

# Experimento de dispersión de Rutherford

Laboratorio Avanzado - ECFM

2023

## 1. Introducción

El experimento de dispersión de Rutherford es considerado uno de los *clásicos* de la física moderna, cuyos resultados condujeron a un cambio en la concepción que se tenía de la estructura de la materia.

Hacia finales del siglo XIX e inicios del siglo XX, se inicia el estudio de la composición de los átomos. Con el conocimiento de la existencia del electrón, descubierto por Sir Joseph John Thomson, como una partícula muy pequeña y liviana con carga negativa que estaba presente en toda la materia se propusieron modelos de cómo podrían estar conformados los átomos ya que, al ser eléctricamente neutros, debían también tener una carga positiva que igualara a la de los electrones.

Uno de los modelos principales a considerar fue el modelo de Thomson (1900), propuesto por William Thomson con el apoyo de J.J. Thomson, en el cual un átomo consistía en una masa uniforme, cargada positivamente en la cual los electrones estaban incrustados. A este modelo se le llamó el *pudín de pasas* por analogía de como en este postre las pequeñas pasas están dispersas dentro de una gran masa uniforme.

El *experimento de dispersión de Rutherford* fue concebido por Ernest Rutherford para determinar si el modelo de Thompson (u otros existentes) describía correctamente al átomo. Este experimento consiste en lanzar partículas cargadas eléctricamente hacia un objetivo y observar cómo es que estas partículas se dispersan al interaccionar, por medio de la fuerza de Coulomb, con los átomos del material del que está hecho el objetivo.

El experimento de Rutherford finalmente se concretó como una serie de experimentos, que fueron realizados entre 1908 y 1910 por Ernest Marsden y Hans Geiger bajo la supervisión de Rutherford. En la versión final de estos experimentos, se lanzaron partículas alfa provenientes de la desintegración radiactiva de radón-222 en forma de un fino haz obtenido por medio de un colimador. El objetivo al que se lanzaba es haz fue una lámina de oro de 2  $\mu\text{m}$  de grosor. Para observar la dispersión, se colocaba una pantalla fluorescente que brillaba al ser impactada por una partícula alfa. Todos los elementos: emisor de partículas, objetivo y pantalla eran colocados dentro de un tubo sellado al que se le extraía el aire creando un vacío.

En base a los datos obtenidos de los experimentos, el mismo Rutherford propuso otro modelo, el modelo de Rutherford (1911), en el cual los electrones orbitan alrededor de un núcleo compacto y muy masivo de carga positiva, de la misma forma en que los planetas orbitan alrededor del sol, razón por la cual este modelo fue llamado *modelo planetario del átomo*.

En este curso se trabajara con una simulación hecha en GEANT4 que incorpora los elementos básicos del experimento en forma de un haz de partículas alfa, un objetivo muy delgado de oro y un sistema de detección a diferentes ángulos respecto del *vertice*.

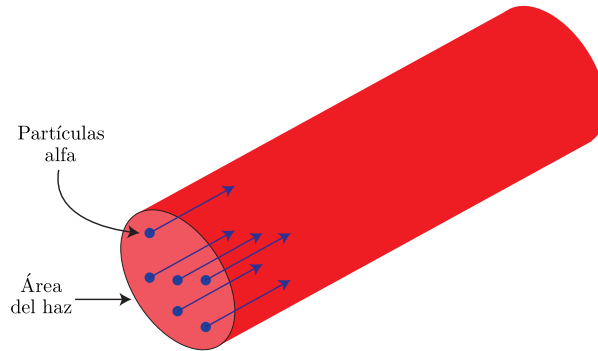


Figura 1: Haz de partículas alfa: Para cada partícula en el haz, la energía cinética es la misma y las trayectorias son paralelas. La distancia a partir del centro del haz de cada trayectoria es aleatoria.

## 2. Montaje experimental

El experimento se basa en simular el lanzamiento de un haz de  $N$  partículas alfa hacia una lámina muy delgada de oro. El haz tiene un radio de 1 mm y las trayectorias de las partículas dentro de este son perfectamente paralelas, pero la distancia a partir del centro es aleatoria (ver figura 1). Las partículas del haz, con energía de 5.5 MeV inciden perpendicularmente en la lámina de oro de un grosor de  $10^{-6}$  m.

Para cada partícula en la simulación, se considerarán las interacciones que estas tienen con el material del objetivo para determinar la trayectoria que debe seguir al momento de alcanzarlo.

Se colocan 10 *detectores* que cuenta el paso de partículas alfa con el fin de determinar cuántas de las partículas que inciden en el objetivo se dispersan a un ángulo  $\Theta$  respecto de la trayectoria original del haz. Cada detector tiene un área efectiva de  $4 \text{ cm}^2$  y están dispuestos sobre un círculo centrado en el punto de impacto del haz con el material. Los detectores se encuentran a intervalos de  $15^\circ$  entre  $0^\circ$  y  $135^\circ$  (Ver figura 2).

## Referencias

**Mechanics**, *Keith R. Symon*, Addison Wesley, 3d edition, 1971.

**Experiments in modern physics**, *Adrian C. Melissinos*, Academic Press, 1968.

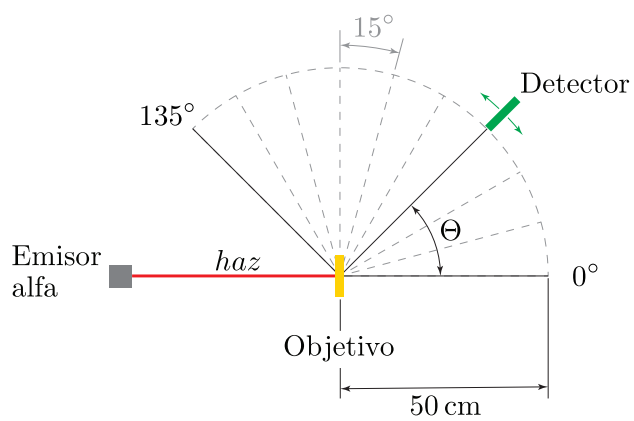


Figura 2: Dispersión de Rutherford: Montaje experimental de la simulación