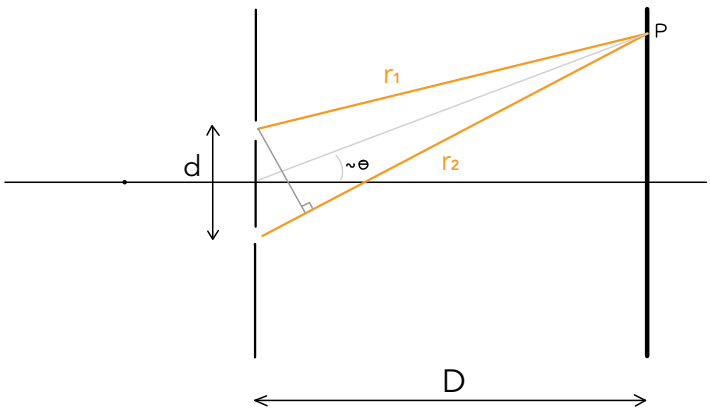
Ejercicio 3: Interferencia (2.5 pts) En un experimento de dos rendijas están separadas una distancia $d = 0.15mm$ y la luz incidente incluye dos longitudes de onda $\lambda_1 = 540nm$ (verde) y $\lambda_2 = 450nm$ (azul). Las configuraciones de interferencia se observan en una pantalla que se encuentra a una distancia $D = 1.4m$ las ranuras. Calcule la distancia mínima desde el centro de la pantalla a un punto donde una franja brillante de luz verde coincide con una franja brillante de luz azul.



Intensidad observada sobre la pantalla

$$I = \frac{1}{2}|\bar{E}_{01}|^2 + \frac{1}{2}|\bar{E}_{02}|^2 + |\bar{E}_{01}|\cdot|\bar{E}_{02}|\underbrace{\cos(\Delta\varphi(y_P))}$$

La diferencia de fase entre los rayos r1 y r2 que llegan a un punto P de la pantalla, produce interferencia constructiva o destructiva.

Diferencia de fase $\Delta\varphi = k(r_1 - r_2)$

$$\sim \frac{2\pi}{\lambda}\frac{y_P d}{D}$$

Condición de interferencia constructiva $\cos(\Delta\varphi) = 1$

$$\Delta\varphi = 2m\pi \qquad m \in \mathbb{Z}$$

$$\frac{\cancel{2\pi}}{\lambda}\frac{y_P^{max} d}{D} = \cancel{2}m\cancel{\pi}$$

$$\boxed{y_P^{max} = \frac{D}{d}\lambda m}$$

Cada longitud de onda mostrará máximos de interferencia en distintos puntos de la pantalla

Buscamos una posición donde tanto la onda verde como la anda azul tengan un máximo

$$y_{verde}^{max} = y_{azul}^{max}$$

$$\frac{\cancel{D}}{\cancel{d}}\lambda_{verde} m = \frac{\cancel{D}}{\cancel{d}}\lambda_{azul} m'$$

$$m = \frac{450}{540} m'$$

$$m = \frac{5}{6} m'$$

$\Rightarrow$ Para que m me de un número entero, el m' más chico que puedo tomar es m'=6 (y entonces m=5)

Buscamos el valor de y que se obtiene tomando m= 5 (o equivalentemente m'=6)

Máximo con m=5 para verde

$$y_v^{max} = \frac{D}{d}\lambda_{verde}\, 5 = \frac{1{,}4m}{0{,}15\ 10^{-3}m}\ 540\ 10^{-9}\ 5 = 2{,}52\ cm$$

Máximo con m'=6 para azul

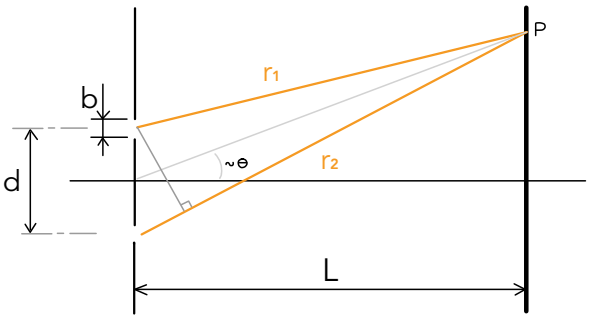
$$y_a^{max} = \frac{D}{d}\lambda_{azul}\, 6 = \frac{1{,}4m}{0{,}15\ 10^{-3}m}\ 450\ 10^{-9}m\ 6 = 2{,}52\ cm$$

$$\Delta y = 2{,}52\ cm - 0\ cm = 2{,}52\ cm$$

Ejercicio 4: Difracción (2 pts)

Se realiza una experiencia de difracción de dos rendijas de ancho $b = 0.04mm$, separadas una distancia $d = 0.4mm$, con luz de longitud de onda $\lambda = 400nm$. La pantalla se encuentra ubicada a una distancia $L = 1m$ de las rendijas

a. Calcular la posición sobre la pantalla de los máximos principales de interferencia
b. ¿Cuántos máximos de interferencia entran en la campana principal de difracción?



$$I = 4I_0 \frac{\sin^2(kb\sin\theta/2)}{(kb\sin\theta/2)^2}\cos^2(kd\sin\theta/2)$$

a) Tenemos máximos de interferencia si :

$$\cos^2\left(\frac{kd\sin\theta}{2}\right) = 1$$

$$\frac{kd\sin\theta}{2} = m\pi \qquad m \in \mathbb{Z}$$

$k = \frac{2\pi}{\lambda}$ $\qquad \sin\theta \sim \frac{y}{L}$

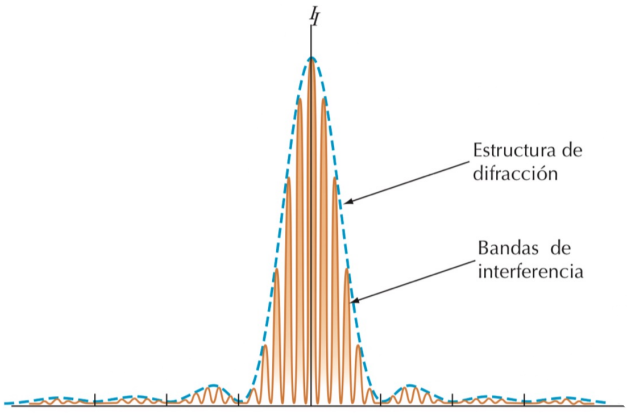
$$\frac{\cancel{2\pi}}{\lambda}\frac{d\, y_m^{max}}{\cancel{2}L} = m\cancel{\pi}$$

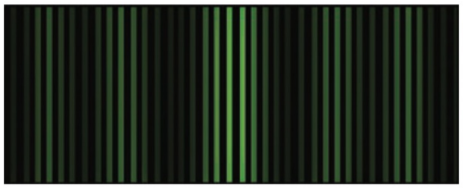
$$y_m^{max} = m\frac{\lambda L}{d}$$

$$= m\frac{400\ 10^{-9}m \cdot 1m}{0{,}4\ 10^{-3}m}$$

$$= m \times 0{,}01\,m$$

$$y_m^{max} = 1cm \cdot m$$





b) El ancho de la campana de difracción podemos encontrarlo buscando los primeros mínimos de difracción a cada lado del centro de la pantalla

Tenemos mínimos de difracción si : $\sin^2(kb\sin\theta/2) = 0$ (sin que $kb\sin\theta/2 = 0$)

$$\frac{kb\sin\theta}{2} = m'\pi \qquad m' \neq 0$$

$$k \to \frac{2\pi}{\lambda} \qquad \sin\theta \to \frac{y^{min}}{L}$$

$$\frac{2\pi}{\lambda}\,\frac{b\,y^{min}_{m'}}{2L} = m'\pi$$

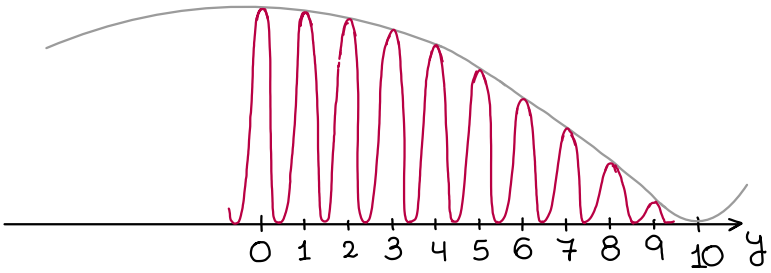
$$y^{min}_{m'} = m'\frac{\lambda L}{b}$$

Primer minino a la izquierda (m'=-1)

$$y^{min}_{-1} = \frac{-\lambda L}{b}$$

$$= -\frac{400\,10^{-9}\,m}{0{,}04\,10^{-3}\,m}\,1\,m$$

$$y^{min}_{-1} = -10\ cm$$



Primer minino a la derecha (m'=1)

$$y^{min}_{1} = \frac{\lambda L}{b}$$

$$= \frac{400\,10^{-9}\,m}{0{,}04\,10^{-3}\,m}\,1\,m$$

$$y^{min}_{1} = 10\ cm$$

⇒ Entran 19 máximos de interferencia en la campana principal