



62.15 FÍSICA III D (CURSO 2)

Trabajo Práctico Experimental

Padrón	Alumno	Dirección de correo
94773	Condo, Alexander Emanuel	acondo@fi.uba.ar
102831	De Feo, Laura	ldefeo@fi.uba.ar
101148	Feijoo, Sofia	sfeijoo@fi.uba.ar
101456	Pérez Andrade, Violeta	viperez@fi.uba.ar

Índice

1. Introducción	2
2. Métodos	2
2.1. Desarrollo teórico	2
2.2. Detalles experimentales	3
3. Resultados experimentales	4
4. Conclusiones	6

1. Introducción

En este trabajo práctico analizaremos los efectos de la difracción mediante un experimento. El objetivo de la experiencia es calcular la longitud de onda de un láser al hacerla atravesar por una rendija teniendo la imagen del patrón de interferencia que se obtuvo.

2. Métodos

2.1. Desarrollo teórico

El experimento consiste en una única rendija de ancho a a la cual es atravesada por una luz monocromática coherente de cierta longitud de onda. De acuerdo con el principio de Huygens, podemos considerar que dentro del ancho de la rendija caben muchos emisores puntuales de ondas con sus respectivos frentes de onda que se superponen entre sí. Además, como se tiene una única rendija no se puede dar interferencia. Esto es porque la formula de la interferencia es:

$$\frac{\sin^2(N_r \alpha)}{\sin^2(\alpha)} \quad (1)$$

y si N es igual a 1 nos quedamos con:

$$\frac{\sin^2(\alpha)}{\sin^2(\alpha)} = 1 \quad (2)$$

Por lo que solamente tendremos difracción.

Al ser la onda interrumpida por una barrera sucede que estas infinitas fuentes puntuales ya no pueden interferir constructiva y destructivamente con todas las demás fuentes ya que no todas pasan por el ancho de la ranura. Entonces, entre los frentes de onda que logran pasar a través de la ranura se va a dar difracción.

Dicho esto, podemos utilizar la condición de mínimo deducida en el primer trabajo práctico para difracción:

$$a \cdot \sin \theta = n\lambda \quad n = 1, 2, 3 \text{ etc.} \quad (3)$$

Siendo:

- a : ancho de la ranura
- θ : ángulo formado en la pantalla
- n : n° de mínimo
- λ : longitud de onda de la luz incidente (lo que queremos calcular en el presente trabajo)

2.2. Detalles experimentales

La configuración experimental está conformada por un láser que atraviesa una red múltiple y se refleja en una hoja milimetrada.

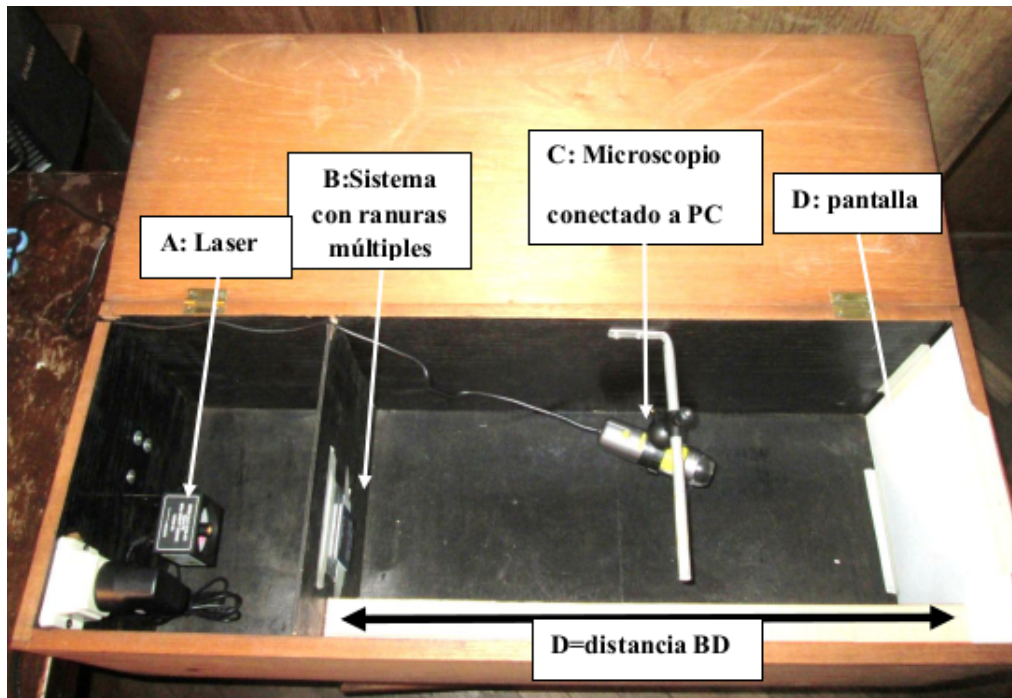
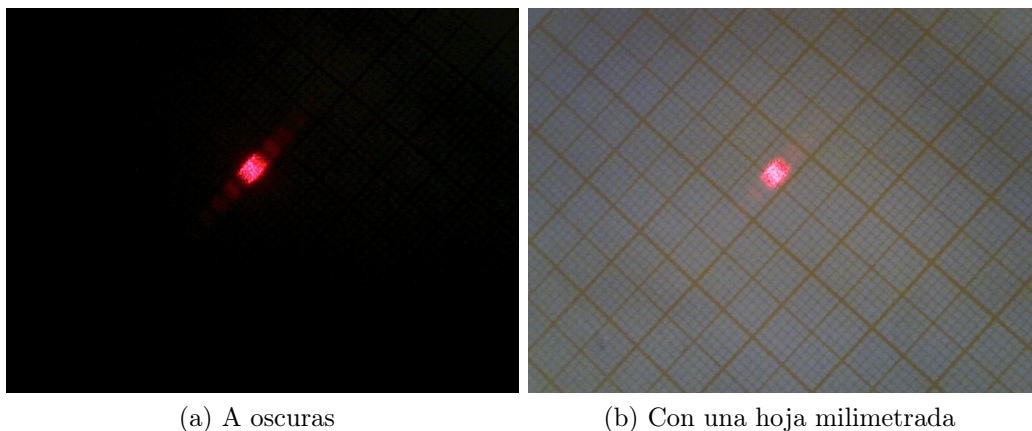


Figura 1: Configuración experimental

Conocemos la distancia entre la red múltiple y la pantalla, y la cámara frente a la pantalla toma fotos que nos permiten calibrar la figura de difracción y medir las distancias entre los máximos. Estas imágenes tienen una resolución de 1280px x 960px.



(a) A oscuras

(b) Con una hoja milimetrada

Figura 2: Imágenes tomadas por la cámara

También podemos conocer el ancho de la ranura a partir de la imagen de la misma y la de calibración. La imagen de calibración es una regla patrón con líneas que tienen una separación de $10\mu m$ entre sí. Ambas imágenes tienen una resolución de $1280px \times 1024px$.

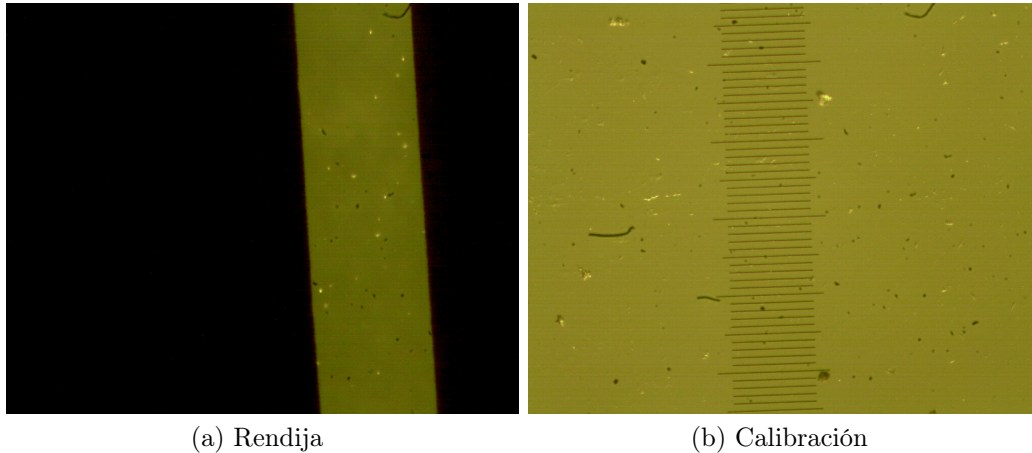


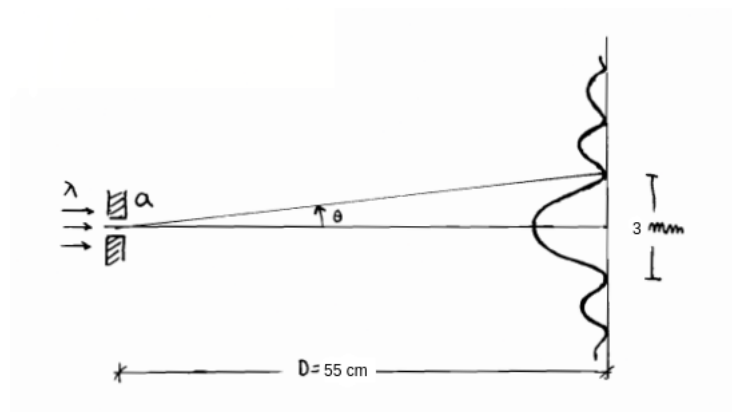
Figura 3: Imágenes de la rendija

3. Resultados experimentales

En primer lugar calculamos el ancho de la rendija a partir de las imágenes que tenemos. Si superponemos las imágenes de la Figura 3 podemos ver que el ancho de la rendija ocupa 15 líneas de la regla de calibración. Y como la separación entre cada línea es de $10\mu m$, podemos decir que el ancho de la rendija es

$$a = 10\mu m \cdot 15 = 0,15mm \quad (4)$$

A partir del siguiente diagrama:



Se puede observar que la posición del primer mínimo coincide con la mitad del ancho del máximo central.

Por otra parte,

$$a \cdot \sin \theta = n\lambda \quad (5)$$

y además:

$$\tan \theta = \frac{Y_n}{D} \approx \sin \theta \quad (6)$$

Y reemplazando, obtenemos que:

$$a \cdot \frac{Y_n}{D} = n\lambda \Leftrightarrow \lambda = \frac{a \cdot Y_n}{Dn} \quad (7)$$

Utilizando los siguientes datos a partir de la observación:

$$\begin{aligned} n &= 1 \\ a &= 0,15mm \\ Y &= 1,5mm \\ D &= 550mm \end{aligned}$$

Calculamos la longitud de onda mediante la ecuación 7:

$$\lambda = 0,15mm \frac{1,5mm}{550mm} = 0,4\mu m \quad (8)$$

Finalmente, mediante la propagación de errores utilizando derivadas parciales, calculamos el error:

$$\begin{aligned} \Delta a &= 0,01mm = 10\mu m \\ \Delta Y &= 1mm \\ \Delta D &= 10mm = 1cm \end{aligned}$$

$$\Delta \lambda = \left| \frac{\partial \lambda}{\partial a} \right| \Delta a + \left| \frac{\partial \lambda}{\partial Y} \right| \Delta Y + \left| \frac{\partial \lambda}{\partial D} \right| \Delta D \quad (9)$$

$$\Delta \lambda = \left| \frac{Y}{D} \right| \Delta a + \left| \frac{a}{D} \right| \Delta Y + \left| -\frac{aY}{D^2} \right| \Delta D \quad (10)$$

$$\Delta \lambda = \left| \frac{1,5mm}{550mm} \right| 0,01mm + \left| \frac{0,15mm}{550mm} \right| 1mm + \left| -\frac{0,15mm \cdot 1,5mm}{(550mm)^2} \right| 10mm \quad (11)$$

$$\Delta \lambda = 0,02727\mu m + 0,2727\mu m + 0,00743\mu m \quad (12)$$

$$\Delta \lambda = 0,3\mu m \quad (13)$$

4. Conclusiones

En conclusión, el patrón de difracción que se genera luego de que una luz monocromática atraviese una rendija puede ser útil para deducir información sobre ella. En este caso, al ser una única rendija y con un ancho considerable, el patrón de difracción nos muestra un máximo central con una intensidad muy alta pero que disminuye notoriamente en cada máximo secundario, haciéndose imperceptible muy rápidamente.

Además, la longitud de onda hallada se encuentra dentro del espectro visible (que va desde los 400nm a 750nm). Sin embargo la utilización de instrumentos poco exactos, como una hoja milimétrica, para medir distancias del orden de micro y nano metros genera una gran incerteza que podría dejar a la luz del láser fuera del espectro visible.