

## EXPERIMENTO 12

### MICROONDAS IV: DIFRACCIÓN DE BRAGG

#### 1. Objetivos

Investigar una estructura cristalina mediante la difracción de Bragg. La longitud de onda de la microonda utilizada, del orden de algunos centímetros, hace posible estudiar estructuras que pueden ser vistas a ojo desnudo, lo que ayuda a la comprensión del método experimental.

#### 2. Bases Teóricas

La difracción de Bragg, que usualmente se realiza utilizando Rayos X ( $\lambda \approx$  algunos Angstroms), es un método experimental sumamente útil para estudiar la estructura atómica (cómo están colocados diferentes planos de átomos) de un sólido cristalino.

Si tenemos un sólido y consideramos un cierto conjunto de planos de átomos paralelos (Fig. 1) y una radiación incidente sobre ellos en forma de onda plana, con un ángulo  $\theta$  respecto del plano atómico en cuestión, si la longitud de onda es del orden de la separación entre los átomos, cada plano se comportará como una superficie parcialmente reflectora.

Aunque en cada plano la reflexión es especular ( $\theta_i = \theta_r$ ), sólo en ciertos ángulos habrá interferencia constructiva de todos los haces reflejados en todos los planos de átomos paralelos.

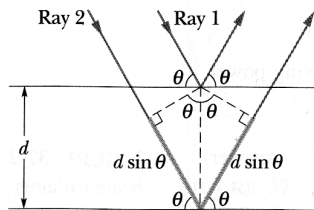


Fig. 1

Mediante una simple construcción geométrica se ve que habrá interferencia constructiva sólo para aquellos ángulos  $\theta$  que cumplen la relación:

$$2d \sin\theta = n\lambda \quad (n=0,1,2,\dots)$$

Esta relación es conocida como Ley de Bragg. Nótese que si cada plano fuera un reflector perfecto, entonces sólo el primer plano sería alcanzado por la radiación y cualquier longitud de onda sería reflejada. Entonces, la Ley de Bragg es una consecuencia de la periodicidad de la red de átomos que forman el cristal.

Es fácil ver (de la misma ley) que existirá difracción de Bragg solamente si  $\lambda \leq 2d$ . Por eso, si se quiere estudiar la estructura atómica de un sólido cristalino (la separación entre los átomos es de un par de Angstroms) deben utilizarse Rayos X.

Las microondas, especialmente en la frecuencia de nuestro equipo, tienen un  $\lambda$  de algunos centímetros y pueden ser utilizadas para estudiar la estructura de un modelo ampliado de sólido cristalino: los átomos son esferitas metálicas separadas un par de centímetros y

embebidas en un soporte plástico. La ventaja es que al mismo tiempo de estudiar la estructura de los diferentes "planos atómicos" de este "sólido cristalino" mediante difracción de Bragg, podemos ver esa estructura con nuestros ojos!

### 3. Procedimiento

i) Montar el equipo de microondas como se indica en la Fig. 2.

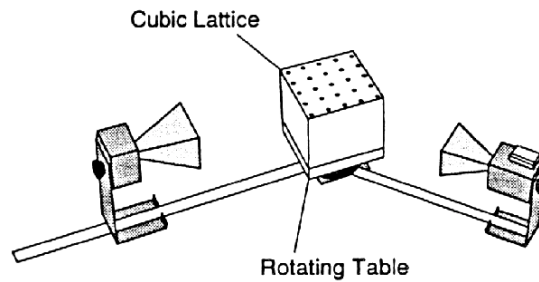


Fig. 2

ii) En el sólido cristalino existen diferentes "planos atómicos", identificados por 3 números (índices de Miller) que representan los cortes en los ejes(x,y,z) del cristal (en unidades del espaciado atómico o constante de la red). Ver Figura 3 donde están identificados diferentes planos con sus respectivos índices de Miller (i j k).

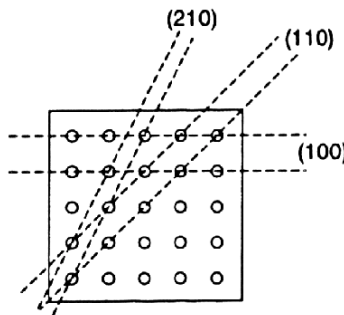


Fig. 3

Alinear el transmisor y el receptor de manera que se enfrenten uno a otro. Alinear el cristal de manera que los planos (100) sean paralelos al haz incidente. Ajustar el receptor para tener una señal medible. Anotar la lectura de esa señal.

iii) Rotar el cristal 1 grado y el brazo del goniómetro 2 grados (Fig. 4). Medir el ángulo  $\theta$  (grazing angle) y la lectura del receptor.

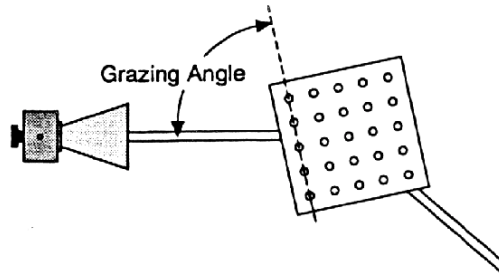


Fig. 4

iv) Continuar de esta forma, rotando el brazo del goniómetro 2 grados por cada grado de rotación del cristal. Anotar ángulo y lectura del receptor (si se necesita cambiar la intensidad del receptor, asegúrese de anotar!)

v) Graficar la intensidad relativa de la señal difractada como función del ángulo. ¿A qué ángulos ocurren picos de intensidad? Usar los datos obtenidos, el dato de la longitud de onda usada ( $\lambda = 2.85 \text{ cm}$ ) y la ley de Bragg para determinar el espaciado entre los planos (100). Medir ese espaciado directamente y comparar los resultados.

vi) Repetir el experimento para los planos (110) y (210).

### Preguntas

1. ¿Qué otras familias de planos podría esperar que presenten difracción de Bragg con el aparato usado? ¿Por qué?
2. Si no conociera de antemano la orientación de los planos en el cristal, ¿qué haría para llevar a cabo el experimento?