

Laboratorio de Electromagnetismo y Óptica (ByG)
2do cuat. 2021

TP N°8: Fenómeno de Interferencia.

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.

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

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.

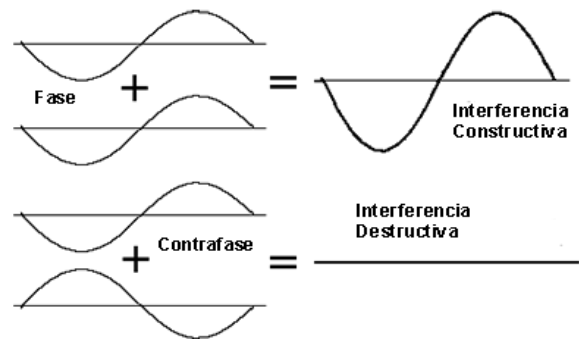


Figura 1: Esquema de interferencia constructiva y destructiva. fuente: www.todo-fotografia.com

El 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. 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.

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.

Se puede calcular que la separación entre franjas viene dada por:

$$\Delta y = \frac{S \cdot \lambda}{a} \quad (1)$$

donde Δy es la distancia entre dos máximos brillantes consecutivos (interfranja), S es la distancia entre el plano de las fuentes virtuales y el plano donde se observa la interfranja, y a es la distancia entre las dos fuentes virtuales (Figura 2) [1].

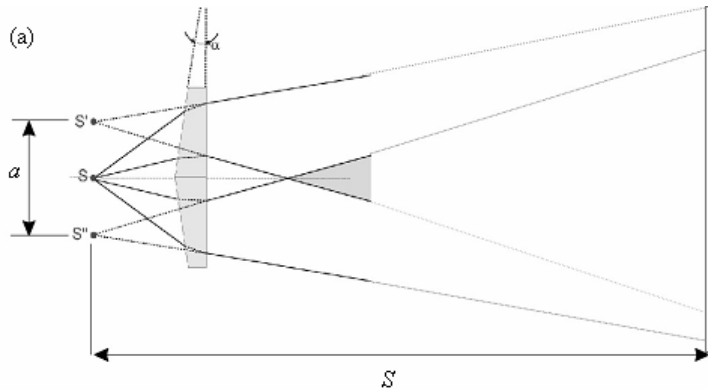


Figura 2. Esquema del Biprisma de Fresnel: La fuente de luz se encuentra en s y sus imágenes virtuales en s' y s'' separadas por una distancia a . Las franjas de interferencia se observan a una distancia S de las fuentes.

Actividades

PARTE A

Empleando la aplicación de interferencia del simulador Wave interference (https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference_en.html) de la Universidad de Colorado, responder los siguientes ítems:

A.1 Describa cualitativamente lo que observa sobre la pantalla al tener dos fuentes coherentes encendidas. ¿Qué sucede si apaga una de las fuentes?

A.2 Estudie la dependencia de la figura de interferencia que se observa en la pantalla, con la separación entre las fuentes.

A.3 Estudie la dependencia de la figura de interferencia que se observa en la pantalla, con la longitud de onda de la fuente de luz empleada.

En la aplicación de interferencia se puede elegir usar como fuentes dos fuentes de luz, de sonido o de ondas superficiales de agua. Tener en cuenta que la aplicación cuenta con una regla para medir distancias y puede mostrar el perfil de intensidades sobre la pantalla.

PARTE B

Alumnos de cuatrimestres anteriores montaron un interferómetro de biprisma de Fresnel, empleando como fuente de luz una lámpara de Sodio y realizaron la siguiente práctica en la clase de laboratorio.

Resumen de la práctica realizada con el Biprisma de Fresnel

Para la realización de este experimento se dispuso de un biprisma de Fresnel y como fuente se usó luz de la lámpara de sodio que pasa por una rendija de ancho variable. Se utilizó un riel óptico fijo a la mesa óptica del laboratorio, en el cual se alinearon, la lámpara de sodio, a continuación se colocó una rendija de ancho variable (para limitar el paso de luz y generar una fuente puntual) y luego se posicionó a biprisma de Fresnel (ver Figura 3). Tanto para observar las fuentes virtuales generadas por el biprisma, como para observar la figura de interferencia, se empleó un microscopio de banco el cual cuenta con un retículo que puede desplazarse mediante una perilla graduada (micrómetro) a fin de medir los objetos en su campo visual.

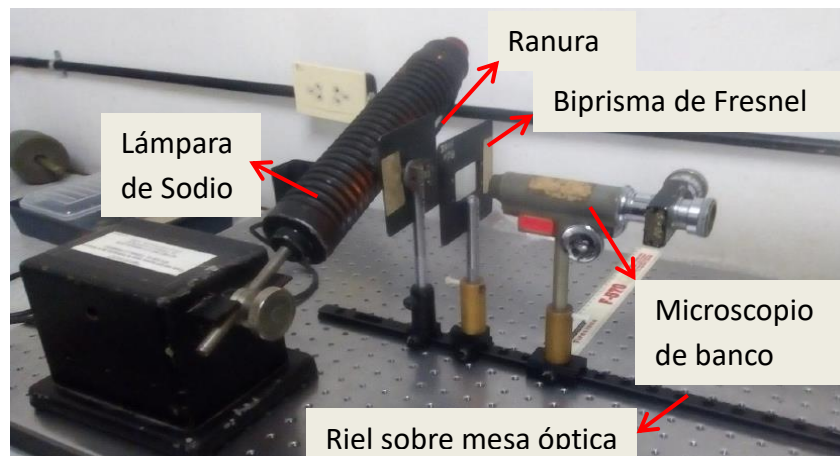


Figura 3: Montaje experimental para estudiar interferencia. En esta fotografía el microscopio de banco se colocó en posición para observar las dos imágenes virtuales de la rendija generadas por el biprisma. Fuente: informe de laboratorio de L. Galli y S. Medina.

- Alineación y determinación de la separación entre fuentes coherentes

Para esta práctica es fundamental tener todos los elementos bien alineados. Antes de intentar observar la figura de interferencia, hay que asegurarse que el interferómetro genere dos fuentes virtuales! Usando el microscopio de banco, se observaron las fuentes virtuales generadas por el biprisma (en la Figura 4 se observa una fotografía de las mismas) y empleando el micrómetro del microscopio se midió la separación entre fuentes virtuales.

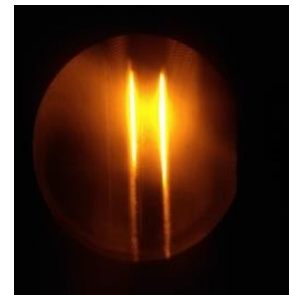


Figura 4: Fotografía de las fuentes virtuales observadas a través del microscopio de banco.

Para responder: ¿Dónde se encuentran las dos fuentes coherentes que interfieren en el Biprisma de Fresnel? ¿Qué problema de alineación ocurriría si únicamente puede observar una sola fuente y cómo lo solucionaría?

- Observación y adquisición de la figura de interferencia

Una vez que se aseguraron de tener dos fuentes coherentes, se observó la figura de interferencia usando el microscopio de banco, dado que es muy pequeña para apreciarla a simple vista. Para adquirir imágenes de la figura de interferencia, los alumnos emplearon una cámara web a la cual le habían sacado la lente, proyectando directamente la figura de interferencia sobre el sensor CMOS de la cámara (de dimensiones aprox. $1 \times 1.5 \text{ mm}$). De esta forma, se adquirieron imágenes de la figura de interferencia a diferentes distancias del biprisma. Un esquema del dispositivo puede verse en la Figura 5, en donde se marca la distancia cámara – fuentes virtuales denominada S .

Para responder: ¿En qué región del espacio se puede observar el fenómeno de interferencia empleando el biprisma?

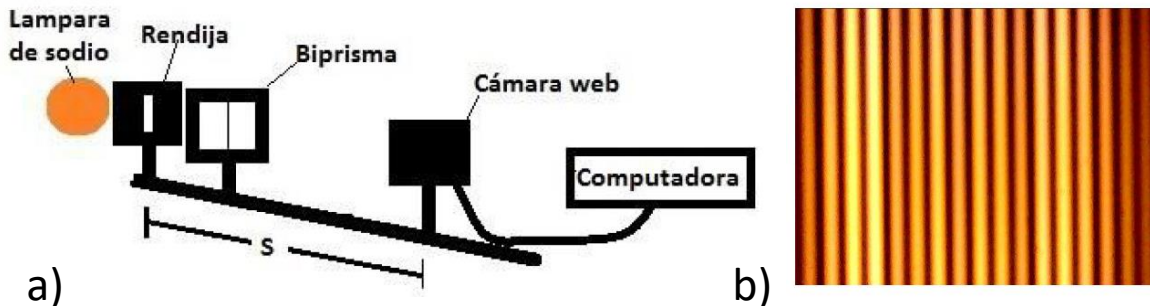


Figura 5: a) Esquema del montaje experimental para adquirir imágenes de la figura de interferencia generada por el biprisma de Fresnel, fuente: informe de laboratorio de D.P. Aimone y F.E. Gómez. b) Imagen de la figura de interferencia adquirida por J. Mondolo, P. Leone y B. Sousa.

RESOLVER:

Empleando las mediciones realizadas por alumnos de otros cuatrimestres, **determine la longitud de onda más intensa emitida por la lámpara de sodio** y compare con su valor tabulado. Para ello va a contar con imágenes de la figura de interferencia obtenidas a diferentes distancias de las fuentes virtuales y con la medición de la separación entre fuentes. Considere que necesitará estimar la interfranja en cada imagen obtenida, para eso sugerimos que usen el programa para procesamiento de imágenes digitales, de dominio público, ImageJ o FIJI (<https://imagej.net/Fiji/Downloads>). Junto con los datos experimentales encontrará un breve tutorial sobre su análisis.

Referencias

- † 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).