

## MAS450/854 Práctica 2: interferencia y difracción

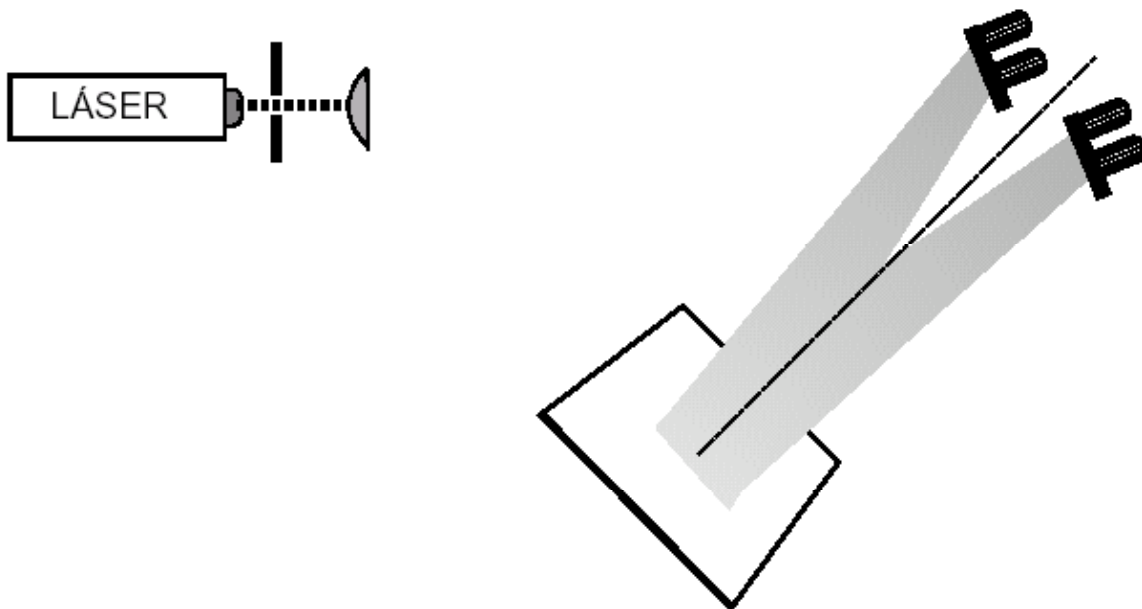
Esta es una práctica muy completa. Trate de no dedicar demasiado tiempo a un solo tema.

### Interferencia de dos haces

En este punto, deberá conseguir que dos haces expandidos (aproximadamente ondas planas) se superpongan en un ángulo pequeño, produciendo franjas de interferencia más finas que las del interferómetro de Michelson. Las franjas serán lo suficientemente gruesas para poder contemplarse con un sencillo microscopio, pero, a su vez, lo suficientemente finas para producir efectos notables de redes de difracción. Para simplificar las cosas, desviará partes de un único rayo láser expandido con la ayuda de dos espejos pequeños que estarán dirigidos de tal forma que superpongan los dos haces pequeños.

Procedimiento:

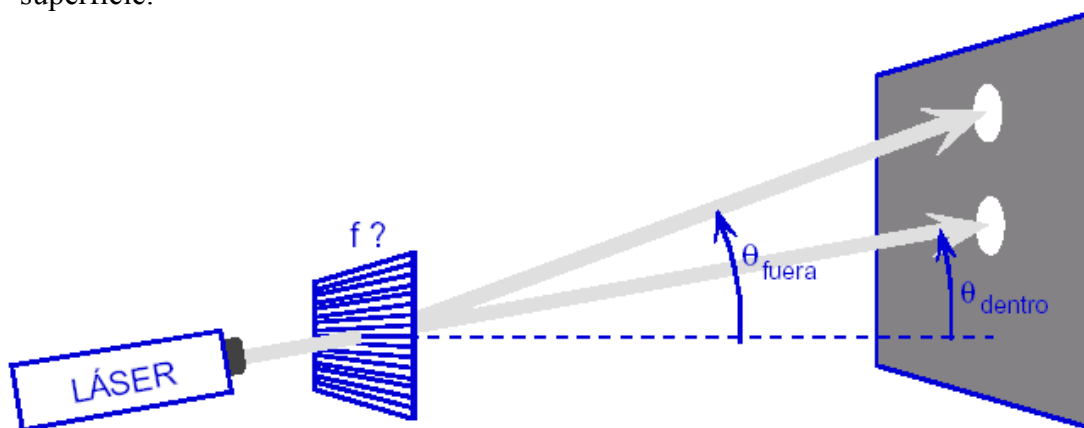
- 1) Calcule el ángulo que existe entre los haces necesarios para producir una frecuencia de redes de 100 ciclos por milímetro. Con la ayuda del ayudante técnico, elabore un sistema óptico capaz de producir este ángulo de exposición.
- 2) Siguiendo las instrucciones del ayudante técnico, fije los componentes ópticos para producir los dos haces. Determine las distancias de los espejos, etc., para establecer correspondencias precisas entre las longitudes de trayectoria en el momento en que se superpongan sus haces sobre el soporte de la placa.



- 3) Monte el soporte de la placa en el lugar en que se cruzan los haces y compruebe que la superposición de éstos es la correcta y que sus intensidades son aproximadamente iguales. La perpendicular a la placa debe biseccionar el ángulo entre los haces.
- 4) Prepare todo para registrar el patrón de franjas de interferencia:
  - a. Sujete el soporte de la placa a la mesa en la orientación y ubicación deseadas.
  - b. Mida la intensidad de luz del láser en el área superpuesta y calcule un tiempo de exposición para una media de exposición de 60 microjulios por centímetro cuadrado ( $600 \text{ ergios/cm}^2$ ; lo que debería proporcionar una “densidad” procesada aproximada de 0,6). Cada equipo de estudiantes debería disparar diferentes exposiciones, encuadrando la exposición central por una raíz cuadrada de dos (“medio *stop*”). Cierre el obturador y compruebe antes su operación con el tubo de presión (*squeeze-bulb*).
  - c. El ayudante técnico le proporcionará una pequeña placa (aproximadamente la mitad de una placa de 4 x 5 pulgadas, o su equivalente en el sistema métrico, 10,16 x 12,7 cm.). Observe cuál es el lado de la emulsión (existen tres tipos de pruebas para hallar el lado de la emulsión), y sitúe la placa en el soporte con la emulsión en posición opuesta al láser. Exponga la placa el tiempo requerido. Revele la placa siguiendo las indicaciones del ayudante técnico.
- 5) Una vez seca la placa, debe examinarla cuidadosamente. Halle el área de franjas. Mida el número de franjas por milímetro (la frecuencia espacial) lo mejor que pueda con un microscopio y un retículo y verifique que el resultado es de aproximadamente 100 ciclos/mm.

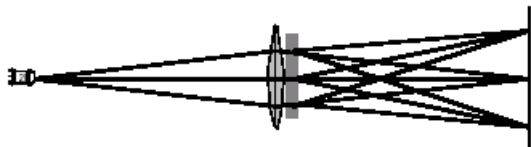
## Difracción y análisis de redes

- 1) Utilizando un nuevo montaje óptico, sitúe la red que ha realizado en la parte anterior de la práctica en el haz sin divergir y proyecte el patrón en una pared u otra superficie.

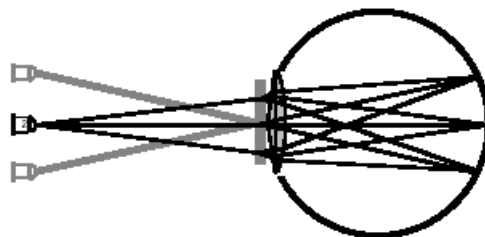


$$m \lambda f = (\text{sen } \theta_{\text{fuera}} - \text{sen } \theta_{\text{dentro}})$$

en la práctica tiene esta apariencia:



para el ojo tiene esta apariencia:



- 2) Confirme que uno de los haces difractados es difractado por el mismo ángulo que usted fijó entre los haces expuestos. Deduzca la frecuencia espacial de la red a partir del ángulo del haz difractado utilizando la ecuación de difracción  $m \lambda f = (\sin \theta_{\text{fuera}} - \sin \theta_{\text{dentro}})$ .
- 3) Compare los esquemas de difracción de diferentes redes expuestas y describa las diferencias. ¿Qué exposición dio como resultado el haz difractado de mayor brillo?
- 4) Gire la red de tal forma que el rayo láser sea 30 grados incidente a la perpendicular de la placa. Mida los ángulos de los haces difractados y confirme que se corresponden con las predicciones de la ecuación de difracción.
- 5) Repita el apartado 1 utilizando el láser verde de He-Ne (*Gre-Ne laser*), que tiene una longitud de onda de **543,4 nm**. Éste es simplemente un láser de helio-neón con espejos reflectantes especiales y una mezcla de gas optimizada para esta nueva y extraña longitud de onda.

## Difracción multi-rendijas

Cuando la luz atraviesa dos rendijas paralelas cercanas, se propaga por cada una de ellas para convertirse en dos ondas cilíndricas. En el punto en el que los haces se superponen, estas ondas interfieren (de forma parecida a ondas planas de diferente inclinación) para producir un suave patrón de interferencia de franjas paralelas de variación sinusoidal. Si una tercera rendija, separada por la misma distancia, se abre, las franjas brillantes se vuelven más nítidas y entre ellas aparecen otras más tenues. A medida que se abren más rendijas, la definición de las franjas brillantes aumenta y los espacios entre éstas se vuelven más oscuros, hasta parece que el haz se divide en sólo unos pocos haces difractados que no superan en anchura al haz original. Dicha distribución de varias rendijas de igual espaciado es lo que generalmente se denomina “red de difracción”. En esta práctica observaremos esta acumulación de comportamiento de redes de difracción proveniente de un número cada vez mayor de rendijas, que se registran en el *Cornell Interference and Diffraction Slitfilm Demonstrator*, que es una placa portaobjetos de vidrio que le proporcionará el ayudante técnico.

Procedimiento:

Hemos examinado la placa de matrícula de California (CAL). En esta parte de la práctica, realizará algunas observaciones cuantitativas de un pequeño grupo de patrones de dicha placa de matrícula.

- 1) Halle la esquina de la placa portaobjetos en la que se encuentran las letras “CAL” y una especie de ala en un círculo de aproximadamente una cuarta de diámetro. Este logotipo debería estar situado en la esquina superior derecha. La segunda columna por la izquierda es, en su mitad inferior, una rendija cuya anchura disminuye continuamente. Alumbre con un láser de He-Ne sin divergir a través de la rendija en una pantalla. Moviendo cuidadosamente la placa portaobjetos de arriba a abajo, observe que la anchura del haz difractado aumenta cuando disminuye la anchura de la rendija. La rendija se encuentra situada en un trozo de película fotográfica situada entre dos cristales, por lo que hay bastantes reflejos internos que no hacen sino aumentar la confusión. ¡Trate de recoger los patrones significativos de esta mezcla confusa!
- 2) La segunda columna por la derecha se compone de una única rendija en la parte superior y por debajo de ésta hay dos, tres, cuatro y diez rendijas idénticas, una al lado de la otra. El espacio entre las rendijas es dos veces la anchura de la rendija en todos los casos.

Siguiendo el mismo sistema que en la primera parte, sitúe las redes de 1, 2, 3, 4 y 10 rendijas delante del láser y observe los cambios en el patrón de difracción. Observe y realice un esbozo de un subconjunto significativo de modelos provocados por estas rendijas. Utilizando sus mediciones, haga una estimación del número de rendijas por milímetro que hay en el *Slitfilm*.

- 3) Confirme sus observaciones mirando a través del *Slitfilm* hacia una fuente puntual (una luz láser o una bombilla de filamento desnudo).

## **Estudios de transmisión y redes de reflexión**


A continuación, examinaremos una variedad de redes de difracción para tratar de estimar sus “frecuencias espaciales” (espaciado entre surcos, líneas por milímetro, etc.), el número y las orientaciones de estructuras de redes múltiples, etc. El sistema será de nuevo como en la parte 2, pero, en ocasiones, los patrones tendrán que reflejarse en una cartulina blanca para ser medidos.

- 1) Coloque los rayos láser a través de alguna de las redes comerciales que puedan encontrarse en el laboratorio (“cristales de espectro”, filtros de cámaras, etc.), y describa las principales características de sus esquemas de difracción. Determine las frecuencias espaciales y las orientaciones de las redes de sus componentes, si es posible.
- 2) A pesar de que los surcos adyacentes de un videodisco y un disco compacto de audio son diferentes en cuanto a detalles (guardan diferentes tipos de datos), son lo suficientemente similares como para producir vívidos efectos de difracción. Refleje el rayo láser de estos discos, mida los ángulos de los haces difractados y determine


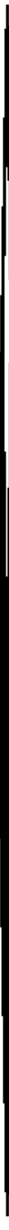
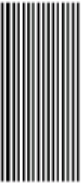



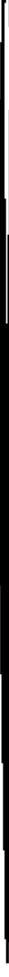
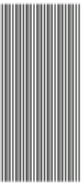



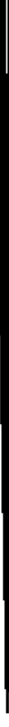










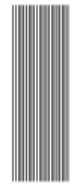

el espaciado entre las pistas (diferencia progresiva de radios) de los discos. Analice las direcciones de la difracción de la luz de los discos.

Las cifras junto a los patrones corresponden a:

- 15 = número de líneas
- 1 = anchura de línea (44  $\mu$  m/unitad)
- 3 = separación de línea (44  $\mu$  m/unitad)



Las cifras debajo de los patrones corresponde a las distancias entre centros de rendijas (en milímetros)

<p>1</p> <p>32</p> <p>-</p>		<p>1</p> <p>2</p> <p>-</p> <p>espaciado variable</p> <p>anchura constante</p>		<p>15</p> <p>1</p> <p>3</p> <p>0,176</p>		<p>1</p> <p>1</p> <p>-</p>		<p>1</p> <p>2</p> <p>-</p>	
<p>1</p> <p>16</p> <p>-</p>		<p>2</p> <p>2</p> <p>6</p> <p>rendijas paralelas</p> <p>anchura variable</p>		<p>30</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>0,088</p>		<p>2</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>0,132</p>		<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>0,176</p>	
<p>1</p> <p>8</p> <p>-</p>		<p>2</p> <p>2</p> <p>12</p> <p>1</p> <p>16</p> <p>rendijas paralelas</p> <p>anchura variable</p>		<p>80</p> <p>1/4</p> <p>1/4</p> <p>0,033</p>		<p>3</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>0,132</p>		<p>2</p> <p>2</p> <p>6</p> <p>0,35</p>	
<p>1</p> <p>4</p> <p>-</p>		<p>rendija sencilla</p> <p>anchura variable</p>		<p>40</p> <p>1/2</p> <p>1</p> <p>0,066</p>		<p>4</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>0,132</p>		<p>2</p> <p>2</p> <p>14</p> <p>0,70</p>	
<p>1</p> <p>2</p> <p>-</p>		<p>1</p> <p>1</p> <p>-</p>		<p>20</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>0,132</p>		<p>10</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>0,132</p>		<p>2</p> <p>2</p> <p>30</p> <p>1,40</p>	