

Trabajo Práctico N°2

Interferencia y Difracción

TOMÁS CORTI (*tomascorti@fibertel.com.ar*)
RAMIRO OLIVERA (*ramaolivera@hotmail.com*)
FABIÁN SHALÓM (*fabianshalom@hotmail.com*)

ABRIL DE 2004

CÁTEDRA DE FÍSICA II - ESCUELA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

Objetivo

El objetivo de este trabajo es el estudio de los fenómenos de interferencia y difracción de la luz; y la medición de la longitud de onda de un haz de luz láser.

Materiales y Métodos

- Banco óptico
- Fuente de luz
- Placas con diferente apertura y cantidad de rendijas
- Placas con diversas formas geométricas

Desarrollo

Se procedió a verificar las leyes de la difracción e interferencia utilizando un haz de luz láser que se hizo incidir dentro de diferentes placas. Se utilizaron placas de $n = 1, 2$ y 4 rendijas, cuya apertura (ancho de la rendija) variaba en las diferentes placas. La fuente de luz se colocó sobre el banco óptico y las placas se colocaron a 10cm de la misma. La distancia entre la placa y la pantalla era de $D = 292 \pm 2\text{cm}$.

Las dos primeras placas utilizadas tenían solamente una rendija de ancho $a = 0,04\text{mm}$ y $0,08\text{mm}$ respectivamente. También se utilizaron placas de dos rendijas cuya distancia entre rendijas era de $d = 0,25\text{mm}$ y $0,5\text{mm}$ respectivamente; y una placa de cuatro rendijas cuya distancia entre rendijas era de $d = 0,125\text{mm}$. Con todas las rendijas descriptas se procedió a medir la posición de los mínimos sobre la pantalla. Estos mínimos corresponden a las zonas aquellas en las que la interacción entre las ondas es destructiva y se observan como zonas oscuras. En el primer caso (una sola rendija) y a partir de los mínimos medidos se realizaron los Gráficos 1 y 2. A partir de la pendiente de la recta de cada uno de los gráficos, se calculó la longitud de onda (λ) a partir de la Ecuación 1:

$$\lambda = \frac{y_m a}{Dm} \quad (1)$$

donde y_m corresponde a la distancia al máximo central, D a la distancia entre la placa y la pantalla ($D = 292 \pm 2\text{cm}$), m al número de mínimo, λ a la longitud de onda del haz incidente y a al ancho de la rendija ($a = 0,04\text{mm}$ y $a = 0,08\text{mm}$ respectivamente.)

En los experimentos con más de una rendija se midió también la distancia entre el máximo central y los primeros mínimos. Asimismo se graficó la distancia al máximo central en función del número de

mínimo. A partir de la Ecuación 2 se logró calcular el valor de la longitud de onda para cada una de las dos rendijas utilizadas.

$$\lambda = \frac{y_m d}{Dm} \quad (2)$$

Luego de este experimento se utilizaron placas con diferentes formas geométricas para estudiar en que zonas se ubicaban los máximos y en cuales los mínimos. Con estas rendijas el objetivo fue analizar cualitativamente las interferencias constructivas y destructivas que se pudieron observar sobre la pantalla.

Resultados

Los resultados obtenidos a partir de las placas de una rendija se observan en los Gráficos 1 y 2. A partir de estos y de la Ecuación 1, se procedió a calcular la longitud de onda del haz de luz láser utilizado. En la Ecuación 3 se calculó el valor de la longitud de onda para las mediciones correspondientes a la rendija de apertura $a = 0,04mm$ y la Ecuación 4 a partir de la rendija de $0,08mm$.

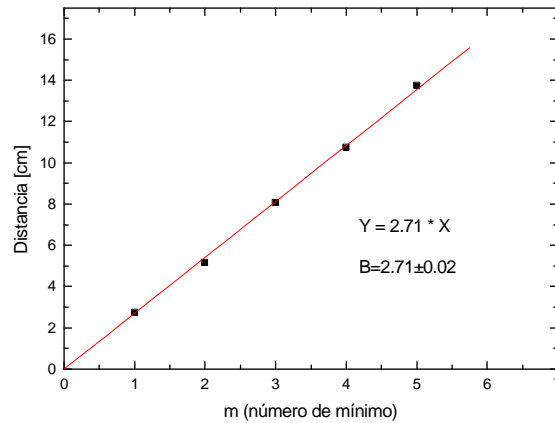


Figura 1: Distancia al máximo central en función del número de mínimo medido, utilizando la rendija de $0,04mm$ de apertura.

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{y_m * a}{D} & (3) \\ &= \frac{5,65cm * 40000nm}{292cm} \\ &= 753 \pm 20nm \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{y_m * a}{D} & (4) \\ &= \frac{5,65cm * 80000nm}{292cm} \\ &= 740 \pm 30nm \end{aligned}$$

Las magnitudes de la longitud de onda alcanzadas fueron $\lambda = 753 \pm 20nm$ y $\lambda = 740 \pm 30nm$.

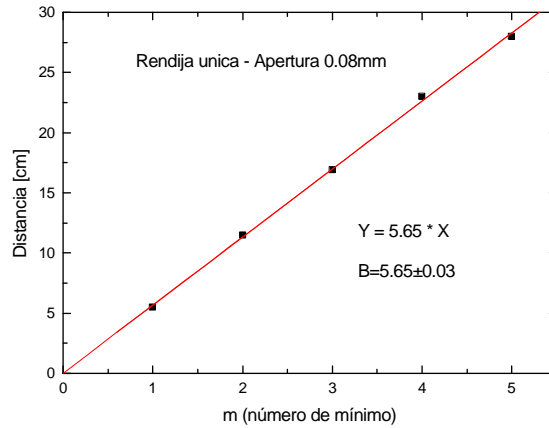


Figura 2: Distancia al máximo central en función del número de mínimo medido, utilizando la rendija de 0,08mm de apertura.

Los resultados obtenidos a partir de las placas de dos y cuatro rendijas, se observan en el Gráfico 3. A partir de este gráfico y de la Ecuación 2, se procedió a calcular el valor de la longitud de onda del láser. En la Ecuación 5 se calculó λ a partir de los datos obtenidos con la placa de 0,5mm de distancia entre rendijas; mientras que en la Ecuación ?? se calculó a partir de los datos de la placa de 0,25mm.

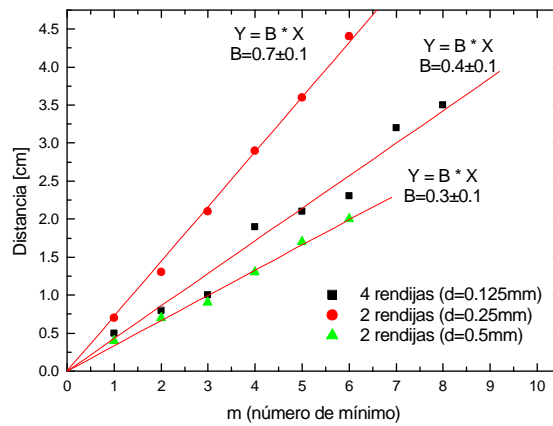


Figura 3: Distancia al máximo central en función del número de mínimo medido, utilizando las placas de dos y cuatro rendijas.

$$\begin{aligned}
 \lambda &= \frac{y_m * d}{D} & (5) \\
 &= \frac{0,3cm * 0,5mm}{292cm} \\
 &= 514 \pm 35nm
 \end{aligned}$$

(6)

$$\begin{aligned}\lambda &= \frac{y_m * d}{D} & (7) \\ \text{label2c} &= \frac{0,7\text{cm} * 0,25\text{mm}}{292\text{cm}} \\ &= 599 \pm 40\text{nm} & (8)\end{aligned}$$

Los valores de la longitud de onda calculados fueron de $514 \pm 35\text{nm}$ y $599 \pm 40\text{nm}$ respectivamente. En el caso de la placa con cuatro rendijas solamente se observó cualitativamente sobre la pantalla. La imagen formada por el haz que incidió sobre la placa de cuatro rendijas tenía máximos principales y máximos secundarios; como se observa en el Gráfico 3. En este gráfico se observa que hay tres mínimos juntos y luego un espacio de mayor tamaño, hasta los siguientes tres mínimos juntos.

Las figuras utilizadas para observar su reflejo sobre la pantalla fueron una cruz, una placa con agujeros desalineados y una placa con agujeros alineados formando un rectángulo. En la cruz, se observó sobre la pantalla una cruz de mayor tamaño que la original cuyas puntas iban disminuyendo su intensidad. El máximo central era bastante más brillante que el resto de la cruz y no presentaba mínimos dentro de la misma. Tanto en el caso de los puntos alineados como en los puntos desalineados se observó que los puntos centrales tenían una intensidad bastante mayor que los puntos que se alejaban del centro. Incluso la intensidad disminuía al alejarse del centro, al igual que lo que se observó en la cruz.

Conclusiones

La longitud de onda del haz de luz láser utilizado es de $632,8\text{nm}$. Los valores alcanzados fueron de $753 \pm 20\text{nm}$ y $740 \pm 30\text{nm}$ con placas de una rendija y $599 \pm 40\text{nm}$ y $514 \pm 35\text{nm}$ con placas de dos rendijas. Estas magnitudes si bien no se alejan en gran medida del valor nominal, no se corresponden con los valores esperados. En ambos casos se calculó la longitud de onda a partir del ancho de la rendija, la distancia entre rendijas, la distancia entre la placa y la pantalla y la pendiente de los respectivos gráficos. Las primeras dos variables son proporcionadas por el fabricante de rendijas por lo cual se considera que no tienen un error significativo. La pendiente de los gráficos se obtuvieron a partir de rectas cuyos ajustes fueron muy buenos, por lo tanto la única fuente de error importante puede haber sido la distancia entre la placa y la pantalla, la cual probablemente no se ha dejado constante a lo largo de toda la actividad de laboratorio.

En las dos placas de una rendija la magnitud calculada de la longitud de onda del láser fue mayor que el valor esperado y en las dos placas de dos rendijas el valor calculado fue menor que el esperado. Esto nos hace pensar la posibilidad de un error sistemático en el método de medición, o bien en el procedimiento llevado a cabo para realizar las mediciones.

Por otro lado, a partir de las diferentes experiencias realizadas puede entenderse el comportamiento de la luz como una onda y no como un rayo, como se creía antiguamente; ya que los fenómenos de difracción e interferencia observados no pueden ser explicados a partir de un comportamiento corpuscular de la luz.

Referencias

- [1] **Halliday, Resnik y Krane** (1994) *Física para estudiantes de Ciencia y Tecnología* - 4^{ta} Ed. - Vol. 1 - México.