

14.1

Luz de 520 nm de longitud de onda pasa por una ranura y va a incidir sobre una pantalla ubicada a 2,40 m. Determinar el ancho del máximo central de difracción si el ancho de la ranura es: a) 1,20 mm; b) 0,400mm; c) 0,100mm.

Datos:

$$D = 2,4 \text{ m}$$

$$\lambda = 520 \text{ nm}$$

Incógnita:

$$a) \quad d_1 = 1,2 \text{ mm}$$

$$b) \quad d_2 = 0,4 \text{ mm}$$

$$c) \quad d_3 = 0,1 \text{ mm}$$

$$\text{sen} \theta_1 = (m) \lambda / d_1 ;$$

$$a) \quad d_1 = 1,2 \text{ mm};$$

$$\text{si } m = 1 \Rightarrow \theta = 24,83 \cdot 10^{-3} \quad , \quad \text{tg } \theta = \frac{y}{D} \Rightarrow y = 1,04 \text{ mm}$$

$$\text{ancho} = 2y = 2,08 \text{ mm}$$

$$\text{sen} \theta_2 = (m) \frac{\lambda}{d_2} ;$$

$$b) \quad d_2 = 0,4 \text{ mm};$$

$$\text{si } m = 1 \Rightarrow \theta = 74,48 \cdot 10^{-3} \quad , \quad \text{tg } \theta = \frac{y}{D} \Rightarrow y = 3,12 \text{ mm}$$

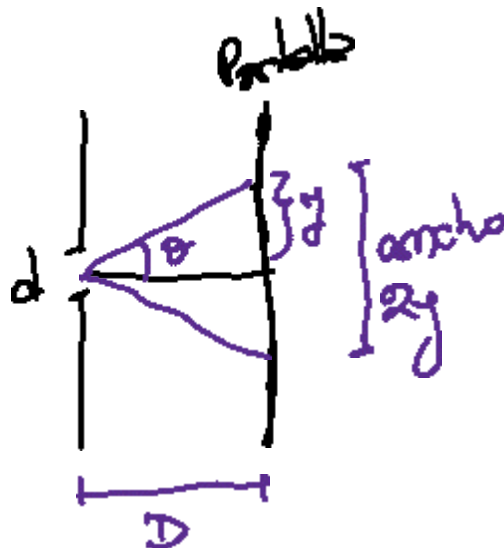
$$\text{ancho} = 2y = 6,24 \text{ mm}$$

$$\text{sen} \theta_3 = (m) \frac{\lambda}{d_3} ;$$

$$c) \quad d_3 = 0,1 \text{ mm};$$

$$\text{si } m = 1 \Rightarrow \theta = 297 \cdot 10^{-3} \quad , \quad \text{tg } \theta = \frac{y}{D} \Rightarrow y = 12,48 \text{ mm}$$

$$\text{ancho} = 2y = 24,96 \text{ mm}$$



14.3- Se hace pasar luz láser de 632 nm a través de una ranura angosta y se observa, a 6,00m de distancia, el patrón de difracción en una pantalla. Se encuentra que la distancia entre los centros de los primeros mínimos es de 32,0 mm en la pantalla. a) ¿Cuál es el ancho de la ranura en micrómetro? b) si sólo se cambia de luz monocromática, se aleja la pantalla a 8,00m y se desea que la distancia entre primeros mínimos sea la misma que antes ¿cuál es la longitud de onda de esta otra luz?

a) Si la distancia entre mínimos es 32,0 mm, la distancia del centro a uno de esos primeros mínimos ($m=1$) es 16,0 mm y como la distancia a la pantalla es de 6,00 m, $\sin(\theta) = 0,016\text{m} / 6\text{m} = 0,002666$.
 $\sin(\theta) = \lambda / a = 0,632\mu\text{m} / a$; de donde $a = 0,632\mu\text{m} / \sin(\theta) = 0,632\mu\text{m} / 0,002666 = 237\mu\text{m}$

b) Si se corre la pantalla a 8m y se espera tener la misma distancia entre los primeros mínimos, entonces $\sin(\theta) = 0,016\text{m} / 8\text{m} = 0,002$ de donde $\lambda = \sin(\theta) \cdot a = 0,002 \cdot 237\mu\text{m} = 474\text{ nm}$

14.5- Se forma una configuración de difracción al pasar rayos paralelos de luz de 500 nm a través de una ranura de 0,180 mm de ancho. Diga cuál es la diferencia de fase entre ondas provenientes de las partes superior e inferior de la ranura: a) en el centro del máximo central; b) en el segundo mínimo a partir del máximo central.

Al analizar la intensidad en el patrón de una sola ranura se obtiene que por la diferencia de trayecto entre los rayos procedentes del extremo superior y del extremo inferior de la ranura la diferencia de fase entre ellos será:

$$\beta = 2 \pi / \lambda a \sin(\theta)$$

También sabemos que para los mínimos $\sin(\theta) = m \lambda / a$ con $m = \pm 1, 2, 3, \dots$

a) la distancia desde los extremos superior e inferior de la ranura al centro del máximo central es la misma por lo que al tener el mismo camino óptico ambos rayos llegan en fase. $\beta_0 = 0$. O también como $\theta = 0$; $\beta_0 = 2 \pi / \lambda a \sin(0) = 0^\circ$

b) la diferencia de fase entre ondas provenientes de las partes superior e inferior de la ranura en el segundo mínimo a partir del máximo central; o sea, $m=2$ es:

$$\beta_2 = 2 \pi / \lambda a \sin(\theta) = 2 \pi / \lambda a \cdot m \lambda / a = 2 \pi / \lambda a \cdot 2 \lambda / a = 2 \pi \cdot 2 = 4 \pi$$

EJERCICIO 14-7

La separación entre ranuras es : $d = \frac{0,01}{2.500} = 4 \cdot 10^{-6} m$

De la expresión $d \sin \theta = m \lambda \Rightarrow \theta = \arcsen\left(\frac{m \lambda}{d}\right)$

a) Para $m=1$ $\Delta \theta_1 = \arcsen\left(\frac{656 \cdot 10^{-9} m}{4 \cdot 10^{-6} m}\right) - \arcsen\left(\frac{410 \cdot 10^{-9} m}{4 \cdot 10^{-6} m}\right) = 3,56^\circ$

b) Para $m=2$ $\Delta \theta_2 = \arcsen\left(\frac{2 \cdot 656 \cdot 10^{-9} m}{4 \cdot 10^{-6} m}\right) - \arcsen\left(\frac{2 \cdot 410 \cdot 10^{-9} m}{4 \cdot 10^{-6} m}\right) = 7,32^\circ$

EJERCICIO 14-9

a) $d = \frac{1}{600 \text{ ranuras / mm}} = 1,67 \cdot 10^{-6} m$

$$d \sin \theta = m \lambda = 1 \cdot \lambda \rightarrow \sin \theta_{400nm} = \frac{400 \cdot 10^{-9} m}{1,67 \cdot 10^{-6} m} = 0.24 \Rightarrow \theta_{400nm} = 13,9^\circ$$

$$\sin \theta_{700nm} = \frac{700 \cdot 10^{-9} m}{1,67 \cdot 10^{-6} m} = 0.42 \Rightarrow \theta_{700nm} = 24,8^\circ$$

$$\Delta \theta = 24,8^\circ - 13,9^\circ = 10,9^\circ$$

b) $d \sin \theta = m \lambda$; $\frac{1}{N} \sin \theta = 1 \lambda$; $\sin \theta \cong \theta$ (θ pequeño) ; $\theta \cong N \lambda$

$$\Delta \theta \cong N \Delta \lambda \Rightarrow N \cong \frac{\Delta \theta}{\Delta \lambda} = \frac{5,16^\circ \cdot \frac{\pi}{180^\circ}}{(700 - 400) \cdot 10^{-9} m} = 300.197 \text{ ranuras / m} \cong 300 \frac{\text{ranuras}}{\text{mm}}$$

14.11

Una longitud de onda en el espectro de emisión del hidrógeno es de 656,45 nm; para el deuterio, la longitud de onda correspondiente es 656,27 nm. ¿Cuál es el mínimo número de ranuras que se requieren para resolver estas dos longitudes de onda en el segundo orden?

Datos:

$$\lambda_1 = 656,45 \text{ nm}$$

$$\lambda_2 = 656,27 \text{ nm}$$

Incógnita:

$$N$$

$$\Delta\lambda = \frac{\lambda}{m \cdot N} \quad \Rightarrow \quad N = \frac{\lambda}{m \cdot \Delta\lambda} = \frac{656,45 \cdot 10^{-9} \text{ m}}{2 \cdot 0,18 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 1823,47$$

$$N_{\min} \cong 1824$$