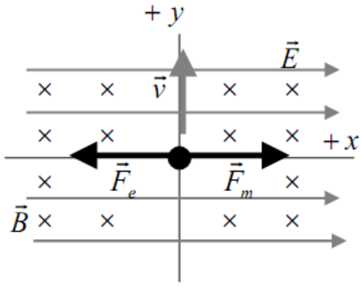
Un electrón con una velocidad $\upsilon = 10^5\ j\ m{\cdot}s^{-1}$ penetra en una región del espacio en la que existen un campo eléctrico $E = 10^4\ i\ N{\cdot}C^{-1}$ y un campo magnético $B = -0{,}1\ k\ T$.

a) Analice, con ayuda de un esquema, el movimiento que sigue el electrón.

b) En un instante dado se suprime el campo eléctrico. Razone cómo cambia el movimiento del electrón y calcule las características de su trayectoria. Datos: $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C; $me = 9{,}1{\cdot}10^{-31}$ kg



a) El electrón por ser una partícula cargada, al entrar en una región del espacio en la que existen dos campos, eléctrico y magnético, sufrirá dos fuerzas, una eléctrica y otra magnética, dadas por las leyes de Coulomb y Lorentz, respectivamente.

Fuerza eléctrica: $\vec{F}_e = q{\cdot}\vec{E}$ Fuerza Magnética: $\vec{F}_m = q\left(\vec{\upsilon} \wedge \vec{B}\right)$

La fuerza total que experimenta el electrón viene dada por la Ley General de Lorentz:

$$\vec{F} = q{\cdot}\vec{E} + q\left(\vec{\upsilon} \wedge \vec{B}\right) = q\left(\vec{E} + \vec{\upsilon} \wedge \vec{B}\right)$$

Si calculamos cada una de ellas, obtenemos:

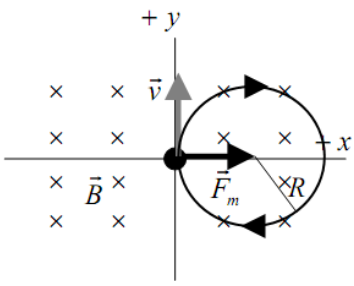
$$\vec{F}_e = q{\cdot}\vec{E} = -1{,}602{\cdot}10^{-19} \cdot\ 10^4\ \hat{i}\ N{\cdot}C^{-1} = -1{,}6{\cdot}10^{-15} i\ \ N$$

$$\vec{F}_m = q\left(\vec{\upsilon} \wedge \vec{B}\right) = -1{,}6{\cdot}10^{-19} C{\cdot}\begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 0 & 10^5 & 0 \\ 0 & 0 & -0{,}1 \end{vmatrix} = 1{,}6{\cdot}10^{-15}\hat{i}\ N$$

Vemos que ambas fuerzas son iguales en módulo y dirección pero de sentido contrario, por lo que la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre el electrón, será nula. $\sum \vec{F} = 0$

Aplicando la primera ley de Newton, deducimos que el electrón continuará en su estado de movimiento, es decir, continuará con movimiento rectilíneo uniforme (MRU). Así que su trayectoria será rectilínea.

b) Al suprimir el campo eléctrico, sobre el electrón sólo actúa la fuerza magnética, que es siempre perpendicular a la velocidad de la partícula. La aceleración que sufrirá el electrón será entonces sólo aceleración normal (centrípeta), con lo que el módulo de la velocidad no cambiará y el movimiento ahora será circular uniforme (MCU). Con:



- ✓ El módulo de la velocidad será de 10^5 m/s
- ✓ El radio de la curva viene dado por la expresión:

$$R = \frac{m{\cdot}\upsilon}{|q|{\cdot}B} = \frac{9{,}1{\cdot}10^{-31}{\cdot}10^5}{1{,}6{\cdot}10^{-19}{\cdot}0{,}1} = 5{,}69{\cdot}10^{-6} m$$

- ✓ La velocidad angular será:

$$\omega = \frac{V}{R} = \frac{|q|{\cdot}B}{m} = 1{,}76{\cdot}10^{10} rad{\cdot}s^{-1}$$

- ✓ El periodo de revolución viene dado por:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 3{,}57{\cdot}10^{-10} s$$

- ✓ La frecuencia será:

$$f = \frac{1}{T} = 2{,}8{\cdot}10^9\ Hz$$

- ✓ El sentido de giro del electrón es horario, como podemos ver en el dibujo.