Superposición de ondas $\Psi_R = \Psi_1 + \Psi_2 = A \operatorname{sen}(\overbrace{kx - \omega t + \phi_1}^{\alpha}) + A \operatorname{sen}(\overbrace{kx - \omega t + \phi_2}^{\beta})$

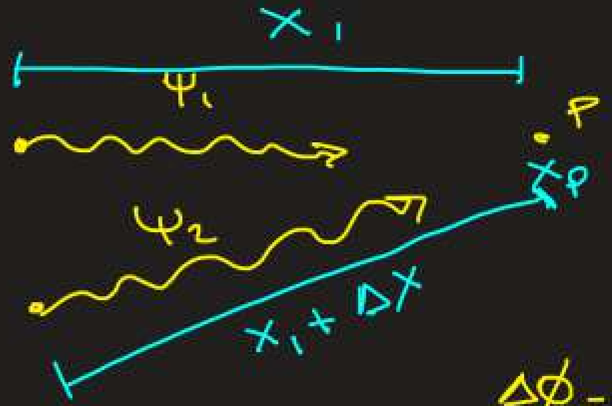
$$\Psi_R = 2A \cos\left(\frac{\phi_1 - \phi_2}{2}\right) \operatorname{sen}\left(kx - \omega t + \frac{\phi_1 + \phi_2}{2}\right) = 2A \underbrace{\cos\left(\frac{\Delta\phi}{2}\right)} \operatorname{sen}(kx - \omega t + \tilde{\phi})$$

$$A(\operatorname{sen}(\alpha) + \operatorname{sen}(\beta)) = 2A\cos\left(\frac{\alpha - \beta}{2}\right) \operatorname{sen}\left(\frac{\alpha+\beta}{2}\right)$$

$$\tilde{\phi} = \frac{\phi_1 + \phi_2}{2}$$

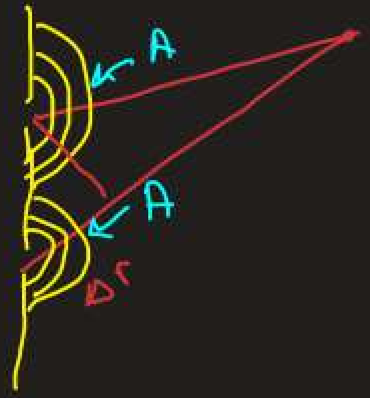
$$\frac{\Delta\phi}{2} = \begin{cases} \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}, \frac{5\pi}{2}, \dots \quad (2m+1)\frac{\pi}{2} \text{ con } m = 0, 1, 2 \dots \quad m \in \mathbb{N} \rightarrow \text{interferencia destructiva} \\ 0, \pi, 2\pi, \dots \quad m\pi \text{ con } m = 0, 1, 2, \dots \; m \in \mathbb{N} \rightarrow \text{interferencia constructiva} \end{cases}$$

$$\Delta\phi = \begin{cases} (2m+1)\pi & \text{destructiva} \\ m\,2\pi & \text{constructiva} \end{cases}$$



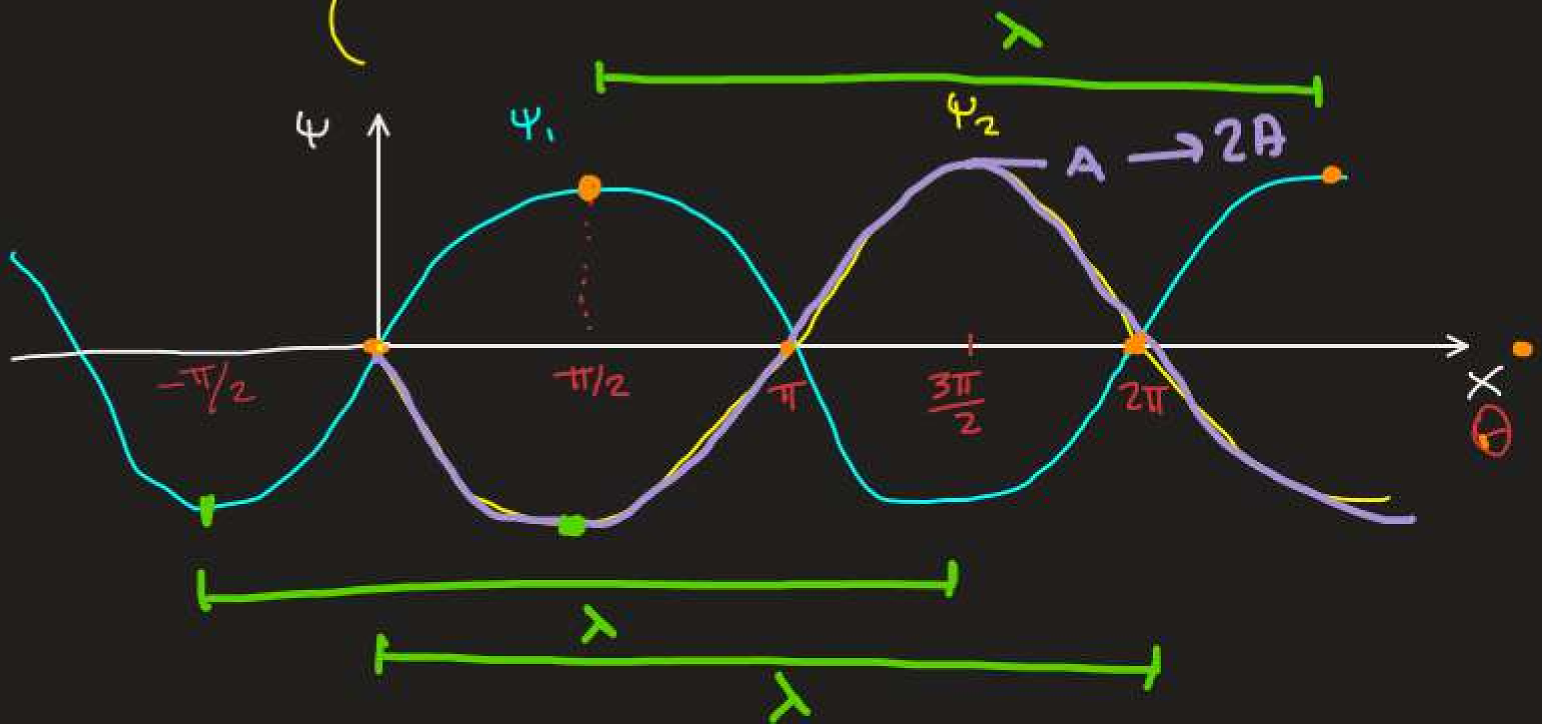
$$\psi_1 = A\,\text{sen}(k x_p - \omega t)$$

$$\psi_2 = A\,\text{sen}(kx - \omega t + \underbrace{k\Delta x}_{\text{desfasaje por distancia}})$$



$$\Delta\phi = \underset{\downarrow\ \frac{2\pi}{\lambda}}{k}\,\Delta x = \frac{2\pi}{\lambda}\Delta x = \begin{cases} (2m+1)\pi & \text{destructiva} \\ m\,2\pi & \text{constructiva} \end{cases}$$

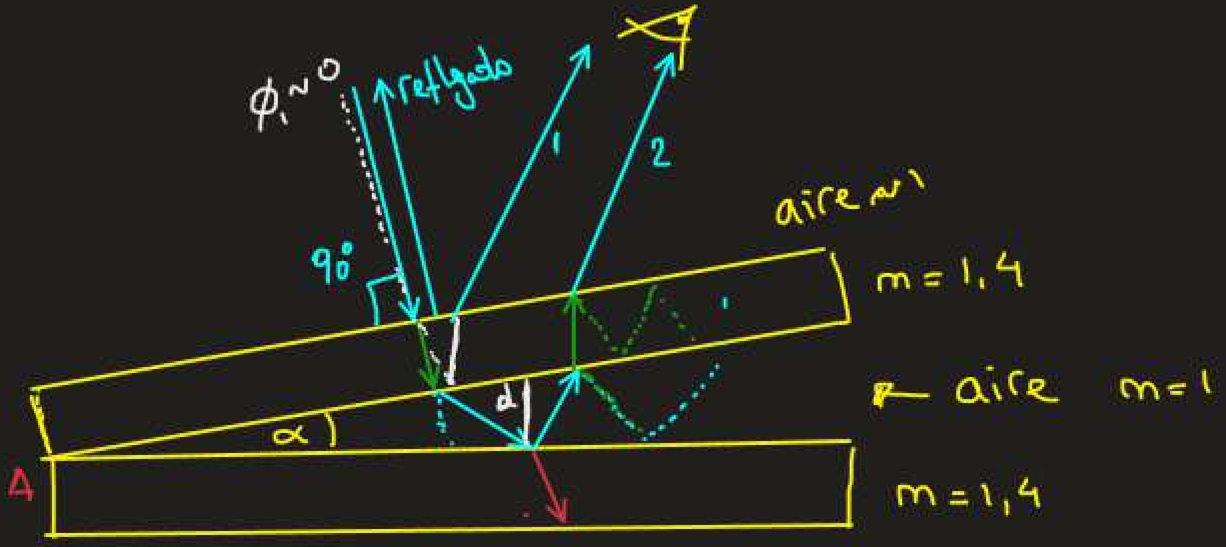
$$\Delta X = \begin{cases} (2m+1)\dfrac{\lambda}{2} & \text{destructiva} \longrightarrow m=0 \quad \Delta X = \dfrac{\lambda}{2} \quad \text{Oscuras} \\ m\lambda & \text{constructiva} \longrightarrow m=1 \quad \Delta X = \lambda \quad \text{Brillante} \end{cases}$$

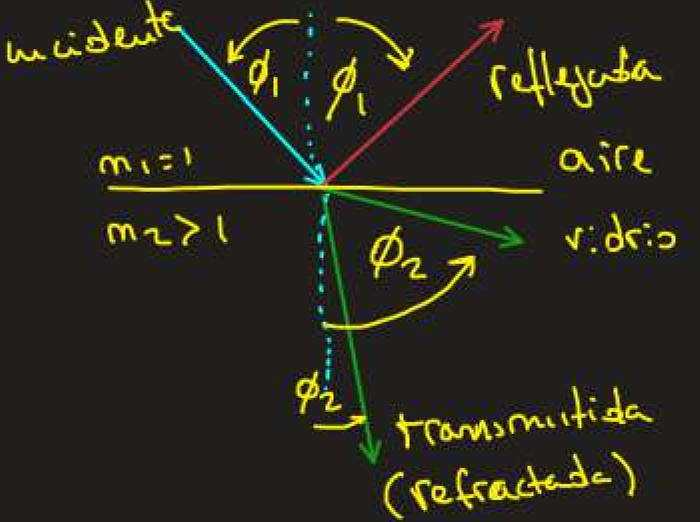


Ejercicio 12

Sobre una delgada película en forma de cuña de plástico transparente, cuyo índice de refracción es 1,4, incide normalmente luz monocromática. El ángulo de la cuña es 10^{-4}rad y se observan franjas de interferencia con una separación de 0,25cm entre dos franjas brillantes continuas. Calcule la longitud de onda (en el aire) de la luz incidente.

12)





$\Delta X = 2d$

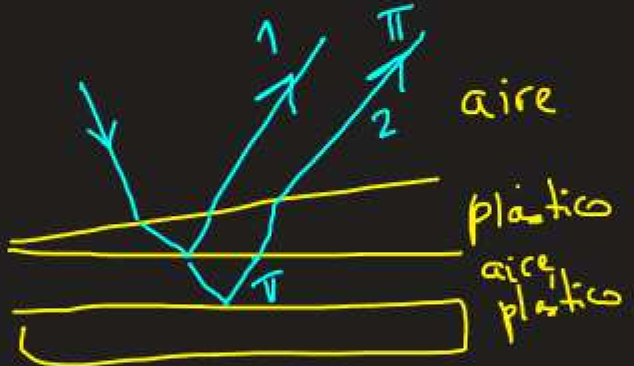
Ley de Snell $n_1 \,\text{sen}(\phi_1) = n_2 \,\text{sen}(\phi_2)$

$$\text{sen}(\phi_2) = \frac{n_1}{n_2}\,\text{sen}(\phi_1)$$

$$\begin{cases} \text{Si } n_1 > n_2 \rightarrow \phi_2 > \phi_1 \\ \text{Si } n_1 < n_2 \rightarrow \phi_2 < \phi_1 \end{cases}$$

$$\Delta X_B = 2d = m\lambda$$

$$\text{Si} \begin{cases} n_1 < n_2 \longrightarrow \text{la onda reflejada se desfasa en } \pi \\ n_1 > n_2 \longrightarrow \text{la onda reflejada no se desfasa} \end{cases}$$



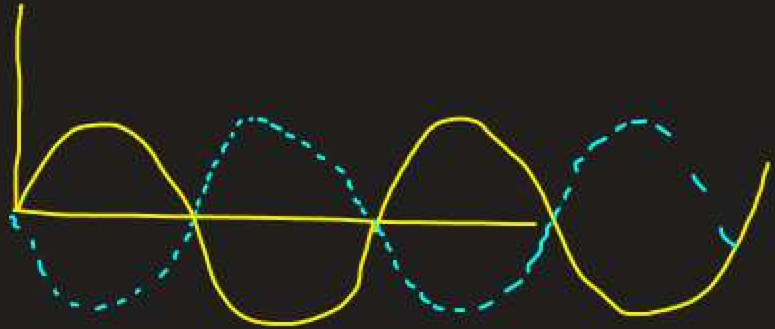
El rayo número 2 está desfasado en π respecto al rayo 1

interferencia constructiva $\longrightarrow$ $\Delta\phi = 2\pi, 4\pi, \dots m2\pi$ $\longrightarrow$ $\Delta X = m\lambda$

destructiva $\longrightarrow$ $\Delta\phi = \pi, 3\pi, \dots (2m+1)\pi$ $\longrightarrow$ $\Delta X = (2m+1)\frac{\lambda}{2}$

$\Delta\phi_{12} = \pi$;

$$\Delta X = (2m+1)\lambda/2$$



$2d = \Delta X$

desfase de ψ_2 respecto a ψ_1 = $\underbrace{\text{desfase por la reflexión}}_{\pi}$ + $\underbrace{\text{desfase por el camino recorrido}}_{\pi}$ $\Rightarrow$ es constructiva si desfase es 2π

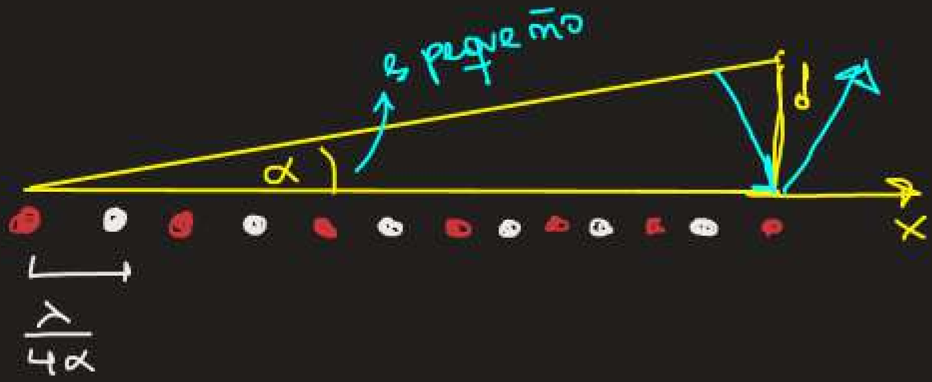
$\pi \longrightarrow \Delta X = \lambda,\ 3\lambda,\ 5\lambda, \dots (2m+1)\lambda$

$\pi \rightarrow \Delta x = \frac{\lambda}{2}, \frac{3\lambda}{2}, \frac{5\lambda}{2}, \ldots (2m+1)\frac{\lambda}{2}$

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

$\sim \alpha$ si: $\alpha \ll 1$

$$tg(\alpha) = \frac{d}{x} = \alpha \longrightarrow d = \alpha x$$



$$m \quad 2\alpha x = (2m+1)\frac{\lambda}{2}$$

$m=1$

$$x_B^{(m)} = \frac{(2m+1)\lambda}{4\alpha} \; ; \; \frac{\lambda}{4\alpha}, \frac{3\lambda}{4\alpha}, \frac{5\lambda}{4\alpha}$$

franja 1   franja 2   franja 3

franja 1 franja 2 franja 3

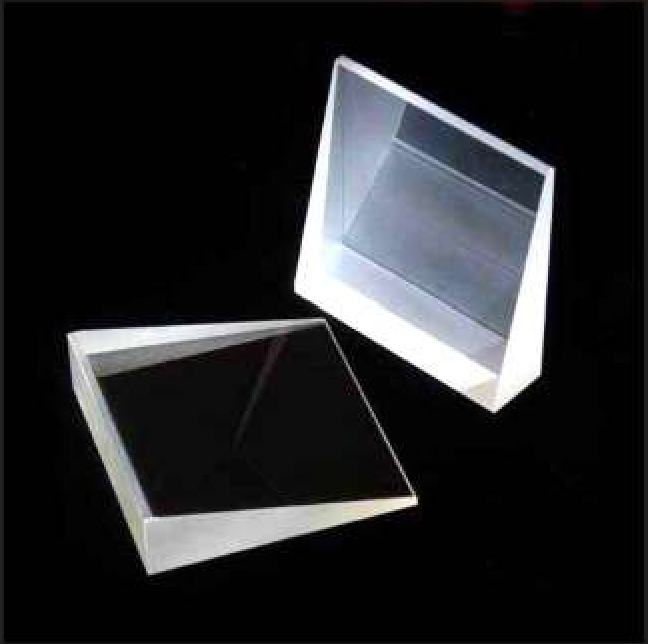
$$\Delta X_B = \frac{3\lambda}{4\alpha} - \frac{\lambda}{4\alpha} = \frac{2\lambda}{4\alpha} = \boxed{\frac{\lambda}{2\alpha} = \Delta X_B}$$

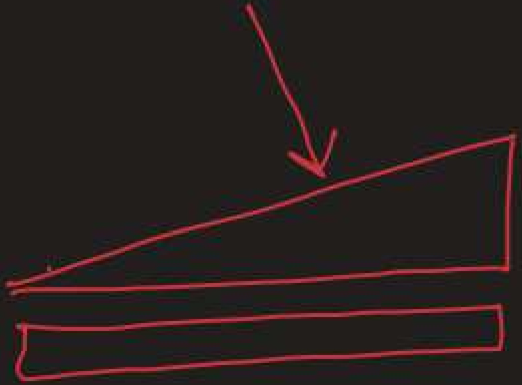
distancia entre franjas brillantes consecutivas

$$\lambda = \underbrace{2\alpha}_{\text{dato}} \underbrace{\Delta X_B}_{\text{dato}}$$

$$\Delta X = X_B^{\overbrace{m+1}^{m'}} - X^{m} = \frac{\lambda}{4\alpha}\left[2\overbrace{(m+1)}^{m'}+1 - (2m+1)\right]$$

$$= \frac{\lambda}{4\alpha}\left[\cancel{2m} + 2 + \cancel{1} - \cancel{2m} - \cancel{1}\right] \Rightarrow \Delta X_B = \frac{\lambda}{2\alpha}$$





Ejercicio 13

Un trozo de vidrio perfectamente plano, con índice de refracción $n_v = 1{,}5$ está situado sobre un trozo perfectamente plano de plástico con $n_p = 1{,}2$, y se tocan en el punto A (ver figura a). Desde arriba incide luz de $\lambda = 6000\text{Å}$.

(a) ¿Cuál de las dos figuras (b o c) es la que muestra el patrón de interferencia observado en la luz reflejada? (blanco → máximo; negro → mínimo).

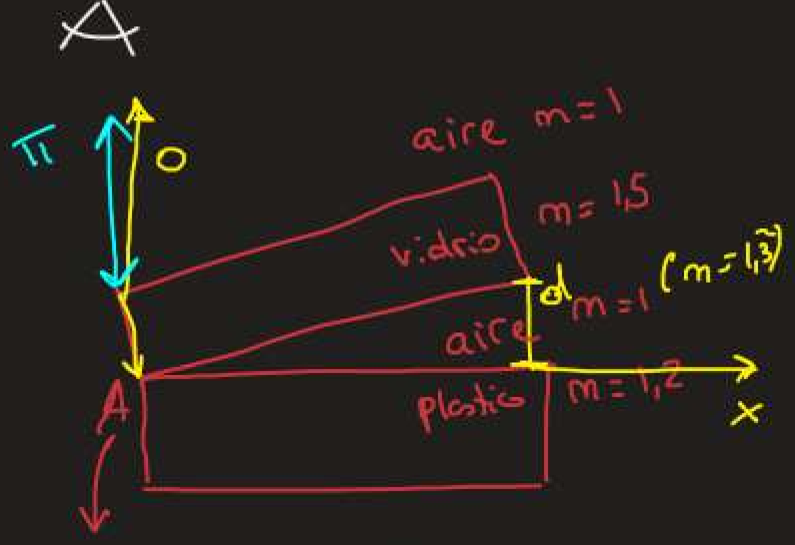
(b) ¿Cuál es la separación entre el vidrio y el plástico en el punto B?

(c) Si la distancia entre A y B es de 6cm, ¿cuál es la densidad de franjas (expresado el resultado en franjas por metro)?

(d) Si la región entre el vidrio y el plástico se llena con agua ($n_a = \frac{4}{3}$), ¿cuántas franjas oscuras completas se ven ahora?

mínimo

máximo



e un vidrio continuo
(no hay aire)

vidrio → plástico

a) El patrón dado a (b)

b) $\operatorname{tg}(\alpha) \sim \alpha = \dfrac{d}{x} \longrightarrow \boxed{d = \alpha X_B}$

c) $X_B = 6\ \text{cm}$ $\qquad \dfrac{m}{X_B}$; $\quad X_{BRILLANTE} = \dfrac{(2m+1)\lambda}{4\alpha}$; $\quad \dfrac{4\overbrace{X_{BRILLANTE}}^{\tilde{X}}\alpha}{\lambda} = 2m+1$

$$m = \frac{4\tilde{X}\alpha}{2\lambda} - \frac{1}{2} \longrightarrow m = \frac{2\tilde{X}\alpha}{\lambda} - \frac{1}{2} \longrightarrow \frac{m}{X_B} = \frac{2\alpha}{\lambda} - \frac{1}{2X_B}$$

Oscuros $\quad 2d = m\lambda$

$$2\alpha X = m\lambda \longrightarrow \boxed{\frac{m}{X} = \frac{2\alpha}{\lambda}}$$

densidad de franjas oscuras.

d) $\underbrace{\underset{1,\hat{3}}{\text{agua}} \longrightarrow \underset{1,2}{\text{plástico}}}_{0}$, $\underbrace{\underset{n=1}{\text{aire}} \longrightarrow \underset{n=1,2}{\text{plástico}}}_{\pi}$

interferencia constructiva

$$\Delta x = \begin{cases} 2\alpha x = m\lambda & \text{brillante} \\ 2\alpha x_0 = \dfrac{(2m+1)\lambda}{2} & \text{oscuras} \end{cases}$$

¿Cuantos m hay acá?

$$x_0 = \frac{(2m+1)\lambda}{4\alpha}$$

$$x_0^{(MAX)} = \frac{(2m^{MAX}+1)\lambda}{4\alpha}$$

$x_0^{(MAX)} < B$

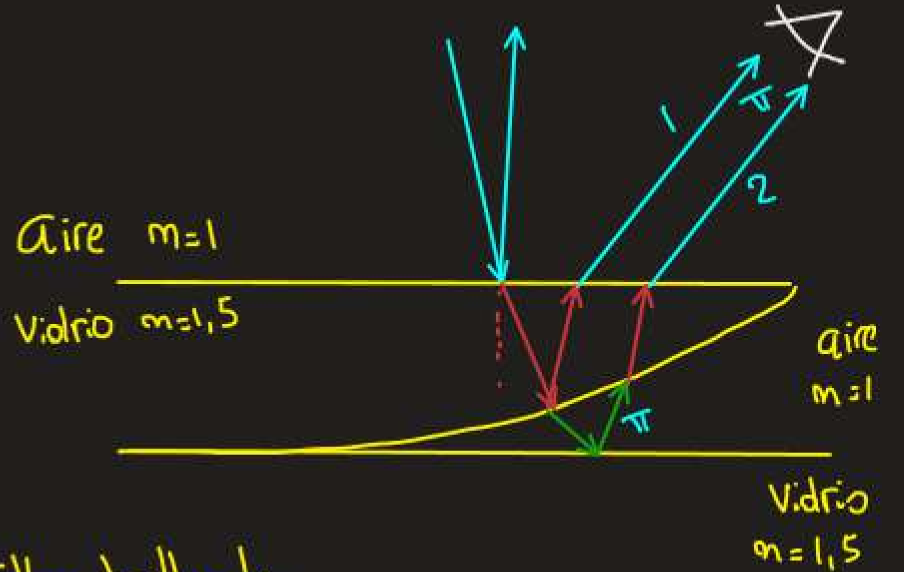
$x_0^{(MAX+1)} > B$ $\longrightarrow$ despejar el m^{MAX} ej. si $7.8 \leq m^{MAX} \leq 8.2 \rightarrow m^{MAX} = 8$

Ejercicio 14

Se observan anillos de Newton cuando una lente plano-convexa está colocada de modo que la cara convexa se apoya sobre una superficie plana de vidrio. Se ilumina el sistema desde arriba con luz monocromática e incidencia casi normal. El radio de la superficie convexa es de 4m.

(a) El radio del primer anillo brillante es de 1mm (se observa por reflexión). Calcule la longitud de onda de la luz empleada.

(b) Se llena de agua el espacio comprendido entre la lente y la superficie plana de vidrio. Calcule el radio del primer anillo brillante observado por reflexión.



$$\Delta\phi = \pi + k\Delta x = \underbrace{\pi + \frac{2\pi}{\lambda}\Delta x}_{(2m+1)\pi} = m\,2\pi$$

anillos brillantes (interferencia constructiva)

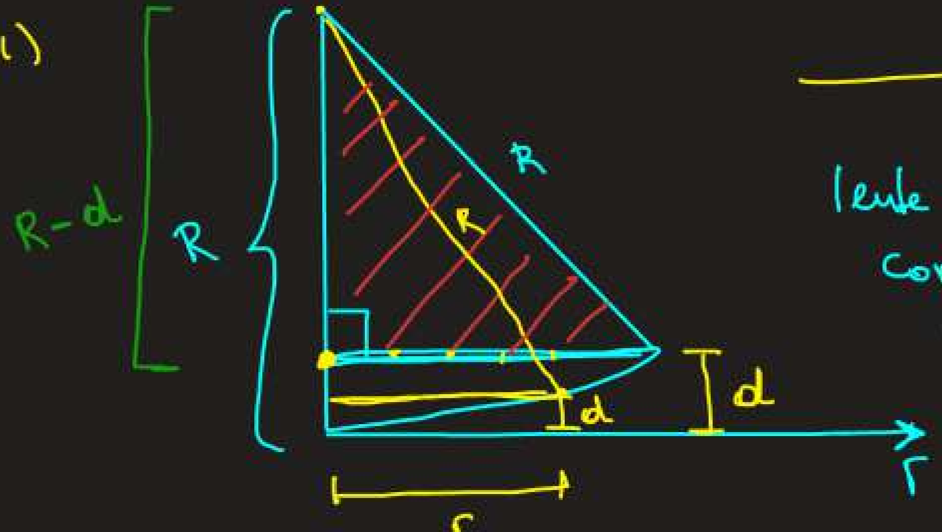
a)

(interferencia destructiva)

$\underbrace{\qquad}_{(2m+1)\pi}$

a)

$$\frac{2\pi}{\lambda}\underbrace{\Delta x}_{\to\, 2d_m} = (2m+1)\pi \qquad (1)$$

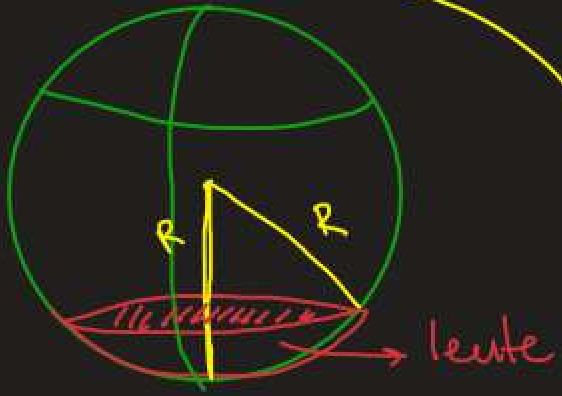


lente es una esfera cortada de forma particular

$$R^2 = r^2 + (R-d)^2$$

$$\cancel{R^2} = r^2 + \cancel{R^2} - 2Rd + d^2$$

$$\cancel{R^2} = r^2 + \cancel{R^2} - 2Rd + d^2$$



$$r^2 = 2Rd - d^2 = Rd\left(2 - \overbrace{\frac{d}{R}}^{\ll 1}\right)$$

$$r^2 \simeq 2Rd \longrightarrow \boxed{d = \frac{r^2}{2R}}$$

$$\frac{2\cancel{\pi}}{\lambda}\,\frac{\cancel{2}\,r^2}{\cancel{2}R}\,n = (2m+1)\cancel{\pi} \longrightarrow \frac{2r^2 n}{\lambda R} = 2m+1 \longrightarrow r_m = \sqrt{\frac{(2m+1)\lambda R}{2n}}$$ Anillo brillante

Primer anillo $m=0$ $\quad r^2 = \frac{\lambda R}{2n} \longrightarrow \boxed{\lambda = \frac{2\overset{n=1}{n}\, r^2}{R}}$ item (a)

b) n = agua $r^2 = \frac{\lambda R}{2n}$ radio^2 del primer anillo brillante

Ejercicio 15

En un dispositivo para observar anillos de Newton el espacio entre la lente y la lámina de vidrio está lleno de líquido. Hallar el índice de refracción del mismo sabiendo que el radio del tercer anillo brillante es de 3,65mm. La observación se hace por reflexión. El radio de curvatura de la lente es de 10m. La longitud de onda de la luz empleada es de 589nm.

$r_m^2 = \frac{(2m+1)\lambda R}{2n}$; $m = 2$ (si $m=0$ → el primer anillo)

r_2 = dato

$n = \frac{5\lambda R}{2 r_2^2}$ índice de refracción del líquido

Resumen $\Delta\phi = \Delta\phi^{\text{reflexiones}} + \Delta\phi^{\text{diferencia de camino}}$

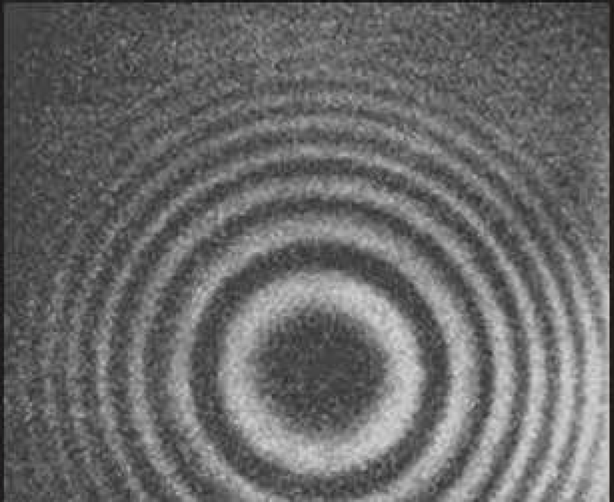
$$= \begin{cases} \pi & \text{si } n_1 < n_2 \quad (\text{aire - vidrio}) \\ 0 & \text{si } n_1 > n_2 \quad (\text{vidrio - aire}) \end{cases}$$

Si quiero interferencia constructiva $\longrightarrow$ $\Delta\phi = 0, 2\pi, \dots \quad m2\pi$

destructiva $\longrightarrow$ $\Delta\phi = \pi, 3\pi, \dots \quad (2m+1)\pi$

Si mi onda se desfasó en π, entonces la diferencia de camino óptico debe ser igual a

$$\begin{cases} (2m+1)\dfrac{\lambda}{2} & \text{para que la interferencia sea constructiva} \\ m\lambda & \text{para que la interferencia sea destructiva.} \end{cases}$$



$$r = r(\lambda)$$