EJERCICIOS RESUELTOS CAMPO MAGNÉTICO

Todos los ejercicios son de pruebas de PAU de distintos años y comunidades.
No siguen ningún orden de dificultad.

Luis Pardillo Vela https://fisicayquimicaluis.wixsite.com/esoybach

1) Un electrón entra con una velocidad $\vec{v} = 5\times10^4\ \vec{i}$ (m/s) en una región del espacio donde hay un campo magnético uniforme $\vec{B} = -2{,}5\ \vec{j}$ (T). Para el instante de entrada, determine: a) El vector fuerza que ejerce el campo magnético sobre el electrón y el vector aceleración. b) El radio de la trayectoria que describe el electrón al moverse en el interior del campo. Dibuje la trayectoria, el vector campo magnético, así como su velocidad y aceleración en un punto arbitrario de la trayectoria. c) La energía cinética y el tiempo que tarda en completar una vuelta.
Datos: qe= $-1{,}6\cdot10^{-19}$ C; me= $9{,}11\cdot10^{-31}$ kg

2) Una espira circular de 2 cm de radio se encuentra en una región del espacio donde existe un campo magnético perpendicular al plano de la espira, cuyo módulo varía con el tiempo según la expresión B(t)=0,8·cos(5t) (T), donde el tiempo t se mide en segundos. Si la resistencia de la espira es de 0,1 Ω, ¿qué intensidad de corriente máxima circula por la espira?

3) Dos hilos conductores rectilíneos paralelos muy largos de longitud L y por los que circulan corrientes eléctricas opuestas de 15000 A se encuentran a una distancia d = 5 mm.
a) Halle el campo magnético en un punto del plano que determinan los conductores y equidistante entre ambos.
b) Calcule la fuerza por unidad de longitud que ejerce cada hilo sobre el otro.
Se supone que dan el dato de $\mu_o = 4\pi\cdot10^{-7}$ N·A^{-2}

4) Un electrón se mueve con velocidad constante $v_0 = 1.41\cdot10^6$ m/s a lo largo del eje +y. Calcule:
a) El módulo, la dirección y el sentido del campo magnético que habría que aplicar para que el electrón describiera una trayectoria circular de diámetro 10 cm en sentido horario. (1 punto)
b) El módulo, la dirección y el sentido de la fuerza que actúa sobre el electrón. (0.75 puntos).
c) Calcule el radio de la trayectoria y el sentido de giro de un protón bajo la acción del mismo campo magnético. (0.75 puntos) Datos: $|q_e| = 1.6\cdot10^{-19}$ C; $m_e = 9.1\cdot10^{-31}$ kg; $m_p = 1.7\cdot10^{-27}$ kg

5) Un protón se mueve en un círculo de radio r = 20 cm, perpendicular a un campo magnético B = 0,4 T. Determinar:
a) La velocidad del protón;
b) El periodo del movimiento;
c) El campo eléctrico necesario para cancelar el efecto del campo magnético.
DATOS: $q_p = 1{,}6\cdot10^{-19}$ C; mp = $1{,}67\cdot10^{-27}$ kg.

6) Dos cables muy largos, rectos y paralelos están dispuestos verticalmente a 8 cm de distancia. Una corriente de 30 A fluye por el conductor de la izquierda y otra de 20 A por el de la derecha, ambas en sentido ascendente. Calcula:
a) El campo de inducción magnética en el punto medio entre los dos conductores.

b) La fuerza por unidad de longitud ejercida sobre un tercer conductor vertical situado entre los dos conductores iniciales, a 3 cm del conductor de la izquierda, por el cual fluye una corriente de 10 A en sentido descendente.
c) ¿Es conservativo el campo magnético creado por el conductor? Justifícalo.
DATOS: $\mu_0=4\pi\cdot10^{-4}$ T·m·A^{-1}

7) Una espira circular de 5 cm de radio, inicialmente horizontal, gira a 60 rpm en torno a uno de sus diámetros en un campo magnético vertical de 0,2 T.
a) Determina la expresión del flujo magnético a través de la espira en función del tiempo.
b) Indica el valor máximo de dicho flujo.
c) Escribe la expresión de la fuerza electromotriz
d) Indica su valor en el instante t = 1 s.

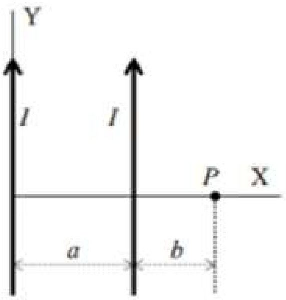
8) Los experimentos de deflexión de partículas radiactivas realizados por Rutherford permitieron determinar que las partículas α son núcleos de ^{4}He (2 protones y 2 neutrones) y que las partículas β son electrones rápidos.
a) Calcula la relación carga/masa de las partículas α y de las β.
b) Al aplicar un campo magnético uniforme de 1 T, perpendicular a la velocidad de las partículas, las α describen circunferencias de 39 cm de radio y las β de 0,1 cm de radio. Obtén las velocidades de ambas partículas.
c) Halla el campo eléctrico necesario, junto al campo magnético anterior, para mantener a las partículas α en una trayectoria rectilínea. Haz un dibujo de la situación.
Datos: e = $-1{,}6\cdot10^{-19}$ C; masa del electrón $9{,}31\cdot10^{-31}$ kg; masa del protón $1{,}673\cdot10^{-27}$ kg; masa del neutrón $1{,}675\cdot10^{-27}$ kg.

9) Entre los polos de un imán en herradura, se ha establecido un campo magnético uniforme de valor 0,1 T, en cuyo interior se encuentra una bobina de hilo de cobre con 80 espiras circulares de radio 6 cm y con los planos de las espiras colocados perpendicularmente al campo magnético. a) ¿Cuál es el valor de flujo magnético que atraviesa la bobina? b) La bobina se pone a girar a 100 r.p.m. ¿Cuál es la fuerza electromotriz máxima que se induce en ella?

10) Un alternador está formado por una bobina plana formada por 40 espiras de 20 cm^2 que gira con una frecuencia de 60 Hz en un campo magnético uniforme de 0,8 T. Calcula:
a) El flujo magnético que atraviesa la bobina en función del tiempo.
b) La fuerza electromotriz (fem) inducida máxima.

11) En el interior de un determinado medio se encuentra un cable conductor recto e indefinido por el que circula una corriente eléctrica de intensidad 15 A. Como consecuencia se genera un campo magnético de $45\cdot10^{-5}$ T a una distancia de 3 cm de dicho conductor y en un plano perpendicular al mismo. Determina la permeabilidad magnética del medio.

12) Los hilos rectilíneos e infinitos de la figura están separados una distancia a = 50 cm y recorridos por sendas corrientes estacionarias iguales, I = 2 mA, como se muestra.



a) (1,5 puntos) Calcula el campo magnético (con carácter vectorial) en el punto P de la figura, situado en el plano formado por ambos hilos, siendo b = 20 cm. Expresa el resultado en tesla (T).

Valor de la permeabilidad magnética del vacío: $\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7}$ H/m.

b) (0,25 puntos) ¿Hay algún punto del eje X en el que se anule el campo magnético debido a esas corrientes? Razona la respuesta.

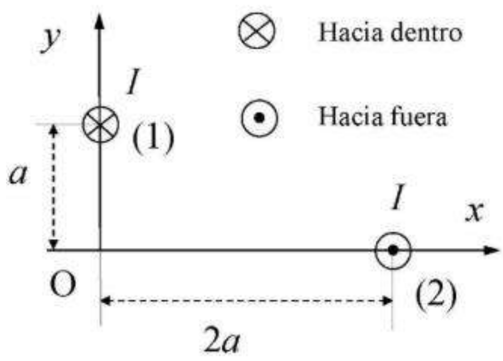
c) (0,25 puntos) Si la corriente de uno de los hilos cambiara de sentido, manteniendo su valor ¿se anularía el campo magnético en algún punto del eje X? Razona la respuesta.

13) a) Enuncie el teorema de Ampere.

b) Un hilo conductor indefinido situado a lo largo del eje z transporta una corriente de 20 mA en sentido positivo del eje. Calcule la fuerza magnética experimentada por un electrón que lleva una velocidad de 10^5 ms^{-1} en la dirección positiva del eje y cuando se encuentra en la posición (0,5,0) m.

Datos: Valor absoluto de la carga del electrón, e = $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C; Permeabilidad magnética del vacío, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ N A^{-2}

14) 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:

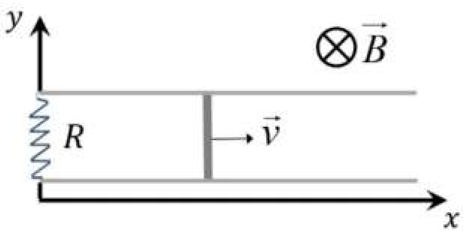


a) El campo magnético creado por ambos hilos en el origen de coordenadas, O (0, 0).

b) La fuerza magnética por unidad de longitud que ejerce el hilo 1 sobre el hilo 2.

Dato: Permeabilidad magnética del vacío, $\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7}$ T m A^{-1}.

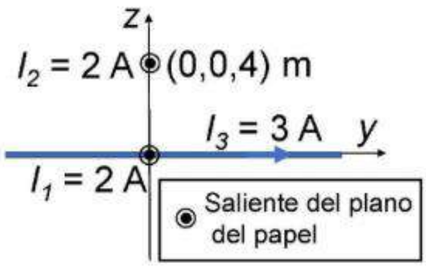
15) La figura representa una varilla metálica de 20 cm de longitud, cuyos extremos deslizan sin rozamiento sobre unos raíles horizontales, paralelos al eje x, metálicos y de resistencia despreciable. La varilla tiene resistencia despreciable y su velocidad es $\vec{v} = 2\,\vec{\imath}$ m s^{-1}. Los 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.

16) Se tienen tres hilos indefinidos de corriente (ver figura). Los hilos de intensidades I_1 = 2 A e I_2 = 2 A 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 = 3 A 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, $\mu_0 = 4\pi\cdot10^{-7}$ N A^{-2}.

17) Dos hilos indefinidos paralelos al eje z llevan intensidades iguales $I_1 = I_2$ = 2 A y cortan el plano xy en los puntos (0, 0) m y (4, 0) m, respectivamente. Si el primer hilo, el que pasa por el origen, lleva su intensidad en el sentido positivo del eje z y el segundo en sentido negativo, determine el campo magnético en los puntos:
a) A (0, 3) m.
b) B (2, 3) m.
Dato: Permeabilidad magnética del vacío, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ T m A^{-1}

18) Dos partículas de idéntica carga describen órbitas circulares en el seno de un campo magnético uniforme bajo la acción del mismo. Ambas partículas poseen la misma energía cinética y la masa de una es el doble que la de la otra. Calcule la relación entre: a) Los radios de las órbitas. b) Los periodos de las órbitas.

19) Una espira de 10 cm de radio se coloca en un campo magnético uniforme de 0,4 T y se la hace girar con una frecuencia de 20 Hz. En el instante inicial el plano de la espira es perpendicular al campo.
a) Escriba la expresión del flujo magnético que atraviesa la espira en función del tiempo y determine el valor máximo de la f.e.m. inducida.
b) Explique cómo cambiarían los valores máximos del flujo magnético y de la f.e.m. inducida si se duplicase el radio de la espira. ¿Y si se duplicara la frecuencia de giro?

20) 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 = $1{,}6\cdot10^{-19}$ C; Permeabilidad magnética del vacío, $\mu_0 = 4\pi\cdot10^{-7}$ T m A^{-1} .

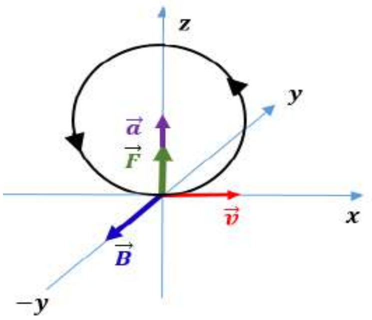
RESOLUCIONES

Luis Pardillo Vela https://fisicayquimicaluis.wixsite.com/esoybach

1) Un electrón entra con una velocidad $\vec{v}$= 5×10^4 $\vec{\imath}$ (m/s) en una región del espacio donde hay un campo magnético uniforme $\vec{B}$ = −2,5 $\vec{\jmath}$(T). Para el instante de entrada, determine: a) El vector fuerza que ejerce el campo magnético sobre el electrón y el vector aceleración. b) El radio de la trayectoria que describe el electrón al moverse en el interior del campo. Dibuje la trayectoria, el vector campo magnético, así como su velocidad y aceleración en un punto arbitrario de la trayectoria. c) La energía cinética y el tiempo que tarda en completar una vuelta.
Datos: qe= −1,6·10^{-19} C; me= 9,11·10^{-31} kg

a) $\vec{F} = q(\vec{v}x\vec{B})$ = 1,6·10^{-19} $\begin{vmatrix} \vec{\imath} & \vec{\jmath} & \vec{k} \\ 5\cdot10^{-4} & 0 & 0 \\ 0 & -2{,}5 & 0 \end{vmatrix}$ = **$2\cdot10^{-14}\,\vec{k}$ N = $\vec{F}$**

$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{2\cdot10^{-14}}{9{,}11\cdot10^{-31}}\vec{k}$ = **$\vec{a} = 2{,}19\cdot10^{16}\vec{k}$ m/s²**



b) F =q·v·B y F = ma = m$\frac{v^2}{R}$ → q·v·B = m$\frac{v^2}{R}$ → $R = \frac{mv}{qB} = \frac{9{,}11\cdot10^{-31}\cdot5\cdot10^4}{1{,}602\cdot10^{-19}\cdot2{,}5} =$

$$\boldsymbol{R = 1{,}14\cdot10^{-7}\ m}$$

c) Ec = ½ mv² = ½ 9,11·10^{-31}·(5·10^4)^2 = **1,14·10^{-21} J = Ec**

Como $v = \omega\cdot R$ y $T = \frac{2\pi}{\omega}$ ⇨ $T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi\cdot1{,}14\cdot10^{-7}}{5\cdot10^4} = \boldsymbol{1{,}43\cdot10^{-11}\ s}$ **= T**

2) Una espira circular de 2 cm de radio se encuentra en una región del espacio donde existe un campo magnético perpendicular al plano de la espira, cuyo módulo varía con el tiempo según la expresión B(t)=0,8·cos(5t) (T), donde el tiempo t se mide en segundos. Si la resistencia de la espira es de 0,1 Ω, ¿qué intensidad de corriente máxima circula por la espira?

S = πr² = π·0,02² = 1,257·10^{-3} m² $\emptyset = \vec{B}\cdot\vec{S} = \mathrm{B\cdot S\cdot cos\alpha} = \vec{B}\cdot\vec{S}$ = B·S·cosα

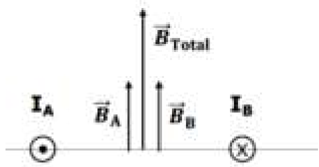
B_t = 0,8cos(5t) ϕ_t =1,257·10^{-3}· 0,8cos(5t) = 0,001 cos(5t) Wb

$\varepsilon(t) = -\frac{d\emptyset}{dt}$ = 0,005sen(5t) V

I = $\frac{\varepsilon}{R} = \frac{0{,}005sen(5t)}{0{,}1}$ = 0,05·sen(5t) A → **$I_{máx}$ = 0,05 A**

3) Dos hilos conductores rectilíneos paralelos muy largos de longitud L y por los que circulan corrientes eléctricas opuestas de 15000 A se encuentran a una distancia d = 5 mm.
a) Halle el campo magnético en un punto del plano que determinan los conductores y equidistante entre ambos.
b) Calcule la fuerza por unidad de longitud que ejerce cada hilo sobre el otro.
Se supone que dan el dato de $\mu_o = 4\pi\cdot10^{-7}$ N·A^{-2}

a) Los campos magnéticos creados por ambas corrientes en un punto situado en la región entre los conductores tienen el mismo sentido ya que las corrientes son opuestas (el sentido del campo en el medio es sumatorio). Si este punto está situado a la misma distancia de ambos conductores con igual I, el campo magnético total será el doble de uno de ellos.



La distancia de cada conductor al medio entre ambos es d = 5/2 = 2,5 mm

$$B_A = B_B = \frac{\mu_o I}{2\pi d} \Rightarrow B_{total} = 2 \cdot \frac{\mu_o I}{2\pi d} = \frac{4\pi\cdot 10^{-7}\cdot 15000}{\pi\cdot 2{,}5\cdot 10^{-3}} = \mathbf{2{,}4\ T = B_{total}}$$

b) Cada conductor "siente" una fuerza debida al campo magnético creado por el otro conductor. Si llamamos A y B a ambos conductores, F_A a la fuerza sobre el conductor A debida al B y F_B a la fuerza sobre el conductor B debida al A:

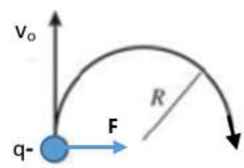
$\vec{F} = I(\vec{l} x \vec{B})$ Ambas fuerzas serán iguales pero de sentido contrario ⇨ se repelen.

$$F = I \cdot l \cdot B = I \cdot l \cdot \frac{\mu_o I}{2\pi d} \Rightarrow nos\ piden\ fuerza\ por\ unidad\ de\ longitud \Rightarrow \frac{F}{l}$$

$$\frac{F}{l} = \frac{\mu_o I^2}{2\pi d} = \frac{4\pi\cdot 10^{-7}\cdot 15000^2}{2\pi\cdot 5\cdot 10^{-3}} = \mathbf{9000\ N/m = \frac{F}{l}}$$

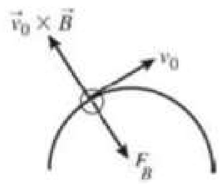
4) Un electrón se mueve con velocidad constante v_0 = 1.41·10^{6} m/s a lo largo del eje +y. Calcule:
a) El módulo, la dirección y el sentido del campo magnético que habría que aplicar para que el electrón describiera una trayectoria circular de diámetro 10 cm en sentido horario. (1 punto)
b) El módulo, la dirección y el sentido de la fuerza que actúa sobre el electrón. (0.75 puntos).
c) Calcule el radio de la trayectoria y el sentido de giro de un protón bajo la acción del mismo campo magnético. (0.75 puntos) Datos: |q_e| = 1.6·10^{-19} C; m_e = 9.1·10^{-31} kg; m_p = 1.7·10^{-27} kg

a) La dirección del campo magnético $\vec{B}$ debe ser perpendicular a la hoja (eje z) y hacia el interior de ella (z-).



Radio = 10cm/2 =5 cm

$$F_M = F_C \Rightarrow qvB = m\frac{v^2}{R} \Rightarrow B = \frac{mv}{qR} = \frac{9{,}1\cdot 10^{-31}\ 1{,}41\cdot 10^{6}}{1{,}6\cdot 10^{-19}\cdot 0{,}05} = \mathbf{B = 1{,}6\cdot 10^{-4}\ T}$$



b) $F_M = qvB = 1{,}6\cdot 10^{-19} 1{,}41\cdot 10^{6} 1{,}6\cdot 10^{-4}$ = **F = 3,6·10^{-17} N**

La dirección y sentido de la fuerza es desde el electrón al centro de la trayectoria

c) **Al ser ahora una carga positiva el sentido de giro será antihorario.**
Suponemos igual velocidad que el electrón (no lo indica el problema

$$F_M = F_C \qquad qvB = m\frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv}{qB} = \frac{1{,}7\cdot 10^{-27}\ 1{,}41\cdot 10^{6}}{1{,}6\cdot 10^{-19}\cdot 1{,}6\cdot 10^{-4}} \Rightarrow \mathbf{R = 94\ m}$$

5) Un protón se mueve en un círculo de radio r = 20 cm, perpendicular a un campo magnético B = 0,4 T. Determinar:
a) La velocidad del protón;
b) El periodo del movimiento;
c) El campo eléctrico necesario para cancelar el efecto del campo magnético.
DATOS: $q_p = 1{,}6\cdot10^{-19}$ C; mp = $1{,}67\cdot10^{-27}$ kg.

a) $F_M = F_C \qquad qvB = m\frac{v^2}{r} \Rightarrow v = \frac{qBr}{m} = \frac{1{,}6\cdot10^{-19}\cdot0{,}4\cdot0{,}2}{1{,}67\cdot10^{-27}} = v = 7{,}7\cdot10^6$ **m/s**

b) Periodo de un movimiento circular $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi\cdot0{,}2}{7{,}7\cdot\cdot10^6} = 1{,}6\cdot10^{-7}\, s = T$

c) $\vec{F}_m = q(\vec{v}\, x\, \vec{B}) \qquad \vec{F}_e = q\,\vec{B}$ Condición necesaria $\vec{F}_m + \vec{F}_e = 0 \Rightarrow \vec{F}_m = -\vec{F}_e$

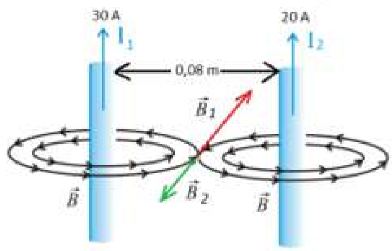
Por tanto la F eléctrica debe ser en igual dirección y sentido contrario que la magnética:

$$qvB = -qE \Rightarrow v\cdot B = -E \Rightarrow 7{,}7\cdot10^6\cdot0{,}4 = -3{,}1\cdot10^6\, N\cdot C^{-1}$$

$F_e = 3{,}1\cdot10^6\ N\cdot C^{-1}$ en igual dirección y sentido contrario que F_B

6) Dos cables muy largos, rectos y paralelos están dispuestos verticalmente a 8 cm de distancia. Una corriente de 30 A fluye por el conductor de la izquierda y otra de 20 A por el de la derecha, ambas en sentido ascendente. Calcula:
a) El campo de inducción magnética en el punto medio entre los dos conductores.
b) La fuerza por unidad de longitud ejercida sobre un tercer conductor vertical situado entre los dos conductores iniciales, a 3 cm del conductor de la izquierda, por el cual fluye una corriente de 10 A en sentido descendente.
c) ¿Es conservativo el campo magnético creado por el conductor? Justifícalo.
DATOS: $\mu_0=4\pi\cdot10^{-4}\ T\cdot m\cdot A^{-1}$

a) Ambos cables crean campos con igual dirección y sentido, por lo tanto, en el punto medio entre los cables ambos campos tienen sentido contrario (ver imagen)



Cable izquierdo $B_1 = \frac{\mu_o I_1}{2\pi r_1} = \frac{4\pi\cdot10^{-7}\cdot30}{2\pi\cdot0{,}04} = 1{,}5\cdot10^{-4}$ T

Cable derecho $B_2 = \frac{\mu_o I_2}{2\pi r_2} = \frac{4\pi\cdot10^{-7}\cdot20}{2\pi\cdot0{,}04} = 1\cdot10^{-4}$ T

$B_{Total} = B_1 - B_2 = 1{,}5\cdot10^{-4} - 1\cdot10^{-4} =$ **$5\cdot10^{-5}$ T = B_{Total} en el sentido de B_1**

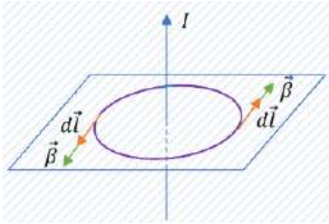
b) Para calcular la fuerza por unidad de longitud sobre un cable conductor a 3 cm del conductor izquierdo y a 5 cm del derecho entre ambos conductores. Debemos aplicar la ley de Laplace $|F| = I\cdot l\cdot B$ por lo que tendremos que calcular el campo B en ese lugar.

Cable izquierdo $B_1 = \frac{\mu_o I_1}{2\pi r_1} = \frac{4\pi\cdot10^{-7}\cdot30}{2\pi\cdot0{,}03} = 2\cdot10^{-4}$ T Cable derecho $B_2 = \frac{\mu_o I_2}{2\pi r_2} = \frac{4\pi\cdot10^{-7}\cdot20}{2\pi\cdot0{,}05} = 8\cdot10^{-5}$ T

$B_{Total} = B_1 - B_2 = 2\cdot10^{-4} - 8\cdot10^{-5} = 1{,}2\cdot10^{-4}$ T = B_{Total} de nuevo en el sentido de B_1

Ahora aplicamos $|F| = I\cdot l\cdot B$ pero como pide $\frac{F}{l} = 10\cdot1{,}2\cdot10^{-4} =$ **$1{,}2\cdot10^{-3}$ N/m**

c) **El campo magnético creado por el conductor no es conservativo: $\oint \vec{B} \cdot \vec{d}_l \neq 0$**



$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \oint B \cdot dl \cdot cos\, 0^o = \oint \frac{\mu I}{2\pi r} dl = \frac{\mu I}{2\pi r} \oint dl \cdot 2\pi r = \frac{\mu I}{2\pi r} \cdot 2\pi r = \mu I$ La integral de una parte diferencial de un circunferencia es el total de la circunferencia = 2πr.

$$\oint \vec{B} \cdot \vec{d}_l = \mu I$$

7) Una espira circular de 5 cm de radio, inicialmente horizontal, gira a 60 rpm en torno a uno de sus diámetros en un campo magnético vertical de 0,2 T.
a) Determina la expresión del flujo magnético a través de la espira en función del tiempo.
b) Indica el valor máximo de dicho flujo.
c) Escribe la expresión de la fuerza electromotriz
d) Indica su valor en el instante t = 1 s.

a) En la posición inicial vector $\vec{S}$ y $\vec{B}$ están a 0º $(\theta_o = 0)$ S = $\pi r^2 = \pi \cdot 0{,}05^2 = 7{,}85 \cdot 10^{-3}$ m^2

$\omega = \frac{\theta}{t}$ ⇨ $\omega = \frac{2\pi \cdot 60}{60}$ ⇨ $\omega = 2\pi$

$\phi_m = \vec{B} \cdot \vec{S}$ = B·S cosθ = B·S $\cos(\omega t + \theta_o)$ = 0,2·7,85·10^{-3}cos(2πt) = **ϕ_m = 1,57·10^{-3}cos(2πt) Wb**

b) El valor máximo será para cos(2πt) = 1 ⇨ **ϕ_m = 1,57·10^{-3} Wb**

c) $\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d(\cos(120\pi \cdot t)}{dt} = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d(1{,}57 \cdot 10^{-3}\cos(2\pi \cdot t)}{dt}$ = **9,86·10^{-3}·sen(2π·t) V = ε**

d) $\varepsilon_{t=1}$ = 9,86·10^{-3}·sen(2π·1) = **$\varepsilon_{t=1}$ = 0**

8) Los experimentos de deflexión de partículas radiactivas realizados por Rutherford permitieron determinar que las partículas α son núcleos de ^{4}He (2 protones y 2 neutrones) y que las partículas β son electrones rápidos.
a) Calcula la relación carga/masa de las partículas α y de las β.
b) Al aplicar un campo magnético uniforme de 1 T, perpendicular a la velocidad de las partículas, las α describen circunferencias de 39 cm de radio y las β de 0,1 cm de radio. Obtén las velocidades de ambas partículas.
c) Halla el campo eléctrico necesario, junto al campo magnético anterior, para mantener a las partículas α en una trayectoria rectilínea. Haz un dibujo de la situación.
Datos: e = -1,6·10^{-19} C; masa del electrón 9,31·10^{-31} kg; masa del protón 1,673·10^{-27} kg; masa del neutrón 1,675·10^{-27} kg.

a) Se aproximan las masas del protón y neutrón a 1,67·10^{-27} sin que ello afecte a los resultados de forma significativa, pero evita el uso de muchos números.

|q/m|$_\alpha$ = $\frac{2 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}}{4 \cdot 1{,}67 \cdot 10^{-27}}$ = **4,97·10^7 C/kg partículas α**

|q/m|$_\beta$= $\frac{1{,}6 \cdot 10^{-19}}{9{,}1 \cdot 10^{-31}}$ = **1,76·10^{11} C/kg partículas β**

b) Aplicando $F_m = F_C$ ⇨ $qvB = m\frac{v^2}{R}$ → $v = \frac{qBR}{m} = \left(\frac{q}{m}\right)BR$

Para R = 0,39 m y B = 1 T ⇨ $v_\alpha = 4{,}97\cdot10^7\cdot1\cdot0{,}39$ = **$1{,}87\cdot10^7$ m/s partículas α**

Para R = 0,001 m y B = 1 T ⇨ $v_\beta = 1{,}76\cdot10^{11}\cdot1\cdot0{,}001$ = **$1{,}76\cdot10^8$ m/s partículas β**

c) Tiene que ocurrir que $F_m = F_e$ ⇨ qvB = qE ⇨ $E = v_\alpha B = 1{,}87\cdot10^7\cdot1$ = **$1{,}87\cdot10^7$ N/C**

9) Entre los polos de un imán en herradura, se ha establecido un campo magnético uniforme de valor 0,1 T, en cuyo interior se encuentra una bobina de hilo de cobre con 80 espiras circulares de radio 6 cm y con los planos de las espiras colocados perpendicularmente al campo magnético. a) ¿Cuál es el valor de flujo magnético que atraviesa la bobina? b) La bobina se pone a girar a 100 r.p.m. ¿Cuál es la fuerza electromotriz máxima que se induce en ella?

a) Por definición, el Flujo magnético que atraviesa la bobina es: $\phi_m = NBS\cos0^o = NBS$

Como $S = \pi R^2 = 3{,}14.\ 006^2 = 0{,}011\ m^2$

$\phi_m = 80 \cdot 0{,}1 \cdot 0{,}011$ = **$0{,}09$ Wb = ϕ_m**

b) La Ley de Faraday-Lenz para bobinas que giran en el interior de un campo magnético da un valor para la f.e.m. máxima (ξmax) inducida en la bobina de:

$$\xi max = NBS\,\omega$$

como ω = 100 rev/min = 100.2π/60 rad/s = 3,333π rad/s

$\xi max = NBS\,\omega = 80\cdot0{,}1\cdot0{,}011\cdot3{,}333\pi$ = **0,92V = ξmax** El signo puede ser + o – dependiendo del ciclo de la espira al girar en el campo magnético, ya que se obtiene una corriente alterna.

10) Un alternador está formado por una bobina plana formada por 40 espiras de 20 cm² que gira con una frecuencia de 60 Hz en un campo magnético uniforme de 0,8 T. Calcula:
a) El flujo magnético que atraviesa la bobina en función del tiempo.
b) La fuerza electromotriz (fem) inducida máxima.

a) $\phi_m = N\vec{B}\cdot\vec{S} = NBS\cos\theta$ donde $\theta = \omega\cdot t$ ⇨ $\omega = \frac{\theta}{t}$ ⇨ $\omega = \frac{2\pi\cdot60}{1}$ ⇨ $\omega = 120\pi$

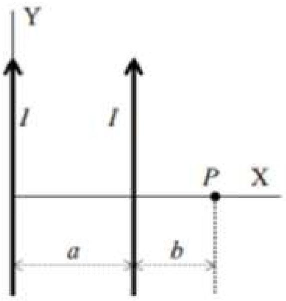
$\phi_m = NBS\cos(120\pi\cdot t) = 40\cdot0{,}8\cdot2\cdot10^{-3}\cdot\cos(120\pi\cdot t)$ ⇨ **$\phi_m = 0{,}064\cos(120\pi\cdot t)$ Wb**

b) $\boldsymbol{\varepsilon} = -\frac{\boldsymbol{d\phi}}{\boldsymbol{dt}} = -\frac{\boldsymbol{d}(\mathbf{0{,}064}\cos(120\pi\cdot t)}{\boldsymbol{dt}} = 7{,}68\pi sen(120\pi\cdot t)$ V ⇨ $\boldsymbol{\varepsilon_{máx} = \pm\, 7{,}68\pi\ V}$

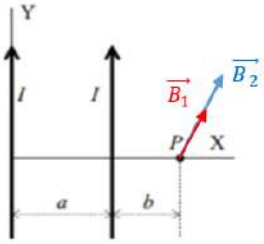
11) En el interior de un determinado medio se encuentra un cable conductor recto e indefinido por el que circula una corriente eléctrica de intensidad 15 A. Como consecuencia se genera un campo magnético de 45·10⁻⁵ T a una distancia de 3 cm de dicho conductor y en un plano perpendicular al mismo. Determina la permeabilidad magnética del medio.

$$B = \frac{\mu_o I}{2\pi r} \Rightarrow \mu = \frac{2\pi r B}{I} = \frac{2\pi\cdot0{,}03\cdot45\cdot10^{-5}}{15} = \boldsymbol{B = 5{,}65\cdot10^{-6}\ \ T\cdot m\cdot A^{-1}}$$

12) Los hilos rectilíneos e infinitos de la figura están separados una distancia a = 50 cm y recorridos por sendas corrientes estacionarias iguales, I = 2 mA, como se muestra.



a) (1,5 puntos) Calcula el campo magnético (con carácter vectorial) en el punto P de la figura, situado en el plano formado por ambos hilos, siendo b = 20 cm. Expresa el resultado en tesla (T).
Valor de la permeabilidad magnética del vacío: $\mu o = 4\ \pi \cdot 10^{-7}$ H/m.
b) (0,25 puntos) ¿Hay algún punto del eje X en el que se anule el campo magnético debido a esas corrientes? Razona la respuesta.
c) (0,25 puntos) Si la corriente de uno de los hilos cambiara de sentido, manteniendo su valor ¿se anularía el campo magnético en algún punto del eje X? Razona la respuesta.



a) En P los dos campos se suman en la dirección de z negativa, por tanto será $-\vec{k}$

Primero sumemos los módulos: $B = B_1 + B_2 = \frac{\mu_o I_1}{2\pi\, r_1} + \frac{\mu_o I_2}{2\pi r_2} = \frac{4\pi 10^{-7}\cdot 0{,}002}{2\pi\cdot 0{,}07} + \frac{4\pi 10^{-7}\cdot 0{,}002}{2\pi\cdot 0{,}02}$

$B = 2{,}57 \cdot 10^{-8}$ T ⇨ $\boldsymbol{\vec{B} = -2{,}57 \cdot 10^{-8}\vec{k}}$ **T**

b) Entre los dos hilos los campos de B_1 y B_2 levan sentido contrario y por llevar los dos hilos igual intensidad se anularán en el punto medio, es decir, **se anulan en x = 25 cm**.

c) Al cambiar el sentido de la corriente de uno de los hilos, el campo entre hilos no se anula (se suman) y a la izquierda y derecha de los hilos se restarán, pero al tener igual Intensidad y distancias diferentes de un hilo y del otro no se anularán nunca. **No se anulan en X**

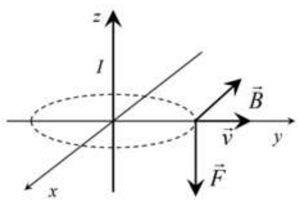
13) a) Enuncie el teorema de Ampere.
b) Un hilo conductor indefinido situado a lo largo del eje z transporta una corriente de 20 mA en sentido positivo del eje. Calcule la fuerza magnética experimentada por un electrón que lleva una velocidad de 10^5 ms^{-1} en la dirección positiva del eje y cuando se encuentra en la posición (0,5,0) m. Datos: Valor absoluto de la carga del electrón, e = $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C; Permeabilidad magnética del vacío, $\mu_0 = 4\pi\cdot 10^{-7}$ N A^{-2}

a) El teorema de Ampere establece que la circulación del campo magnético a lo largo de un contorno cerrado es proporcional a la suma algebraica de corrientes que encierra ese contorno. Matemáticamente:

$$\oint\int \vec{B} d\vec{l} = \mu \sum I$$

Si el medio es el vacío y hay una sola corriente: $\oint\int \vec{B} d\vec{l} = \mu_o\, I$

b) $\vec{F} = q\vec{v}x\vec{B}$; $B = \frac{\mu_o I}{2\pi r} = \frac{4\pi\cdot 10^{-7}\cdot 0{,}02}{2\pi\cdot 5} = 8 \cdot 10^{-10}\ T$ ⇨ $\boldsymbol{\vec{B} = -8 \cdot 10^{-10}}$



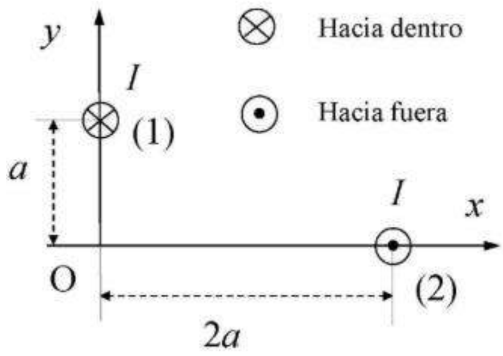
$$\vec{F} = q\vec{v}x\vec{B} = -1{,}6 \cdot 10^{-19} \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & 10^5 & 0 \\ -8 \cdot 10^{-10} & 0 & 0 \end{vmatrix} = \boldsymbol{\vec{F} = -1{,}28 \cdot 10^{-23}\vec{k}}\ \textbf{N}$$

14) 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:

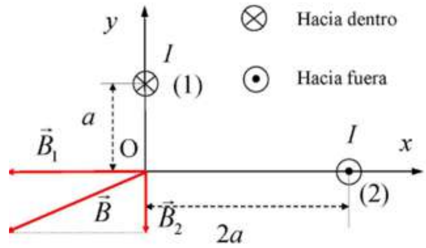
a) El campo magnético creado por ambos hilos en el origen de coordenadas, O (0, 0).

b) La fuerza magnética por unidad de longitud que ejerce el hilo 1 sobre el hilo 2.

Dato: Permeabilidad magnética del vacío, $\mu_o = 4\,\pi\cdot10^{-7}$ T m A^{-1}.



a) $\overrightarrow{B_1}$ tiene dirección y sentido $-\vec{\imath}$ y $\vec{B}_2$ en $-\vec{\jmath}$



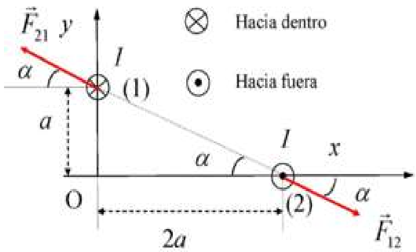
Calculemos los módulos: B = $\frac{\mu_o I}{2\pi r}$

Para $B_1 = \frac{4\pi\cdot10^{-7}\cdot2}{2\pi a}$ = $4\cdot10^{-7}$ → $-\,2\cdot10^{-6}\,\vec{\imath}$

Para $B_2 = \frac{4\pi\cdot10^{-7}\cdot2}{2\pi 2a}$ = $4\cdot10^{-7}/a$ → $-\,10^{-6}\,\vec{\jmath}$ → $\boldsymbol{\vec{B} = -\,2\cdot10^{-6}\,\vec{\imath} - 1\cdot10^{-6}\,\vec{\jmath}}$ **T**

$$|\vec{B}| = \sqrt{(2{,}0\times10^{-6})^2+(1{,}0\times10^{-6})^2} = \boldsymbol{B = 2{,}24\cdot10^{-6}\ T}$$

b)



Por principio de acción y reacción $F_{12} = -F_{21}$

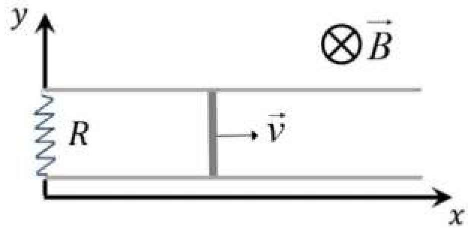
Distancia hilo 1 a hilo 2 = $\sqrt{a^2+(2a)^2} = \sqrt{5}\cdot a = \sqrt{5}\cdot0{,}2$ = 0,447 m

$$\frac{|\vec{F}|}{l} = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{I_1 I_2}{d} = \frac{4\pi\cdot10^{-7}\cdot2\cdot2}{2\pi\cdot0{,}447} = \boldsymbol{1{,}79\cdot10^{6}\ \text{N/m} = \frac{|\vec{F}|}{l}}$$

15) 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 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) El vector superficie $\vec{S}$ tiene dirección en el eje z, tomamos sentido positivo (es indistinto el sentido)

$\vec{S} = xL\,\vec{k}$ siendo L la longitud de la varilla y **x** la distancia recorrida a lo largo del eje x.

El flujo magnético en el circuito rectangular de S será: $\phi = \vec{B}\cdot\vec{S}$ = B·S·cos180º = -BxL

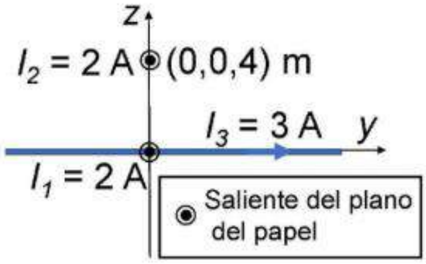
$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt}$ = -$\frac{d\emptyset}{dt} = -\frac{-BLdx}{dt} = BLv$ y como $I = \frac{\varepsilon}{R}$ =$\frac{BLv}{R} = \frac{0,4\cdot 0,2\cdot 2}{0,5} = \boldsymbol{I = 3,2\ A}$

b) La fuerza $\vec{F}$ que el campo magnético ejerce sobre la varilla es la fuerza que ejerce el campo sobre un conductor rectilíneo L que es la varilla. $\vec{F} = I\left(\vec{L}x\vec{B}\right)$ y como $\vec{L}$ y $\vec{B}$ son perpendiculares F = I·L·B

F = I·L·B = 0,32·0,2·0,4 = 0,0256 N en contra del movimiento de la varilla (Ley de Lenz), por tanto:

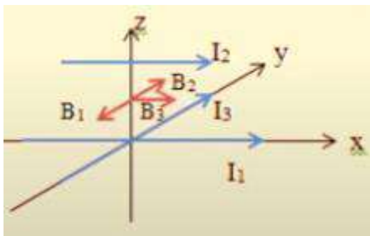
$$\boldsymbol{\vec{F} = -0,0256\,\vec{j}\ N}$$

16) Se tienen tres hilos indefinidos de corriente (ver figura). Los hilos de intensidades I_1 = 2 A e I_2 = 2 A 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 = 3 A 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, $\mu_0 = 4\pi\cdot 10^{-7}$ N A^{-2}.

a) El campo magnético será la suma de los tres campos $\vec{B}_1$, $\vec{B}_2$ y $\vec{B}_3$ pero si nos fijamos en la figura el punto (0,0,2) está en la mitad de entre los hilos 1 y 2 que tiene igual intensidad dirección y sentido por lo que sus campos se anulan en ese punto (los giros del campo son contrarios →



Calculamos por tanto solo el del hilo 3: $B = \frac{\mu_0 I}{2R} = \frac{4\pi\cdot 10^{-7}\cdot 3}{2\pi 2} = \mathbf{3\cdot 10^{-7}}$

$\boldsymbol{\vec{B} = 3\cdot 10^{-7}\,\vec{\imath}\ T}$ el campo se produce en la dirección de x

b) La fuerza magnética que ejerce el hilo I_1 sobre el I_2 es: $\vec{F}_{12} = I_2\left(\vec{l}_2 x\vec{B}_1\right)$

Pero se pide la fuerza por unidad de longitud: $\frac{|\vec{F}|}{l} = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{I_1 I_2}{d} = \frac{4\pi\cdot 10^{-7}\cdot 2\cdot 2}{2\pi\cdot 4} = \mathbf{2\cdot 10^{-7}}$ **N/m**

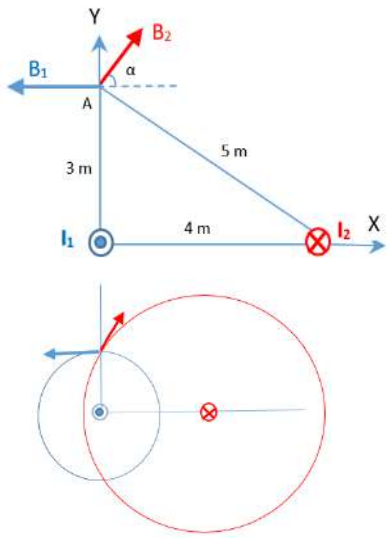
La fuerza sobre el hilo 2 es **hacia el hilo 1** (es decir, los hilos se atraen) ⇨ sentido -$\vec{k}$. Esto concuerda con la regla general: dos conductores paralelos con corrientes en el **mismo** sentido se **atraen**. Por tanto:

$$\boldsymbol{\vec{F} = -2\cdot 10^{-7}\,\vec{k}\ \mathrm{N/m}}$$

17) Dos hilos indefinidos paralelos al eje z llevan intensidades iguales $I_1 = I_2$ = 2 A y cortan el plano xy en los puntos (0, 0) m y (4, 0) m, respectivamente. Si el primer hilo, el que pasa por el origen, lleva su intensidad en el sentido positivo del eje z y el segundo en sentido negativo, determine el campo magnético en los puntos:
a) A (0, 3) m.
b) B (2, 3) m.
Dato: Permeabilidad magnética del vacío, $\mu_0 = 4\pi\cdot 10^{-7}$ T m A^{-1}

a) El campo $\vec{B}_1$en el punto A (0,3) solo tiene componente en x negativa (-$\vec{\imath}$)

$$\vec{B}_1 = -\frac{\mu_o I_1}{2\pi r}\vec{\imath} = -\frac{4\pi\cdot 10^{-7}\cdot 2}{2\pi 3}\vec{\imath} = \vec{B}_1 = -1{,}33\cdot 10^{-7}\vec{\imath}\ \text{T}$$



Pero $\vec{B}_2$ tiene componente en X positiva y en Y positiva (ver figura 2)

$$\vec{B}_{2x} = -\frac{\mu_o I_2 cos\alpha}{2\pi r}\vec{\imath} \qquad \text{cos}\alpha = 4/5 = 0{,}8$$

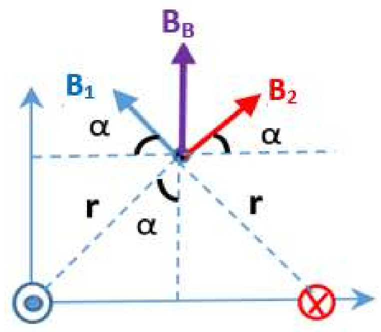
$$\vec{B}_{2y} = -\frac{\mu_o I_2 sen\alpha}{2\pi r}\vec{\jmath} \qquad \text{sen}\alpha = 3/5 = 0{,}6$$

Sustituyendo valores (r = 5) se obtiene: $\vec{B}_{2x} = 4{,}8\cdot 10^{-8}\vec{\imath}$

$\vec{B}_{2y} = 6{,}4\cdot 10^{-8}\vec{\jmath}$

Por lo que: $\boldsymbol{\vec{B}_A = -8,53\cdot 10^{-8}\vec{\imath} + 6,40\cdot 10^{-8}\vec{\jmath}}$ **T**

b) En el punto (2,3) tenemos la situación de la figura. Al estar a distancias equivalentes i ser igual la intensidad, la componente en X se anula, y $\vec{B}_B$ es la suma de las componentes Y de $\vec{B}_1$ y $\vec{B}_2$, las cuales son iguales. Por tanto, solo calcularemos la componente Y de uno de ellos y el resultado de $\vec{B}_B$ será el doble.



Distancia r= $\sqrt{2^2+3^2} = \sqrt{13}$

Senα = $2/\sqrt{13}$

$$\vec{B}_B = 2\cdot\frac{\mu_o I}{2\pi r} sen\alpha\ (\vec{\jmath}) = 2\cdot\frac{4\pi\cdot 10^{-7}\cdot 2}{2\pi\sqrt{13}}\cdot\frac{2}{\sqrt{13}}\vec{\jmath} = \boldsymbol{\vec{B}_B = 1,23\cdot 10^{-7}\vec{\jmath}}\ \textbf{T}$$

T

18) Dos partículas de idéntica carga describen órbitas circulares en el seno de un campo magnético uniforme bajo la acción del mismo. Ambas partículas poseen la misma energía cinética y la masa de una es el doble que la de la otra. Calcule la relación entre: a) Los radios de las órbitas. b) Los periodos de las órbitas.

a) Como tienen igual Ec podemos ver la relación entre las v:

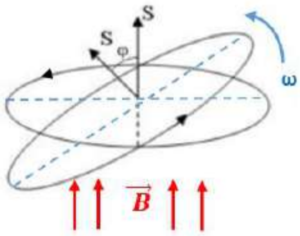
$$\tfrac{1}{2} m_1 v_1^2 = \tfrac{1}{2} m_2 v_2^2 \Rightarrow 2v_1^2 = v_2^2 \Rightarrow v_2 = \sqrt{2}v_1$$

La fuerza magnética hará de fuerza centrípeta: q·v·B = m$\frac{v^2}{r}$ ⇨ $R = \frac{mv}{qB}$ y como q y B son iguales:

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{m_1 v_1}{m_2 v_2} = \frac{2v_1}{\sqrt{2}\cdot v_1} = \sqrt{2} \Rightarrow \boldsymbol{r_1 = \sqrt{2}\, r_2}$$

b) Como el periodo es: $\boldsymbol{T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi r}{v} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{\frac{2\pi r_1}{v_1}}{\frac{2\pi r_2}{v_2}} = \frac{r_1 v_2}{r_2 v_1} = \sqrt{2}\cdot\sqrt{2} = 2 = \frac{T_1}{T_2}}$

19) Una espira de 10 cm de radio se coloca en un campo magnético uniforme de 0,4 T y se la hace girar con una frecuencia de 20 Hz. En el instante inicial el plano de la espira es perpendicular al campo. a) Escriba la expresión del flujo magnético que atraviesa la espira en función del tiempo y determine el valor máximo de la f.e.m. inducida.
b) Explique cómo cambiarían los valores máximos del flujo magnético y de la f.e.m. inducida si se duplicase el radio de la espira. ¿Y si se duplicara la frecuencia de giro?



a) Se inducirá corriente eléctrica en el circuito si su posición varía en el tiempo respecto al flujo magnético ϕ que atraviesa la superficie encerrada por el circuito.

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

Si la espira gira con una velocidad angular constante ω, el ángulo girado por la espira es θ = ω·t. El flujo magnético es:

ϕ = B S cos θ siendo θ=ω·t + φ pero inicialmente φ=0, ya que **la espira está perpendicular al campo** ($\vec{B}$ y $\vec{S}$ en la misma dirección).

Y teniendo en cuenta que ω = 2π/T o bien **ω = 2πf,** en nuestro caso f = 20 Hz

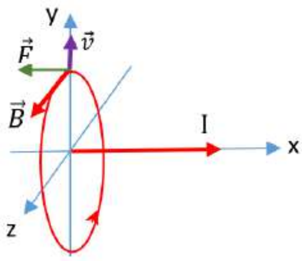
ϕ = B S cosωt = B S cos(2πft)= $0{,}4(\pi\cdot 0{,}1^2)\cos(2\pi\cdot 20\cdot t)$ = $\boldsymbol{\phi = 1{,}26\cdot 10^{-2}\cos(40\pi t)}$ **Wb**

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d(1{,}26\cdot 10^{-2}\cos(40\pi t))}{dt} = 1{,}58\cos(40\pi t) \Rightarrow \boldsymbol{\varepsilon_{máx} = 1{,}58\ V}$$

b) Al duplicar el radio de la espira, la superficie de la misma se cuadruplica, con lo que el valor máximo del flujo magnético y de **la f.e.m.** también **se cuadruplicará.**

Si se duplica la frecuencia la FEM se duplica igualmente, ya que al derivar $\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt}$ el término cos(2πft) se convierte en -2πfsen(2πft) y si f se duplica el resultado se duplica.

20) 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: $|q_e|$ = $1{,}6\cdot 10^{-19}$ C; Permeabilidad magnética del vacío, $\mu_0 = 4\pi\cdot 10^{-7}$ T m A^{-1} .



a) El campo magnético tendrá la dirección y sentido que se indica en la figura, al aplicar la regla de la mano derecha para un conductor indefinido, que es hacia z positivas. Su módulo será:

$$B = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r} = \frac{4\pi 10^{-7}}{2\pi 0{,}05} = 1\cdot 10^{-4} \Rightarrow \boldsymbol{\vec{B} = 1\cdot 10^{-4}\vec{k}}\ \mathbf{T}$$

b) $F = |q|(v\ x\ B)$ = q·v·Bsen90 = $1{,}6\cdot 10^{-19}\cdot 1000\cdot 1\cdot 10^{-4} = 1{,}6\cdot 10^{-20}$ y como f en sentido –x (ver figura)

$$\boldsymbol{\vec{F} = -1{,}6\cdot 10^{-20}\vec{\imath}}\ \mathbf{N}$$

Más correcto sería:

$$\vec{F} = q(\vec{v}\ x\ \vec{B}) = -1{,}6\cdot 10^{-19}\begin{vmatrix}\vec{\imath} & \vec{\jmath} & \vec{k}\\ 0 & 1000 & 0\\ 0 & 0 & 10^{-4}\end{vmatrix} = \mathbf{-1{,}6\cdot 10^{-20}}\ \vec{\imath}\ \ \mathbf{N}$$