

I. Interferencia: Biprisma de Fresnel

1. Objetivos

Estudiar el interferómetro Biprisma de Fresnel a partir de una simulación, obteniendo la longitud de onda, λ , del ajuste correspondiente. Determinar si es válida la aproximación paraxial.

2. Introducción

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.

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 puede calcular que la separación entre franjas viene dada por:

$$\Delta y = L \lambda / d \quad (1)$$

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 d es la distancia entre las fuentes virtuales.

En el caso que la **aproximación paraxial no se cumpla** (o sea, $L \sim d$), la separación entre franjas está dada por la siguiente relación:

$$\Delta y = \frac{\lambda}{d} \sqrt{L^2 + \Delta y^2}$$

Para entender un poco mejor como se forman dos fuentes virtuales a partir de una única fuente y un biprisma, sugerimos ver el siguiente video instructivo:

<https://www.youtube.com/watch?v=qUYU5WV0V5Q>

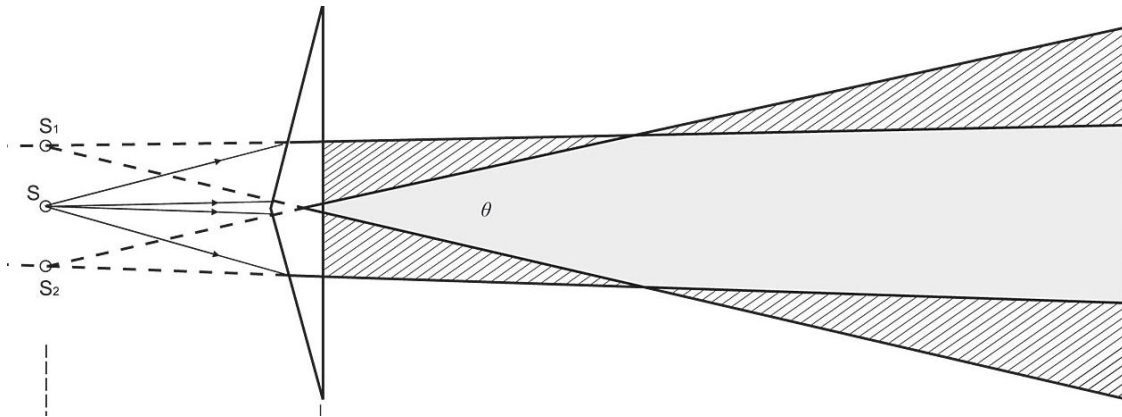


Figura 1. Esquema de como a partir de una fuente S y un biprisma se generan dos fuentes virtuales S1 y S2. De esta manera, se cuenta con dos fuentes coherentes que interfieren (https://www.holmarc.com/differ_biprism.php)

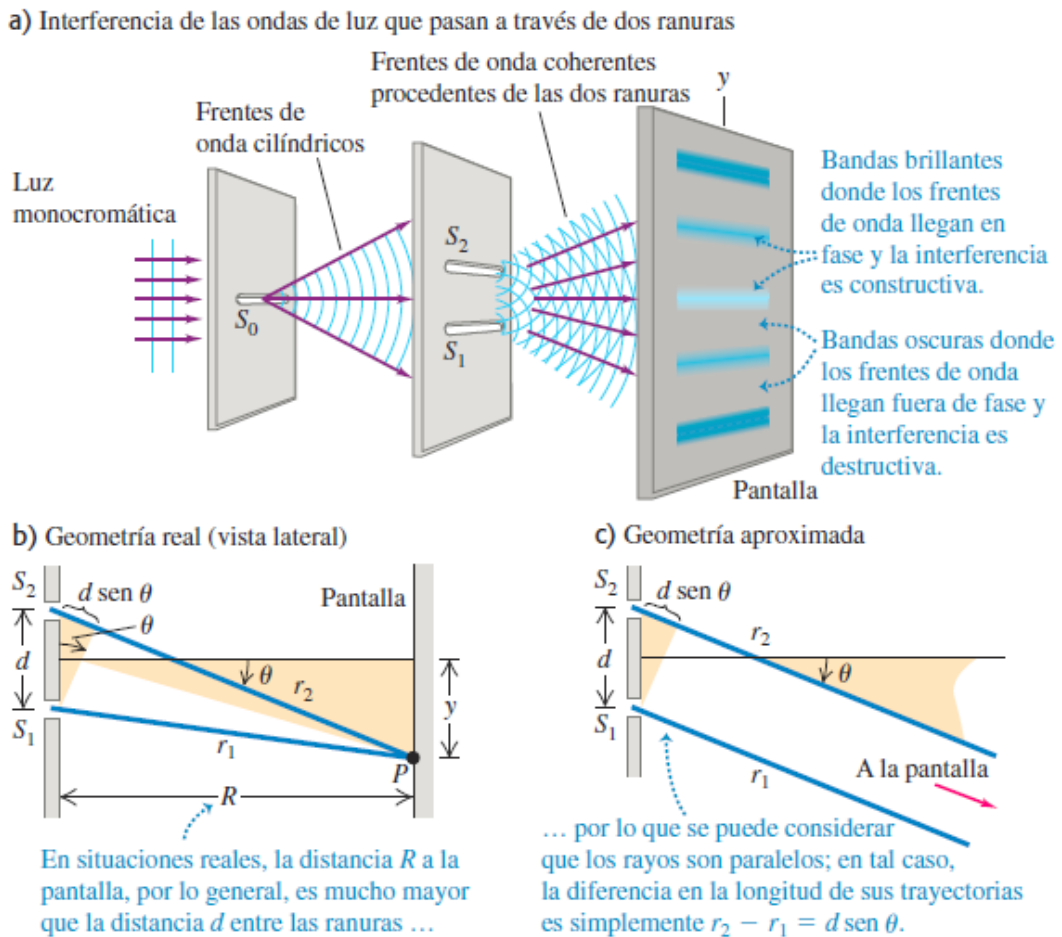


Figura 2: Esquema de interferencia de ondas de luz pasando a través de dos ranuras (Física Universitaria con física moderna-SEARS ZEMANSKY Volumen 2)

3. Actividades – Dispositivo y mediciones

Para realizar la práctica de biprisma de Fresnel se utilizará un applet de OPhysics (<https://ophysics.com/l5.html>). El mismo permite elegir la longitud de onda de la fuente de luz emitida y la distancia entre las fuentes.

Actividades

- Variar la distancia entre las fuentes virtuales d (*slit distance*) y medir la interfranja Δy , (para un λ fijo)
- De un ajuste (decidir qué variables graficar) obtener λ y comparar con el valor prefijado.
- ¿Es válida la aproximación paraxial?

II. Difracción:

Difracción por una rendija

1. Objetivo

Estudiar la figura de difracción producida por una ranura rectangular localizando sus mínimos con el programa *Image J*. Levantar el perfil de intensidad formada por dicha ranura usando el mismo programa. Analizar de forma cualitativa otras figuras de difracción producidas por aberturas y obstáculos.

2. Introducción

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. Observe cómo se distribuye la intensidad de la luz sobre la pantalla. Investigue la relación existente entre la distancia entre mínimos (o máximos) 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.

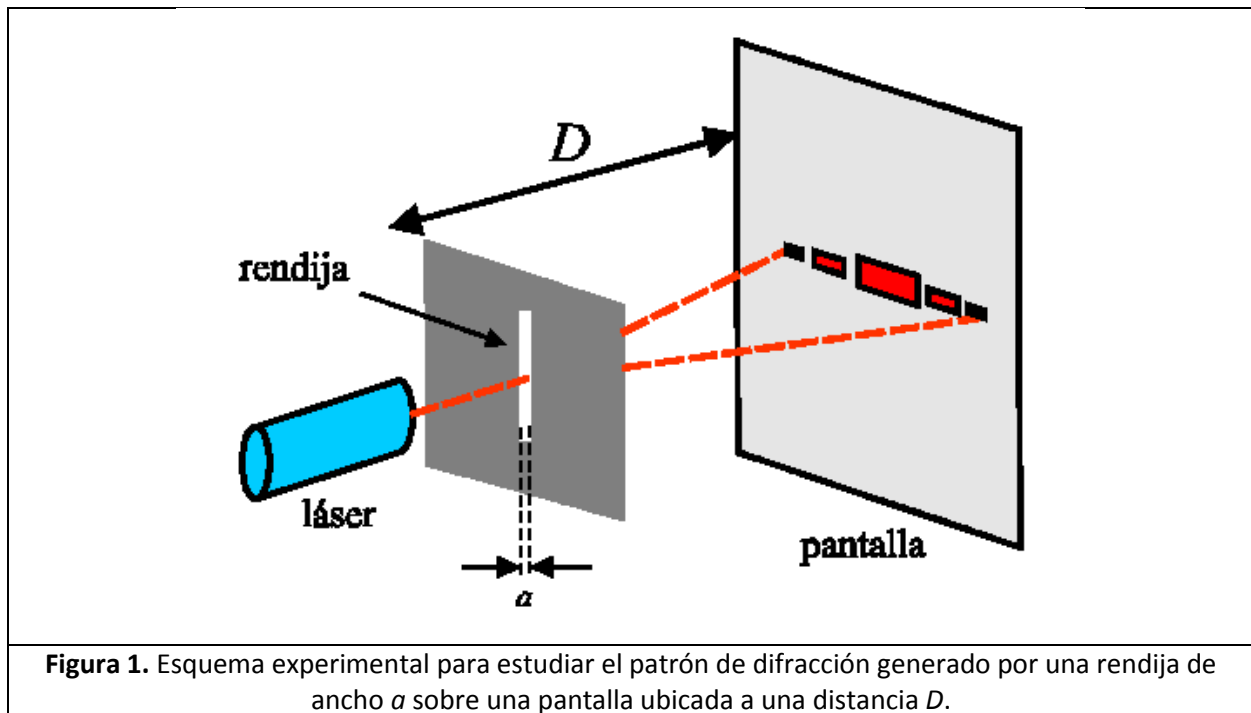


Figura 1. Esquema experimental para estudiar el patrón de difracción generado por una rendija de ancho a sobre una pantalla ubicada a una distancia D .

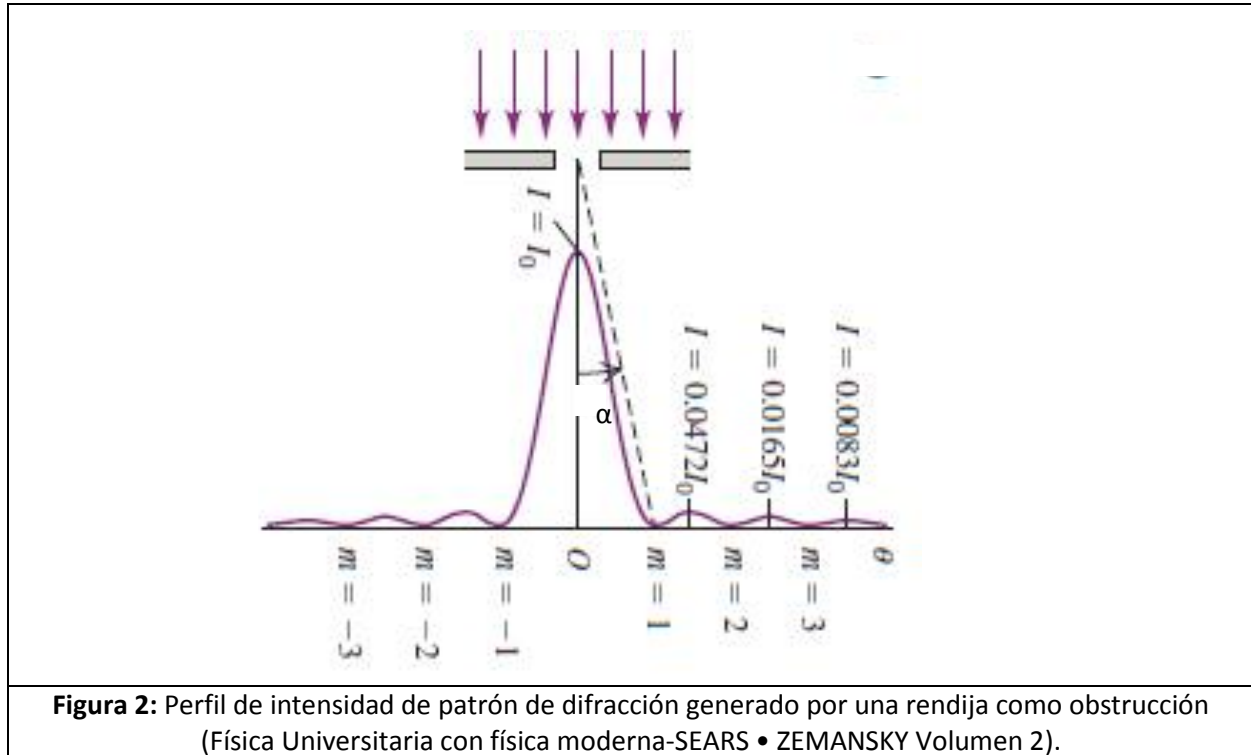
La distribución de intensidad de las figuras de difracción (ver figura 2), I en función de posición es:

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

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

$$\tan(\alpha) = \frac{y}{D} \quad (3)$$

siendo y la coordenada sobre la pantalla.



3. Actividades – Dispositivo y mediciones

Para realizar la práctica de difracción se utilizará un applet de Phet:

https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference_en.html

Actividades

- Elegir el experimento de difracción y dentro del mismo, elegir la opción de ranura. Elegir una longitud de onda y una ranura donde el ancho (*width*) sea menor que la altura (*height*), dado que se estudiará el patrón de difracción en la dirección horizontal.
- Tomar una captura de pantalla y levantar la imagen con el programa *Image J* (<https://imagej.nih.gov/ij/download.html>). **Importante: recortar la imagen de forma conveniente, pero mantener la escala.**
- Con el *Image J* localizar los mínimos de posición de intensidad, y_n^{\min} , en el patrón de difracción. Graficar y_n^{\min} en función del orden $n\lambda/a$ y determinar la distancia D (distancia rendija–pantalla). *Observación: para poder medir los mínimos se debe previamente calibrar los pixeles en nm según la escala que muestra el programa (ver Tutorial ImageJ).*
- Exportar los datos del perfil de intensidades a algún programa (Origin/Qtiplot/Python), y centrar el perfil para que el orden 0 coincida con el valor máximo de intensidades (la imagen puede estar saturada).

- Con la misma imagen graficar el perfil de intensidades, I , en función de la posición y (ver *Tutorial ImageJ*).
- Por último, estudiar otros patrones de difracción usando las aberturas y obstáculos que ofrece el applet. ¿Qué conclusiones obtiene en cada caso?