

Laboratorio de Electromagnetismo y Óptica (ByG)
1er cuat. 2023

TP N°5: 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.

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

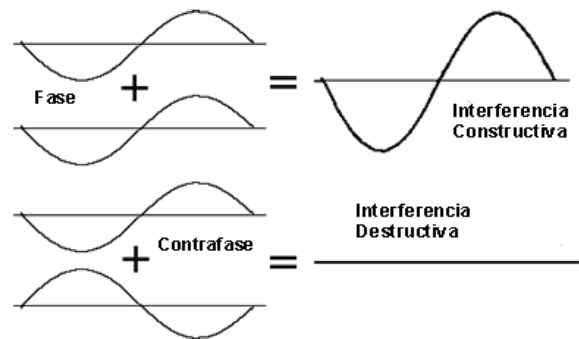


Figura 1: Esquema de interferencia constructiva y destructiva. fuente: www.todo-fotografia.com

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 virtuales 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 virtual sea igual a un número entero de longitudes de onda habrá interferencia

constructiva y se verá una franja brillante. Mientras que, si la diferencia es igual a un número semientero de longitudes de onda, la interferencia será destructiva y se verá una franja oscura.

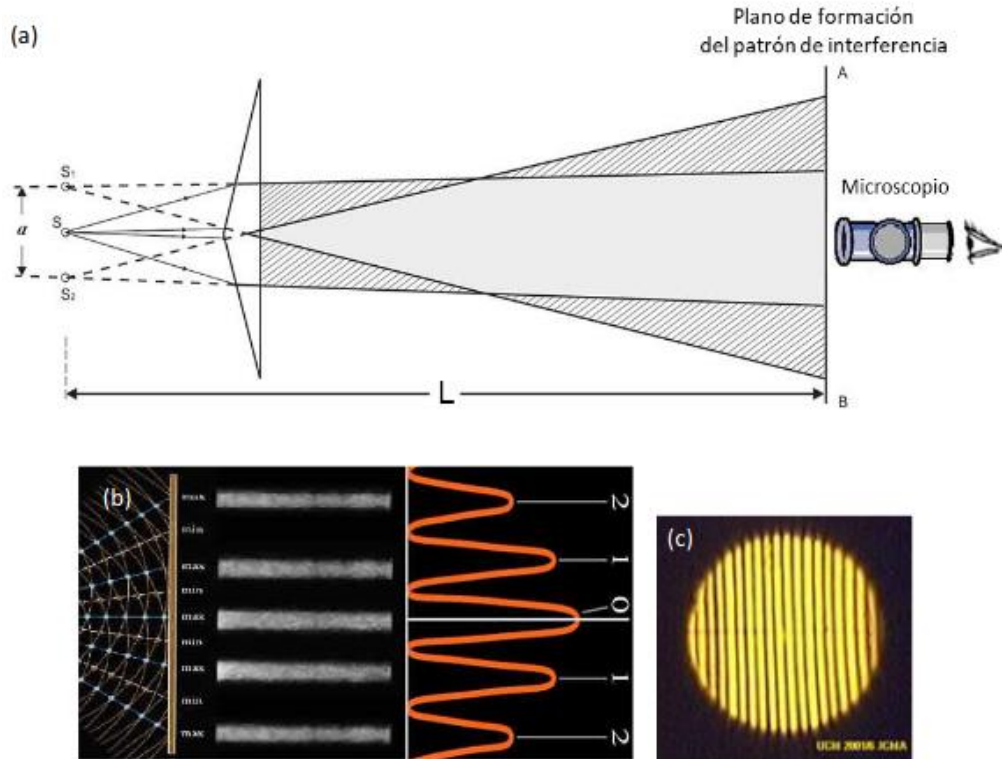


Figura 2. Esquema del Biprisma de Fresnel: **(a)** La fuente de luz se encuentra en S y sus imágenes virtuales en S_1 y S_2 separadas por una distancia a . Las franjas de interferencia se observan a una distancia L del plano de las fuentes. **(b)** Esquema del patrón de interferencia, junto con el perfil de intensidad tomado en forma perpendicular a las franjas. **(c)** Patrón de interferencia.

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

$$\Delta y = \frac{L \lambda}{a} \tag{1}$$

donde Δy es la distancia entre dos máximos brillantes consecutivos (interfranja), L 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].

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).

Disponemos de un **microscopio de banco** el cual cuenta con una cámara adosada a fin de poder adquirir imágenes digitales. Para el desarrollo de la práctica se deberá **calibrar la escala espacial** de las imágenes adquiridas con el microscopio usando un objeto de tamaño conocido y además será necesario determinar la **distancia de trabajo** (o de enfoque) del microscopio.

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.

A- Fuentes coherentes

A1-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?
- ¿Por qué es preferible que las fuentes virtuales tengan intensidades similares?

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.

A2- Determinación de la separación de las fuentes coherentes

Una vez alineado el sistema ranura- biprisma, determine la separación de las fuentes virtuales. Para medir la distancia entre las fuentes tenga en cuenta que deberá calibrar la escala en la que está graduado el micrómetro!

- ¿De qué depende la separación de las fuentes?

B- Figura de interferencia

B1- 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?

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

B2- Determinación de la interfranja

Usando el microscopio de banco adquiera la figura de interferencia a diferentes distancias del biprisma. A partir de la imagen de interferencia: ¿de qué forma mediría la interfranja?

IMPORTANTE: al medir la interfranja pongan especial cuidado en determinar el plano de observación del patrón! ¿Por qué?

Análisis de imágenes

Si adquiere las imágenes del patrón de interferencia les sugerimos que usen el programa para procesamiento de imágenes digitales, de dominio público, ImageJ o FIJI (<https://imagej.net/Fiji/Downloads>) para estimar la interfranja en cada imagen obtenida. En la página web de la materia encontrará un breve tutorial sobre su análisis.

C- Determinación de la longitud de onda más intensa de la lámpara de sodio

Empleando los datos medidos, determine la longitud de onda más intensa emitida por la lámpara de sodio y compare con su valor tabulado. No olviden estimar todos los errores de las mediciones que realicen, ya sean directas o indirectas!

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).

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.

Apéndices

Apéndice A - Fenómeno de Interferencia

Como primera aproximación al fenómeno de interferencia, antes de realizar la práctica de laboratorio puede usar 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. En la aplicación de interferencia se puede elegir usar dos fuentes coherentes 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.

Empleando la aplicación investigue los siguientes puntos:

1. Describa cualitativamente lo que observa sobre la pantalla al tener dos fuentes coherentes encendidas. ¿Qué sucede si apaga una de las fuentes?
2. Estudie la dependencia de la figura de interferencia que se observa en la pantalla, con la separación entre las fuentes.
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.