



FÍSICA

2.- Un estrecho haz de protones de diferentes velocidades penetra en un campo magnético uniforme, de módulo B, que es perpendicular al plano del haz ¿qué velocidades deben tener los protones para que produzcan impacto en la lámina de longitud d, colocada a una distancia R de la entrada del haz como se indica en la figura?

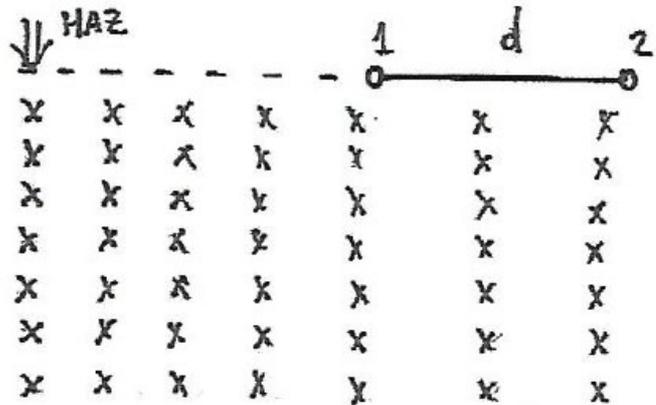
DATOS:

$B=0,1 \text{ T}$

$R=10 \text{ cm}$

$d=2 \text{ cm}$

$e/m_p=9,58 \cdot 10^7 \text{ C/kg}$



El hecho de que se indique haz estrecho en lugar de indicar solamente protones no es relevante: consideramos que es una posición puntual y el ancho del haz es despreciable.

Tomamos eje x en el sentido inicial del haz, y eje y desde el punto de entrada hacia la placa, con lo que el campo magnético tiene sentido hacia z negativas.

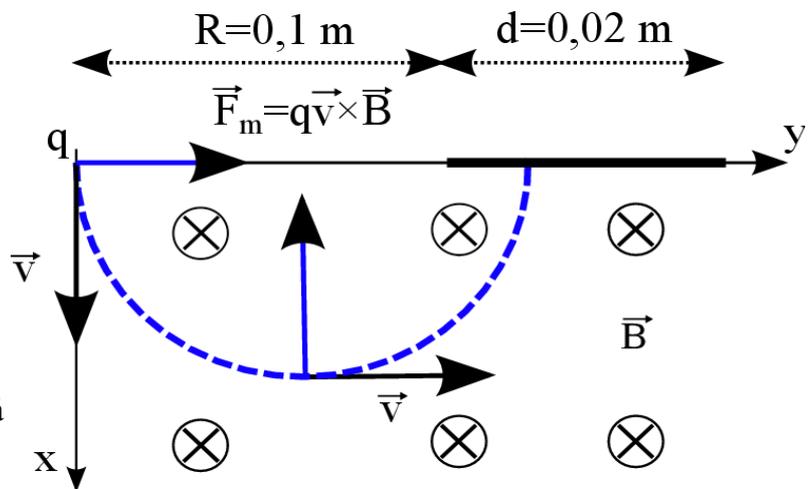
La fuerza magnética de Lorentz

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

, como velocidad y campo magnético son siempre perpendiculares, podemos plantear que tiene módulo $F_m = qvB$, y estará dirigida inicialmente hacia el eje y.

Si igualamos la fuerza magnética a la fuerza centrípeta, y asumimos velocidades no relativistas.

Usamos r minúscula para el radio de curvatura, ya que enunciado usa R para la distancia, de impacto, que será el diámetro de la semicircunferencia descrita.



$$F_m = F_c$$

$$qvB = m \frac{v^2}{r} \Rightarrow v = \frac{qBr}{m} = \frac{|e|}{m_p} \cdot B \cdot r$$

Lo calculamos para ambos extremos de la placa:

Extremo más próximo, distancia a placa $0,1 \text{ m} = R = 2r$

$$v = \frac{|e|}{m_p} \cdot B \cdot \frac{R}{2} = 9,58 \cdot 10^7 \cdot 0,1 \cdot \frac{0,1}{2} = 479000 \text{ m/s}$$

Extremo más alejado, distancia a placa $0,1 + 0,02 \text{ m} = 2r$

$$v = \frac{|e|}{m_p} \cdot B \cdot \frac{R}{2} = 9,58 \cdot 10^7 \cdot 0,1 \cdot \frac{0,12}{2} = 574800 \text{ m/s}$$

La velocidad de los protones debe estar entre 479000 m/s y 574000 m/s (son velocidades no relativistas y no hay que tener en cuenta el aumento de la inercia)