

Física 2 Biólogos y Geólogos

Curso de Verano 2007

Guía de laboratorio N° 6

Difracción: aberturas y obstáculos

Objetivos

Estudiar la figura de difracción producida por una ranura y por un obstáculo de geometría rectangular. Medir la intensidad de la figura formada (patrón de difracción) por una abertura y levantar un perfil de la misma mediante el empleo de un fotodiodo.

Experimental

A) Determinación del tamaño de la ranura

Se desea determinar el tamaño de una ranura mediante la observación de la figura de difracción producida por dicha ranura, de ancho variable, cuando se la ilumina con un láser (Figura 1).

Para ello se debe ubicar el láser en la mesa óptica tal que éste quede bajo el nivel de las barreras de protección. Luego, se remueve sólo una de las mismas para utilizar la pared como pantalla. Hay que tener mucho cuidado de no exponer los ojos al haz cuando se realizan las observaciones y mediciones.

De esta manera, se podrá observar sobre la pantalla la distribución de la intensidad de la luz.

Una vez obtenido el patrón de difracción sobre la pantalla, variar el ancho de la rendija y estudiar cómo se modifica la imagen de difracción. Observar cómo varía el ancho de la zona central de máxima intensidad cuando se aumenta o disminuye el tamaño de la

rendija. Investigar la relación existente entre la distancia entre mínimos (o máximos) de intensidad y el ancho de la rendija.

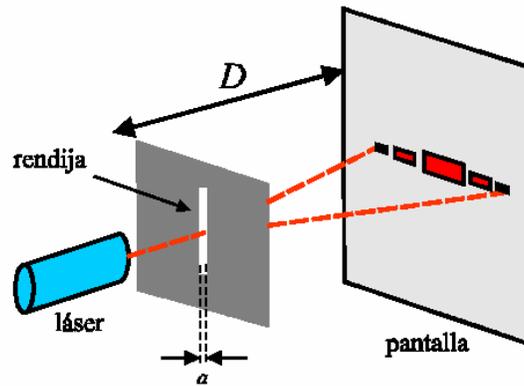


Figura 1. Esquema del dispositivo experimental.

Los mínimos de difracción (y_n^{min}) están dados mediante la siguiente expresión

$$y_n^{min} = n \frac{D\lambda}{a} \quad n = \pm 1, \pm 2, \dots \quad (1)$$

donde n es el orden del n -ésimo mínimo, D es la distancia rendija-pantalla, a es el ancho de la rendija y λ la longitud de onda del láser utilizado [1].

Representar en un gráfico la posición de mínimos de intensidad (y_n^{min}) sobre la pantalla como función del orden n en que aparecen los mismos. Luego, conocida la longitud de onda del láser (ver datos del fabricante) y la distancia D , determinar el ancho de la rendija a a partir del gráfico y vs n . Medir la ranura con el microscopio de banco y comparar los resultados.

Posteriormente, reemplazar la ranura por un alambre de ancho conocido (si consigue uno de igual ancho que la ranura usada antes muchísimo mejor) y observe la figura de difracción. ¿Cómo es? ¿Es muy diferente?

El sistema ranura-obstáculo de igual dimensión corresponde a los tipos de sistemas llamados complementarios, es decir que si se superponen completan una pantalla opaca. Una característica notable de estos sistemas es que forman las mismas figuras de difracción. Este resultado se conoce como *principio de Babinet* y se debe al hecho de que la figura de difracción producida bloqueando parte de un frente de onda depende solamente de las ubicaciones de *los bordes* de los obstáculos que producen difracción.

B) Distribución de intensidad del patrón de difracción

El objetivo de esta parte de la práctica es medir la distribución de intensidades de la luz sobre la pantalla sobre la que observamos las figuras de difracción. Para ello se montarán sobre la mesa óptica el mismo sistema **ranura-láser** pero ahora en lugar de la pantalla se ubicará un fotosensor montado sobre un posicionador traslacional. La idea es desplazar el fotosensor a lo largo de la figura de difracción e ir registrando la intensidad de luz para cada posición. El registro de los datos se hace a través de la interfaz MPLI, la cual está conectada al fotosensor. El posicionador posee un tornillo micrométrico que permitirá medir al mismo tiempo la posición que el sensor irá tomando.

Representar los resultados medidos en un gráfico I vs posición, los cuales deben seguir la relación

$$I = I_0 \left(\frac{\text{sen}(z)}{z} \right)^2 \quad (2)$$

donde

$$z = \pi \frac{a}{\lambda} \text{sen}(\alpha) \quad (3)$$

El ángulo α mide la apertura angular de la figura de difracción respecto del máximo central y verifica

$$\operatorname{tg}(\alpha) = \frac{y}{D} \quad (4)$$

siendo y la coordenada sobre la pantalla (la posición medida por el fotosensor) [1]. Recordar que si se usó un fotómetro para medir la intensidad, el parámetro D es la distancia desde la rendija hasta el elemento sensible del fotómetro.

Sabiendo la longitud de onda del láser usado, estimar el ancho de la ranura empleada a partir del gráfico.

Nota 1: El fotosensor satura dando un valor de 3V, esto quiere decir que aunque se lo ilumine con una mayor intensidad de luz la lectura que dará el instrumento seguirá siendo 3V. Dadas las características del experimento (se quieren observar los otros máximos) es posible que el máximo de orden cero de difracción esté saturado. Se puede calcular el valor de este máximo si se tiene en cuenta cuál es la relación entre las intensidades del máximo principal y del primer y segundo orden.

Nota 2: Dado que la abertura del sensor es muy grande para el tamaño del patrón de difracción utilizado en esta experiencia, conviene cubrirla con cinta de papel dejando sólo una ranura de unos pocos milímetros para que entre la luz.

Referencias

[1] E. Hecht, *Óptica*, Ed. Addison Wesley, Capítulo 10 (1998).