



## EL ESPECTRÓMETRO DE MASAS

Un isótopo de calcio de masa 39,96 uma es introducido en un espectrómetro de masas. En una primera etapa sufre el impacto de un chorro de electrones y queda ionizado con carga  $+1,6 \cdot 10^{-19}$  C. En una segunda etapa es acelerado por la aplicación de una diferencia de potencial de 1500 V. Posteriormente penetra perpendicularmente a una región donde hay un campo magnético uniforme de 2,5 T.

a) Escribe la ecuación que permite calcular la velocidad de una partícula cuando sale de la rendija aceleradora y la ecuación que sirve para calcular el radio de giro en función del voltaje de la rendija.

b) Calcula la velocidad y radio de la trayectoria para la muestra inyectada.

c) Explica qué sucede cuando aumentamos el voltaje, ¿aumenta el radio o disminuye? Si este aumento es, por ejemplo, el doble ¿lo hace también el radio en igual proporción?

d) Explica qué sucede con el radio de la trayectoria cuando aumenta el campo magnético. Si este aumento es el doble, ¿en qué proporción cambia el radio? Por tanto, ¿qué relación existe entre ambas magnitudes?

La muestra que se introduce en un espectrómetro es primeramente ionizada por bombardeo de un chorro de electrones. Queda habitualmente con carga positiva por pérdida de un electrón, es decir con carga de  $+1,6 \cdot 10^{-19}$  C. Seguidamente es sometida a una diferencia de potencial para acelerarla.

Al pasar por la rendija aceleradora la energía potencial eléctrica se transforma en energía cinética. Así, la solución al **apartado a)** es:

$$\left. \begin{array}{l} E_p = q \cdot V \\ E_c = \frac{1}{2} m \cdot |\vec{v}|^2 \end{array} \right\} |\vec{v}| = \sqrt{\frac{2 \cdot q \cdot V}{m}} \quad (1)$$

Sustituyendo los valores de las distintas magnitudes en la ecuación anterior se obtiene el **valor de la velocidad**.

$$|\vec{v}| = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,66 \cdot 10^{-6} \cdot 1500}{6,64 \cdot 10^{-26}}} = 85050,8 \text{ m/s}$$

Hay que tener en cuenta que la masa viene dada en unidades de masa atómica y que hay que pasar al Sistema Internacional ( $1 \text{ uma} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ).

Cuando la partícula penetra perpendicularmente al campo magnético es sometida a una fuerza que la hace girar siguiendo una trayectoria circular. Esa fuerza viene dada por la ecuación de Lorentz que es, además, la fuerza centrípeta necesaria para girar.

Teniendo en cuenta la ecuación (1), se puede escribir la ecuación que sirva para calcular el radio de giro. Sustituyendo los datos del enunciado se obtiene el **valor del radio**.

$$\left. \begin{array}{l} |\vec{F}| = q \cdot |\vec{v}| \cdot |\vec{B}| \\ |\vec{F}_c| = \frac{m \cdot |\vec{v}|^2}{r} \end{array} \right\} r = \frac{m \cdot |\vec{v}|}{q \cdot |\vec{B}|} ; r = \left( \frac{2 \cdot m \cdot V}{q} \right)^{\left(\frac{1}{2}\right)} \cdot \frac{1}{|\vec{B}|} \quad (2)$$

$$r = \left( \frac{2 \cdot 6.64 \cdot 10^{-26} \cdot 1500}{1,6 \cdot 10^{-19}} \right)^{\left(\frac{1}{2}\right)} \cdot \frac{1}{2,5} = 1.41 \cdot 10^{-2} m$$

Observando la ecuación (2) se tiene que **al aumentar el voltaje**, el radio de la trayectoria también lo hace. Pero no son magnitudes directamente proporcionales ya que la relación entre el radio y voltaje es del tipo  $y=\sqrt{x}$ . Usando esa misma ecuación se puede deducir que el **campo magnético y el radio** son magnitudes **inversamente proporcionales**. Al aumentar una, la otra disminuye. Su relación es del tipo  $y=1/x$ .