

TP5: Interferencia de dos rendijas - Biprisma de Fresnel

Laboratorio de Electromagnetismo y Óptica, DF, FCEyN, UBA

Primer cuatrimestre 2022

Objetivos

Estudiar el fenómeno de interferencia utilizando como interferómetro un biprisma de Fresnel. Determinar la longitud de onda más intensa emitida por una lámpara de sodio mediante un método interferométrico.

Introducción

Una característica muy importante del movimiento ondulatorio es el fenómeno de interferencia, que ocurre cuando dos o más ondas coinciden en el espacio y en el tiempo. Al coincidir en un mismo punto, las vibraciones se superponen y el estado de vibración resultante del punto es la suma de los producidos por cada onda.

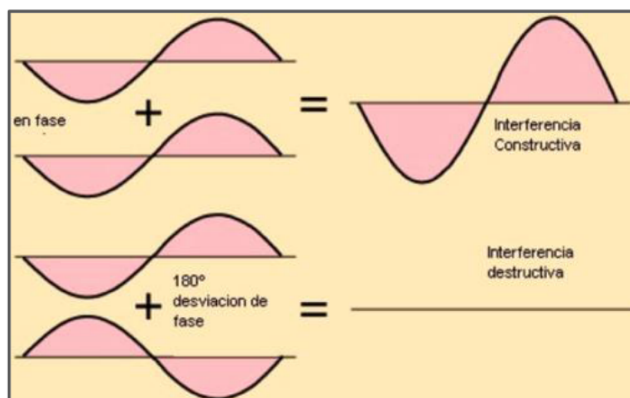


Figura 1: Esquema de interferencia constructiva y destructiva.

Dependiendo fundamentalmente de las longitudes de onda, amplitudes y de la distancia relativa entre las mismas se distinguen dos tipos de interferencias (figura 1):

Constructiva: se produce cuando se superponen ondas en fase, obteniendo una onda resultante de mayor amplitud que las ondas iniciales.

Destructiva: es la superposición de ondas en contrafase, obteniendo una onda resultante de menor amplitud que las ondas iniciales.

Biprisma de Fresnel

El biprisma de Fresnel es un interferómetro de división de frente de onda similar al experimento de la doble rendija de Young. Éste 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 (figura 2a). Estas franjas son reales **no** localizadas, es decir que 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.

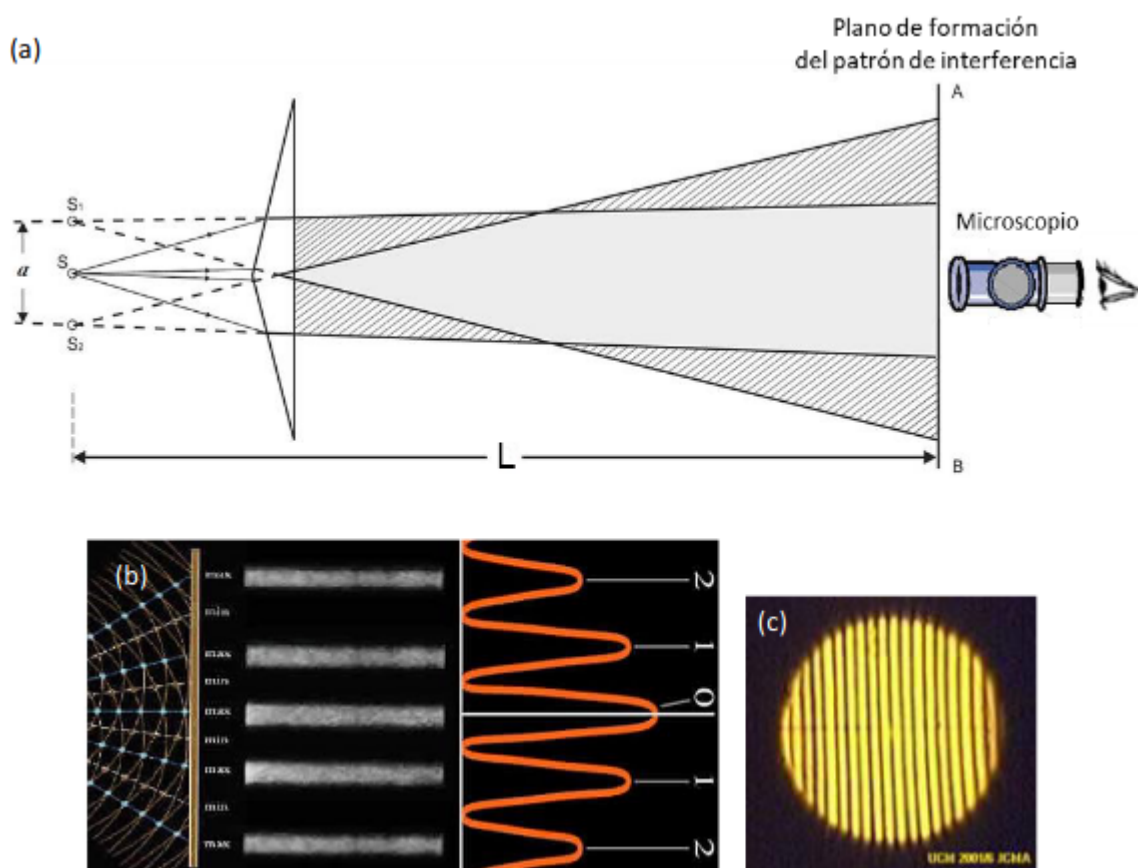


Figura 2: Esquema del Biprisma de Fresnel: (a) La fuente de luz se encuentra en S , y sus imágenes virtuales, que se encuentran en S_1 y S_2 , están separadas por una distancia a . Las franjas de interferencia se observan a una distancia L de las fuentes. (b-c) Patrón de interferencia. Las franjas están separadas a una distancia Δy (interfranja).

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 (figura 2b-c).

Se puede calcular que la separación entre franjas sobre una pantalla que está a una

distancia S de las fuentes virtuales S_1 y S_2 viene dada por:

$$\Delta y = \frac{\lambda}{a}L, \quad (1)$$

donde Δy es la distancia entre dos máximos brillantes consecutivos (interfranja) y a es la distancia entre las dos fuentes virtuales[1].

Para pensar Empleando el biprisma de Fresnel: ¿Cómo determinaría la longitud de onda más intensa emitida por la lámpara de sodio? ¿Qué parámetro/os podría variar para realizar más de una determinación de la longitud de onda?

Actividades

Para la realización de este experimento dispondremos de un biprisma de Fresnel y como fuente emplearemos luz de la lámpara de sodio que pasa por una rendija de ancho variable (cuya orientación también se puede variar). Estos elementos pueden ubicarse en un banco óptico mediante diferentes posicionadores. En particular, contamos con un posicionador que tiene un brazo con desplazamiento lateral (unidad de traslación). También disponemos de un microscopio de banco que posee adosada una cámara CCD. De esta manera es posible adquirir las imágenes que capta el microscopio directamente a la computadora.

Para esta práctica es fundamental tener todos los elementos bien alineados. Piense cómo dispondría los diferentes elementos y qué elemento es conveniente colocar en la unidad de traslación.

Nota: La lámpara de sodio necesita un tiempo para entrar en régimen por lo que conviene prenderla varios minutos antes, si no está del todo amarilla no sirve ya que no se están viendo las longitudes de onda adecuadas.

Alineación y observación de las fuentes coherentes

ANTES de observar la figura de interferencia, hay que asegurarse que el interferómetro genere dos fuentes coherentes! Usando el microscopio de banco, observe las fuentes virtuales generadas por el biprisma. Para ello convendrá que tenga en cuenta las siguientes preguntas:

- ¿Dónde se encuentran las dos fuentes coherentes que interfieren en el Biprisma de Fresnel?
- ¿Puede observar dos fuentes virtuales?
- ¿Qué problema de alineación ocurriría si únicamente puede observar una sola fuente y cómo lo solucionaría?
- *Recomendaciones:* Al observar las fuentes virtuales es conveniente asegurarse que sean de igual intensidad y forma. Una forma de hacer esto es desenfocar ligeramente y asegurarse de que ambas fuentes virtuales siguen siendo similares.
- ¿Por qué es preferible que las fuentes virtuales tengan intensidades similares? Determine la separación de las fuentes virtuales.

- ¿De qué depende la separación de las fuentes?
- Para medir la distancia entre las fuentes tenga en cuenta que deberá calibrar el microscopio. ¿Cómo lo haría?
- ¿Cuál es la distancia de trabajo (o de enfoque) del microscopio de banco? ¿Realmente es necesario conocerla para llevar a cabo la práctica?

Observación de la figura de interferencia

Una vez que se aseguraron de tener dos fuentes coherentes, observar la figura de interferencia.

- ¿En qué región del espacio se puede observar el fenómeno de interferencia empleando el biprisma?
- ¿Es capaz de observarlo a simple vista?

Describa la figura de interferencia que observa y diga cómo varía en función del plano de observación de la misma.

- ¿De qué forma mediría la interfranja?
Ayuda: tenga en cuenta que, al poder adquirir las imágenes que capta el microscopio directamente a la computadora, es posible emplear software que facilite el análisis de las imágenes. Una herramienta popular para el análisis científico de imágenes, que entre otras cosas permite obtener perfiles en alguna dirección de las mismas, es el ImageJ (o su variante Fiji).
- **IMPORTANTE:** al medir la interfranja pongan especial cuidado en determinar el plano de observación!
- **Finalmente**, determine la longitud de onda más intensa emitida por una lámpara de sodio.

Bibliografía

- † S. Gil y E. Rodríguez, Física re-Creativa, Prentice Hall, Buenos Aires, 2001.
[1] E. Hecht, Óptica, Ed. Addison Wesley, 3° ed., Capítulo 9 (1998).

Material recopilado de guías de trabajos prácticos de los laboratorios básicos de alumnos del Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.