

Experiencia N°6: Interferencia de la luz a través de una doble ranura

OBJETIVOS

- Examinar los patrones de difracción e interferencia formados por una fuente de luz láser al pasar a través de dos ranuras y verificar que las posiciones de los máximos en el patrón de interferencia calzan con las posiciones predichas teóricamente.
- Calcular el valor experimental de la distancia de separación entre las ranuras utilizadas.

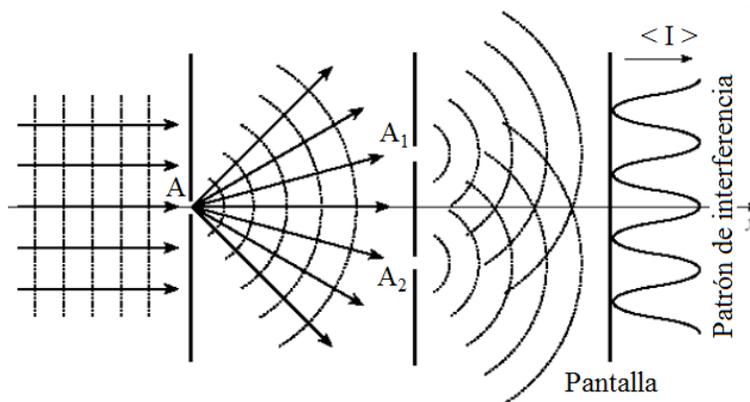
MATERIALES

- Banco óptico y pantalla del Sistema óptico Básico (OS-8515)
- Diodo laser (OS-8525)
- Disco seleccionador de ranuras (OS-8523)
- Hoja de papel blanco para cubrir la pantalla
- Pantalla
- Güincha métrica
- Vernier (pie de metro)

MARCO TEÓRICO

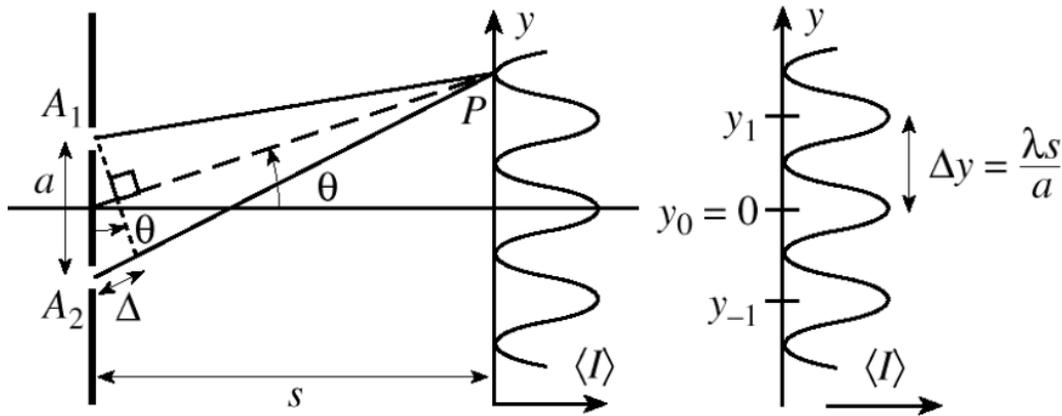
El experimento de la doble ranura fue realizado en 1801 por Thomas Young en un intento de discernir sobre la naturaleza corpuscular u ondulatoria de la luz. Young comprobó un patrón de interferencias en la luz procedente de una fuente lejana al difractarse en el paso por dos ranuras, resultado que contribuyó a la teoría de la naturaleza ondulatoria de la luz.

La figura debajo muestra el arreglo experimental. Una fuente puntual de la luz ilumina dos aberturas diminutas en una pantalla opaca y el patrón de intensidades resultante se observa en una pantalla.



La primera abertura A asegura que las ondas de la luz que llegan a las aberturas A_1 y A_2 originadas de una sola fuente puntual tengan igual (o al menos correlacionada) fase. El grado al cual la fase en dos puntos de una onda de luz están correlacionadas se llama coherencia. El hecho que la luz se separe cuando pasa a través de una abertura pequeña es una consecuencia fundamental de la naturaleza ondulatoria de la luz llamada difracción. Las aberturas secundarias A_1 y A_2 actúan como dos fuentes puntuales desarrollando ondas que interfieren y así producen franjas en la pantalla.

Podemos cuantificar el espaciamiento entre franjas Δy en una pantalla puesta a una distancia S detrás de las dos aberturas separados por un espacio a como sigue:



La interferencia constructiva ocurre cuando:

$$A_1P - A_2P = \Delta = m\lambda \quad (1)$$

Donde Δ es la diferencia de camino óptico y m entero. Con una separación grande entre las aberturas y la pantalla, tal que $S \gg a$, entonces

$$\Delta \cong a \sin \theta \quad (2)$$

Además, como $S \gg a$, se cumple que $S \gg y$. Entonces trabajamos con ángulos pequeños, lo que nos permite hacer la siguiente aproximación:

$$\sin \theta \cong \tan \theta \cong \frac{y}{S} \quad (3)$$

Reuniendo los resultados (1), (2) y (3) vemos que las posiciones y_m de las franjas luminosas, la cual corresponde a interferencia constructiva, está dado por:

$$y_n = n \frac{\lambda S}{a} \quad (4)$$

PROCEDIMIENTO Y REGISTRO DE DATOS

1.- Montar los materiales como lo indica la figura a continuación:

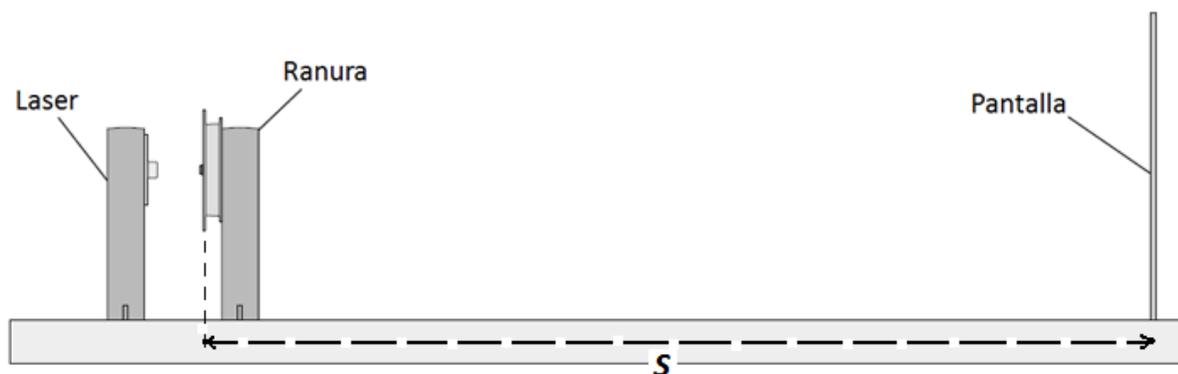


Figura 1: montaje general del experimento.

2.- Enchufe el láser. Ubique el disco con la doble ranura de modo tal que “el disco” quede en la posición 0 cm del banco óptico, y que el láser incida justo entre ambas ranuras, de esta manera la luz del láser será capaz de dividirse en dos frentes de ondas, uno por cada ranura. Note que el patrón de interferencia-difracción proyectado en la pantalla sea nítido.

3.- Vea en la pantalla el grupo de franjas brillantes de interferencia, correspondiente al primer orden de difracción, e identifique el máximo central ($n = 0$); respecto de éste tendrá la misma cantidad de franjas tanto a la derecha como a la izquierda (además es la franja más brillante). **Con la ayuda de un lápiz marcará una línea en el centro del máximo central y otra en el centro de la cuarta franja brillante ($n = 4$).** Luego con la ayuda del vernier mida la distancia de separación de ambas líneas, lo que representa $y_{n=4}$. Repetir este proceso para cada una de las distancias S (ver Figura 1) indicadas en la Tabla y registre sus mediciones en ella.

S [m]	$y_{n=4}$ [mm]	$y_{n=4}$ [m]
2,00		
2,50		
3,00		
3,50		
4,50		

Tabla 1: Registro de datos.

ANÁLISIS

1.- Grafique $y_{n=4}$ [m] vs S [m]. Realice un ajuste lineal. Obtenga la pendiente y el intercepto de la recta; anótelos.

2.- Encuentre la ecuación de la recta. Identifique las variables. Escriba la ecuación experimental. ¿Cuál es la dependencia funcional de las variables?

3.- ¿Cuál es el significado físico de la pendiente? ¿Por qué? Ayuda: comparar la ecuación experimental con la ecuación de las franjas brillantes (4). Con este resultado obtenga un valor experimental para la distancia de separación de las rendijas, en milímetros. Recuerde que $n = 4$.

4.- ¿La pendiente posee unidades? ¿Por qué?