

Guía de Trabajos Prácticos

Difracción de rayos X

1) Introducción

Las técnicas de difracción de rayos X son utilizadas por diferentes áreas de la ciencia para determinar estructuras en estado sólido. Dependiendo del tipo de muestra y la información deseada, se utilizan diferentes tipos de técnicas de difracción de rayos X, sin embargo, todas ellas se basan en los mismos principios de la difracción.

La difracción de una onda generada por un arreglo periódico se debe a las diferencias de fase que resultan en interferencias constructivas y destructivas (Fig. 1). La difracción se produce cuando las ondas pasan a través de un arreglo periódico cuya distancia de repetición es similar a la longitud de onda de la onda. La obtención de difracción cuando haces de electrones, neutrones o rayos X pasan a través de los sólidos cristalinos, permite demostrar por un lado la naturaleza ondulatoria de la radiación incidente, y por otro, la naturaleza periódica de los sólidos cristalinos.

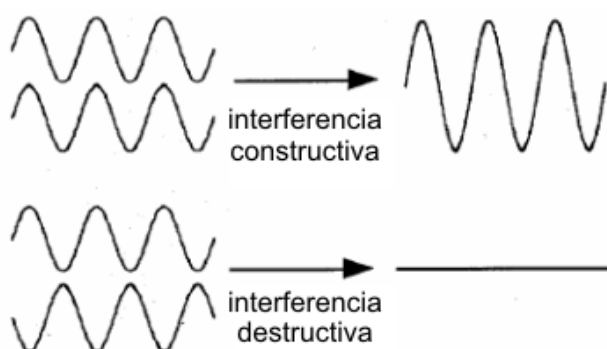


Figura 1. Tipos de interferencias en ondas

En un sólido cristalino (recordar la definición de sólido cristalino), la distancia interatómica media puede considerarse alrededor de 10^{-10} m, es por ello que para obtener su patrón de difracción se requiere radiación de rayos X (longitud de onda 10^{-11} a 10^{-8} m). Si ahora tomamos un arreglo periódico construido por elementos ubicados a distancias en torno a los 0,01 mm (10^{-5} m = 10^4 nm), podemos utilizar radiación visible (380 hasta 780 nm) para obtener su patrón de difracción. El patrón de difracción y el arreglo periódico que lo genera, se vinculan mediante las ecuaciones de difracción de Fraunhofer y Bragg (base de las técnicas de difracción de rayos-X). Matemáticamente ambas son similares y mantienen la misma dependencia funcional de la separación entre puntos del arreglo periódico (d), la longitud de onda de la radiación incidente (λ), y la dispersión de ángulo (φ o θ) (Fig. 2 y ecuación 1).

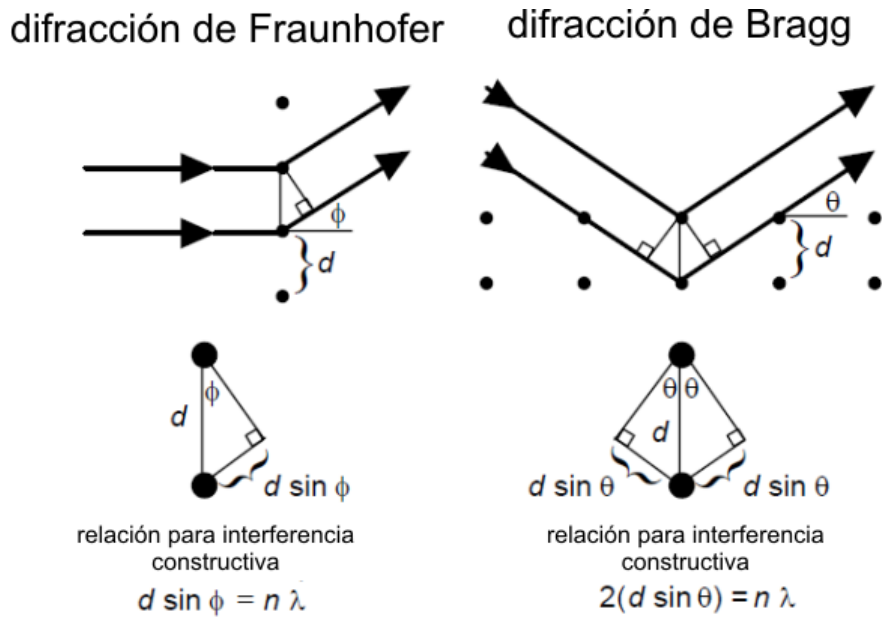


Figura 2. Comparación de la difracción de Bragg y Fraunhofer.

$$d \text{ sen}\theta = n\lambda \quad \text{eq. 1 (Ecuación de Fraunhofer)}$$

En esta experiencia de laboratorio/problemas, se podrá observar el fenómeno de difracción utilizando difracción óptica. Mediante el uso de un puntero laser y diapositivas que tienen dibujados diferentes arreglos periódicos de puntos o rayas se podrá observar la difracción de Fraunhofer (Fig. 3).

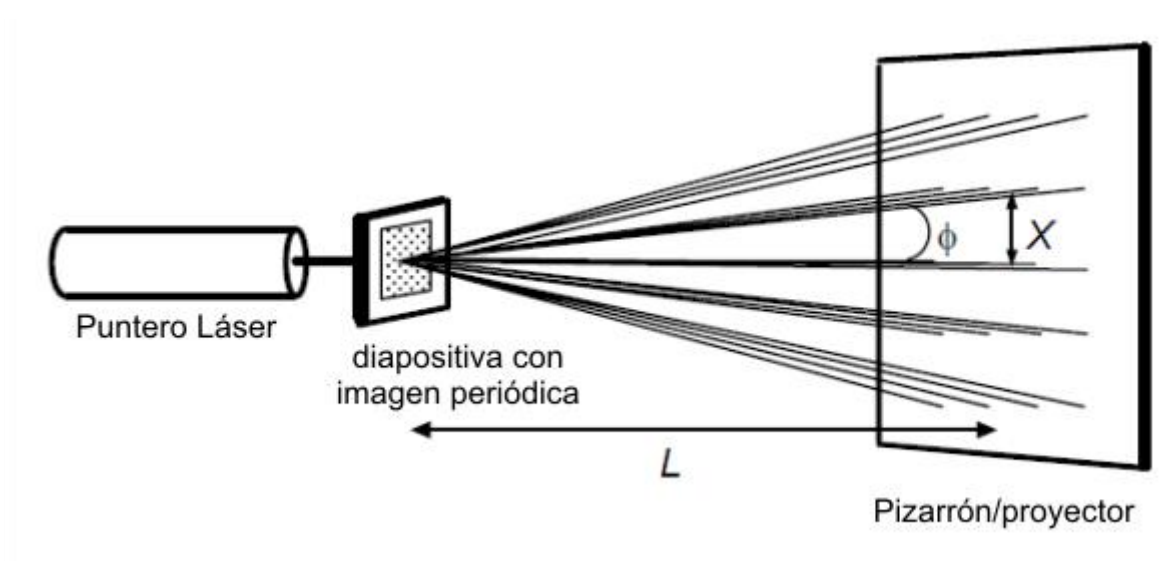


Figura 3. Experimento de difracción de Fraunhofer

2) Objetivos

Descubrir cómo un patrón de difracción se vincula con un arreglo de puntos de luz. Aprender a utilizar un patrón de difracción. Determinar la distancia entre los puntos que conforman la imagen de un arreglo periódico impreso en una diapositiva.

3) Procedimiento

Construir un dispositivo que permita sostener de forma firme un puntero laser y las diapositivas que contienen imágenes de diferentes patrones de difracción según la Fig. 3 (eso ya estará armado). Se utilizarán dos láseres diferentes, rojo (635 nm) y verde (532 nm). Las diapositivas tienen las imágenes que se muestran ampliadas en la Fig. 4. Localizar el dispositivo a una distancia de 5-15 m de un pizarrón donde se pueda registrar el patrón de difracción generado por la interacción del puntero laser y la diapositiva.

3.1 Análisis cualitativo

Observar de manera cualitativa los patrones de difracción obtenidos utilizando diferentes imágenes de las diapositivas. Interpretar los resultados observados basándose en los modelos de redes cristalinas y arreglos periódicos en sólidos cristalinos (ver clases teóricas anteriores).

3.1 Análisis cuantitativo

Registrar en una tabla las distancias L y X para los diferentes patrones generados. Considerar también el tipo de láser utilizado. Para cada patrón calcular la distancia del espaciado según la ecuación 1. Comparar y discutir los resultados obtenidos.

4) Reporte

Incluir la discusión (breve) en base al análisis cualitativo

Incluir la tabla de las distancias medidas y los resultados numéricos obtenidos.

Analizar los valores obtenidos en relación al laser usado y el valor “teórico de referencia”

Presentar las conclusiones de la experiencia.

5) Bibliografía

Este trabajo práctico está basado en el libro: “*Teaching General Chemistry: A Materials Science Companion*” de A. B. Ellis et al.: ACS, Washington, DC (1993).

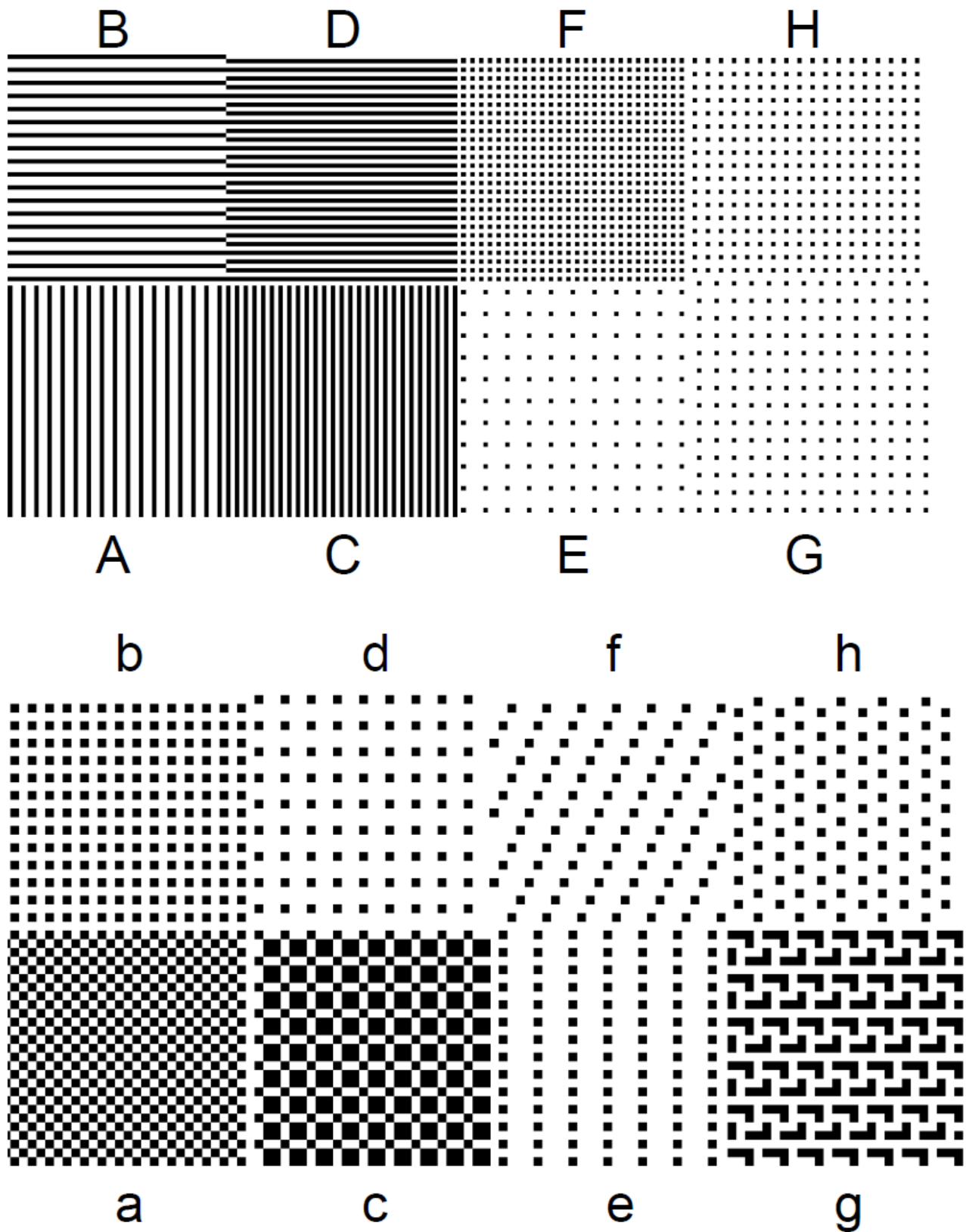


Figura 4. Arreglos de puntos utilizados para generar los patrones de difracción en la experiencia.