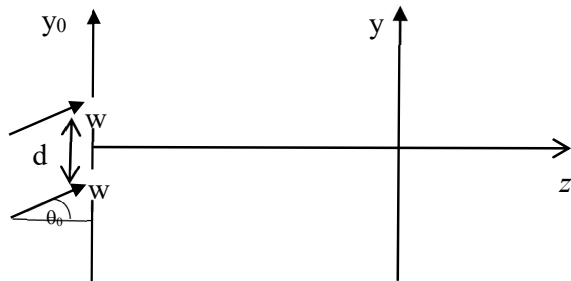


Trabajo Práctico N° 5
Teoría Escalar de la Difracción

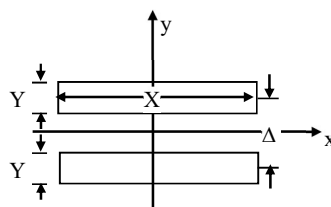
- 1- Imagina que estás mirando a través de un trozo de tela cuadrada tejida hacia una fuente puntual ($\lambda_0 = 600 \text{ nm}$) a 20 m de distancia. Si ves un arreglo cuadrado de puntos brillantes alrededor de la fuente puntual, cada uno separado por una distancia aparente de 12 cm entre vecinos más cercanos, ¿qué tan juntas están las hebras de la tela?
- 2- La luz blanca incide perpendicularmente sobre una red de transmisión que contiene 1000 líneas por centímetro. Considerando Difracción de Fraunhofer ¿A qué ángulo aparecerá la luz roja ($\lambda_0 = 650 \text{ nm}$) en el espectro de primer orden?
- 3- Luz blanca incide perpendicularmente sobre una red de difracción cuyas rendijas están separadas en 3250 nm.
 - a) ¿Por qué el máximo central siempre es blanco y los demás son coloreados? b) A medida que nos alejamos del máximo central, ¿de qué color es el máximo de primer orden que se observa? c) ¿Cuál es el mayor orden visible para el rojo con esta red (tomando $\lambda_r = 650 \text{ nm}$) y para el violeta ($\lambda_v = 420 \text{ nm}$)?
- 4- Considere un haz monocromático de longitud de onda λ que incide sobre un plano $x_0 y_0$ donde yace una rendija rectangular estrecha muy larga de ancho $w = 5\lambda$:
 - a) Expresé matemáticamente la función que representa la amplitud de transmitancia de la apertura. Establezca la condición requerida para la distancia z al plano de observación de modo que se cumpla la aproximación de Fraunhofer.
 - b) Calcule y grafique el patrón de intensidad en un plano xy ubicado a una distancia z que cumpla con la condición de Fraunhofer.
 - c) Calcule la posición angular del primer mínimo y el ancho Δx del lóbulo principal como función de la distancia z del plano de observación.
 - d) Suponga que ahora ilumina la rendija con una onda plana que forma un ángulo θ_0 con la normal al plano $x_0 y_0$. Calcule y grafique la distribución de intensidad en el plano xy .
 - e) Suponga que el ancho w de la rendija se incrementa a $2w$. Explique qué sucede con la distribución de intensidad a lo largo del eje y' y grafique.
- 5- Un haz colimado de microondas incide en una pantalla metálica que contiene una rendija larga horizontal de 20 cm de ancho. Un detector que se mueve paralelamente a la pantalla en la región del campo lejano halla el primer mínimo de intensidad a un ángulo de $36,87^\circ$ encima del eje central. Determine la longitud de onda de la radiación.



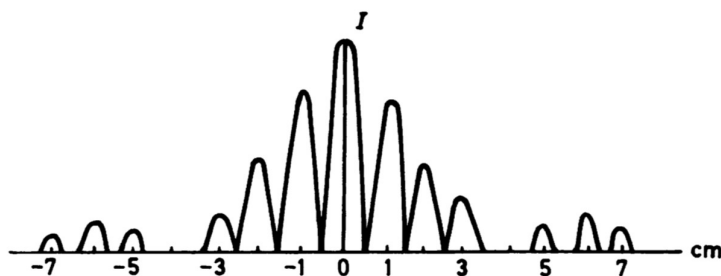
6- Sea la doble rendija que se muestra en la figura, con $X = 0,5 \text{ mm}$, $Y = 0,2 \text{ mm}$ y $\Delta = 7 \text{ mm}$, que se ilumina con una onda plana de amplitud unitaria y $\lambda = 500 \text{ nm}$ que incide normal al plano de la apertura.

- Exprese matemáticamente la función que representa la amplitud de transmitancia.
- Calcule la distribución de intensidad del patrón de difracción de campo lejano.
- Represente gráficamente la distribución de intensidad.

Suponga $z = 10^3 \text{ m}$.



7- Una onda plana proveniente de un láser de 600 nm incide en una doble rendija. Luego de atravesarla, la luz alcanza una pantalla ubicada a 100 cm de la misma. La distribución de intensidad del patrón de difracción que se observa en la pantalla se muestra en la figura. Estime, a partir del gráfico, el ancho de cada rendija y la separación entre las mismas.

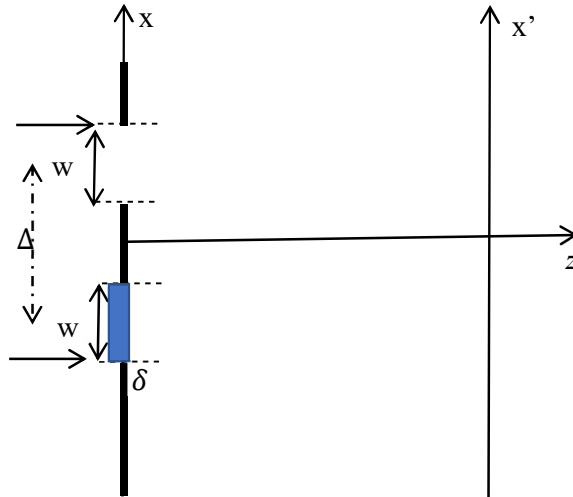


8- Una onda plana coherente de longitud de onda λ incide normalmente en una pantalla que contiene dos rendijas “infinitamente” largas de ancho w separadas una distancia Δ . Una de las rendijas se cubre con una lámina delgada de vidrio de espesor δ e índice de refracción n .

Datos: $\lambda = 500 \text{ nm}$ $w = 0.2 \text{ mm}$ $\Delta = 7 \text{ mm}$ $n = 1.55$

- Exprese matemáticamente la función que representa la amplitud de transmitancia $t(x)$ de la apertura.
- Encuentre la distribución de intensidad como función de x' , en un plano ubicado a una distancia z que cumple con la condición de Fraunhofer.

- c) Sea I_0 la intensidad en $x'=0$ (punto central) cuando $\delta = 0$.
Escriba $I(x'=0)$ como función de δ .
- d) Encuentre los valores del espesor δ para los cuales $I(x'=0)$ es mínima.
- e) Realice un bosquejo de la distribución de intensidad resultante a lo largo del eje x' .



9- Un ejemplo elemental e importante de

difracción ocurre cuando una onda plana monocromática de luz incide sobre una red de amplitud sinusoidal. La red tiene una amplitud de transmitancia que puede expresarse como:

$$t(x, y) = \left[\frac{1}{2} + \frac{m}{2} \cos(2\pi f_0 x) \right]$$

Donde f_0 es el recíproco del período de las franjas de la red (o sea la frecuencia espacial de la red) y

$0 < m \leq 1$ es la modulación.

- a) Si tuviera que construir experimentalmente esta red ¿Cómo lo haría? ¿Cómo modificaría la frecuencia espacial de la red? Esquematice $t(x, y)$ (para ello, suponga $f_0 = 10$ líneas/mm).
- b) Una onda plana monocromática viaja en la dirección z e incide sobre esta red. Muestre que la amplitud compleja de la luz que abandona la red (justo detrás de la red) puede expresarse como la suma de tres ondas planas. ¿Cuál es la dirección de cada una de estas ondas respecto del eje z ? ¿Qué sucede si aumenta la frecuencia espacial de la red f_0 ?
- c) Calcule la difracción de campo lejano y esquematice. Suponga luz monocromática de 633 nm (láser de He-Ne).

10- Suponga que ilumina una transparencia con amplitud de transmitancia:

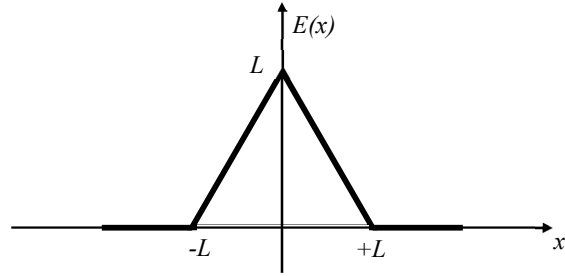
$$t(x, y) = \left[\frac{1}{2} + \frac{m}{2} \cos(2\pi f_0 x) \right] \text{rect}\left(\frac{x}{a}\right) \text{rect}\left(\frac{y}{b}\right), \text{ donde las funciones rectángulo dan cuenta del}$$

tamaño finito de la red. Encuentre el patrón de difracción de campo lejano y esquematice.

Suponga $a=b=10\text{mm}$ y luz monocromática de 633 nm

- 11- Considera una ranura angosta y larga en la dirección y que se cubre con una máscara de amplitud de tal forma que el campo se hace decrecer linealmente desde el centro como se

muestra en la figura. Calcule el campo de Fraunhofer difractado para luz monocromática incidente normalmente.

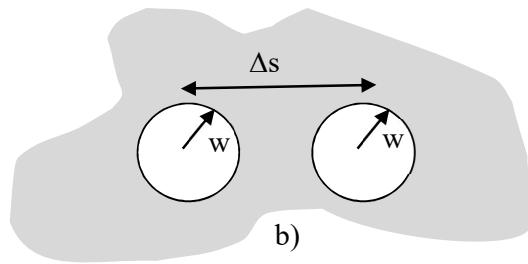
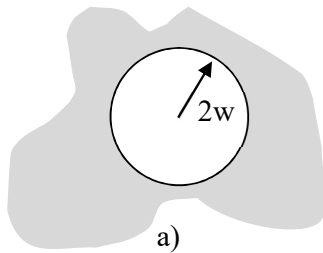


- 12- Considere la función de amplitud de transmitancia dada por:

$$t(x, y) = \left\{ \left[\text{rect}\left(\frac{x}{X}\right) \text{rect}\left(\frac{y}{Y}\right) \right] \otimes \left[\frac{1}{\Delta} \text{comb}\left(\frac{y}{\Delta}\right) \delta(x) \right] \right\} \text{rect}\left(\frac{y}{N\Delta}\right)$$

Donde N es un impar entero y $\Delta > Y$

- Esquematice la apertura
 - Encuentre una expresión para la distribución de intensidad para difracción de Fraunhofer, suponiendo la apertura iluminada por una onda plana de incidencia normal.
- 13- Suponga que las aperturas de la figura son iluminadas con una onda plana de amplitud unitaria. Derive las expresiones analíticas para el campo de Fraunhofer y los patrones de intensidad correspondientes. Grafique el resultado (elija distancias de propagación adecuadas). Suponga: $\lambda = 633 \text{ nm}$; $w = 1 \text{ mm}$; $\Delta s = 4 \text{ mm}$.



11. ¿A qué distancia deben estar entre sí dos objetos en la luna para que puedan estar resueltos por el ojo sin la ayuda de ningún instrumento? Considerar el diámetro de la pupila del ojo 5mm, la longitud de onda de la luz de 600nm y la distancia a la luna de 380000 km.

b) ¿A qué distancia deben estar los objetos en la luna para que puedan ser resueltos por un telescopio que tiene un espejo de 5 m de diámetro?