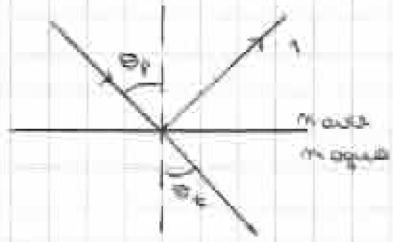
Problema (1)

a)



La luz incide sobre la superficie. Para que la luz reflejada esté completamente polarizada en un plano el ángulo de incidencia debe ser el ángulo de polarización (ángulo de Brewster).

La luz reflejada estará en el plano perpendicular al plano de incidencia

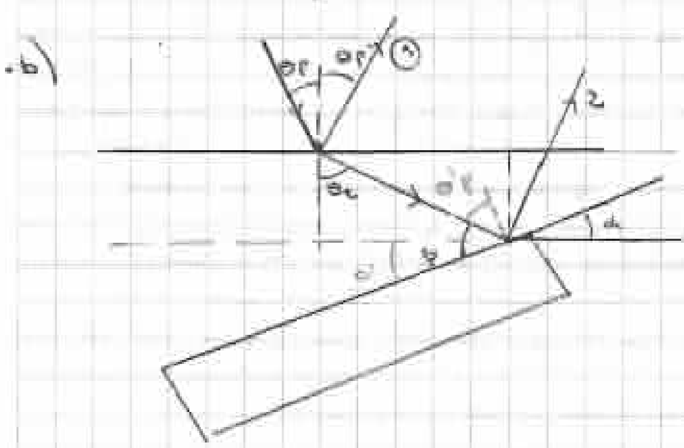
$n_{aire} \cdot \operatorname{sen} \theta_p = n_{agua} \cdot \operatorname{sen} \theta_t \qquad \theta_t + \theta_p = 90^\circ$

$n_{aire} \cdot \operatorname{sen} \theta_p = n_{agua} \cdot \cos \theta_p$

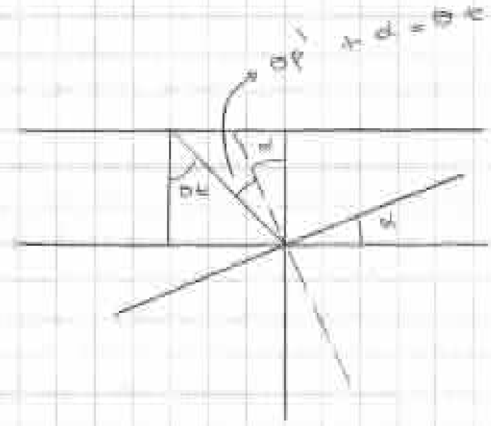
$$\frac{\operatorname{sen} \theta_p}{\cos \theta_p} = \operatorname{tg} \theta_p = \frac{n_{agua}}{n_{aire}}$$

$$\theta_p = \operatorname{arctg} \frac{4/3}{1} = 0{,}92 \text{ rad} \simeq 53{,}1^\circ$$

b)



$\theta p' + \alpha = \theta t$



para que la luz reflejada en la superficie del vidrio (rayo 2) esté totalmente polarizada (plano ⊥ al plano de incidencia), nuevamente el θ incidencia debe ser θ polarización (llamo θp' correspondiente a n vidrio y n agua)

$$\operatorname{tg} \theta p' = \frac{n_{vidrio}}{n_{agua}} = \frac{3/2}{4/3} = \frac{9}{8} \longrightarrow \theta p' = 48{,}37^\circ$$

El ángulo formado por la superficie del agua y el vidrio lo llamo α

Por la ley de Snell

θ_t va a ser:

$n_{aire} \operatorname{sen} \theta_p = n_{agua} \operatorname{sen} \theta_t$

$\frac{n_{aire}}{n_{agua}} \operatorname{sen} \theta_p = \operatorname{sen} \theta_t \Rightarrow \theta_t = 36{,}87^\circ$

$\theta_p' + \alpha = \theta_t$

$48{,}37^\circ + \alpha = 36{,}87^\circ \Rightarrow \alpha = -11{,}5^\circ$ → por lo tanto el vidrio está al revés de lo dibujado, sería:

c) Se podría usar un polarizador que permitiría distinguir entre un rayo de luz circular de uno lineal y uno elíptico.

Si es circular la intensidad saliente sería $I_0/2$ (pues la mitad de las proyecciones se encontrarán en el eje del polarizador ⇒ por la ley de Malus $I = I_0/2$) y sería constante al girar el polarizador (la intensidad)

En cambio si fuera lineal se encontraría un ángulo para el cual $I = I_0$, luego I disminuye hasta que el ángulo entre el rayo de luz linealmente polarizado (↑ el plano de vibración) y el eje del polarizador sea 90°, por lo que la I saliente es nula.

Y si fuese elípticamente polarizada habría un máximo de intensidad cuando el eje del polarizador coincida con el eje mayor de la elipse y un mínimo cuando coincida con el eje menor (nunca es un mínimo)

Pero el polarizador no permite distinguir entre luz natural y luz circular pues en ambos la intensidad saliente es $= I_0/2$. (↑ antes del polarizador)

Por esta razón es conveniente usar una lámina retardadora de 1/4 de onda la cual al desfasar en $\varepsilon_L = \pi/2$, y la luz saliente será lineal si la incidente

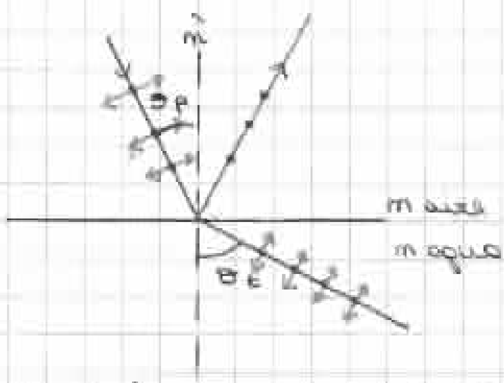
Manuela
Lobaini

era circular (se puede distinguir de la elíptica girando la lámina ya que cuando los ejes de la elipse NO coinciden con el eje rápido y el lento de la lámina la luz saliente no será lineal sino elíptica) (si es lineal, sale circular siempre y cuando no coincidan los ejes y no se desfase)

Luego hacerla pasar por un polarizador y ver si es luz lineal (venía de la circular) ó otra (natural ó elíptica) como se explicó anteriormente.

La luz natural al incidir en una lámina de 1/4 de onda sale como natural

a)



si θ_p = ángulo de polarización

luz reflejada está en un plano ⊥ al plano de incidencia (plano que forma el rayo incidente con la normal)

Micaela Daniuno W 337/10

3/4

Problema 2

Lente de distancia focal $f = 80\,cm$ $\longrightarrow$ la pantalla se encuentra a una distancia $D = 80\,cm = 0{,}8\,m$ de la red de difracción

$\Delta y = 1{,}04\,mm = 1{,}04 \cdot 10^{-3}\,m$ $\longrightarrow$ distancia lineal entre dos máximos principales consecutivos de interferencia

El 5º orden no aparece

$\lambda = 650\,nm = 6{,}5 \cdot 10^{-7}\,m$

$$I = I_0 \underbrace{\left(\frac{\operatorname{sen}\beta}{\beta}\right)^2}_{\text{término de difracción}} \underbrace{\left(\frac{\operatorname{sen} N\gamma}{\operatorname{sen}\gamma}\right)^2}_{\text{término de interferencia}}$$

Donde $\beta = \dfrac{\pi\, b \operatorname{sen}\theta}{\lambda}$

$\gamma = \dfrac{\pi\, d \operatorname{sen}\theta}{\lambda}$

b = ancho de rendija

d = distancia e/ 2 rendijas

$\operatorname{sen}\theta$ = posición angular.

a) Para la distancia entre ranuras busco la posición de los máximos principales de interferencia, esto ocurre cuando el término de interferencia es 1

Para ello, por L'Hopital, $\operatorname{sen}(N\gamma) = 0$ y $\operatorname{sen}(\gamma) = 0$

Esto ocurre cuando $\gamma = m\pi$ ($m = 1, 2, 3 \ldots$; son los ordenes)

$$\frac{\pi\, d \operatorname{sen}\theta}{\lambda} = m\pi$$

$$\operatorname{sen}\theta = \frac{m\lambda}{d}$$

Supongo que θ es pequeño pues la pantalla se encuentra alejada de las rendijas de tal forma que $D \ggg b$ $\Rightarrow$ $\operatorname{sen}\theta \simeq \operatorname{tg}\theta = \dfrac{y}{D}$ con y la posición lineal de los máximos principales de interferencia

$$\Rightarrow \frac{y}{D} = \frac{m\lambda}{d} \Rightarrow \boxed{y = \frac{m\lambda D}{d}}$$

$$\Delta y = \frac{(m+1)\lambda D}{d} - \frac{m\lambda D}{d} = \frac{\lambda D}{d}$$

$$d = \frac{\lambda D}{\Delta y} = \frac{6{,}5 \cdot 10^{-7}\,m \cdot 0{,}8\,m}{1{,}04 \cdot 10^{-3}\,m} = 5 \cdot 10^{-4}\,m \quad \boxed{d = 5 \cdot 10^{-4}\,m}$$

distancia e/ ranuras

b) Si el 5° orden no aparece quiere decir que en este punto hay un máximo de interferencia y un mínimo de difracción (el primero)

$\Rightarrow \quad 5 = \gamma / \beta$

$$\frac{\gamma}{\beta} = \frac{\pi d \operatorname{sen}\theta / \lambda}{\pi b \operatorname{sen}\theta / \lambda} = \frac{d}{b} \Rightarrow b = \frac{d}{5} = \frac{5 \cdot 10^{-4} m}{5}$$

$$\boxed{b = 1 \cdot 10^{-4}\, m}$$ ancho de rendija

Otra forma de sacarlo es con el semiancho de la campana de difracción pues como se sabe que el 5° orden de interferencia no aparece se sabe que la posición del 1° mínimo de difracción es

$y = 5 \Delta y = 5{,}2 \cdot 10^{-3}$

Un mín de difracción sucede cuando $\operatorname{sen}\beta = 0$ y $\beta \neq 0$

$\beta = p\pi$ con $p \neq 0$.

$$\frac{\pi b \operatorname{sen}\theta}{\lambda} = p\pi \Rightarrow \operatorname{sen}\theta = \frac{p\lambda}{b}$$ análogo a lo anterior $\operatorname{sen}\theta \approx \operatorname{tg}\theta = \frac{y}{D}$

$$\boxed{y = \frac{p\lambda D}{b}}$$ mínimos de dif.

Como quiero el 1° mín $\rightarrow p = 1$. $\Rightarrow b = \frac{\lambda D}{y} = \frac{6{,}5 \cdot 10^{-7} m \cdot 0{,}8\, m}{5{,}2 \cdot 10^{-3}}$

$$\boxed{b = 1 \cdot 10^{-4}\, m}$$ verifico el resultado anterior.

FLORENCIA RUTH VILLAR -

PROBLEMA 3

$L = 24\ cm$
$v = 330\ m/s$

a) Ya que el tubo es cerrado - abierto, las condiciones ~~para la~~ de contorno son:

$$\left.\begin{array}{l} \xi(x=0) = 0 \\ \frac{d\xi}{dx}(x=L) = 0 \end{array}\right\} \forall t$$

Si la onda es: $\xi = \xi_0 \operatorname{sen}(kx + \varphi) \cos(\omega t)$

Entonces:

$$\xi(x=0, t) = \xi_0 \operatorname{sen}(\varphi) \cos(\omega t) = 0 \quad \forall t$$

$$\Rightarrow \quad \operatorname{sen}(\varphi) = 0$$

$$\varphi = m\pi$$ (m positivo o negativo entero).

Para $m = 0 \Rightarrow \underline{\varphi = 0}$ Utilizo esta fase inicial

Entonces $\xi = \xi_0 \operatorname{sen}(kx) \cos(\omega t)$

$$\frac{d\xi}{dx} = \xi_0 k \cos(kx) \cos(\omega t)$$

$$\frac{d\xi}{dx}(x=L) = \xi_0 k \cos(kL) \cos(\omega t) = 0 \quad \forall t$$

$$\Rightarrow \quad \cos(kL) = 0$$

$$kL = (2m+1)\frac{\pi}{2}$$

Como $k = \frac{2\pi}{\lambda}$, $\frac{2\pi}{\lambda} L = (2m+1)\frac{\pi}{2}$

$$\frac{L}{\lambda} = (2m+1)\frac{1}{4}$$

$$\Rightarrow \boxed{\lambda = \frac{4L}{(2m+1)}} \Rightarrow \lambda = \frac{4 \cdot 24\ cm}{2m+1}$$

Sabiendo que ~~[illegible]~~ $\cancel{\lambda}$ $kv = 2\pi\nu$

$$\frac{2\pi}{\lambda} v = 2\pi\nu$$

$$\frac{v}{\lambda} = \nu \Rightarrow \lambda = \frac{v}{\nu}$$

Entonces, $\frac{v}{\nu} = \frac{4L}{2m+1}$

$$\boxed{\frac{(2m+1)\,v}{4L} = \nu} \Rightarrow \nu = \frac{(2m+1)\ 330\,m/s}{4 \cdot 0{,}24\,m}$$

b) $\xi = \xi_0 \operatorname{sen}(kx)\cos(\omega t)$

$A = 2\,cm = 0{,}2\,m$

Modo fundamental, $m = 0$

$\Rightarrow \quad \lambda = 4L = \frac{2\pi}{k} \Rightarrow k = \frac{2\pi}{4L} = \frac{\cancel{2}\pi}{\cancel{4}_2 \cdot 0{,}24\,m} = \frac{\pi}{0{,}48\,m}$

$\nu = \frac{v}{4L}$

$\omega = 2\pi\nu \Rightarrow \nu = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{v}{4L} \Rightarrow \omega = \frac{\cancel{2}\pi v}{\cancel{4}_2 L} = \frac{\pi \cdot v}{2L}$

$\omega = \frac{\pi \cdot 330\,m/s}{2 \cdot 0{,}24\,m}$

$\omega = \frac{330\,m/s \cdot \pi}{0{,}48\,m}$

$\omega = 687{,}5\,\frac{\pi}{s}$

Entonces,

$$\boxed{\xi = 0{,}2\,m\ \operatorname{sen}\left(\frac{\pi}{0{,}48\,m}\cdot x\right)\cos\left(\frac{330\,\pi}{0{,}48\,s}\cdot t\right)}$$

$$\xi = 0{,}2\,m\ \operatorname{sen}\left(\frac{\pi}{0{,}48\,m}\,x\right)\cos\left(687{,}5\,\frac{\pi}{s}\,t\right)$$

c) $x = 8\,cm = 0{,}08\,m$

$t = 1\,s$

$\xi = 0{,}2\,m\ \operatorname{sen}\left(\frac{\pi}{0{,}48\,\cancel{m}}\cdot 0{,}08\,\cancel{m}\right)\cos\left(687{,}5\,\frac{\pi}{\cancel{s}}\cdot 1\,\cancel{s}\right)$

$\xi = 0{,}2\,m\ \operatorname{sen}\left(\frac{\pi}{6}\right)\cos(687{,}5\pi) = 0{,}2\,m \cdot 0{,}5 \cdot (-2{,}33 \cdot 10^{-9})$

$$\boxed{\xi = -2{,}33 \cdot 10^{-10}\,m}$$

La velocidad está dada por $\frac{d\xi}{dt}$.

$\frac{d\xi}{dt} = -\omega\,\xi_0 \operatorname{sen}(kx)\operatorname{sen}(\omega t)$

$$\boxed{\frac{d\xi}{dt} = -687{,}5\,\frac{\pi}{s}\cdot 0{,}2\,m\ \operatorname{sen}\left(\frac{\pi}{0{,}48\,m}\,x\right)\operatorname{sen}\left(687{,}5\,\frac{\pi}{s}\,t\right)}$$

FLORENCIA RUTH VILLAR

En $x = 0,08\,mm$, $t = 1s$.

$$\frac{d\xi}{dt} = -687,5 \frac{\pi}{s}\ 0,2mm\ Sen\left(\frac{\pi}{6}\right) Sen(687,5\pi)$$

$$\frac{d\xi}{dt} = -687,5\pi\ mm/s\ 0,2\ .\ 0,5\ .\ (-1)$$

$$\boxed{\frac{d\xi}{dt} = 215,98\ mm/s}$$

En $x = 16\,cm = 0,16\,mm$, $t = 1s$

$$\xi = 0,2mm\ sen\left(\frac{\pi}{0,48mm}\ .\ 0,16mm\right) Cos\ (687,5\pi)$$

$$\xi = 0,2mm\ Sen\left(\frac{\pi}{3}\right) Cos\ (687,5\pi) = 0,2\ .\ 0,87\ .\ (-2,33\ .\ 10^{-9})$$

$$\boxed{\xi = -4,05\ 10^{-10}\ mm}$$

$$\frac{d\xi}{dt} = -687,5\pi\ 0,2\ mm/s\ Sen\left(\frac{\pi}{3}\right) Sen\ (687,5\pi)$$

$$\frac{d\xi}{dt} = -687,5\pi\ .\ 0,2\ mm/s\ .\ 0,87\ .\ (-1)$$

$$\boxed{\frac{d\xi}{dt} = 375,81\ mm/s}$$