CAMPO MAGNÉTICO FCA 05 ANDALUCÍA

1. a) Un haz de electrones atraviesa una región del espacio sin desviarse, ¿se puede afirmar que en esa región no hay campo magnético? De existir, ¿cómo tiene que ser?
b) En una región existe un campo magnético uniforme dirigido verticalmente hacia abajo. Se disparan dos protones horizontalmente en sentidos opuestos. Razone qué trayectorias describen, en qué plano están y qué sentidos tienen sus movimientos.

2. Sobre un electrón, que se mueve con velocidad **v**, actúa un campo magnético **B** en dirección normal a su velocidad.
a) Razone por qué la trayectoria que sigue es circular y haga un esquema que muestre el sentido de giro del electrón.
b) Deduzca las expresiones del radio de la órbita y del período del movimiento.

3. En un experimento se aceleran partículas alfa (q = +2e) desde el reposo, mediante una diferencia de potencial de 10 kV. Después, entran en un campo magnético B = 0,5 T, perpendicular a la dirección de su movimiento.
a) Explique con ayuda de un esquema la trayectoria de las partículas y calcule la velocidad con que penetran en el campo magnético.
b) Calcule el radio de la trayectoria que siguen las partículas alfa en el seno del campo magnético.
$e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C ; $m = 6{,}7 \cdot 10^{-27}$ kg

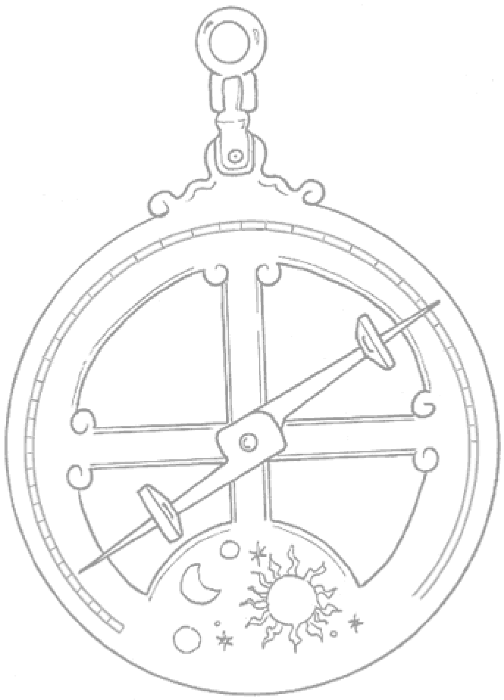
4. Razone las respuestas a las siguientes cuestiones:
a) Observando la trayectoria de una partícula con carga eléctrica, ¿se puede deducir si la fuerza que actúa sobre ella procede de un campo eléctrico uniforme o de un campo magnético uniforme?
b) ¿Es posible que sea nula la fuerza que actúa sobre un hilo conductor, por el que circula una corriente eléctrica, situado en un campo magnético?

5. Dos conductores rectilíneos, paralelos y muy largos, separados 10 cm, transportan corrientes de 5 y 8 A, respectivamente, en sentidos opuestos.
a) Dibuje en un esquema el campo magnético producido por cada uno de los conductores en un punto del plano definido por ellos y situado a 2 cm del primero y 12 cm del segundo y calcule la intensidad del campo total.
b) Determine la fuerza por unidad de longitud sobre uno de los conductores, indicando si es atractiva o repulsiva.
$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ N A^{-2}

6. Considere dos hilos largos, paralelos, separados una distancia d, por los que circulan intensidades I_1 e I_2 ($I_1 < I_2$). Sea un segmento, de longitud d, perpendicular a los dos hilos y situado entre ambos. Razone si existe algún punto del citado segmento en el que el campo magnético sea nulo, si:
a) Las corrientes circulan en el mismo sentido.
b) Las corrientes circulan en sentidos opuestos.
Si existe dicho punto, ¿de qué hilo está más cerca?

CAMPO MAGNÉTICO FCA 05 ANDALUCÍA

7. Dos partículas con cargas eléctricas, del mismo valor absoluto y diferente signo, se mueven con la misma velocidad, dirigida hacia la derecha y en el plano del folio. Ambas partículas penetran en un campo magnético de dirección perpendicular al folio y dirigido hacia abajo.
a) Analice con ayuda de un gráfico las trayectorias seguidas por las dos partículas.
b) Si la masa de una de ellas es doble que la de la otra ($m_1 = 2\ m_2$) ¿Cuál gira más rápidamente?



CAMPO MAGNÉTICO FCA 05 ANDALUCÍA

1. -

a) La fuerza que actúa sobre una carga eléctrica al entrar con velocidad $\vec{v}$ en un campo magnético $\vec{B}$ viene dada por la expresión de Lorentz

$$\vec{F}_M = Q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$$

por lo tanto, si existe, es siempre perpendicular a la velocidad y haría desviarse a la carga de su trayectoria rectilínea. Esto significa que si la carga no se desvía, es porque no hay fuerza magnética ($F_M = 0$).

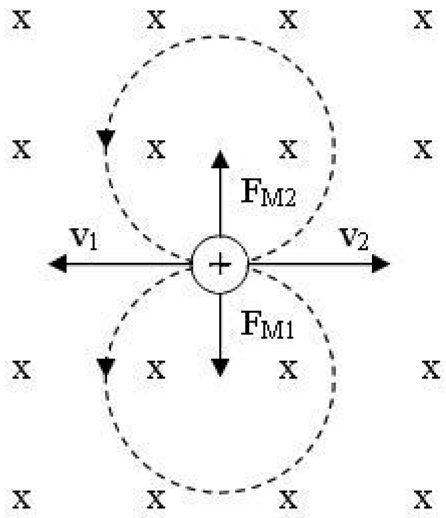
Si observamos la expresión del módulo de la fuerza de Lorentz (θ es el menor ángulo formado entre $\vec{v}$ y $\vec{B}$)

$$F_M = Q \cdot v \cdot B \cdot sen\,\theta$$

vemos que no se puede afirmar que en esa región no existe un campo magnético, basta con que sen $\theta = 0$, es decir $\theta = 0º$ ó $\theta = 180º$, para que $F_M = 0$ y la carga no se desvíe.

El campo ha de ser de la misma dirección que la velocidad.

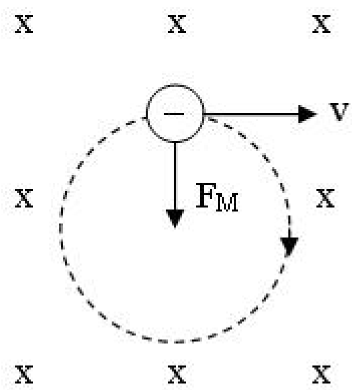
b)



Como se ve en la figura ambos siguen trayectorias circulares en el plano del papel, porque la fuerza magnética, perpendicular a la velocidad y de módulo constante, actúa de fuerza centrípeta. Los sentidos de giro en ambos casos, son antihorarios

2. -

a)



Como se ve en la figura, el electrón sigue una trayectoria circular porque la fuerza magnética es, por definición, perpendicular a la velocidad (producto vectorial $\vec{F}_M = Q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$), y además al ser constantes los módulos de $\vec{v}$ y de $\vec{B}$, su módulo también es constante, con lo cual la fuerza magnética actúa de fuerza centrípeta.

b) Como $\vec{F}_M$ y $\vec{v}$ son perpendiculares (θ = 90º)

$$F_M = Q \cdot v \cdot B \cdot sen\,\theta = Q \cdot v \cdot B$$

según el apartado anterior $F_{CPT} = F_M$ $\quad m_e \cdot \frac{v^2}{r} = e \cdot v \cdot B$ despejando

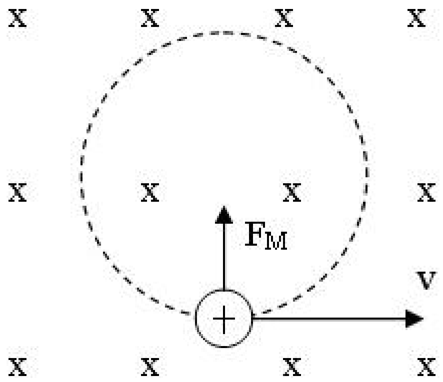
$$r = \frac{m_e \cdot v}{e \cdot B}$$

el periodo es el tiempo que tarda en dar una vuelta completa ($t = \frac{e}{v}$)

$$T = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{v} = \frac{2 \cdot \pi \cdot m_e \cdot v}{v \cdot e \cdot B} = \frac{2 \cdot \pi \cdot m_e}{e \cdot B}$$

3. -

a)



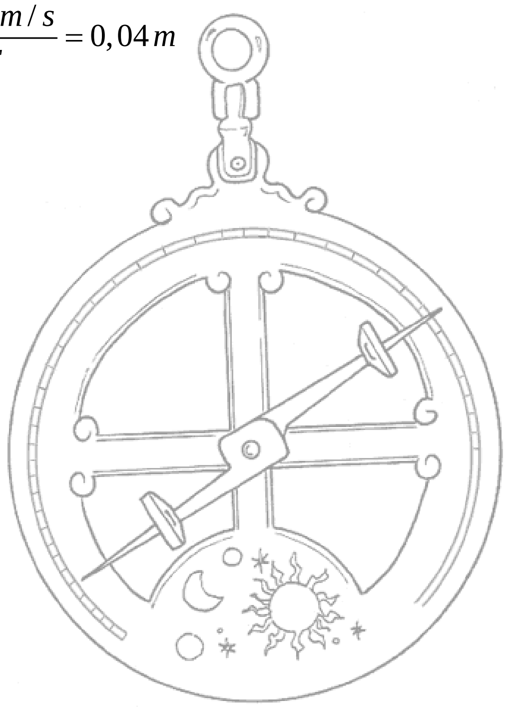
Trayectoria circular por las mismas causas que en el problema anterior.
para calcular la velocidad con la que penetran en el campo magnético, hemos de tener en cuenta que al partir del reposo, la energía cinética inicial es nula ($E_{CI} = 0$), por lo tanto

$$W_{ELEC} = \Delta E_C = E_{CF} - E_{CI} = E_{CF} \qquad 2 \cdot e \cdot \Delta V = \frac{1}{2} \cdot m_\alpha \cdot v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{4 \cdot e \cdot \Delta V}{m_\alpha}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}\, C \cdot 10^4\, V}{6,7 \cdot 10^{-27}\, Kg}} = 9,77 \cdot 10^5\, \frac{m}{s}$$

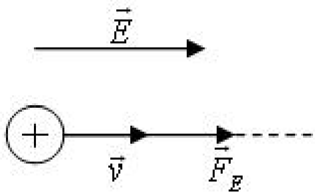
b) Como $F_{CPT} = F_M$ $\qquad m_\alpha \cdot \frac{v^2}{r} = 2 \cdot e \cdot v \cdot B \cdot sen\, 90° = 2 \cdot e \cdot v \cdot B$

$$r = \frac{m_\alpha \cdot v}{2 \cdot e \cdot B} = \frac{6,7 \cdot 10^{-27}\, Kg \cdot 9,77 \cdot 10^5\, m/s}{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}\, C \cdot 0,5 T} = 0,04 m$$



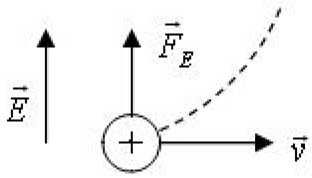
4. -

a) Supongamos que la carga es positiva y el campo es eléctrico uniforme. Si entra con una velocidad de la misma dirección y sentido que el campo, su trayectoria es rectilínea y su aceleración positiva, como se ve en la figura



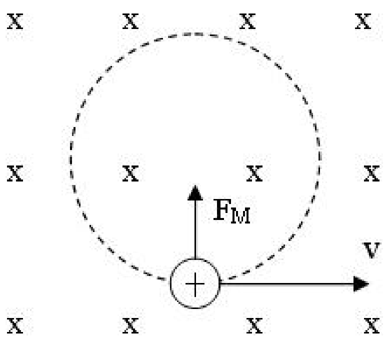
si la velocidad y el campo fueran de sentido contrario, la trayectoria también sería rectilínea y su aceleración negativa.

Si la partícula entra con una velocidad perpendicular al campo, su trayectoria es parabólica (composición de dos movimientos perpendiculares, uno uniforme y el otro uniformemente acelerado), como se ve en la figura.



En el caso de tratarse de un campo magnético uniforme, si la partícula entra con una velocidad de la misma dirección que el campo, (θ = 0º ó θ = 180º), como la expresión que regula el módulo de la fuerza magnética es $F_M = Q \cdot v \cdot B \cdot sen\,\theta$ y como $sen\,90º = sen\,180º = 0$ la fuerza sería nula y la trayectoria de la partícula sería recta con movimiento uniforme.

Si la velocidad es perpendicular al campo magnético, al actuar la fuerza magnética como fuerza centrípeta, la trayectoria sería una circunferencia.



Vistos los razonamientos anteriores podemos decir que si los vectores velocidad y campo tienen la misma dirección, no se puede identificar el tipo de campo en función de la trayectoria que sigue la partícula, puesto que tanto el eléctrico como el magnético

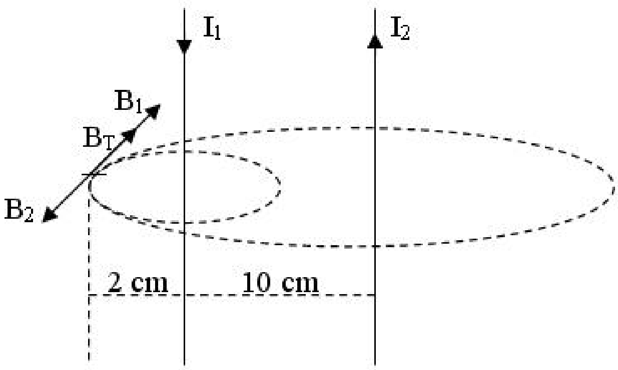
4. –

a) (continuación)
producen trayectorias rectilíneas. Sin embargo, si la velocidad y el campo son perpendiculares, si se puede deducir si la fuerza que actúa es eléctrica o magnética porque la trayectoria sería parabólica o circular respectivamente.

b) La fuerza que actúa sobre un hilo conductor rectilíneo de longitud l, por el que circula una corriente de intensidad I, situado en un campo magnético B viene dada por la siguiente expresión $\vec{F} = I \cdot \vec{l} \times \vec{B}$ siendo $\vec{l}$ un vector de la misma dirección que el conductor y el mismo sentido que la corriente. El módulo de dicha fuerza es $F = I \cdot l \cdot B \cdot sen\theta$ siendo θ el ángulo que forma el conductor con el campo magnético. De aquí se deduce que la fuerza es nula, si el conductor se sitúa paralelamente al campo (θ = 0º y por lo tanto sen 0º = 0).

5. -

a) $I_1 = 5$ A $I_2 = 8$ A $d_1 = 0,02$ m $d_2 = 0,12$ m

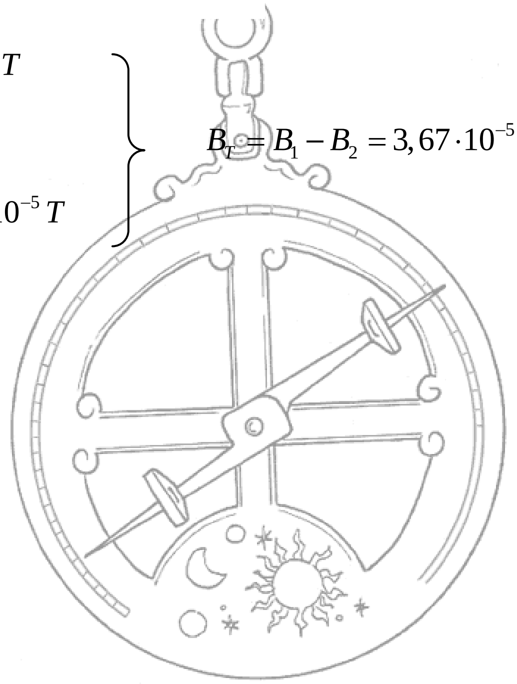


$$B_1 = \frac{\mu_0 \cdot I_1}{2 \cdot \pi \cdot d_1} = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}\, N \cdot A^{-2} \cdot 5\, A}{2 \cdot \pi \cdot 0,02\, m} = 5 \cdot 10^{-5}\, T$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 \cdot I_2}{2 \cdot \pi \cdot d_2} = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}\, N \cdot A^{-2} \cdot 8\, A}{2 \cdot \pi \cdot 0,12\, m} = 1,33 \cdot 10^{-5}\, T$$

$$B_T = B_1 - B_2 = 3,67 \cdot 10^{-5}\, T$$

en la dirección y sentido que indica la figura.

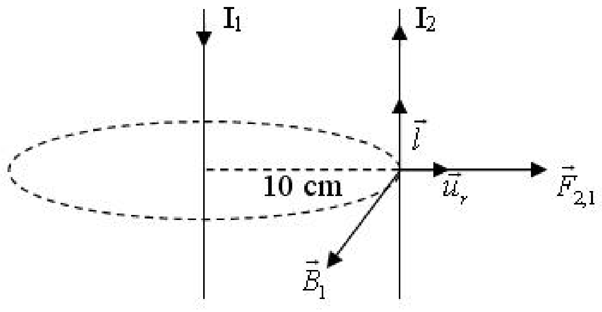


5. -

b) La fuerza ejercida sobre el conductor 2 por el campo magnético creado por el conductor 1 ($F_{2,1}$) viene dada por la expresión $\vec{F}_{2,1} = \frac{\mu_0}{2\cdot\pi}\cdot\frac{I_1\cdot I_2\cdot l}{d}\cdot\vec{u}_r$ así que la fuerza por unidad de longitud es $\frac{\vec{F}_{2,1}}{l} = \frac{\mu_0}{2\cdot\pi}\cdot\frac{I_1\cdot I_2}{d}\cdot\vec{u}_r$ cuyo módulo es

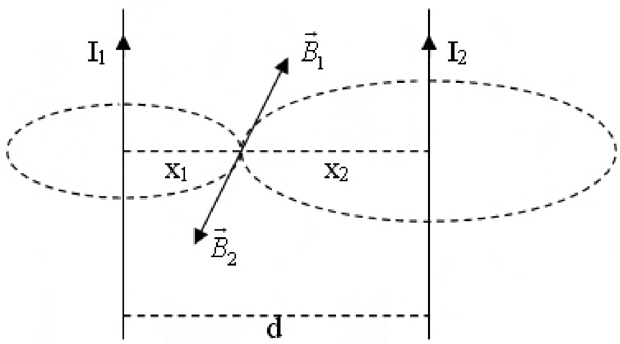
$$\frac{\vec{F}_{2,1}}{l} = \frac{4\cdot\pi\cdot 10^{-7}\,N\cdot A^{-2}}{2\cdot\pi}\cdot\frac{5\,A\cdot 8\,A}{0{,}1m} = 8\cdot 10^{-5}\,\frac{N}{m}$$

la fuerza es repulsiva al tener la misma dirección y sentido que el producto vectorial $\vec{l}\times\vec{B}$ ($\vec{F} = I\cdot\vec{l}\times\vec{B}$), como se ve en la figura.



6. -

a)



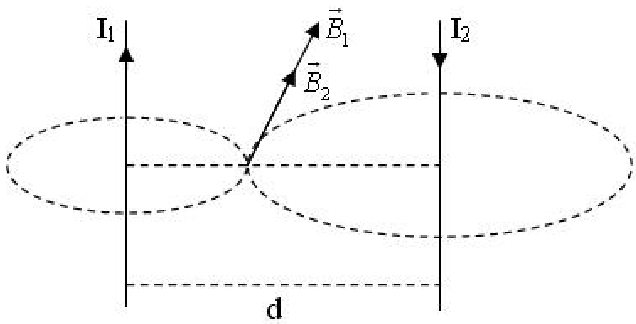
En este caso, al ser los campos magnéticos de sentidos opuestos, puede anularse el campo magnético total en un punto de dicho segmento en el que se cumpla la condición de que los módulos B_1 y B_2 sean iguales

$$B_1 = B_2 \qquad \frac{\mu_0\cdot I_1}{2\cdot\pi\cdot x_1} = \frac{\mu_0\cdot I_2}{2\cdot\pi\cdot x_2} \qquad \frac{I_1}{I_2} = \frac{x_1}{x_2}$$

al ser $I_1 < I_2$ implica que $x_1 < x_2$ por lo tanto, dicho punto está más cerca del conductor 1.

6. -

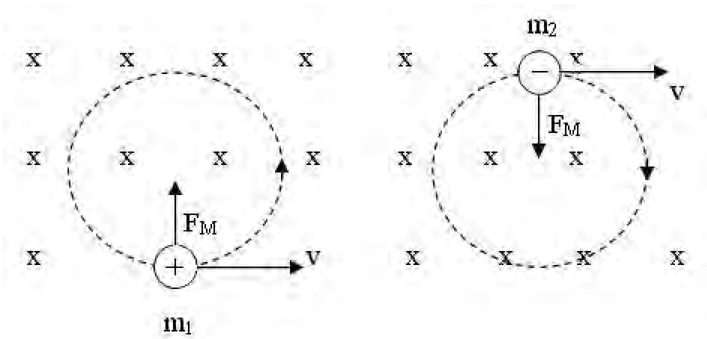
b)



Como se ve en la figura, en este caso no pueden anularse los campos magnéticos $\vec{B}_1$ y $\vec{B}_2$ en ningún punto del segmento d.

7. -

a)



Como se ve en la figura, ambas partículas siguen trayectorias circulares de sentidos opuestos, porque la fuerza magnética (F_M) es perpendicular a la velocidad (producto vectorial $\vec{F}_M = Q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$) y además al ser constantes los módulos de $\vec{v}$ y de $\vec{B}$, su módulo también es constante. Con lo cual la fuerza magnética actúa de fuerza centrípeta

b) Como se ha visto en el apartado anterior $F_{CPT} = F_M$ $m \cdot \frac{v^2}{r} = Q \cdot v \cdot B$

despejando $r = \frac{m \cdot v}{Q \cdot B}$ consideraremos que gira más rápido la masa que tenga un periodo menor, como $T = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{v}$, sustituimos el valor del radio $T = \frac{2 \cdot \pi \cdot m}{Q \cdot B}$ y para cada masa $T_1 = \frac{2 \cdot \pi \cdot m_1}{Q \cdot B}$ y $T_2 = \frac{2 \cdot \pi \cdot m_2}{Q \cdot B}$ al ser $m_1 = 2 \cdot m_2$ implica que $T_1 = 2 \cdot T_2$ luego gira más rápido la partícula 2, la de menor masa.