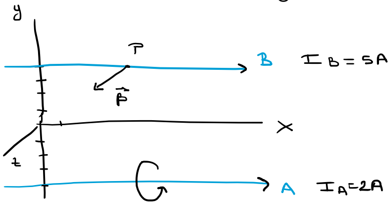
Para $t = 2s \Rightarrow \boxed{\varepsilon = 3'65 \cdot 10^{-4}\ V}$

Dos hilos conductores rectilíneos A y B paralelos al eje x, que pasan por los puntos (0, -4, 0) m y (0, 4, 0) m, transportan intensidades de corriente de 2 A y 5 A, respectivamente, a lo largo del sentido positivo del eje x.

a**) Calcule el vector campo magnético que produce el conductor A en la posición del conductor B.**

b) Obtenga la fuerza por unidad de longitud que ejerce el conductor A sobre el conductor B, indicando su dirección y sentido.

Dato: Permeabilidad magnética del vacío,$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} TmA^{-1}$.

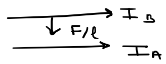


a) campo magnético: $B = \dfrac{\mu_0 \cdot I}{2\pi \cdot r}$ $r = 8m$ (distancia entre hilos)

$B = \dfrac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 2}{2 \cdot \pi \cdot 8} = 5 \cdot 10^{-8}\ T \Rightarrow \boxed{\vec{B} = 5 \cdot 10^{-8}\ \vec{k}\ T}$

Sabemos la dirección con la regla de la mano derecha.

b) $\dfrac{F}{\ell} = \dfrac{\mu_0 \cdot I_1 \cdot I_2}{2\pi r} \Rightarrow \dfrac{F}{\ell} = \dfrac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 2 \cdot 5}{2 \cdot \pi \cdot 8} = \boxed{2'5 \cdot 10^{-7}\ N/m}$



- Como los hilos de corriente tienen sus intensidades en la misma dirección y sentido la fuerza por unidad de longitud será en $\boxed{\text{sentido negativo del eje } y}$. $\dfrac{\vec{F}}{\ell} = -2'5 \cdot 10^{-7}\ \vec{j}$ N/m.

Un haz de iones de Ag+ se aceleran, partiendo del reposo, a lo largo de una diferencia de potencial de 3 kV. Tras esta etapa de aceleración, los iones entran en una región donde existe un campo magnético de 200 mT perpendicular a su velocidad.

a) Calcule la velocidad que adquieren los iones de Ag+ tras la etapa de aceleración.

b) Obtenga el radio de la trayectoria de los iones al penetrar en la región del campo magnético.

Datos: Valor absoluto de la carga del electrón, e = 1,6 · 10^{-19} C; Masa atómica de la plata, MAg = 107,9 u; Unidad de masa atómica, 1 u = 1,66· 10^{-27} kg.

a) $v_0 = 0\ m/s$

$\Delta V = 3\ kV = 3.000\ V$

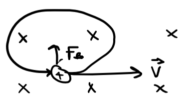
$B = 200\ mT = 200 \cdot 10^{-3}\ T$

$\left.\begin{array}{l} W_{A \to B} = \Delta E_c \\ W_{A \to B} = q \Delta V \end{array}\right\}$ $\Delta E_c = q \cdot \Delta V \Rightarrow E_{cf} - \cancel{E_{c0}}^{\,0} = 1'6 \cdot 10^{-19} \cdot 3000$

$\Rightarrow \dfrac{1}{2} \cdot m \cdot v_f^2 = 1'6 \cdot 10^{-19} \cdot 3000 \Rightarrow v_f^2 = \dfrac{1'6 \cdot 10^{-19} \cdot 3000 \cdot 2}{177'62 \cdot 10^{-27}}$

$m = 107'9\,u \cdot \dfrac{1'66 \cdot 10^{-27}}{1u} = 177'62 \cdot 10^{-27} kg$ $\boxed{v_f = 7'35 \cdot 10^{4}\ m/s}$

b)



B MCU $F_c = F_B \Rightarrow \dfrac{m v^{\cancel{2}}}{r} = q \cdot v \cdot B \Rightarrow \dfrac{m \cdot v}{r} = q \cdot B \Rightarrow m \cdot v = q \cdot B \cdot r$

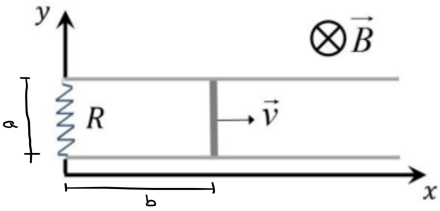
$\Rightarrow r = \dfrac{m \cdot v}{q \cdot B} \Rightarrow r = \dfrac{177'62 \cdot 10^{-27} \cdot 7'35 \cdot 10^{4}}{1'6 \cdot 10^{-19} \cdot 200 \cdot 10^{-3}} = \boxed{0'41\ m}$

2022 JUNIO A.3

La figura representa una varilla metálica de 20 cm de longitud, cuyos extremos deslizan sin rozamiento sobre unos raíles horizontales, paralelos al eje x, metálicos y de resistencia despreciable. La varilla tiene resistencia despreciable y su velocidad es $\vec{v} = 2\vec{\imath} m \cdot s^{-1}$. Los raíles están conectados en x = 0 por una resistencia de valor R = 0,5 Ω . En la región hay un campo magnético uniforme $\vec{B} = -0{,}4\vec{k}\ T$. Calcule:

a) La intensidad de la corriente en el circuito formado por la varilla, la resistencia y los tramos de raíl entre ellas.

b) La fuerza $\vec{F}$ que el campo magnético ejerce sobre la varilla.



a) $l = 20cm = 0'2m = a$
$\vec{v} = 2\vec{i}\ m/s$
$R = 0'5\ \Omega$
$B = -0'4T$
x_0 VARILLA $= 0m$

① $\phi = \int \vec{B}\cdot d\vec{S} = \int B\cdot dS\cdot \cos\alpha \Rightarrow \phi = B\cdot \cos\alpha \cdot S \Rightarrow \phi = B\cdot S\cdot \cos\alpha$

como $\alpha = 0°$ (ángulo formado entre vector $\vec{B}$ y $\vec{S}$) $\Rightarrow \phi = B\cdot S$

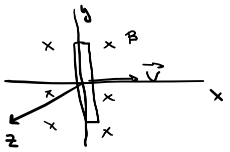
② $S = b\cdot a$ $\quad S = b\cdot 0'2$ La base la sacamos por MRU

$x_f = x_0 + vt \Rightarrow b = 0 + 2t \Rightarrow b = 2t$ Por tanto $S = b\cdot 0'2 = 2t\cdot 0'2$

$S = 0'4t$

③ $\phi = B\cdot S \Rightarrow \phi = -0'4\cdot 0'4\cdot t \Rightarrow \phi = -0'16t$ Wb

④ $\varepsilon = \frac{-d\phi}{dt} = \frac{-d(-0'16t)}{dt} = \frac{+0'16}{1} = +0'16$ V $\quad$ ⑤ $I = \frac{|\varepsilon|}{R} = \frac{0'16}{0'5} = \boxed{0'32\ A}$

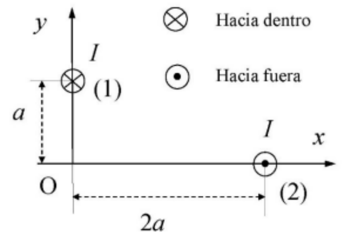
b) 

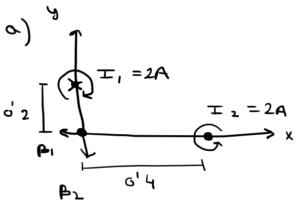
$\vec{F}_M = I\cdot \vec{l}\times\vec{B} = 0'32\cdot \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & 0'2 & 0 \\ 0 & 0 & -0'4 \end{vmatrix} = 0'32(-0'08, 0, 0) = (-0'0256, 0, 0)$

$\boxed{\vec{F} = -2'56\cdot 10^{-2}\,\vec{i}\ N}$

La fuerza será en sentido negativo del eje x en oposición al aumento del flujo.

Dos hilos indefinidos, paralelos al eje z, están recorridos por una intensidad de corriente I = 2 A en los sentidos indicados en la figura. Uno de los hilos (hilo 1) corta al plano xy en el punto (0, a) y el otro (hilo 2) en el punto (2a, 0), siendo a = 20 cm. Calcule:
a) El campo magnético creado por ambos hilos en el origen de coordenadas, O(0, 0).
b) La fuerza magnética por unidad de longitud que ejerce el hilo 1 sobre el hilo 2. Dato: Permeabilidad magnética del vacío, $\mu_0 = 4\pi\cdot 10^{-7} TmA^{-1}$.



a) 

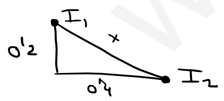
$B = \frac{\mu_0\cdot I}{2\pi r}$ • $B_1 = \frac{4\pi 10^{-7}\cdot 2}{2\pi\cdot 0'2} = 2\cdot 10^{-6}\ T$ $\quad \vec{B}_1 = -2\cdot 10^{-6}\,\vec{i}\ T$

• $B_2 = \frac{4\pi\cdot 10^{-7}\cdot 2}{2\pi\cdot 0'4} = 1\cdot 10^{-6}\ T$ $\quad \vec{B}_2 = -1\cdot 10^{-6}\,\vec{j}\ T$

• $\vec{B}_{TOTAL} = -2\cdot 10^{-6}\,\vec{i} - 1\cdot 10^{-6}\,\vec{j}\ T$ $\quad |\vec{B}| = \sqrt{(-2\cdot 10^{-6})^2 + (-1\cdot 10^{-6})^2} = \boxed{2'24\cdot 10^{-6}\ T}$

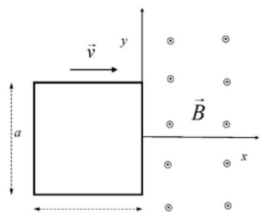
b) $\frac{F}{l} = \frac{\mu_0\cdot I_1\cdot I_2}{2\pi r} \Rightarrow F/l = \frac{4\pi\cdot 10^{-7}\cdot 2\cdot 2}{2\pi\cdot 0'447} = \boxed{1'79\cdot 10^{-6}\ N/m}$

• Distancia entre los dos hilos:



$x = \sqrt{0'2^2 + 0'4^2} = 0'447\ m$

Una espira cuadrada, de lado a = 30 cm, penetra con una velocidad constante $\vec{v} = 3\vec{\imath}\,cm\cdot s^{-1}$, en una zona (x > 0) en la que hay un campo magnético $\vec{B} = 1\cdot 10^{-3}\vec{k}T$. En el instante inicial, la espira está completamente fuera del campo y con uno de sus lados situado en el eje y (ver figura).
a) Represente gráficamente la fem inducida en la espira en función del tiempo.
b) Si la resistencia de la espira es de 10 Ω, obtenga el valor máximo de la intensidad que recorre la espira. Razone cuál será el sentido de la corriente inducida.



a) $a = 0'3m$ $\quad$ • En $t = 0s$, la superficie dentro del campo es 0.
$v = 0'03m/s$ $\quad$ • Se mueve con MRU $\Rightarrow x_f = x_0 + vt$
$B = 1\cdot 10^{-3}\ T$

① $\phi = \int \vec{B}\, d\vec{S} \Rightarrow \phi = \int B\cdot\cos\alpha\cdot dS \Rightarrow \phi = B\cdot S\cdot \cos\alpha \quad \alpha = 0° \Rightarrow \phi = B\cdot S$

② $S = b \cdot a$ La base b va variando según un MRU.

$x_f = x_0 + vt \Rightarrow b = 0 + 0'03 \cdot t \Rightarrow b = 0'03t$

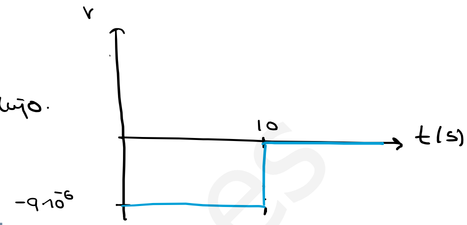
$\Rightarrow S = 0'03 \cdot t \cdot 0'3 \Rightarrow S = 0'009t$

③ $\phi = B \cdot S \Rightarrow \phi = 1 \cdot 10^{-3} \cdot 0'009t \Rightarrow \phi = 9 \cdot 10^{-6} t$ Wb.

④ $\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d(9 \cdot 10^{-6} t)}{dt} = \frac{-9 \cdot 10^{-6}}{1} = -9 \cdot 10^{-6} V \Rightarrow \varepsilon$ es constante.

⑤ Tenemos que averiguar cuánto tarda la espira en penetrar en el campo, porque en ese momento no habrá ni ε ni variación de flujo.

$x_f = x_0 + vt \Rightarrow 0'3 = 0 + 0'03 \cdot t \Rightarrow t = \frac{0'3}{0'03} = 10s$



b) $R = 10\,\Omega \Rightarrow I = \frac{|\varepsilon|}{R} \Rightarrow I = \frac{9 \cdot 10^{-6}}{10} = \boxed{9 \cdot 10^{-7} A}$

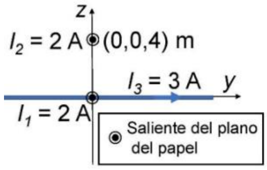
- El sentido de la corriente inducida produce un campo magnético en sentido contrario al aumento del flujo magnético, por lo que la intensidad irá $\boxed{\text{en sentido de las agujas del reloj.}}$

Se tienen tres hilos indefinidos de corriente (ver figura). Los hilos de intensidades I_1 = 2A e I_2 = 2A son paralelos al eje x y pasan por los puntos (0, 0, 0) y (0, 0, 4) m, respectivamente. El tercer hilo, con una intensidad I_3= 3A pasa por el origen de coordenadas y es paralelo al eje y. En todos los casos la corriente va en el sentido positivo de los ejes. Calcule:

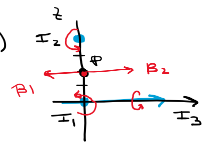
a) El campo magnético total creado por los tres hilos en el punto (0, 0, 2) m.

b) La fuerza magnética por unidad de longitud que ejerce el hilo de intensidad I_1 sobre el hilo de intensidad I_2. ¿La fuerza es atractiva o repulsiva?

Dato: Permeabilidad magnética del vacío $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} TmA^{-1}$.



a)



- Distancia del hilo 1 al pto P = 2m
- Distancia del hilo 2 al pto P = 2m
- Distancia del hilo 3 al pto P = 2m

Seguimos la regla de la mano derecha, o podemos hacerlo con vectores.

$B = \frac{\mu_0 \cdot I_1}{2\pi r} \cdot (\vec{u}_I \times \vec{u}_r)$

① $B_1 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 2}{2\pi \cdot 2} \cdot \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot (0, -1, 0) = -2 \cdot 10^{-7} \vec{j}$ T

② $B_2 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 2}{2\pi \cdot 2} \cdot \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{vmatrix} = 2 \cdot 10^{-7} (0, 1, 0) = 2 \cdot 10^{-7} \vec{j}$ T

③ $B_3 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 3}{2\pi \cdot 2} \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} = 3 \cdot 10^{-7} (1, 0, 0) = 3 \cdot 10^{-7} \vec{i}$ T

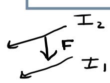
$\vec{B}_T = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3$

$\vec{B}_T = 3 \cdot 10^{-7} \vec{i}$ T

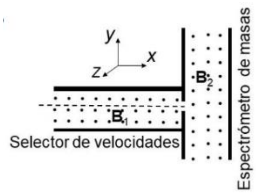
$\boxed{|\vec{B}_T| = 3 \cdot 10^{-7} \text{ T}}$

b) Los hilos son paralelos y su intensidad va en la misma dirección. $\boxed{\text{Por ello, la fuerza es atractiva.}}$

$F/\ell = \frac{\mu_0 \cdot I_1 \cdot I_2}{2\pi r} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 2 \cdot 2}{2\pi \cdot 4} = \boxed{2 \cdot 10^{-7} N/m}$



Un espectrómetro de masas es un dispositivo que mide la masa de los iones y cuyo esquema se muestra en la figura. Consta de un selector de velocidades, en el que, mediante un campo eléctrico y un campo magnético mutuamente perpendiculares, se seleccionan únicamente los iones que viajan en línea recta paralela al eje x de la figura y con un valor determinado de la velocidad. A continuación, los iones pasan a una segunda región con un campo magnético perpendicular a la velocidad de los iones, de forma que éstos realizan una trayectoria circular. En el experimento se usan iones positivos de oxígeno $^{18}O^{+}$ cuya masa es $2{,}7 \cdot 10^{-26}$kg y su carga es +e. En el selector de velocidades los campos eléctrico y magnético son $\vec{E} = 4{,}0 \cdot 10^5 \vec{j}\, V \cdot m^{-1}$ y $\vec{B}_1 = 2\vec{k}$ T. El campo magnético en la segunda región del espectrómetro de masas es $\vec{B}_2 = 5\vec{k}$ T. Calcule:



a) La velocidad de los iones de oxígeno que viajan en línea recta a lo largo del eje x en el selector de velocidades.

b) El radio de la órbita circular descrita por los iones en la segunda región del espectrómetro de masas donde el campo magnético es B_2.

Dato: Valor absoluto de la carga de electrón, e = 1,6 · 10^{-19}C.

a) $m = 2'7\cdot10^{-26}$ kg

$q = 1'6\cdot10^{-19}$ C

$\vec{E} = 4\cdot10^{5}\,\vec{j}$ V/m

$\vec{B}_1 = 2\vec{k}$ T

$\vec{B}_2 = 5\vec{k}$ T

① En el selector de velocidades

Para que vaya en línea recta $F_E = F_M \Rightarrow q\cdot E = q\cdot v\cdot B$

$\Rightarrow E = v\cdot B \Rightarrow v = \dfrac{E}{B} = \dfrac{4\cdot10^5}{2} = \boxed{2\cdot10^5 \text{ m/s}}$

b) En la segunda región MCU $F_c = F_M \Rightarrow \dfrac{m v^2}{r} = q\cdot v\cdot B \Rightarrow m\cdot v = r\cdot q\cdot B \Rightarrow r = \dfrac{m\cdot v}{q\cdot B}$

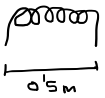
$\Rightarrow r = \dfrac{2'7\cdot10^{-26}\cdot 2\cdot10^5}{1'6\cdot10^{-19}\cdot 5} = \boxed{6'75\cdot10^{-3}\text{ m}}$

Un solenoide de longitud 50 cm está formado por 1000 espiras de radio 5 cm. El flujo magnético a través de dicho solenoide es 50 · 10^{-3} Wb.

a) Calcule la intensidad de corriente que circula por el solenoide. A continuación, se sitúa en su interior una espira de radio 2 cm de modo que su vector superficie es paralelo al eje longitudinal del solenoide.

b) Determine la fuerza electromotriz inducida en la espira interior, si la corriente que circula por el solenoide se reduce de forma lineal hasta anularse en 5 milisegundos.

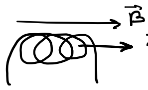
Dato: Permeabilidad magnética del vacío, $\mu_0 = 4\pi\cdot10^{-7} TmA^{-1}$.

a) 

$N = 1000$ espiras

$r = 0'05$ m

$\phi = 50\cdot10^{-3}$ wb



$\alpha = 0°$

① Flujo en solenoide: $\phi = N\cdot B\cdot S$

② Superficie circunferencia: $S = \pi r^2 = \pi\cdot 0'05^2 = 7'85\cdot10^{-3}$ m

③ $\phi = N\cdot B\cdot S \Rightarrow 50\cdot10^{-3} = 1000\cdot B\cdot 7'85\cdot10^{-3}$ $\quad B = \dfrac{50\cdot10^{-3}}{1000\cdot7'85\cdot10^{-3}} = 6'37\cdot10^{-3}$ T

④ Campo en un solenoide: $B = \dfrac{\mu_0\cdot N\cdot I}{\ell} \Rightarrow I = \dfrac{B\cdot\ell}{\mu_0\cdot N} = \dfrac{6'37\cdot10^{-3}\cdot 0'5}{4\pi\cdot10^{-7}\cdot1000} = \boxed{2'53\text{ A}}$

b) $t = 5$ ms $= 5\cdot10^{-3}$ s

¿ε?

① $\varepsilon = -\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\dfrac{\Phi_f - \Phi_0}{t_f - t_0}$

② · $\Phi_f = B\cdot S$ donde $B_f = \dfrac{\mu_0\cdot N\cdot I}{\ell} = \dfrac{4\cdot\pi\cdot10^{-7}\cdot1000\cdot0}{\ell} = 0$ Por tanto $\Phi_f = 0$ wb

· $\Phi_0 = B\cdot S$ donde $B = 6'37\cdot10^{-3}$ y $\phi = 6'37\cdot10^{-3}\cdot\pi\cdot0'02^2 = 7'99\cdot10^{-6}$ wb

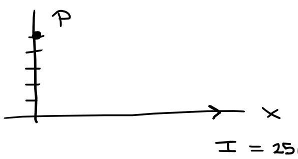
③ $\varepsilon = -\dfrac{0 - 7'99\cdot10^{-6}}{5\cdot10^{-3}} = \boxed{1'6\cdot10^{-3}\text{ V}}$

Un hilo conductor rectilíneo indefinido situado a lo largo del eje x transporta una corriente de 25 A en sentido positivo del eje. Obtenga:

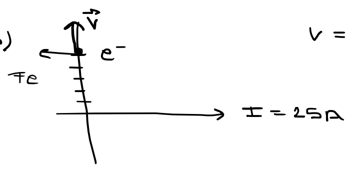
a) El campo magnético creado por el hilo en el punto (0, 5, 0) cm.

b) La fuerza magnética que experimenta un electrón cuando está en la posición (0, 5, 0) cm y tiene una velocidad de 1000 m s^{-1} en sentido positivo del eje y.

Datos: Valor absoluto de la carga del electrón, e = 1,6 · 10^{-19}C; Permeabilidad magnética del vacío, $\mu_0 = 4\pi\cdot10^{-7} TmA^{-1}$.

a) 

Campo magnético: $B = \dfrac{\mu_0\cdot I}{2\pi r} = \dfrac{4\pi\cdot10^{-7}\cdot25}{2\pi\cdot0'05} = \boxed{1\cdot10^{-4}\text{ T}}$

b) 

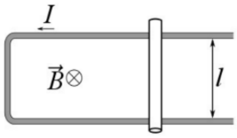
$v = 1000$ m/s

Como no nos piden dirección ni sentido, podemos sacarlo en módulo:

$|F_M| = q\cdot v\cdot B\cdot \text{sen}\,\alpha = -1'6\cdot10^{-19}\cdot1000\cdot1\cdot10^{-4}\cdot\text{sen}\,90°$

$|F_M| = \boxed{+1'6\cdot10^{-20}\text{ N}}$

En una región del espacio existe un campo magnético uniforme de valor 0,5 T que penetra perpendicularmente al plano del papel. En dicha región se sitúa un alambre conductor con forma de U, que tiene una resistencia despreciable, cerrado por una varilla de longitud l = 20 cm y resistencia 2 Ω, tal como se muestra en la figura. Calcule:



a) La velocidad, en módulo, dirección y sentido, con la que debemos mover dicha varilla para que se genere una corriente de 1 A en sentido antihorario.
b) La fuerza que es necesario ejercer sobre la varilla para que su velocidad sea constante.

a) $B = 0'5\,T$ $\quad I = 1\,A$ $\quad$ ① $I = \frac{|\varepsilon|}{R} \Rightarrow 1 = \frac{\varepsilon}{2} \Rightarrow \varepsilon = 2\,V$

$l = 0'2\,m$

$R = 2\,\Omega$ $\quad$ ② $\Phi = B \cdot S \cdot \cos\alpha \quad \alpha = 0° \Rightarrow \Phi = B \cdot S = 0'5 \cdot S$

③ Superficie $S = b \cdot a$ $\quad a = 0'2\,m$; $\quad b \Rightarrow x_f = x_0 + vt \Rightarrow b = 0 + v \cdot t \Rightarrow b = v \cdot t$

Por tanto $S = v \cdot t \cdot 0'2 = 0'2vt$

④ $\Phi = B \cdot S = 0'5 \cdot 0'2 \cdot vt = 0'1vt$

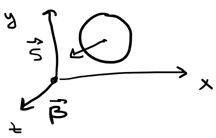
⑤ $\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow \varepsilon = \frac{-d(0'1vt)}{dt} = -\frac{0'1v}{1} \Rightarrow \varepsilon = -0'1v$ $\quad$ ⑥ Como $\varepsilon = 2v \Rightarrow 2 = -0'1v$

$\Rightarrow v = \frac{2}{-0'1} = \boxed{20\,m/s}$

⑦ Una I antihoraria genera un campo magnético en sentido hacia fuera del papel, el cuál está contrarrestando el campo que hay inicialmente hacia dentro del papel. Eso significa que está aumentando el área del rectángulo y por tanto la varilla se mueve $\boxed{\text{hacia la derecha.}}$

Una espira circular de radio 6 cm, inicialmente situada en el plano xy, está inmersa en el seno de un campo magnético homogéneo dirigido hacia el sentido positivo del eje z. Calcule, para el instante t = 7 ms, el flujo del campo magnético en la espira y la fuerza electromotriz inducida en los siguientes casos:
a) El módulo del campo magnético varía de la forma B = $3t^2$ (B expresado en teslas y t en segundos).
b) El módulo del campo magnético es constante e igual a B = 8 mT, y la espira gira con una velocidad angular de 60 rad·s^{-1}, alrededor del eje y.

a) $r = 0'06\,m$ $\quad t = 7 \cdot 10^{-3}\,s$ $\quad$ ① $\Phi = B \cdot S \cdot \cos\alpha$ $\quad B = 3t^2$



$\alpha = 0°$. El vector superficie y el vector campo magnético forman 0°.

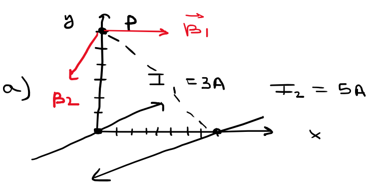
② $S = \pi r^2 = \pi \cdot 0'06^2 = 0'0036\pi$

③ $\Phi = 3t^2 \cdot 0'0036\pi = 0'0108\pi t^2\ Wb. \Rightarrow \Phi = 0'0108\pi \cdot (7 \cdot 10^{-3})^2 = \boxed{1'66 \cdot 10^{-6}\,Wb}$

④ $\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow \varepsilon = -\frac{d(0'0108\pi t^2)}{dt} = -\frac{2 \cdot 0'0108\pi t}{1} \Rightarrow \varepsilon = -2 \cdot 0'0108\pi \cdot 7 \cdot 10^{-3} = \boxed{-4'75 \cdot 10^{-4}\,V}$

Dos corrientes eléctricas rectilíneas indefinidas, I_1 e I_2, dirigidas según el eje z cortan el plano xy por los puntos (0, 0) m y (8, 0) m, respectivamente. La corriente I_1 lleva sentido negativo y tiene un valor de 3 A, mientras que la corriente I_2 lleva sentido positivo y tiene un valor de 5 A. Calcule:
a) El campo magnético en el punto (0, 6) m.
b) La fuerza magnética que experimentará un electrón que pase por el punto (0, 6) m con una velocidad $\vec{v} = 3 \cdot 10^4 \vec{i}\ m \cdot s^{-1}$.
Datos: Valor absoluto de la carga del electrón, e = 1,6 · 10^{-19}C; Permeabilidad magnética del vacío, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} TmA^{-1}$.

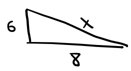
a)



① Campo magnético: $B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi r} \cdot (\vec{u}_I \times \vec{u}_r)$

② Distancia de hilo 1 al punto P = 6 m

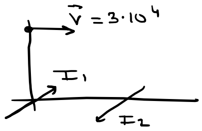
Distancia de hilo 2 a P: $x = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10\,m$.



③ $\vec{B}_1 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 3}{2\pi \cdot 6} \cdot \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \end{vmatrix} = 1 \cdot 10^{-7} \cdot (1, 0, 0) = (1 \cdot 10^{-7}, 0, 0)\ T$

- $\vec{B}_2 = \frac{4\pi\cdot10^{-7}\cdot5}{2\pi\cdot10}\cdot\begin{vmatrix}\vec{i} & \vec{j} & \vec{k}\\ 0 & 0 & 1\\ \frac{8}{10} & \frac{6}{10} & 0\end{vmatrix} = 1\cdot10^{-7}\cdot\left(-\frac{6}{10}, -\frac{8}{10}, 0\right) = (-6\cdot10^{-8}, -8\cdot10^{-8}, 0)\ T$

- $B_{TOTAL} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = (4\cdot10^{-8}, -8\cdot10^{-8}, 0)\ T \Rightarrow |\vec{B}| = \sqrt{(4\cdot10^{-8})^2+(-8\cdot10^{-8})^2+0^2} = \boxed{8'94\cdot10^{-8}\ T}$

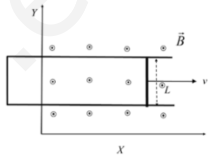
b) 

$\vec{F}_M = q\cdot\vec{v}\times\vec{B} = -1'6\cdot10^{-19}\cdot\begin{vmatrix}\vec{i} & \vec{j} & \vec{k}\\ 3\cdot10^4 & 0 & 0\\ 4\cdot10^{-8} & -8\cdot10^{-8} & 0\end{vmatrix} =$

$= -1'6\cdot10^{-19}\cdot(0, 0, -0'0024) = (0, 0, 3'84\cdot10^{-22})\ N$

$\boxed{|\vec{F}_M| = 3'84\cdot10^{-22}\ N}$

Una barra conductora, de 30 cm de longitud y paralela al eje y, se mueve en el plano xy con una velocidad en el sentido positivo del eje x. La barra se mueve sobre unos rieles conductores paralelos en forma de U (ver figura). Perpendicular al plano, hay un campo magnético uniforme $10^{-3}\vec{k}$ T . Halle la fuerza electromotriz inducida en la barra en función del tiempo en los siguientes casos:



a) La velocidad de la barra es constante e igual a $10^2\vec{i}\ ms^{-1}$.
b) La barra parte del reposo y su aceleración es constante e igual a $5\ \vec{i}\ ms^{-2}$.

a) M.R.U

$B = 10^{-3}\ T$

$v = 10\ m/s$

$a = 0'3\ m$

① Superficie : $S = b\cdot a \Rightarrow$ donde base : $x_f = x_0 + vt \Rightarrow b = 0 + 10t \Rightarrow b = 10t$

por tanto : $S = 10t\cdot0'3 \Rightarrow S = 3t$

② $\phi = B\cdot S\cdot \text{sen}\,90° \Rightarrow \phi = B\cdot S \Rightarrow \phi = 10^{-3}\cdot3t \Rightarrow \phi = 3\cdot10^{-3}t$ wb.

③ $\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} \Rightarrow \varepsilon = -\frac{d(3\cdot10^{-3}t)}{dt} = -\frac{3\cdot10^{-3}}{1} = \boxed{-3\cdot10^{-3}\ V}$

b) $v_0 = 0\ m/s$ M.R.U.A

$a = 5\ m/s^2$

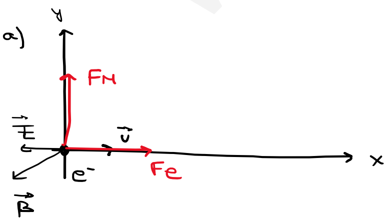
① Superficie: $S = b\cdot a \Rightarrow$ donde base $\Rightarrow x_f = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$

$\Rightarrow b = \frac{1}{2}\cdot5t^2 \Rightarrow b = 2'5t^2$, por tanto: $S = 2'5t^2\cdot0'3 \Rightarrow S = 0'75t^2$

② $\phi = B\cdot S\cdot\text{sen}\,90° \Rightarrow \phi = 10^{-3}\cdot0'75t^2 \Rightarrow \phi = 7'5\cdot10^{-4}t^2$ wb

③ $\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} \Rightarrow \varepsilon = -\frac{d(7'5\cdot10^{-4}t^2)}{dt} \Rightarrow \varepsilon = -\frac{0'0015t}{1} \Rightarrow \boxed{\varepsilon = -0'0015t\ V}$

Un electrón e^-, situado inicialmente en el origen de coordenadas, se mueve con una velocidad inicial, $\vec{v}_0 = 2\vec{\imath}ms^{-1}$, en presencia de un campo magnético uniforme $\vec{B} = 3\vec{k}T$ y de un campo eléctrico uniforme $\vec{E} = -\vec{\imath}NC^{-1}$. Determine:
a) La fuerza total sobre el electrón debida a los campos $\vec{B}$ y $\vec{E}$, en el instante inicial.
b) La diferencia de potencial entre los puntos (0, 0, 0) y (2, 0, 0) m, indicando el punto que está a mayor potencial. ¿Qué trabajo realiza la fuerza total que actúa sobre el electrón para desplazarlo desde el origen al punto (2, 0, 0) a lo largo del eje x?
Dato: Valor absoluto de la carga del electrón, e = 1,6·10^{-19}C

a) 

$V_0 = 2\ m/s$

$B = 3\ T$

$E = -1\ N/C$

① FUERZA MAGNÉTICA : $\vec{F}_M = q\cdot\vec{V}\times\vec{B}$

$\vec{F}_M = -1'6\cdot10^{-19}\cdot\begin{vmatrix}\vec{i} & \vec{j} & \vec{k}\\ 2 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 3\end{vmatrix} = -1'6\cdot10^{-19}\cdot(0, -6, 0)$

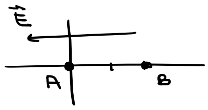
$\Rightarrow \vec{F}_M = (0, 9'6\cdot10^{-19}, 0)\ N$

② Fe → como la $q<0$, entonces la Fuerza irá en sentido contrario a E.

$\vec{Fe} = q\cdot\vec{E} \Rightarrow \vec{Fe} = -1'6\cdot10^{-19}\cdot(-\vec{i}) = 1'6\cdot10^{-19}\vec{i} = (1'6\cdot10^{-19}, 0, 0)\ N$

③ $\Sigma F = \vec{Fe} + \vec{F}_M = (1'6\cdot10^{-19}, 0, 0) + (0, 9'6\cdot10^{-19}, 0) = (1'6\cdot10^{-19}, 9'6\cdot10^{-19}, 0)\ N$

$|\vec{F}| = \sqrt{(1'6\cdot10^{-19})^2 + (9'6\cdot10^{-19})^2} = \boxed{9'73\cdot10^{-19}\ N}$



b) El potencial está relacionado con el campo eléctrico:

El campo va dirigido de mayor potencial a menor potencial. Por lo que el punto de mayor potencial es el $\boxed{(2,0,0)}$

① $\Delta V = V_f - V_0$ donde $V = K\cdot \frac{Q}{r}$ • como $E = k\cdot\frac{Q}{r^2} \Rightarrow E = V\cdot\frac{1}{r} \Rightarrow \boxed{V = E\cdot r}$

② $\Delta V = E\cdot r_f - E\cdot r_0 \Rightarrow \Delta V = E\cdot(r_f - r_0) \Rightarrow \Delta V = E\cdot\Delta r \Rightarrow \Delta V = -1\cdot 2 \Rightarrow \boxed{\Delta V = -2\ V}$

④ $W_{A\to B} = -q\cdot\Delta V = -(-1'6\cdot10^{-19})\cdot(-2) = \boxed{-3'2\cdot10^{-19}\ J}$