

RED DE DIFRACCIÓN

Los ejercicios con (*) entrañan una dificultad adicional. Son para investigar después de resolver los demás.

Redes de difracción de N rendijas

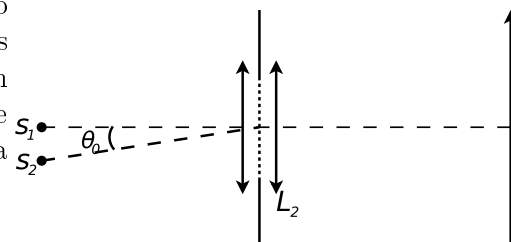
Difracción en N=2 rendijas

1. a) Se tienen dos rendijas iguales, de ancho b , cuya separación entre centros es d , colocadas entre dos lentes delgadas convergentes, ubicadas en forma simétrica respecto del eje óptico del sistema. Una fuente puntual monocromática que emite con λ se encuentra en el foco de la primera lente. Considere la figura de interferencia-difracción de Fraunhofer de la fuente.
 - 1) Calcule la posición de los máximos y mínimos tanto de interferencia como de difracción.
 - 2) Grafique la irradiancia sobre la pantalla, ¿en función de qué variable lo hace? ¿Qué otra variable podría haber usado?
 - 3) Suponiendo que la teoría fuese exacta, ¿qué condiciones deberían cumplirse para que desaparezcan órdenes, y cuáles serían los órdenes desaparecidos?
 - 4) ¿Cuántos órdenes de interferencia hay dentro de la campana principal de difracción?
 - 5) A la luz de estos resultados discuta el interferómetro de Young.
 - 6) Considere que la fuente emite en λ , 2λ y 3λ simultáneamente. Para cada una de dichas longitudes de onda, ¿cuál es la posición de los máximos y mínimos de interferencia y difracción? En particular, ¿cuál es la posición del máximo principal?
- b) Repita lo hecho en (a), si la fuente se encuentra a una altura h del eje óptico.
- c) Idem (b) si el punto medio entre ranuras se encuentra a una altura h' del eje óptico.
2. Se realiza una experiencia de difracción por doble rendija con una fuente que emite en 4000 \AA . La separación entre los puntos medios de las rendijas es de $0,4 \text{ mm}$ y el ancho de cada una de ellas es de $0,04 \text{ mm}$. La pantalla está a 1 m de las rendijas. Luego se cambia la fuente por otra que emite en 6000 \AA . Determine:
 - a) En cuánto varió la interfranja.
 - b) En cuánto varió el número total de franjas de interferencia contenidas en la campana principal de difracción.
 - c) En cuánto varió el ancho angular de la campana principal de difracción.
3. Sobre dos ranuras separadas una distancia de 1 mm incide la superposición de dos ondas planas monocromáticas de longitudes de onda λ_1 y λ_2
 - a) ¿Qué relación debe satisfacer el cociente λ_1/λ_2 para que el tercer orden de interferencia constructiva de λ_1 coincida con el tercer mínimo de λ_2 ?
 - b) ¿Qué ancho deben tener las ranuras para que además esos órdenes coincidan con el primer mínimo de difracción de λ_1 ? ¿Qué irradiancia se registrará en la pantalla en ese punto?

Red con N>2 rendijas

4. Una onda plana monocromática de longitud de onda λ incide normalmente sobre una red de transmisión plana formada por N rendijas de ancho b y período d . Suponiendo que la teoría corresponde a una descripción exacta del fenómeno:
 - a) Analice la distribución de irradiancia sobre la pantalla y gráfiquela.
 - b) Calcule:
 - 1) La posición angular de las líneas espectrales (¿a qué máximos corresponden?), y su irradiancia.
 - 2) El número de mínimos de interferencia entre dos líneas espectrales, por ende, ¿cuántos máximos secundarios hay?

- 3) El ancho angular de las líneas espectrales.
- 4) El máximo orden observable.
- c) Discuta:
 - 1) ¿Qué aproximación hace en los ángulos?
 - 2) La dependencia de los parámetros con el número de rendijas y con la densidad de rendijas.
5. Sobre la red del problema anterior incide la superposición de dos ondas planas monocromáticas de longitudes de onda λ y $\lambda + \Delta\lambda$.
 - a) Calcule la dispersión angular, el poder resolvente, y el máximo del mismo.
 - b) Grafique la irradiancia sobre la pantalla.
 - c) Recalcule el problema anterior para una incidencia distinta de la normal, y discuta si existe alguna ventaja al trabajar de esa manera.
6. Se tiene un dispositivo como el que se muestra en la figura, formado por una red dispuesta entre dos lentes. La red es iluminada por dos fuentes S_1 y S_2 que emiten luz con la misma irradiancia, pero con longitudes de onda λ_1 y λ_2 respectivamente. Se sabe que la red es de rendijas, pero no se conocen su número N , ancho b o período de la red d .



Para poder caracterizarla, se realizan observaciones de la figura de difracción-interferencia producida en el plano de observación. A partir de lo cual se logra determinar que:

- El orden -1 de interferencia correspondiente a λ_2 se encuentra una distancia $a_0 = 0,1$ mm por encima del orden 1 correspondiente a λ_1 .
- El ancho de la campana de difracción correspondiente a λ_1 es $d_0 = 10$ cm.

Realizar lo siguiente con los datos: distancia focal de la lente $L_2 = 3$ m; $\lambda_1 = 4000$ Å y $\lambda_2 = 5000$ Å.

- a) Dar la expresión para la distribución de irradiancia que se observa en la pantalla y justificar por qué la escribe así. Hacer un gráfico muy cualitativo de dicha distribución (que dé una idea básica de lo que se va a observar).
- b) Determinar las posiciones angulares de todos los ceros de interferencia y difracción.
- c) Determinar las posiciones de los órdenes de interferencia.
- d) Encontrar los parámetros de la red b y d .
- e) Ambos órdenes (¡cuidado; se trata de órdenes diferentes!) están suficientemente separados entre sí, según el criterio de Rayleigh. Hallar una cota para N .

Red de difracción de surcos ultrafinos (*diffraction grating*)

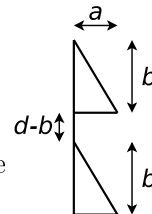
7. **Red por transmisión** Se dispone de dos redes de difracción cuadradas de 2 cm de lado. La densidad de líneas de una es 600 mm^{-1} y la de otra 1200 mm^{-1} . Calcule:
 - a) El poder resolvente de cada red en el primer orden.
 - b) El máximo orden observable con una fuente de 5000 Å. ¿Es importante tener en cuenta el ángulo de incidencia?
 - c) El máximo poder resolvente de cada una.
 - d) Si alguna de ellas resuelve entre $\lambda_1 = 5000$ Å y $\lambda_2 = 5000,07$ Å.
8. (*) **Red por reflexión** Se desea estudiar la estructura de una banda en la proximidad de 4300 Å, utilizando una red plana de reflexión de 10 cm y una densidad de líneas de 1200 mm^{-1} . Hallar:
 - a) El máximo orden observable.

- b) El mínimo ángulo de incidencia para el cual se observa.
- c) El mínimo intervalo de longitudes de onda resueltas.
- d) El orden intensificado. ¿Es ventajoso? Justifique su respuesta.

Red con patrón (*blazed grating*)

9. (*)

- a) Escriba la función transmisión para una red de rendijas de ancho b y período d .
- b) Ídem (a para una red formada por prismas delgados de alto b y base a , con índice de refracción n , y separados por tramos obstruidos de alto $d - b$ (ver figura).

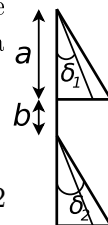


10. (*) Una red de fase por reflexión tiene una densidad de facetas de 4800 cm^{-1} y ha sido construida para intensificar el primer orden, en $\lambda = 0,6 \mu\text{m}$.

- a) Hallar el ángulo que forman las caras facetadas con el plano de la red.
- b) Suponiendo incidencia normal, calcular la dispersión angular para esa λ .
- c) Si se ilumina la red con $\lambda = 0,48 \mu\text{m}$, ¿qué órdenes se verían?

11. (*) Se tiene una red de difracción de N períodos con una distribución de pares de prismas delgados de índices n_1 , y n_2 y ángulos δ_1 y δ_2 , respectivamente, como muestra la figura. Se la ilumina en forma normal. Suponiendo que la teoría fuese exacta:

- a) Halle la irradiancia en la pantalla como función del ángulo θ .
- b) Elija parámetros de la red (n_1 , n_2 , δ_1 , δ_2 , a , b , N), para los cuales se intensifique el orden -2 en el que se busca resolver las longitudes de onda de 5000 \AA y 5001 \AA .



12. (*) Una red de transmisión de ancho 2 cm está formada por 50 prismas delgados. Sabiendo que intensifica el segundo orden de interferencia, para $\lambda = 5000 \text{ \AA}$ calcule:

- a) El ángulo del *blaze*.
- b) La posición angular del orden intensificado y de la imagen geométrica.
- c) Discuta, en este caso, qué sucede con los otros órdenes de interferencia para la longitud de onda λ dada.
- d) Calcule el poder resolvente para el segundo orden.