victor loza
ACADEMIA ONLINE

FUERZAS MAGNÉTICAS SOBRE CARGAS EN MOVIMIENTO. TRAYECTORIAS

Como ya hemos visto en teoría, hemos estructurado el campo magnético en cinco grupos de leyes: fuerzas que los campos magnéticos ejercen sobre cargas en movimiento, fuerzas magnéticas sobre conductores, campos magnéticos creados por cargas en movimiento, campos magnéticos creados por corrientes y, por último, la ley de la inducción. Insistimos, porque creemos que es importante, tener siempre bien clara la "estructura". Por lo tanto, tenemos cinco grupos de problemas y mezclas entre ellos.

En este archivo empezamos por las fuerzas que los campos magnéticos ejercen sobre cargas en movimiento.

Problema 1

Una carga $q = 1\mu C$ y masa m = 2 gr se acelera desde el reposo bajo un campo eléctrico entre dos puntos A y B cuya diferencia de potencial es V = 1000 V. Al llegar al punto B penetra perpendicularmente a un campo magnético de módulo $\beta = 10\ T$. Calcular la velocidad con la que entra en el campo magnético y describir su trayectoria con los parámetros que se consideren necesarios.

La ley fundamental que nos permite calcular la fuerza que un campo magnético ejerce sobre una carga en movimiento es:

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

Como vemos, nos hace falta calcular la velocidad con la que entra en el campo magnético. Dado que la carga ha sido acelerada bajo un campo eléctrico **se conserva su energía mecánica, puesto que sólo han actuado fuerzas conservativas.** Por lo tanto, si ha habido un aumento de la energía cinética ha sido a costa del mismo decrecimiento de la energía potencial:

$$\Delta E_m = \Delta(E_c + E_p) = \Delta E_c + \Delta E_p = 0 \rightarrow$$

$$\Delta E_c = -\Delta E_p \rightarrow |\Delta E_c| = |\Delta E_p| \rightarrow$$

$$|\Delta \boldsymbol{E_c}| = |\boldsymbol{q}\Delta \boldsymbol{V}|$$

Fórmula que utilizaremos siempre que una carga sea acelerada entre dos puntos de diferencia de potencial dada.

En nuestro caso, y dado que la energía cinética inicial es cero:

$$E_{c_f} - 0 = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{2}}\boldsymbol{m}\boldsymbol{v_f^2} = |\boldsymbol{q}\Delta \boldsymbol{V}| \rightarrow \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^{-3} v_f^2 = 1 \cdot 10^{-6} \cdot 1000 \rightarrow$$

$$\boldsymbol{v_f = 1\ {}^{m}/_{s}}$$

Con la velocidad de entrada al campo magnético conocida, ya podemos calcular el módulo de la fuerza. No nos han dado información vectorial, sólo que la velocidad es perpendicular al campo magnético. Podemos entonces calcular el módulo de la fuerza que será, por definición de producto vectorial, perpendicular a la velocidad y, por lo tanto, ejercerá de fuerza centrípeta:

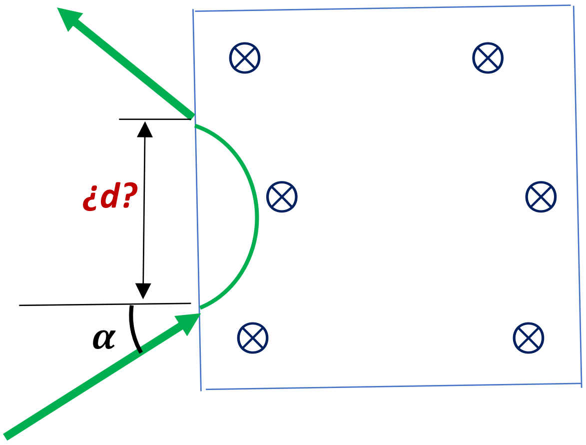
$$\boldsymbol{F} = \boldsymbol{qv\beta sen90} = 1 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 10 = \mathbf{10^{-5}}\ \boldsymbol{N}$$

Como se ha dicho, esta fuerza es perpendicular a la velocidad y por lo tanto ejercerá de fuerza centrípeta, produciendo un giro cuyo radio podemos, y debemos, conocer aplicando la ley de Newton al giro:

$$\boldsymbol{F_c} = \boldsymbol{m}\frac{\boldsymbol{v^2}}{\boldsymbol{R}} \rightarrow 10^{-5} = 2 \cdot 10^{-3}\frac{1^2}{R} \rightarrow \boldsymbol{R} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{10^{-5}} = \mathbf{200}\ \boldsymbol{m}$$

Problema 2

Un protón penetra en un campo magnético $\beta = 0.1\,T$ perpendicular al plano del papel, tal como se indica en la figura, con una velocidad de módulo $10^6\ {}^{m}/_{s}$. El ángulo $\alpha = 45°$ Calcular la distancia "d". Datos: $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27}\,Kg.$ $q_p = 1.6 \cdot 10^{-19} C.$



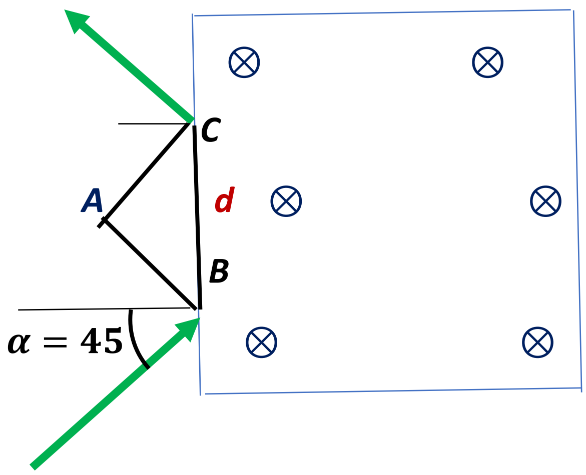
El vector velocidad es perpendicular al vector campo y, por lo tanto, se producirá un giro en donde la fuerza magnética será la fuerza centrípeta que lo produce. Aplicando la misma ley que en el problema anterior:

$$F_m = q \cdot v \cdot \beta = F_c = m\frac{v^2}{R} \rightarrow$$

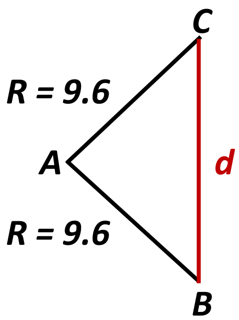
$$1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^6 \cdot 0.1 = 1.67 \cdot 10^{-27}\frac{(10^6)^2}{R} \rightarrow R = \frac{1.6 \cdot 10^{-14}}{1.67 \cdot 10^{-15}} \rightarrow$$

$$\boldsymbol{R = 9.6\ m}$$

Conocido el radio, podemos ya calcular la distancia pedida simplemente aplicando leyes de geometría:



Los vectores velocidad, en verde, son tangentes a la circunferencia que describe la carga y, por lo tanto, los radios en los puntos de entrada y salida son perpendiculares a ellos. Creemos que es fácil ver entonces que en el triángulo ***ABC*** los ángulos ***B*** y ***C*** son de 45 grados y el ángulo ***A***, por ello, es de 90 grados. Conocidas las distancias ***AB*** y ***AC*** que corresponden al radio tenemos:



El lado ***d*** es la hipotenusa del triángulo. Para su cálculo, aplicamos Pitágoras, entre otras formas que podemos elegir:

$$d^2 = (9.6)^2 + (9.6)^2 \rightarrow \boldsymbol{d = 9.6\sqrt{2}\ m}$$