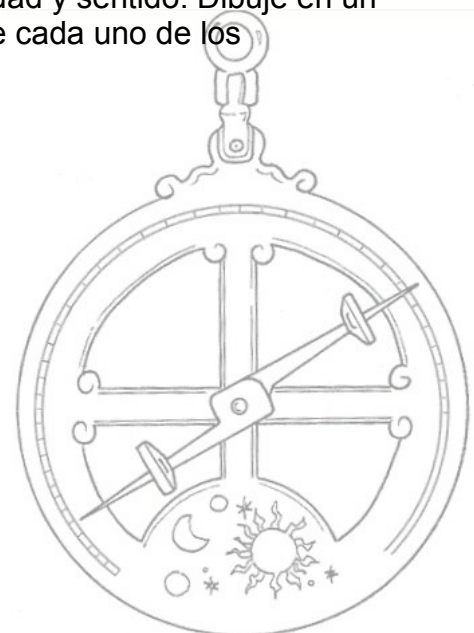




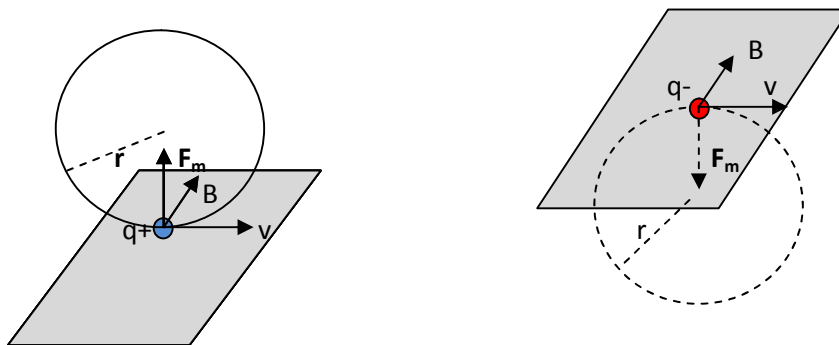
1. a) Fuerza magnética sobre una carga en movimiento; ley de Lorentz.  
b) Si la fuerza magnética sobre una partícula cargada no realiza trabajo, ¿cómo puede tener algún efecto sobre el movimiento de la partícula? ¿Conoce otros ejemplos de fuerzas que no realizan trabajo pero tienen un efecto significativo sobre el movimiento de las partículas? Justifique las respuestas.
2. Un protón acelerado desde el reposo por una diferencia de potencial de  $2 \cdot 10^6$  V penetra, moviéndose en el sentido positivo del eje X, en un campo magnético  $\vec{B} = 0,2 \vec{K}$  T.  
a) Calcule la velocidad de la partícula cuando penetra en el campo magnético y dibuje en un esquema los vectores  $\vec{v}$ ,  $\vec{B}$  y  $\vec{F}$  en ese instante y la trayectoria de la partícula.  
b) Calcule el radio y el periodo de la órbita que describe el protón.  
 $m = 1,67 \cdot 10^{-27}$  kg ;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C
3. Dos conductores rectilíneos, largos y paralelos están separados 5 m. Por ellos circulan corrientes de 5 A y 2 A en sentidos contrarios.  
a) Dibuje en un esquema las fuerzas que se ejercen los dos conductores y calcule su valor por unidad de longitud.  
b) Calcule la fuerza que ejercería el primero de los conductores sobre una carga de  $10^{-6}$  C que se moviera paralelamente al conductor, a una distancia de 0,5 m de él, y con una velocidad de  $100 \text{ m s}^{-1}$  en el sentido de la corriente.  
 $\mu_0 = 4 \pi \cdot 10^{-7} \text{ N A}^{-2}$
4. a) Explique las características del campo magnético creado por una corriente rectilínea e indefinida.  
b) Por dos conductores rectilíneos e indefinidos, dispuestos paralelamente, circulan corrientes eléctricas de la misma intensidad y sentido. Dibuje en un esquema la dirección y sentido de la fuerza sobre cada uno de los conductores.



1.- a) El movimiento de una partícula cargada en el seno de un campo magnético uniforme está regido por la fuerza de Lorentz

$$\vec{F}_m = Q\vec{v} \times \vec{B}$$

en el momento en el que la partícula entra en el campo, actúa sobre ella una fuerza de valor constante que, como vemos, es en todo momento perpendicular al vector  $\vec{v}$  y al campo  $\vec{B}$  (producto vectorial). Al ser perpendicular a la velocidad, dicha fuerza resulta ser **centrípeta**, si la velocidad es perpendicular al campo la partícula describe un movimiento circular uniforme como se observa en las figuras



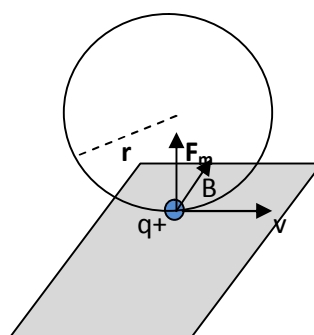
b) Como hemos indicado en el apartado anterior, la fuerza magnética, al ser por definición perpendicular a la velocidad de la partícula, es una fuerza centrípeta y por lo tanto no crea trabajo sobre la partícula. El efecto que produce es que la hace girar en una trayectoria circular.

Otros ejemplos de fuerzas de este tipo son:

- La fuerza gravitatoria solo cuando actúa sobre un cuerpo que orbita circularmente entorno a otro.
- La fuerza electromagnética cuando actúa sobre una carga que orbita circularmente en torno a otra.

En ambos casos el efecto que crean es igualmente el giro.

2.- a)



Al ser acelerado desde el reposo, la energía cinética inicial del protón es cero, por lo tanto, el trabajo eléctrico será igual a la energía cinética final

2.- a) (continuación)

$$eV = \frac{1}{2} m_p v^2 \quad v = \sqrt{\frac{2eV}{m_p}} = 1,96 \cdot 10^7 \text{ ms}^{-1}$$

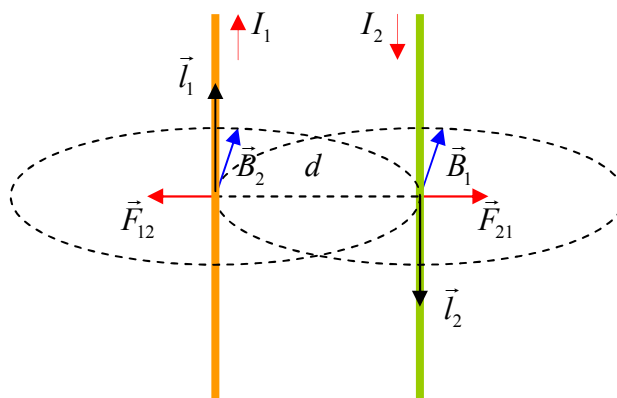
b) Puesto que la fuerza magnética que actúa sobre el protón que entra perpendicularmente es además centrípeta, tenemos que

$$\frac{m_p v^2}{r} = evB \text{ sen}(90^\circ) \quad r = \frac{m_p v}{eB} = 2 \cdot 10^7 \text{ m}$$

Sustituyendo el radio en la ecuación  $v = \omega r$  y despejando la velocidad angular

$$\omega = \frac{e}{m_p} B \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi m_p}{eB} = 3,28 \cdot 10^{-7} \text{ s}$$

3.- a)

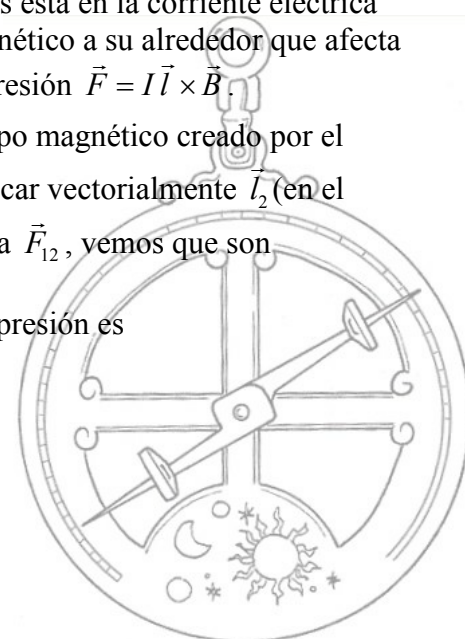


El origen de las fuerzas que se ejercen ambos conductores está en la corriente eléctrica que circula por ellos, cada conductor crea un campo magnético a su alrededor que afecta al otro ejerciéndole una fuerza que viene dada por la expresión  $\vec{F} = I\vec{l} \times \vec{B}$ .

Para saber el sentido de la fuerza ( $\vec{F}_{21}$ ) que ejerce el campo magnético creado por el conductor 1 ( $\vec{B}_1$ ) sobre el conductor 2, hemos de multiplicar vectorialmente  $\vec{l}_2$  (en el sentido de  $I_2$ ) por  $\vec{B}_1$ , si hacemos lo mismo para la fuerza  $\vec{F}_{12}$ , vemos que son repulsivas, como se observa en la figura.

Ambas fuerzas son iguales y de sentido contrario y su expresión es

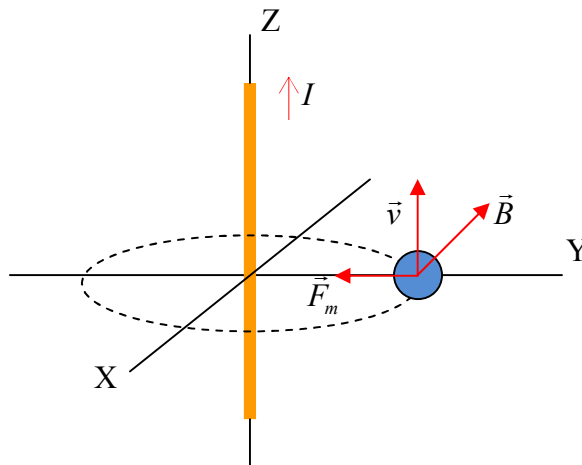
$$\vec{F}_{21} = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_1 I_2 l}{d} \vec{u}_r$$



3.- a) (continuación) para calcular la fuerza que actúa sobre uno de los conductores por unidad de longitud despejamos de la ecuación anterior

$$\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d} = 4 \cdot 10^{-7} \text{ N}$$

3.- b)



calculamos primero el campo magnético creado por el conductor a los 5 cm de distancia

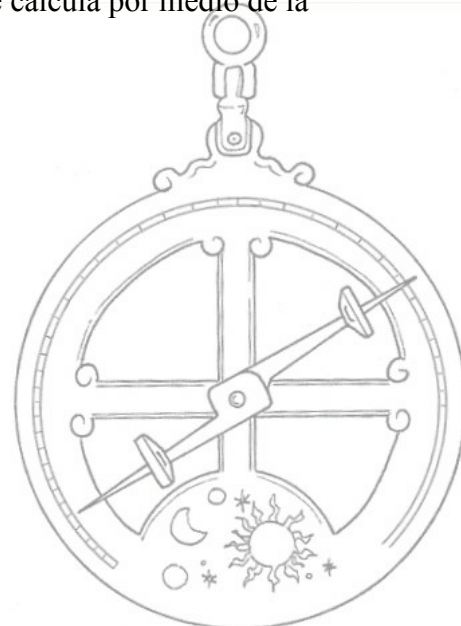
$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2} \cdot 5 \text{ A}}{2\pi \cdot 0,5 \text{ m}} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ T}$$

aplicamos la ley de Lorentz para calcular la fuerza ejercida sobre el electrón

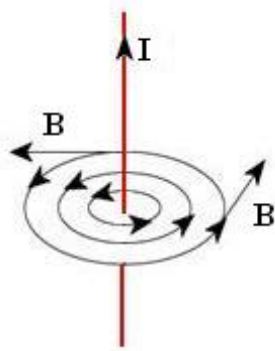
$$F_m = Q \cdot v \cdot B = 10^{-6} \text{ C} \cdot 100 \text{ ms}^{-1} \cdot 2 \cdot 10^{-6} \text{ T} = 2 \cdot 10^{-10} \text{ N}$$

4.- a) El campo producido por una corriente rectilínea en un punto exterior a dicha corriente es directamente proporcional a la intensidad de la corriente e inversamente proporcional a la distancia a dicho punto. Su expresión se calcula por medio de la aplicación de la ley de **Biot y Savart** y es:

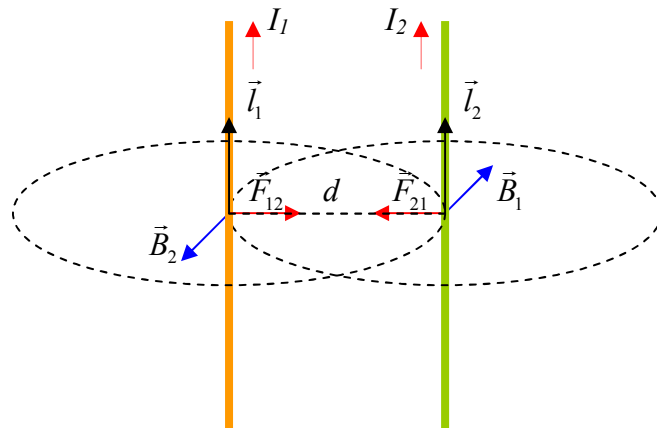
$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi d} \vec{u}_t$$



4.- a) (continuación) Su dirección es tangencial en el plano perpendicular a la corriente, las líneas de campo son circunferencias concéntricas y por definición el vector  $\vec{B}$  es tangente a dichas líneas como vemos en la figura



b)



Como vemos en la figura las fuerzas entre los conductores son atractivas

