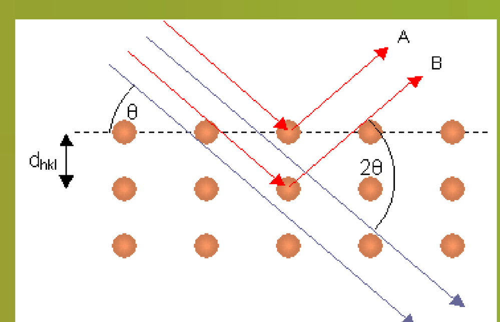
Comportamiento ondulatorio de los electrones

DIFRACCIÓN DE ELECTRONES

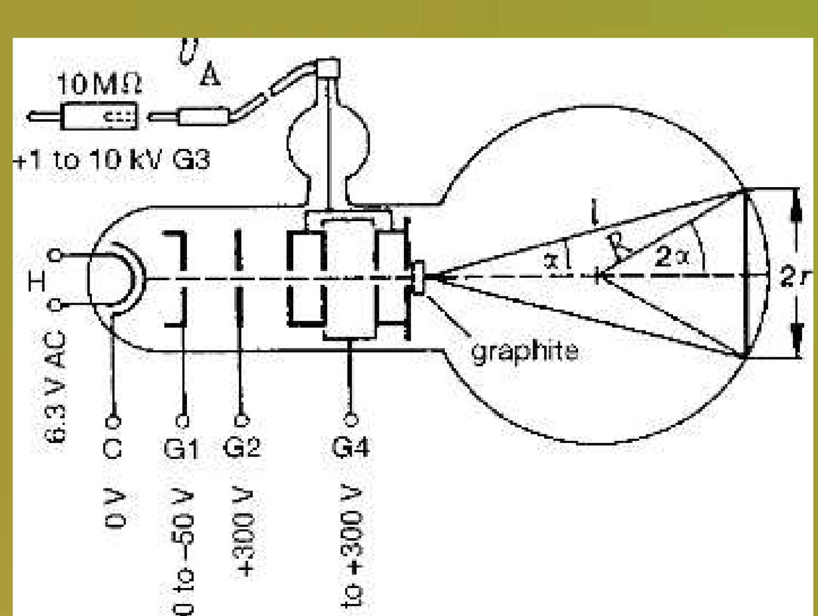
La hipótesis de de Broglie, formulada en 1924 predijo que las partículas debían tener un carácter ondulatorio. La fórmula de de Broglie fue confirmada 3 años más tarde para electrones tras la observación de la difracción de electrones en dos experimentos independientes realizados por G. P. Thomson y C. J. Davisson, siendo galardonados con el premio Nobel en 1937.

FUNDAMENTO TEÓRICO

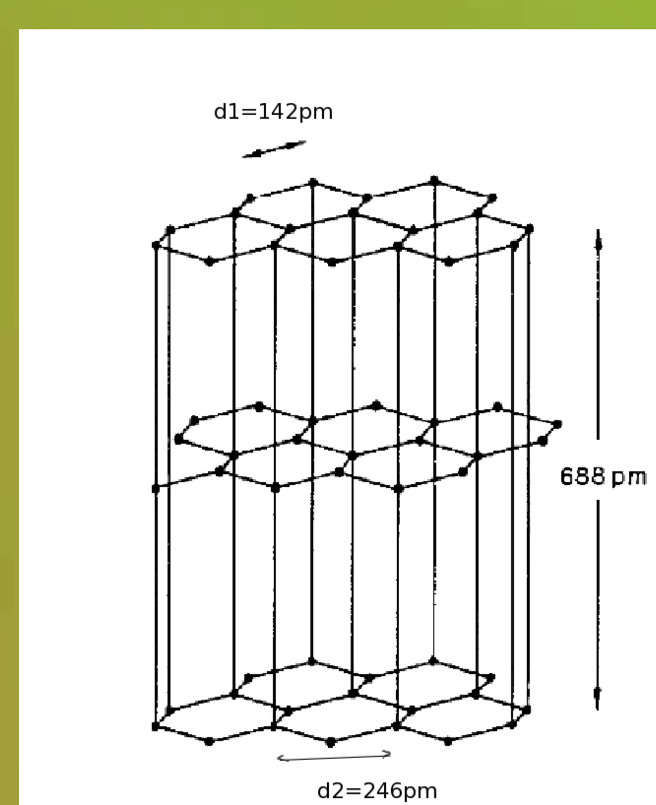
El tubo de difracción sirve para estudiar y verificar la naturaleza ondulatoria de los electrones. Segun la hipótesis de de Broglie la longitud de onda de una partícula moviéndose con momento $p = mv$ viene dada por $\lambda = \frac{h}{p}$ donde $h = 6.626 \cdot 10^{-34}$ Js es la constante de Planck. En el experimento propuesto el momento se calcula a partir de la velocidad v que adquiere el electrón bajo el voltaje de aceleración U_A, mediante la ecuación: $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m} = eU_A$. de manera que la longitud de onda será $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2meU_A}}$, donde e es la carga del electrón, y m es su masa en reposo.
El haz de electrones incide sobre una muestra de grafito policristalino depositado sobre una red de cobre y es deflectado de acuerdo con la ley de Bragg: $2d\sin(\theta) = n\lambda, \quad n = 1, 2, \ldots$ donde d es el espaciamiento entre planos de átomos de carbono, y θ es el ángulo de Bragg (ángulo entre el haz de electrones difundido y los planos de red).



La simetría axial del montaje implica que el haz de electrones saliente se difunde formando un cono y produce anillos de interferencia.
El ángulo de Bragg θ puede calcularse a partir del radio de los anillos de interferencia. Ahora bien, por la forma del dispositivo experimental el ángulo de desviación observado es el doble que el ángulo de Bragg $\alpha = 2\theta$. Para ángulos pequeños $\alpha \leq 10^o$, se llega fácilmente a que $r \approx \frac{2R}{d} n\lambda$ con $R = 65$mm (radio de la lámpara).



Esquema del montaje experimental



Esquema de la red cristalina. Las distancias, d_1 y d_2 proporcionan los principales círculos de interferencia de menor radio.

OBJETIVOS

Estudio de la figura de difracción generada por electrones acelerados difractados mediante una red policristalina de grafito para:

Comprobar el comportamiento ondulatorio de los electrones

Comprobar la relación de de Broglie

Obtener las distancias interplanares en el grafito

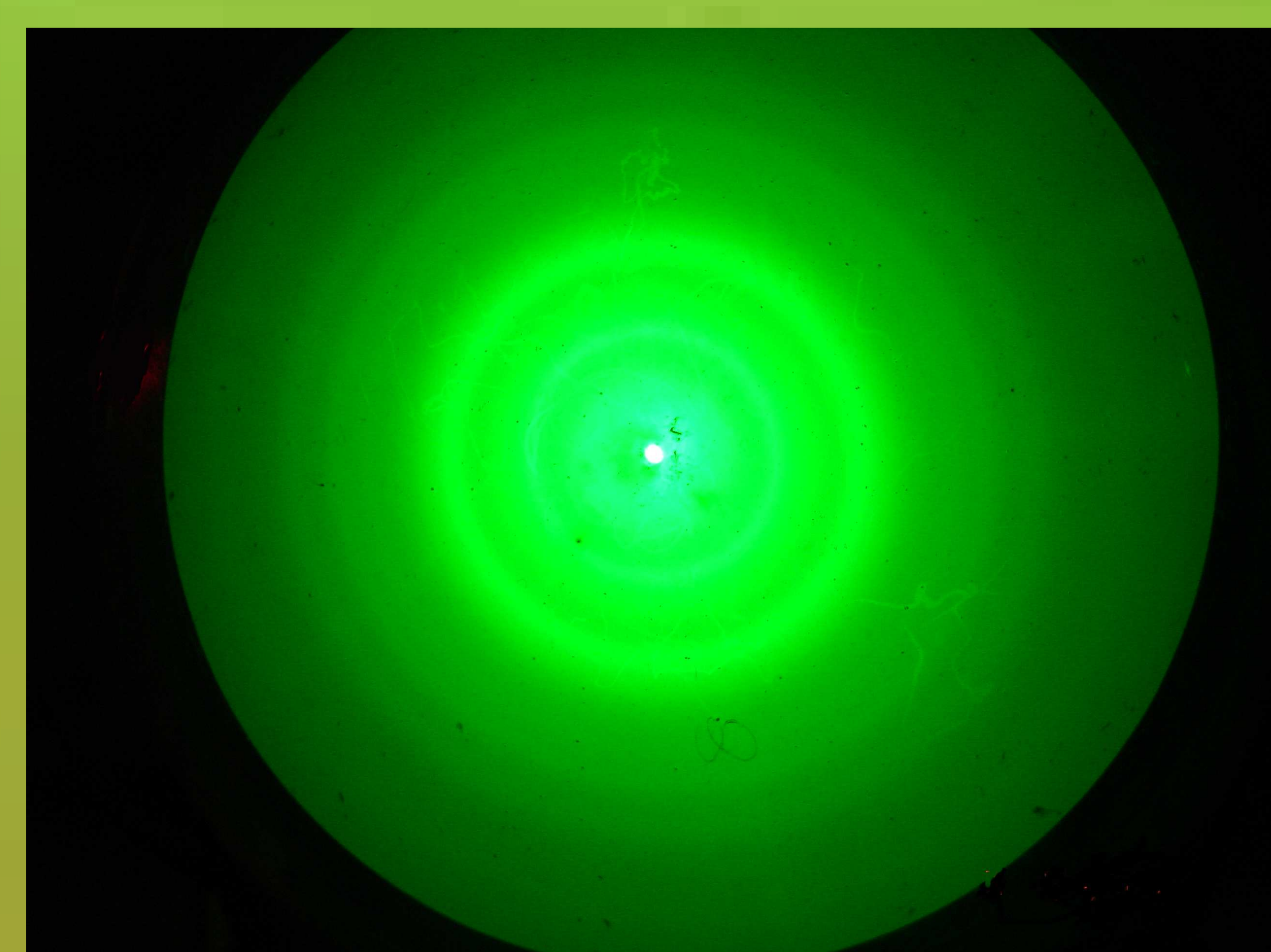


Figura de difracción.

REALIZACIÓN PRÁCTICA

Las cantidades experimentalmente medibles de forma directa son los diámetros de los anillos de difracción.

- Medir los diámetros de los **dos anillos más internos** para **distintos voltajes anódicos**. Con los valores obtenidos y con las distancias entre planos de grafito en los que se situan los átomos de carbono, se determinará la longitud de onda de los electrones, comprobando que se verifica la relación de de Broglie.
- Medir los **diámetros de los anillos** para un **voltaje anódico fijo** (alrededor de 7 kV). Se compara el valor de los radios teóricos (correspondientes a difracción por diferentes planos de grafito y distintos valores de n en la fórmula de Bragg) y los experimentales.

MONTAJE EXPERIMENTAL

Elvira Romera Gutiérrez
Laboratorio de Física Cuántica
Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear
ugr Universidad de Granada