

Tarea 3

Entrega: 9 de marzo de 2023

Los primeros experimentos realizados con los aceleradores de partículas se enfocaron en medir las secciones eficaces de reacciones nucleares y muchos de estos resultados están disponibles en una base de datos: IBANDL, en la cual se puede tener acceso con un vínculo en el programa SIMNRA.

Un caso de reacción nuclear es cuando las partículas antes y después de una colisión son las mismas. De IBANDL se bajó la reacción $^{12}\text{C}(\text{p},\text{p})^{12}\text{C}$, medida a 170° . La primera columna del archivo anexo es la energía de bombardeo en unidades de keV, la segunda columna es la sección de dispersión elástica en unidades de mb.

Problema 1

Calcular la barrera coulombiana V_c para esta reacción.

Problema 2

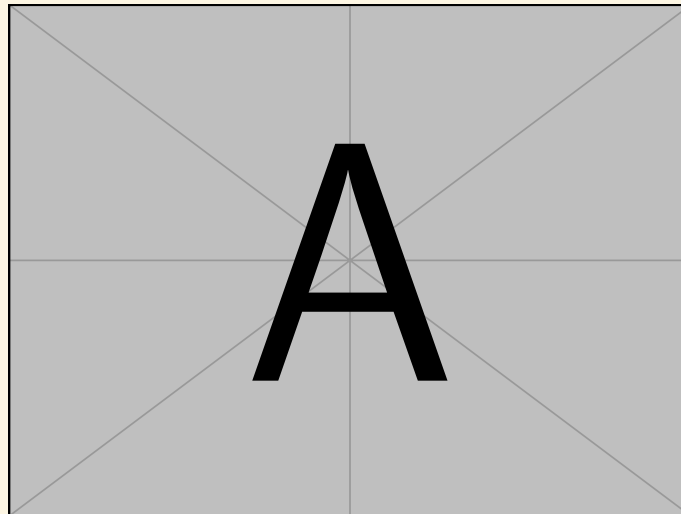
Calcular en la tercera columna la sección de dispersión de Rutherford. Se anexa la ecuación para el cálculo en el sistema de laboratorio de energías de protones: 800, 1000 y 1500 keV. Graficar la sección experimental en unidades de mb y en la misma gráfica, la sección de RBS de la 3ª columna, consideren las unidades de energía que van a usar para realizar los cálculos, porque de otra forma, tendrán que usar dos gráficas o dos ejes Y.

$$\sigma_R(E, \theta) \left[\frac{\text{mb}}{\text{sr}} \right] = (5.18 \times 10^6) \left[\frac{Z_1 Z_2}{E [\text{keV}]} \right]^2 \frac{\left\{ \sqrt{M_2^2 - M_1^2 (\sin \theta)^2} + M_2 \cos \theta \right\}^2}{M_2 (\sin \theta)^4 \left(\sqrt{M_2^2 - M_1^2 (\sin \theta)^2} \right)}.$$

La sección de Rutherford se puede calcular debido a que tanto el proyectil como el núcleo blanco se consideran como si fueran esferas con carga positiva y la fuerza es conocida: coulombiana.

Clásicamente se podría esperar que la sección experimental sería dada por la ecuación de Rutherford, porque los protones no tienen la energía cinética requerida para lograr acercarse al núcleo y por lo tanto no actuarían las fuerzas nucleares.

La comparación en las gráficas de las secciones muestran que la sección de dispersión experimental es mayor que la sección de Rutherford. Este por un efecto cuántico, denominado efecto túnel.



Problema 3

Calcular el potencial de la barrera coulombiana V_c para las siguientes reacciones nucleares:

- $^{12}\text{C}(\text{p,p})^{12}\text{C}$, $^{12}\text{C}(\text{d,p})^{13}\text{C}$, $^{12}\text{C}(\text{d},^3\text{He})^{11}\text{B}$, $^{12}\text{C}(\text{d},^4\text{He})^{10}\text{B}$
- $^{27}\text{Al}(\text{p,p})^{27}\text{Al}$, $^{27}\text{Al}(\text{d,p})^{28}\text{Al}$, $^{27}\text{Al}(\text{d},^3\text{He})^{26}\text{Mg}$, $^{27}\text{Al}(\text{d},^4\text{He})^{25}\text{Mg}$
- $^{46}\text{Fe}(\text{p,p})^{46}\text{Fe}$, $^{46}\text{Fe}(\text{d,p})^{47}\text{Fe}$, $^{46}\text{Fe}(\text{d},^3\text{He})^{45}\text{Mn}$, $^{46}\text{Fe}(\text{d},^4\text{He})^{44}\text{Mn}$
- $^{235}\text{U}(\text{p,p})^{235}\text{U}$

$$V_c = \frac{Z_1 Z_2 e^2}{(R_t + r_p)},$$

donde Z_1 pertenece al blanco (*target*), Z_2 pertenece al proyectil, e es la carga del electrón, R_t es el radio del blanco (*target*) y r_p es el radio del proyectil.
