

Parte I: Interferencia, Biprisma de Fresnel

1. Objetivos

Estudiar el interferómetro Biprisma de Fresnel, determinando la longitud de onda más intensa emitida por una lámpara de sodio

2. Introducción ^[1]

El biprisma de Fresnel es un interferómetro de división de frente de onda similar al experimento de la doble rendija de Young (ver figura 1). Este consta de dos prismas delgados que sirven para generar dos imágenes coherentes de una fuente (rendija iluminada) de modo tal que la luz proveniente de ambas da lugar a interferencias en la zona situada a continuación del biprisma. Estas son franjas reales no localizadas, es decir, pueden verse en una pantalla en toda una región que se extiende más allá del biprisma. Se puede demostrar que el plano donde se encuentran ubicadas las fuentes virtuales generadas por el biprisma es el mismo plano en el cual está ubicada la rendija.

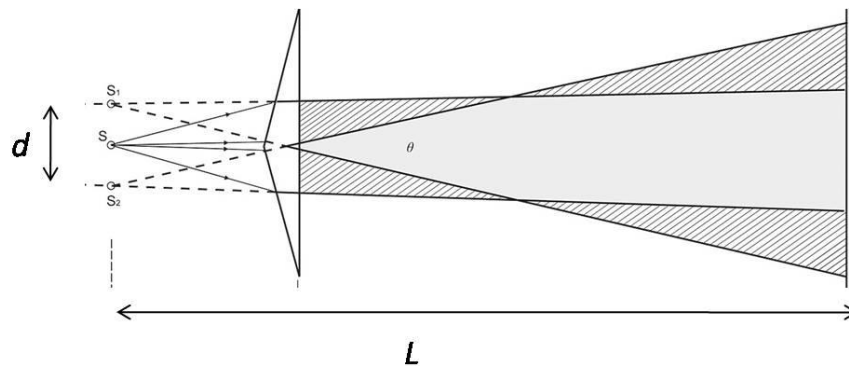


Figura 1. Esquema de cómo a partir de una fuente S y un biprisma se generan dos fuentes virtuales S1 y S2. De esta manera, se cuenta con dos fuentes coherentes que interfieren ^[2].

En cada punto del espacio donde la diferencia de camino óptico, de las ondas provenientes de cada fuente, sea igual a un número entero de longitudes de onda habrá interferencia constructiva y se verá una franja brillante (ver figura 2). Para $L \gg d$ (aproximación paraxial), se cumple:

$$y_n = \frac{n L \lambda}{d} \quad (1)$$

donde y_n es la posición de los máximos brillantes, n es el orden del máximo, L es la distancia entre el plano de las fuentes virtuales y el plano donde se observa la interferencia y d es la distancia entre las fuentes virtuales.

Se puede calcular que la separación entre dos máximos brillantes consecutivos (interfranja), Δy viene dada por:

$$\Delta y = \frac{L \lambda}{d} \quad (2)$$

3. Actividades

Dado que la figura de interferencia es muy pequeña y no se puede observar a simple vista, para medir el patrón de interferencia se necesita usar un microscopio de banco adosado a una cámara.

- Armado de experimento: colocar en un banco óptico la lámpara de sodio (encender previamente para que entre en régimen y asegurar que esté del todo amarilla), poner un obturador delante de la lámpara para que la cámara no sature, luego colocar la rendija (lo más cerca posible del obturador), el biprisma y el microscopio con la cámara, en este orden. Es conveniente ubicar el biprisma en un brazo con desplazamiento lateral y probar la apertura de la rendija antes de realizar el experimento. **Para ésta práctica es fundamental tener todos los elementos bien alineados.**
- Mediciones y análisis: las mediciones se realizan sacando fotos de los patrones que se observan a través del ocular del microscopio, usando la cámara adosada al microscopio. El programa que se utiliza para sacar las fotos y guardarlas es el **AvaCam**. Luego, el análisis de las fotos de los patrones de interferencia se realiza en el programa **Image J** (ver instructivo de uso del programa).
- Antes de medir los patrones de interferencia se debe **calibrar la cámara** (equivalencia píxeles en distancia). Para ello, colocar una hoja milimetrada (en vez del biprisma), acercar el microscopio con la cámara, desplazándose hasta hacer foco. Tomar una foto del patrón y hacer la calibración con el programa Image J.
- Luego, sacando la hoja milimetrada y colocando el biprisma, volver a acercar el microscopio hasta que se vean las dos fuentes virtuales, las cuales deberán verse de igual intensidad, espesor y altura. Sacar una foto y obtener la distancia entre las fuentes virtuales, d , que debe ser fija para todo el experimento.
- Finalmente, alejar el microscopio hasta donde se pueda observar las franjas de interferencia. Para distintos L (distancia entre el plano de las fuentes virtuales y el plano donde se observa la interfranja), sacar las fotos del patrón de interferencia y medir la interfranja Δy , correspondiente a cada L , con el programa Image J (ver el tutorial para el tratamiento de las imágenes).
- **IMPORTANTE**: cuidado al determinar la distancia L ! pongan especial atención en determinar el plano de observación de las interfrangas teniendo en cuenta la distancia de enfoque del microscopio de banco.
- Usando la ecuación (2) de la interfranja, realizar un ajuste, obtener la longitud de onda, (λ) emitida por la lámpara de sodio, y comparar su valor con la bibliografía.

Usando la ecuación (1) de los máximos, para **solo** uno de los valores de L medidos, ver el perfil de intensidades y luego graficar de forma conveniente para obtener la longitud de onda (λ) y comparar con el valor del análisis anterior. ¿Qué análisis es más preciso? ¿Y cuál más exacto? **Observación**: considerar el orden 0 en el centro del perfil.

4. Referencias

[1] Guía de laboratorio “Biprisma de Fresnel”, Física 2 para Químicos 2018.

[2] https://www.holmarc.com/differ_biprism.php

Parte II: Difracción por una rendija

1. Objetivos

Estudiar la figura de difracción producida por una ranura y por un obstáculo de geometría rectangular, a partir de la relación entre los máximos y sus órdenes. Levantar el perfil de intensidades analizando las figuras de difracción con el programa ImageJ.

2. Introducción ^[1]

Iluminando una rendija de ancho a con un láser como se muestra en la Figura 1, observar sobre una pantalla, a una distancia D , la figura de difracción. Observar cómo se distribuye la intensidad de la luz sobre la pantalla. Estudiar la relación existente entre la distancia entre mínimos de intensidad y el ancho de la rendija. Sabiendo que la relación entre los mínimos de difracción, el ancho de la rendija a y la longitud de onda λ están dados por la relación:

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

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.

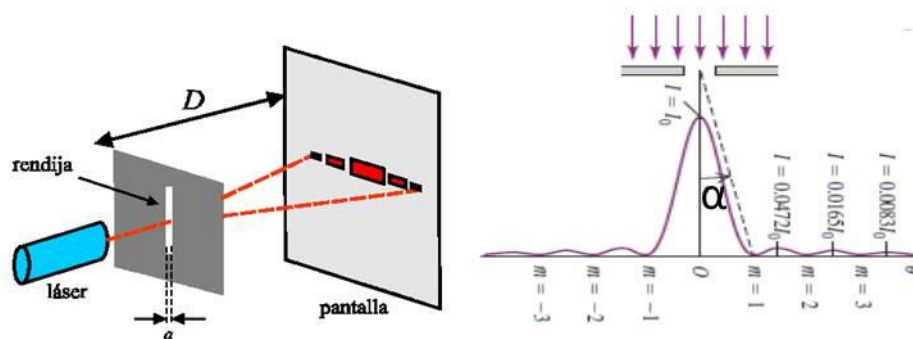


Figura 1. Esquema experimental para estudiar el patrón de difracción generado por una rendija de ancho a sobre una pantalla ubicada a una distancia D y perfil de intensidades

La distribución de intensidad de las figuras de difracción, I en función de posición es:

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

donde $z = \pi \frac{a}{\lambda} \sin(\alpha)$. El ángulo α mide la apertura angular de la figura de difracción respecto del máximo central y verifica que $\tan(\alpha) = \frac{y}{D}$, siendo y la coordenada sobre la pantalla.

3. Actividades

- Ubicar el láser en la mesa óptica quedando éste bajo el nivel de las barreras de protección.

- Pegar una hoja milimetrada en una de las barreras (cuidar que la barrera de medida esté fuera del alcance de los ojos de las personas que realizan el experimento).
- Iluminar una rendija de ancho variable con un láser y observar sobre la pantalla la figura de difracción.
- Investigar la relación existente entre la distancia entre mínimos (o máximos) de intensidad y el ancho de la rendija. ¿Qué pasa con el patrón cuando la rendija es muy pequeña? ¿Y cuándo es muy grande?
- Fijar un valor de rendija adecuado y medir el patrón de difracción (tomar foto).
- Sugerencia: Primero sacar la foto con luz apagada para que se vea bien la figura de difracción y luego tomar otra foto con la luz prendida para ver la escala con el fondo de hoja milimetrada.
- Graficar usando la ec (1) las variables adecuadas y obtener el ancho de la rendija a , mediante un ajuste.
- Reemplazar la ranura por un alambre de ancho conocido y observar la figura de difracción. ¿Qué conclusiones obtiene?
- Levantar el perfil de Intensidades vs posición, utilizando el programa Image y haciendo el análisis en la foto que se sacó en la actividad anterior (no olvidar de calibrar el patrón!).
- Observación: ¿Cómo podemos centrar los mínimos? Restar a todos la posición del máximo de intensidad.