

## DIFRACCIÓN

1. Considere un frente de onda plano que incide normalmente sobre una abertura de longitud característica  $a$ . Hallar el patrón de intensidades que se encuentra sobre una pantalla a distancia  $D$  de la abertura cuando se tiene difracción de campo lejano de Fraunhofer ( $a^2 \ll D\lambda$ ), en los siguientes casos:
  - a) La abertura es rectangular de lados  $a$  y  $b$ .
  - b) La abertura es circular de radio  $a$ .
2. Sean dos fuentes puntuales incoherentes colocadas en el plano focal objeto de una lente convergente; ambas emiten la misma  $\lambda$ . A la derecha de la lente hay una ranura de ancho  $b$ , y luego una segunda lente. Se observa la figura de difracción de Fraunhofer de las fuentes.
  - a) Calcule la mínima separación angular entre las fuentes, y la correspondiente mínima separación lineal, para que las imágenes estén justamente resueltas según el criterio de Rayleigh. Discuta los casos en que ambas fuentes emiten con la misma intensidad, y en que no.
  - b) Repita el cálculo efectuado en (a) si la rendija se reemplaza por una abertura circular de diámetro  $d$ .
3. Suponga al ojo humano limitado por difracción, y calcule el mínimo ángulo que resuelve para un diámetro de pupila de 2mm y un índice de refracción del humor vítreo de  $n = 1,3$ . Si dos puntos (de emisión incoherente entre sí) se hallan a la distancia visión óptima (25cm), ¿cuál es la mínima distancia entre ellos para que estén justamente resueltos bajo el criterio de Rayleigh?
4. a) Considere la figura de difracción de Fraunhofer producida por una rendija de ancho  $b$  ubicada entre dos lentes convergentes y centrada en el eje óptico del sistema. La fuente puntual de longitud de onda  $\lambda$  se coloca en el foco de la primera lente. a)
  - 1) ¿Dónde se coloca la pantalla de observación?
  - 2) Calcule la posición de los máximos y de los mínimos de intensidad, el ancho angular de la campana principal de difracción y de los máximos secundarios.
  - 3) Calcule la relación de intensidades entre el máximo principal y el primer máximo secundario.
  - 4) Grafique la intensidad sobre la pantalla, ¿en función de qué variables lo hace?; ¿podría haber elegido otras?, ¿cuáles?
  - 5) Discuta cómo se modifican los parámetros de la figura de difracción si se cambia: 1) el ancho de la ranura, 2) la longitud de onda, 3) si se coloca una fuente policromática.
5. Idem Problema 4 si la fuente se encuentra en el plano focal de la primera lente, a una altura  $h$  del eje óptico.
6. Idem Problema 5, si la ranura se centra a una altura  $h'$  del eje óptico.
7. La distancia entre el primer y el quinto mínimos de un patrón de difracción producido por una sola rendija es de  $0,35mm$ . La pantalla sobre la cual se despliega el patrón está a 40cm de la abertura y la longitud de onda es de  $550nm$ . ¿Cuál es el ancho de la rendija?
8. Una rendija se ilumina con luz cuyas longitudes de onda  $\lambda_1$  y  $\lambda_2$  se escogen de tal manera que el primer mínimo de difracción de  $\lambda_1$  coincida con el segundo mínimo de  $\lambda_2$ . a) ¿Qué relación existe entre las dos longitudes de onda? b) ¿Coinciden algunos otros mínimos en los dos patrones de difracción?

## Doble rendija

9. 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  $\lambda$  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 intensidad 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  $\lambda$ ,  $2\lambda$  y  $3\lambda$  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.
10. Se realiza una experiencia de difracción por doble rendija con una fuente que emite en  $4000 \text{ \AA}$ . 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  $1 \text{ m}$  de las rendijas. Luego se cambia la fuente por otra que emite en  $6000 \text{ \AA}$ . 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.
11. Sobre dos ranuras separadas una distancia de  $1 \text{ mm}$  incide la superposición de dos ondas planas monocromáticas de longitudes de onda  $\lambda_1$  y  $\lambda_2$
- a) ¿Qué relación debe satisfacer el cociente  $\lambda_1/\lambda_2$  para que el tercer orden de interferencia constructiva de  $\lambda_1$  coincida con el tercer mínimo de  $\lambda_2$ ?
  - b) ¿Qué ancho deben tener las ranuras para que además esos órdenes coincidan con el primer mínimo de difracción de  $\lambda_1$ ? ¿Qué intensidad se registrará en la pantalla en ese punto?

## Redes de difracción

12. Una onda plana monocromática de longitud de onda  $\lambda$  incide normalmente sobre una red de transmisión plana formada por  $N$  rendijas de ancho  $b$  y período  $d$  ( $b \ll d$ ). Suponiendo que la teoría corresponde a una descripción exacta del fenómeno:
- a) Analice la distribución de intensidad sobre la pantalla y grafíquela.
  - b) Calcule la posición angular de las líneas espectrales (¿a qué máximos corresponden?), y su intensidad.
  - c) Calcule el número de mínimos de interferencia entre dos líneas espectrales, por ende, ¿cuántos máximos secundarios hay?
  - d) Calcule el ancho angular de las líneas espectrales.
  - e) Calcule el máximo orden observable.
  - f) 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.

13. Sobre la red del problema anterior incide la superposición de dos ondas planas monocromáticas de longitudes de onda  $\lambda$  y  $\lambda + \Delta\lambda$ , calcule:
- La dispersión angular.
  - El poder resolvente.
  - El máximo poder resolvente.
  - Grafique la intensidad sobre la pantalla.
  - Recalcule el problema anterior para una incidencia distinta de la normal, y discuta si existe alguna ventaja al trabajar de esa manera.
14. Se dispone de dos redes de difracción cuadradas de 2 cm de lado; una tiene 600 líneas/mm y la otra 1200 líneas/mm. Calcule:
- El poder resolvente de cada red en el primer orden.
  - Si la fuente emite en  $5000 \text{ \AA}$ , el máximo orden observable. ¿Es importante tener en cuenta el ángulo de incidencia?
  - El máximo poder resolvente de cada una.
  - Si alguna de ellas resuelve las siguientes longitudes de onda:  $\lambda_1 = 5000 \text{ \AA}$  y  $\lambda_2 = 5000,07 \text{ \AA}$ .