Facultad de Matemática, Astronomía y Física

Universidad Nacional de Córdoba

Física General IV: Óptica

Guía N°7: Difracción

Problema 1: Una fuente puntual S está a una distancia perpendicular L, del centro de un agujero circular de radio R en una pantalla opaca. Si la distancia a la periferia es $(L + l)$, mostrar que la difracción de Fraunhofer ocurrirá en una pantalla muy distante si $\lambda\, L >> R^2/2$.
¿Cuál es el valor satisfactorio más pequeño de L si el agujero tiene un radio de $1\,\mathrm{mm}$, $l \leq \lambda/10$ y $\lambda = 500\,\mathrm{nm}$?

Problema 2: Examinar el arreglo experimental usual de la difracción de Fraunhofer, en orden de determinar que sucede en el espacio imagen de las lentes; esto es, localizar la pupila de salida y relacionarla con el proceso de difracción.

Problema 3: Utilizando el hecho que el campo total para N osciladores coherentes viene dado por la suma de N vectores de igual módulo (E_0), tales que cada uno forma con el inmediato anterior un ángulo de δ; deducir, mediante una construcción geométrica, la expresión para la irradiancia total de los N osciladores coherentes:

$$I = I_0\, \frac{\mathrm{sen}^2(N\delta/2)}{\mathrm{sen}^2(\delta/2)}$$

Problema 4: El radiotelescopio de la Universidad de Sidney (diseñado por W. N. Christiansen y construído en Australia en 1951) consta de $N = 32$ antenas parabólicas, cada una de ellas con un diámetro de $2\,\mathrm{m}$, diseñadas para funcionar en fase en la línea de emisión del Hidrógeno: $\lambda = 21\,\mathrm{cm}$, y separadas entre sí por una distancia $d = 7\,\mathrm{m}$. Las antenas están distribuidas a lo largo de una línea base este-oeste de manera tal de utilizar la rotación de la tierra como mecanismo de barrido.
Calcular la separación angular entre lóbulos sucesivos o máximos principales y el ancho del máximo central de la irradiancia de este radiotelescopio.

Problema 5: La distancia angular entre el centro y el primer mínimo de un patrón de difracción de Fraunhofer por una rendija se denomina *abertura angular media*.
a) Escribir una expresión general para la *abertura angular media*.
b) Calcular el *ancho lineal medio* correspondiente a la difracción de Fraunhofer de una rendija, cuando no hay lente de enfoque presente y la distancia a la pantalla de observación es L.

c) Calcular el *ancho lineal medio* para el caso en que una lente de distancia focal f_2 está muy cerca de la abertura.

Notar que el ancho lineal medio es también la distancia entre mínimos sucesivos.

Problema 6: Mostrar que para el patrón de Fraunhofer de dos rendijas, si $a = m\,b$, el número de franjas brillantes (o partes de ellas), dentro del máximo central de difracción, será igual a $2\,m$.

Problema 7: ¿Cuál es la irradiancia relativa de los máximos subsidiarios en el patrón de difracción de Fraunhofer de tres rendijas?

Trazar una gráfica de la distribución de la irradiancia, cuando $a = 2\,b$, para el caso de dos y luego para el caso de tres rendijas.

Problema 8: A partir de consideraciones de simetría, realizar un esquema aproximado de los patrones de difracción de Fraunhofer correspondientes a una abertura triangular equilátera ($\triangle$) y a una abertura en forma de signo mas ($+$).

Problema 9:

En la figura se muestran varias configuraciones de aberturas. Realizar diagramas aproximados de los patrones de difracción de Fraunhofer correspondientes a cada una de ellas.

Notar que las regiones circulares deben generar sistemas de anillos similares a los de Airy, centrados en el origen.

Problema 10: El pintor neoimpresionista Georges Seurat fue un miembro de la escuela puntillista. Sus pinturas consisten de un enorme número de pequeños puntos muy próximos ($\approx 1/10$ pulgada) de pigmento puro. La ilusión de mezcla de colores se produce sólo en el ojo del observador. ¿Qué tan lejos debe uno pararse frente a tales pinturas a fin de lograr la mezcla de los colores?

Problema 11: Demostrar que la ecuación:

$$a\,(\operatorname{sen}\theta_m - \operatorname{sen}\theta_i) = m\,\lambda$$

cuando se aplica a una red de transmisión es independiente del índice de refracción.

Problema 12: ¿Cuál debe ser el número total de líneas de una red para justo separar el doblete del Sodio en el tercer orden? (Doblete del Sodio: $\lambda_1 = 5895.9\,\text{Å}$ y $\lambda_2 = 5890.0\,\text{Å}$).

Problema 13: Suponer que se mira a través de un pedazo de tela, con tejido cuadrado, una fuente puntual ($\lambda_0 = 600\,\text{nm}$) colocada a $20\,\text{m}$ de distancia. Si se observa un arreglo cuadrangular de puntos brillantes ubicados alrededor de la fuente puntual, cada uno separado por una distancia aparente de $12\,\text{cm}$ de su vecino más cercano, qué tan juntos están los hilos de la tela?