

Laboratorio de Ciencias Básicas  
FÍSICA IIIA – FÍSICA IIIB  
Práctica 1 - Interferencia óptica por doble rendija

E.D. Ramos y E.F. Lavia

18 de septiembre de 2012

### Objetivos

Entender y visualizar la interferencia y difracción de ondas. Determinar la longitud de onda de una fuente de luz láser. Determinar el ancho de las aberturas de una doble rendija [tentativo].

### Introducción teórica

Cuando un frente plano de ondas monocromáticas atraviesa dos ranuras angostas separadas una distancia  $d$  (ver Figura 1), de cada una de ellas tenemos ondas esféricas emergiendo. Estas ondas en su recorrido hacia la pantalla interferirán y formarán el llamado *patrón de interferencia* (zonas brillantes y oscuras alternadas).

Cuando estamos en el caso  $D \gg d$  (aproximación de Fraunhofer) podemos establecer relaciones entre los parámetros geométricos del experimento, la longitud de onda  $\lambda$  de la radiación incidente y la posición de los máximos en el patrón de interferencia. Puede verse, bajo la aproximación citada, que el ángulo  $\theta$  es pequeño y podemos considerar

$$\text{sen}(\theta) \approx \tan(\theta) \approx \theta, \quad (1)$$

de manera que, como  $\text{sen}(\theta) = Y/D$ , se cumple

$$d \left( \frac{Y_m}{D} \right) = m\lambda \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad (2)$$

donde  $Y_m$  son las alturas de los máximos de interferencia.

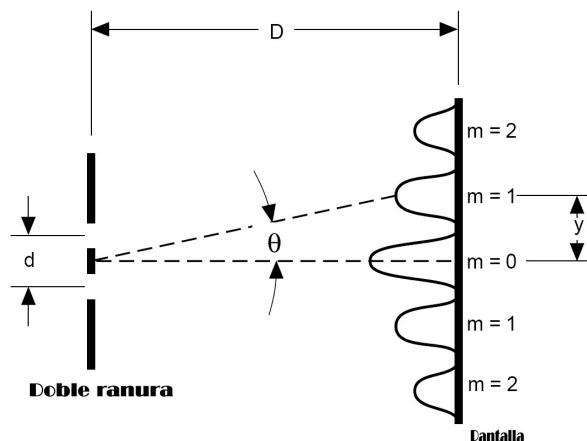


Figura 1: Interferencia por dos ranuras.

Cuando un frente plano de ondas monocromáticas atraviesa una ranura angosta de cierta longitud característica  $a$  (no infinitesimal) y estamos en el supuesto de  $\lambda \approx a$  pueden observarse fenómenos de interferencia entre los frentes de onda que emanan de la abertura. Sobre la pantalla no resulta un único

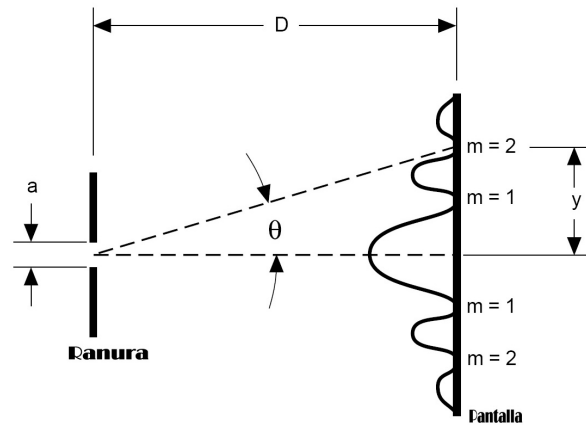


Figura 2: Difracción por una abertura.

punto o línea brillante, como esperaríamos de la óptica geométrica, sino un patrón de difracción: una mancha brillante de luminosidad decreciente a medida que nos alejamos del centro (ver Figura 2).

En general, como la doble rendija no tiene ranuras de ancho infinitesimal el experimento exhibirá también los efectos de la difracción de cada ranura. Con los mismos supuestos anteriores puede verse que para difracción tendremos mínimos de intensidad en

$$a \operatorname{sen}(\theta) = a \left( \frac{Y_{m'}}{D} \right) = m' \lambda \quad m' = \pm 1, \pm 2, \dots \quad (3)$$

Para las dobles rendijas utilizadas en el laboratorio se tiene  $d > a$  de manera que el efecto de la difracción es *modular* el patrón de interferencia. Incluso se muestra utilizando las ecuaciones (2) y (3) que puede darse una “franja suprimida” cuando un máximo de interferencia se ubica donde se halla un mínimo de interferencia, esto es, cuando se verifica

$$m \left( \frac{a}{d} \right) = m' \quad (4)$$

En la Figura 3 se muestra un ejemplo de tal situación.

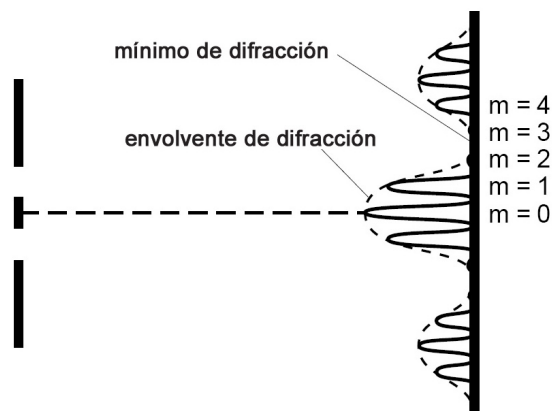


Figura 3: Difracción con interferencia.

### Elementos disponibles

- Fuente de luz láser.
- Doble rendija de  $d=0.08$  mm.

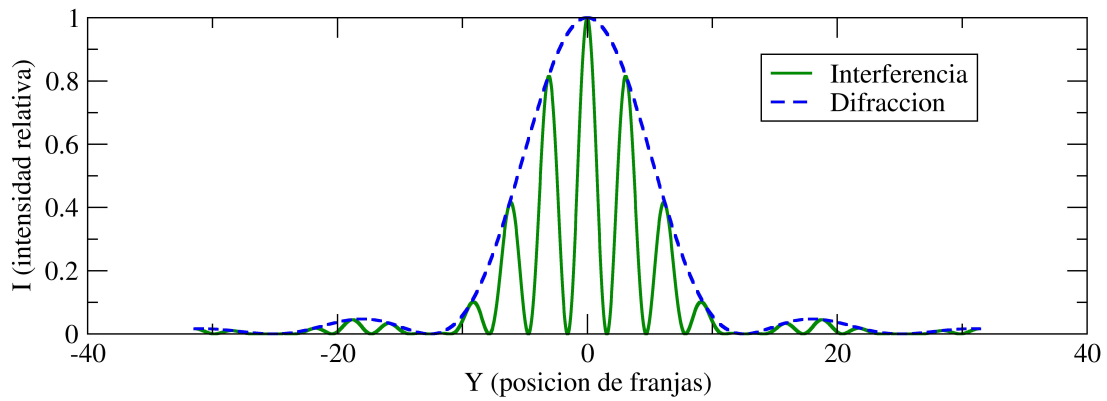


Figura 4: Patrón de difracción e interferencia para una relación  $d/a = 4$ .

- Banco óptico.
- Pantalla.
- Cinta métrica.

### Procedimiento

1. Monte el experimento de acuerdo a la Figura 5 utilizando el láser como fuente lumínica y de tal forma que las distancias empleadas permitan hacer la aproximación de Fraunhofer.
2. Determine la distancia  $D$  desde la doble rendija a la pantalla.
3. Forme el patrón de interferencia alineando el láser con la doble rendija.
4. Apoye un papel sobre la pantalla y marque sobre el mismo la posición de los máximos, tantos como pueda distinguir. Determine la distancia interfranja como el cociente entre la distancia entre los máximos más alejados sobre el número de máximos menos 1.
5. Si hubiera un máximo de interferencia suprimido determine su posición y número  $m$  correspondiente para calcular cual sería el ancho de las aberturas.
6. Determine la longitud de onda  $\lambda$  del láser con su error respectivo.
7. Repita el procedimiento para otra distancia  $D$ .

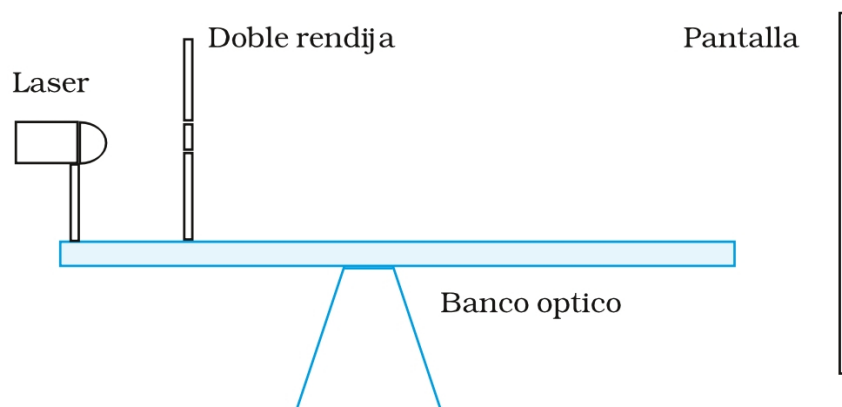


Figura 5: Esquema del montaje experimental para realizar la práctica.

## Cuestionario guía

1. ¿Cómo afecta la precisión con la que se mide  $D$  a la determinación de  $\lambda$  del láser? ¿Es crucial esta determinación?
2. ¿Cómo afecta el ancho de la rendija al patrón de interferencia?
3. ¿Pudo verse el efecto modulante de la difracción?
4. ¿Porqué utilizamos un láser para la experiencia y no una lámpara de incandescencia? (ayuda: investigue sobre la propiedad denominada *ecoherencia*).

## Elementos útiles

- Papel milimetrado
- Cinta adhesiva
- Tijera
- Marcador
- Linterna
- Cámara digital de fotos

## Referencias

- [1] R. Resnick, D. Halliday & J. Walker, *Fundamentals of Physics. 9th Edition*, John Wiley and Sons, 2011.
- [2] Pasco<sup>®</sup> Scientific, *Slit Accessory for the Basic Optics System*, 012-05880D, Pasco.
- [3] Vision Science 203B Aberrations and Physical Optics Lecture Notes, *Interference and Diffraction*, University of California Berkeley, 2011.