FÍSICA - 2º BACHILLERATO

CAMPO MAGNÉTICO

1. Una partícula con una carga de $-2\cdot10^{-6}$ C y una masa de $4\cdot10^{-3}$ g, que se mueve con velocidad $\vec{v} = 12\,\vec{j}$ m/s entra en una región del espacio donde existe un campo magnético uniforme $\vec{B} = 0{,}5\,\vec{k}$ T. Calcula:
   a) El módulo, la dirección y el sentido de la fuerza magnética que actúa sobre la partícula.
   b) El radio de la circunferencia que describe.
   Sol. a) $\vec{F} = -1{,}2\cdot10^{-5}\ N\,\vec{i}$ b) 48 m

2. Una partícula de carga $1{,}6\cdot10^{-19}$ C se mueve con una velocidad de $4\cdot10^{6}$ m/s en un campo magnético uniforme de 2,25 T, describiendo una circunferencia con un periodo de $1{,}57\cdot10^{-11}$ s. Calcula:
   a) El radio de su trayectoria.
   b) La masa de la partícula.
   Sol. a) $1\cdot10^{-5}$ m b) $9\cdot10^{-31}$ kg

3. Dos partículas de igual carga y masa, que se mueven con la misma dirección y sentido, entran en un campo magnético perpendicular a su trayectoria inicial llevando la primera de ellas el doble de velocidad que la segunda. Halla:
   a) La relación entre los radios de las trayectorias que siguen ambas partículas una vez que han entrado en el campo magnético.
   b) La relación entre sus frecuencias.
   Sol. $R_1 = 2R_2$ b) $\nu_1 = \nu_2$

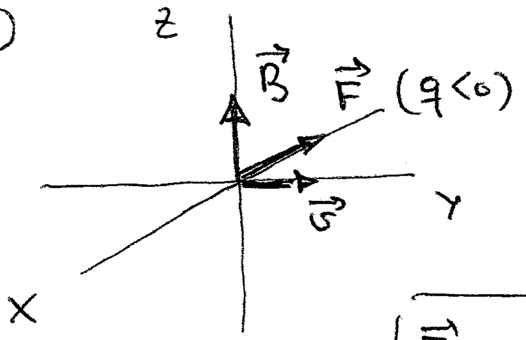
4. Un protón penetra en una región donde existe un campo magnético uniforme:
   a) Explica qué tipo de trayectoria describirá el protón si su velocidad es:
      I. Paralela al campo
      II. Perpendicular al campo.
   b) ¿Qué sucede si el protón se abandona en reposo en el campo magnético?
   c) ¿En qué cambiarían las anteriores respuestas si en lugar de un protón fuera un electrón?

5. Una partícula cargada penetra con velocidad $\vec{v}$ en una región donde existe un campo magnético uniforme $\vec{B}$. Determina la expresión de la fuerza ejercida sobre la partícula en los siguientes casos:
   a) La carga es negativa, la velocidad es $\vec{v} = v_0\vec{j}$ y el campo magnético es $\vec{B} = -B_0\vec{k}$.
   b) La carga es positiva, la velocidad es $\vec{v} = v_0(\vec{j}+\vec{k})$ y el campo magnético es $\vec{B} = B_0\,\vec{j}$.
   Sol. a) $\vec{F} = |q|\,v_0\,B_0\,\vec{i}$ b) $\vec{F} = -|q|\,v_0\,B_0\,\vec{i}$

6. Dos isótopos de masas $19{,}91\cdot10^{-27}$ kg y $21{,}59\cdot10^{-27}$ kg, con la misma carga de ionización, son acelerados hasta que adquieren una velocidad constante de $6{,}7\cdot10^{5}$ 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. Determina:
   a) La relación entre los radios de las trayectorias que describe cada uno de los isótopos.
   b) La separación entre los dos isótopos cuando han descrito una semicircunferencia, si han sido ionizados una sola vez.
   Sol. a) $R_1 = 0{,}92\ R_2$ b) 17 mm

7. Un electrón se mueve en una región del espacio donde están superpuestos un campo eléctrico $\vec{E} = 4\vec{j}$ V/m y un campo magnético $\vec{B} = 0{,}4\vec{k}$ T. Si la velocidad del electrón es $\vec{v} = 20\vec{i}$ m/s, determina:
   a) La fuerza que actúa sobre el electrón debida a cada uno de los campos.
   b) Manteniendo $\vec{v}$ y $\vec{B}$ como antes, obtén el campo eléctrico necesario para que la aceleración total del electrón sea nula.
   Sol. a) $\vec{F}_E = -6{,}4\cdot10^{-19}\,\vec{i}\ N$ $\vec{F}_B = 1{,}28\cdot10^{-18}\,\vec{i}\ N$ b) 8 N/C

①



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

$\vec{F} = -2 \cdot 10^{-6} (12\vec{j} \times 0{,}5\vec{k})$

$\vec{F} = -2 \cdot 10^{-6} \cdot 12 \cdot 0{,}5\ (\vec{j} \times \vec{k})$

$\boxed{\vec{F} = -1{,}2 \cdot 10^{-5}\ \vec{i}}$ N

b) $R = \dfrac{mv}{|q|B} = \dfrac{4 \cdot 10^{-6} \cdot 12}{2 \cdot 10^{-6} \cdot 0{,}5} = \underline{48\ m}$

② a) Como $v = cte.$, el espacio recorrido por la partícula es $s = v \cdot t$. En concreto, si $t = T$, entonces; $s = 2\pi R$, es decir:

$$2\pi R = vT \Rightarrow R = \frac{vT}{2\pi} = \frac{4 \cdot 10^{6} \cdot 1{,}57 \cdot 10^{-11}}{2\pi} = \underline{10^{-5}\ m}$$

b) $R = \dfrac{mv}{|q|B} \Rightarrow m = \dfrac{|q|BR}{v} = \dfrac{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 2{,}25 \cdot 10^{-5}}{4 \cdot 10^{6}} = \underline{9 \cdot 10^{-31}\ kg}$

③ a) $\left.\begin{array}{l} R_1 = \dfrac{mv_1}{|q|B} \\ R_2 = \dfrac{mv_2}{|q|B} \end{array}\right\}$ $v_1 = 2v_2$

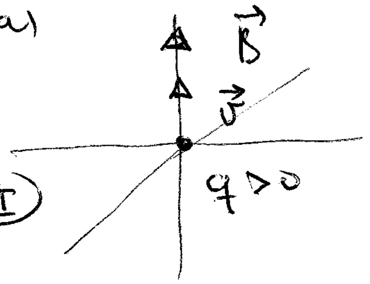
$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{m\,2v_2/|q|B}{mv_2/|q|B} = \frac{2v_2}{v_2} = 2 \Rightarrow \boxed{R_1 = 2R_2}$$

b) $\left.\begin{array}{l} R = \dfrac{mv}{|q|B} \\ \text{Mov. circular}: \quad v = \omega R = 2\pi\nu R \end{array}\right\}$ $R = \dfrac{m\,2\pi\nu R}{|q|B} \Rightarrow$

$$\Rightarrow |q|B\cancel{R} = m\,2\pi\nu\cancel{R} \Rightarrow \nu = \frac{|q|B}{2\pi m}$$

$\Rightarrow \nu$ no depende de $v \Rightarrow \boxed{\nu_1 = \nu_2}$

4) a)

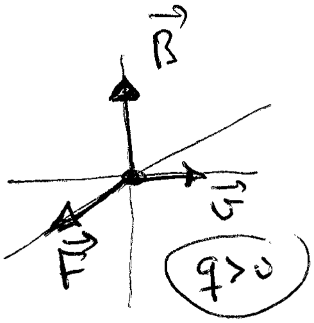


(I)

$\vec{F} = q\,\vec{v}\times\vec{B} = 0 \leftarrow (\operatorname{sen}\alpha = 0)$

El protón se mueve en línea recta con v constante (M.R.U.)

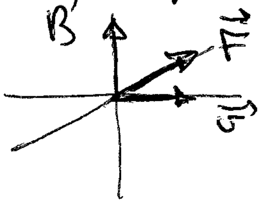
(II)



La $\vec{F}$ magnética es perpendicular a $\vec{v}$, por tanto, no modifica $|\vec{v}|$, pero obliga al protón a desviarse hacia la derecha. Al ser $\vec{B}$ uniforme, $\vec{F}$ apunta todo el tiempo hacia un mismo punto. De ese modo, el protón se ve obligado a describir una trayectoria circular con velocidad constante en módulo, es decir, un M.C.U.

b) Permanece en reposo, ya que no hay ninguna fuerza eléctrica que la acelere, y la fuerza magnética ~~es~~ nula al estar en reposo.

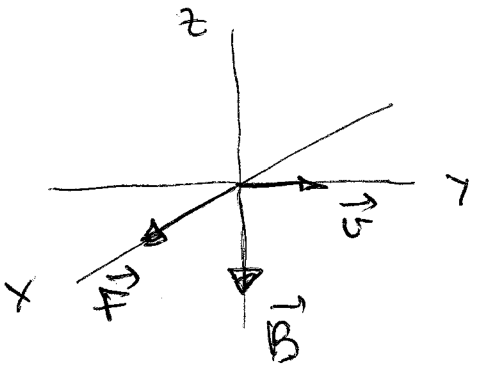
c) Todas las respuestas serían iguales. Únicamente cambiaría el sentido de giro del electrón en el caso a) II), ya que la fuerza tendría un sentido opuesto y obligaría al electrón a girar hacia la izquierda.



$q<0$

5

a) $q<0$



$$\vec{F} = q\,\vec{v}\times\vec{B}$$

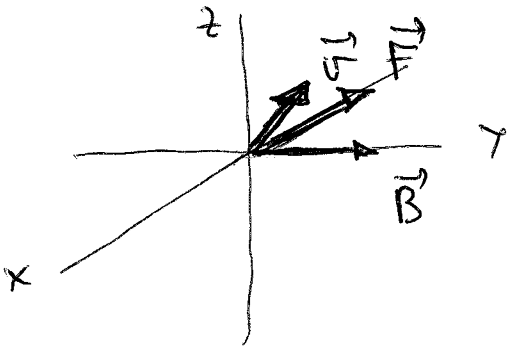
$$\vec{F} = q\, v_0\vec{j}\times(-B_0\vec{k}) =$$

$$= -q v_0 B_0 (\vec{j}\times\vec{k}) =$$

$$= -[-|q|]\, v_0 B_0 (\vec{j}\times\vec{k}) \Rightarrow$$

$$\boxed{\vec{F} = |q|\, v_0 B_0\, \vec{i}}$$

b) $q>0$



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

$$= q\, v_0(\vec{j}+\vec{k})\times(B_0\vec{j}) =$$

$$= q v_0 B_0 (\vec{j}+\vec{k})\times\vec{j} \Rightarrow$$

$$\vec{F} = q v_0 B_0 \left[(\vec{j}\times\vec{j}) + (\vec{k}\times\vec{j})\right] =$$

$$= q v_0 B_0 \left[0 + (-\vec{i})\right] = |q|\, v_0 B_0 (-\vec{i})$$

$$\boxed{\vec{F} = -|q|\, v_0 B_0\, \vec{i}}$$

(6) Al entrar en un campo $\vec{B}$ uniforme, con velocidad perpendicular al campo, las dos partículas van a moverse con mov. circular uniforme de radios R_1 y R_2

a) $m_1 = 19{,}91 \cdot 10^{-27}$ kg
$m_2 = 21{,}59 \cdot 10^{-27}$ kg
$\Big\}$ $v = 6{,}7 \cdot 10^5$ m/s

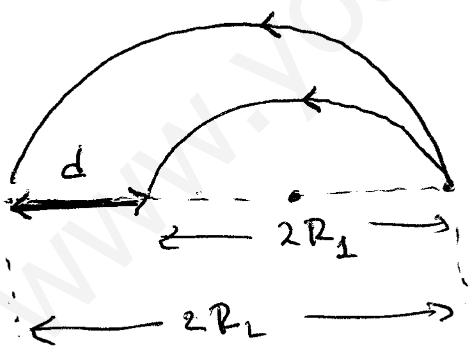
$B = 0{,}85$ T $\qquad q_1 = q_2 = q$

$$R = \frac{mv}{qB}$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{m_1 v/|q|B}{m_2 v/|q|B} = \frac{m_1}{m_2} \Rightarrow R_1 = \frac{m_1}{m_2} R_2 \Rightarrow$$

$$R_1 = \frac{19{,}91 \cdot 10^{-27}}{21{,}59 \cdot 10^{-27}} R_2 = 0{,}92\, R_2$$

b)



$$d = 2R_2 - 2R_1 = 2(R_2 - R_1)$$

$$d = 2\,(R_2 - 0{,}92 R_2) =$$

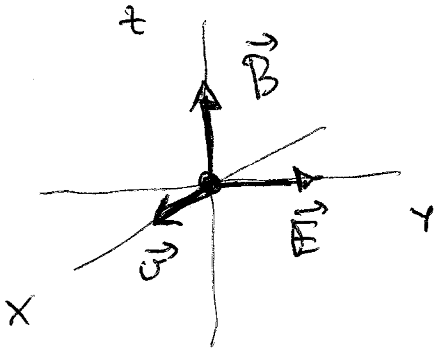
$$= 2 R_2 (1 - 0{,}92)$$

$$d = 2 \cdot R_2 \cdot 0{,}08 = 0{,}16\, R_2$$

$$d = 0{,}16 \frac{m_2 v}{|q|B} = 0{,}16 \cdot \frac{21{,}59 \cdot 10^{-27} \cdot 6{,}7 \cdot 10^5}{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 0{,}85} = 0{,}017\,\text{m}$$

una ionización

7 $\vec{E} = 4\vec{j}$ V/m $\qquad \vec{B} = 0{,}4\,\vec{k}$ T $\qquad v = 20\vec{i}$ m/s



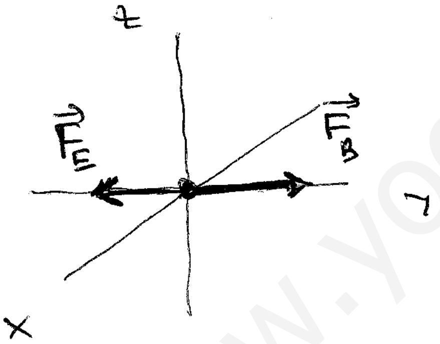
$q < 0 \rightarrow$ electrón

a) $\boxed{\vec{F}_E} = q\vec{E} = -1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 4\vec{j} = \boxed{-6{,}4 \cdot 10^{-19}\,\vec{j}\ N}$

$\vec{F}_B = q\,\vec{v} \times \vec{B} = -1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot (20\vec{i} \times 0{,}4\vec{k}) =$

$= -1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 20 \cdot 0{,}4\,(\vec{i} \times \vec{k}) = -1{,}28 \cdot 10^{-18}(-\vec{j})$

$\boxed{\vec{F}_B = 1{,}28 \cdot 10^{-18}\,\vec{j}}$



b) Para que $\vec{a}$ sea nula: $F_E = F_B$ (en módulo)

$\cancel{|q|}E = \cancel{|q|}vB \operatorname{sen}\alpha$

$E = vB \operatorname{sen}\alpha = 20 \cdot 0{,}4 \cdot \operatorname{sen} 90^\circ = 8$ N/C