

# Tarea 3

Entrega: 11 de mayo de 2023

## Problema 1

Para la reacción de  $^{48}\text{Ca}$  a 215 MeV (energía cinética en el sistema de laboratorio) con  $^{208}\text{Pb}$  ángulo de  $20^\circ$ .

- a) Calcular la altura de la barrera de Coulomb. Expresar el resultado en MeV.

## Solución

Sabemos que la barrera de Coulomb está dada por

$$V_C = \frac{Z_p Z_t e^2}{R_t + r_p}, \quad \text{\texttt{\{eq:CoulombBarrier\}}eq:Coulomb} \quad (1.1)$$

donde  $Z_p$  pertenece al blanco,  $Z_t$  al proyectil,  $e$  es la carga del electrón,  $R_t$  es el radio del blanco y  $r_p$  es el radio del proyectil.

Para este caso tenemos que  $Z_p = 20$  para el  $^{48}\text{Ca}$  y  $Z_t = 82$  para el  $^{208}\text{Pb}$ , cuyos respectivos radios se obtienen a partir de la expresión  $R = 1.2 \text{ fm} \cdot A^{1/3}$ . Por lo cual,

$$\begin{aligned} R_t &= 7.11 \text{ fm}, \\ r_p &= 4.36 \text{ fm}. \end{aligned}$$

Y, además, que  $e^2 = 1.44 \text{ MeV} \cdot \text{fm}$ .

Sustituyendo estos valores en (1.1) obtenemos que la altura de la barrera de Coulomb es de

$$V_C = \frac{20 \cdot 82 \cdot 1.44 \text{ MeV} \cdot \text{fm}}{7.11 \text{ fm} + 4.36 \text{ fm}}$$

$$V_C = 205.89 \text{ MeV}.$$

- b) Calcular el parámetro de Sommerfeld ( $\eta$ ) y diga el tipo de dispersión elástica que ocurre.

## Solución

El parámetro de Sommerfeld  $\eta$  es

$$\eta = \alpha Z_p Z_t \sqrt{\frac{\mu c^2}{2E}}. \quad \text{\texttt{\{eq:SommerfeldParameter\}}eq:Somme} \quad (1.2)$$

Primero calculamos el valor de la masa reducida, *i.e.*,

$$\mu = \frac{m_p m_t}{m_p + m_t}. \quad \text{\texttt{\{eq:ReducedMass\}}eq:Reduc} \quad (1.3)$$

Las masas del  $^{48}\text{Ca}$  y  $^{208}\text{Pb}$ , respectivamente, son:

$$m_p = 47.952\,533 \text{ u},$$

$$m_t = 207.976\,627 \text{ u}.$$

Convertimos los valores de las masas a  $[\text{MeV}/c^2]$  sabiendo que el factor de conversión es

$$1 \text{ u} = 931.5 \text{ MeV}/c^2.$$

Así,

$$\Rightarrow m_p = (47.952\,533 \text{ u})(931.5 \text{ MeV}/c^2),$$

$$m_p = 44\,667.784\,489 \text{ MeV}/c^2.$$

$$\Rightarrow m_t = (207.976\,627 \text{ u})(931.5 \text{ MeV}/c^2),$$

$$m_t = 193\,730.228\,051 \text{ MeV}/c^2.$$

Sustituyendo estos valores en (1.3) tenemos que el valor de la masa reducida es de

$$\mu = 36\,298.541\,181 \text{ MeV}/c^2. \quad \text{\texttt{\{eq:ReducedMassN\}}eq:Reduc} \quad (1.4)$$

De (1.4) y los demás valores correspondientes, el parámetro de Sommerfeld (1.2) tiene un valor de

$$\eta = 407.242. \quad (1.5)$$

- c) Calcular la sección eficaz diferencial de Rutherford. Expresa su resultado en milibarn (mb).