



**OBJETIVO**

Observación de la difracción de electrones en grafito policristalino y comprobación de la naturaleza ondulatoria de los electrones

**TAREAS**

- Determinación de los diámetros de los dos anillos para diferentes tensiones de aceleración.
- Determinación de las longitudes de onda de los electrones para diferentes tensiones de aceleración basándose en la condición de Bragg.
- Comprobación de la relación de Broglie para la longitud de onda.

**RESUMEN**

La difracción de electrones en una lámina de grafito policristalino comprueba la naturaleza ondulatoria del electrón. En la pantalla fluorescente del tubo de difracción de electrones se observan dos anillos de difracción alrededor de un punto luminoso grande en dirección del rayo. Estos anillos se atribuyen a la difracción de los electrones que cumplen con la condición de Bragg en la red cristalina de los microcristales en la lámina de grafito. La observación es comparable con el resultado de la difracción de rayos X en polvo de cristales según Debye-Scherrer.

**EQUIPO REQUERIDO**

Número	Aparato	Artículo N°
1	Tubo de difracción de electrones S	1013889
1	Soporte de tubos S	1014525
1	Fuente de alta tensión, 5 kV (230 V, 50/60 Hz)	1003310
	Fuente de alta tensión, 5 kV (115 V, 50/60 Hz)	1003309
1	Juego de 15 cables de experimentación de seguridad, 75 cm	1002843

**FUNDAMENTOS GENERALES**

En 1924 *Louis de Broglie* postuló la hipótesis de que fundamentalmente las partículas también tienen propiedades ondulatorias, siendo que la longitud de onda depende del impulso de la misma. Sus reflexiones fueron comprobadas por *C. Davisson* y *L. Germer* realizando una difracción de electrones en níquel cristalino.

Para la dependencia de la longitud de onda  $\lambda$  de una partícula del impulso  $p$  de Broglie estableció la relación.

(1) 
$$\lambda = \frac{h}{p}$$
  
 $h$ : Constante de Planck



Para los electrones que han pasado por una tensión de aceleración  $U_A$ , esta ecuación se puede transformar:

(2) 
$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2 \cdot m \cdot e \cdot U_A}}$$

$m$ : Masa del electrón,  $e$ : Carga elemental

Si por ejemplo la tensión de aceleración es de 4 kV, la longitud de onda es de aprox. 20 pm.

En el experimento se demuestra la naturaleza ondulatoria de los electrones en un tubo de vidrio evacuado, realizando una difracción en el grafito policristalino. En la pantalla fluorescente del tubo de vidrio se observan anillos de difracción alrededor de un punto grande central. El diámetro de los anillos depende de la tensión de aceleración. Éstos son producidos por la difracción de los electrones en los planos de rejilla de los microcristales, que cumplen con la condición de Bragg

(3) 
$$2 \cdot d \cdot \sin \vartheta = n \cdot \lambda$$
  
 $\vartheta$ : Ángulo de Bragg,  $n$ : Orden de difracción,  
 $d$ : Distancia entre los planos de rejilla

(ver Fig. 2). El diámetro del anillo de difracción asignado al ángulo de Bragg

(4) 
$$D = 2 \cdot L \cdot \tan 2\vartheta$$
  
 $L$ : Distancia entre la lámina de grafito y la pantalla fluorescente.

Como el grafito muestra una estructura cristalina con dos distancias entre planos cristalinos  $d_1 = 123$  pm y  $d_2 = 213$  pm (ver Fig. 3), se observan en el primer orden de difracción ( $n = 1$ ) dos anillos de difracción con los diámetros  $D_1$  y  $D_2$ .

**EVALUACIÓN**

Partiendo de los diámetros de ambos anillos de difracción y de las distancias entre los planos de rejilla se puede determinar la longitud de onda  $\lambda$  aplicando la condición de Bragg. Para ángulos de apertura pequeños se tiene:

$$\lambda = 2 \cdot d_{1/2} \cdot \sin \left( \frac{1}{2} \cdot \arctan \left( \frac{D_{1/2}}{2 \cdot L} \right) \right)$$

De esta forma se comparan las longitudes de onda con las calculadas según (2).

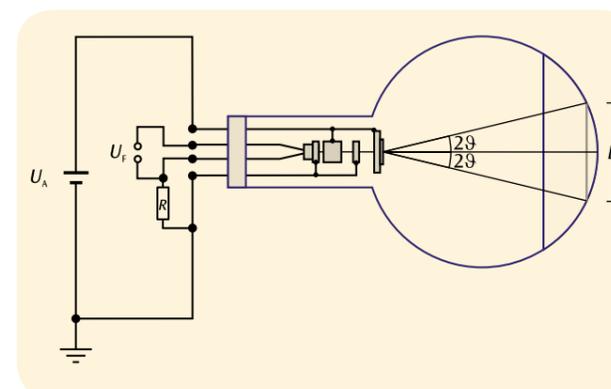


Fig. 1: Representación esquemática del tubo de difracción de electrones

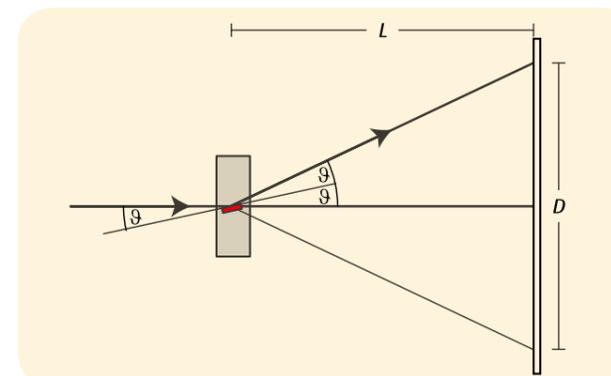


Fig. 2: Reflexión de Bragg en la "familia" de planos de rejilla adecuada de una cristallita seleccionada en la lámina de grafito

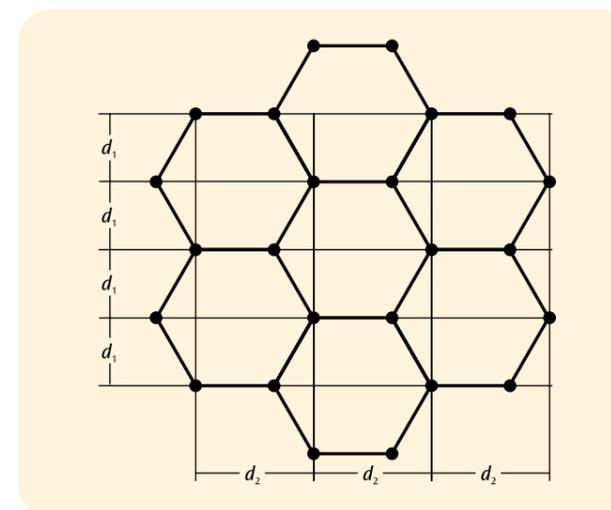


Fig. 3: Estructura cristalina del grafito

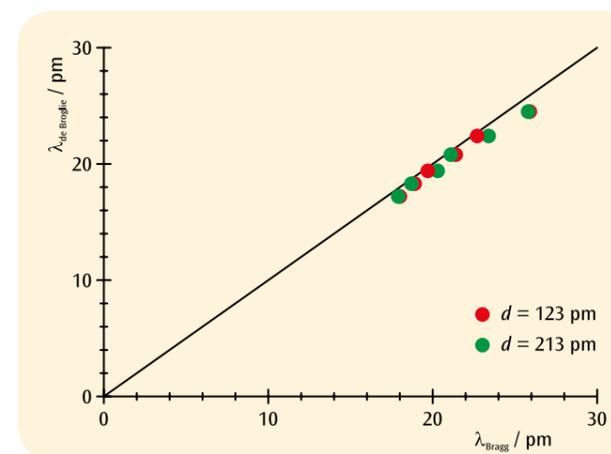


Fig. 4: Longitudes de onda determinadas a partir de la condición de Bragg que dependen de la longitud de onda de Broglie