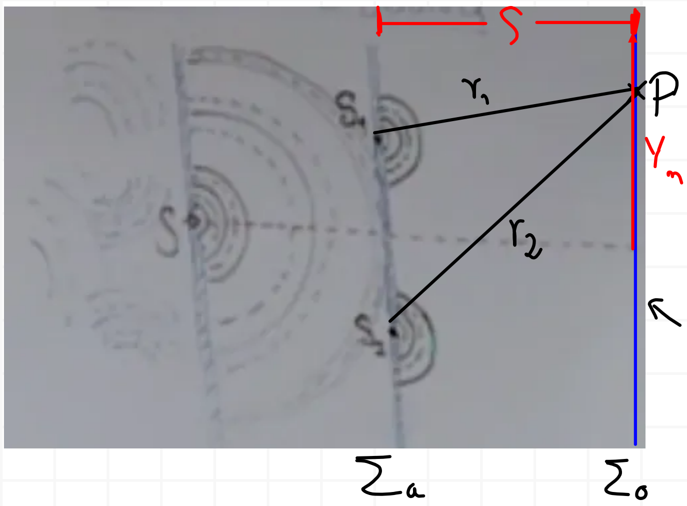
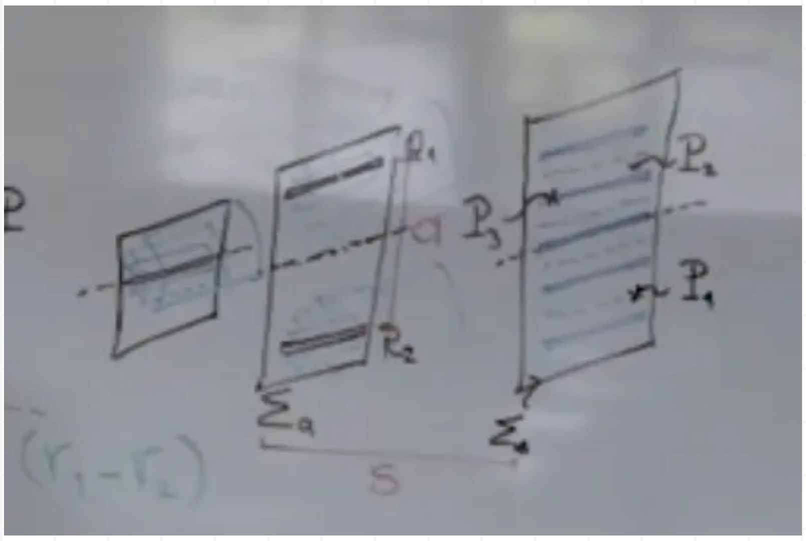
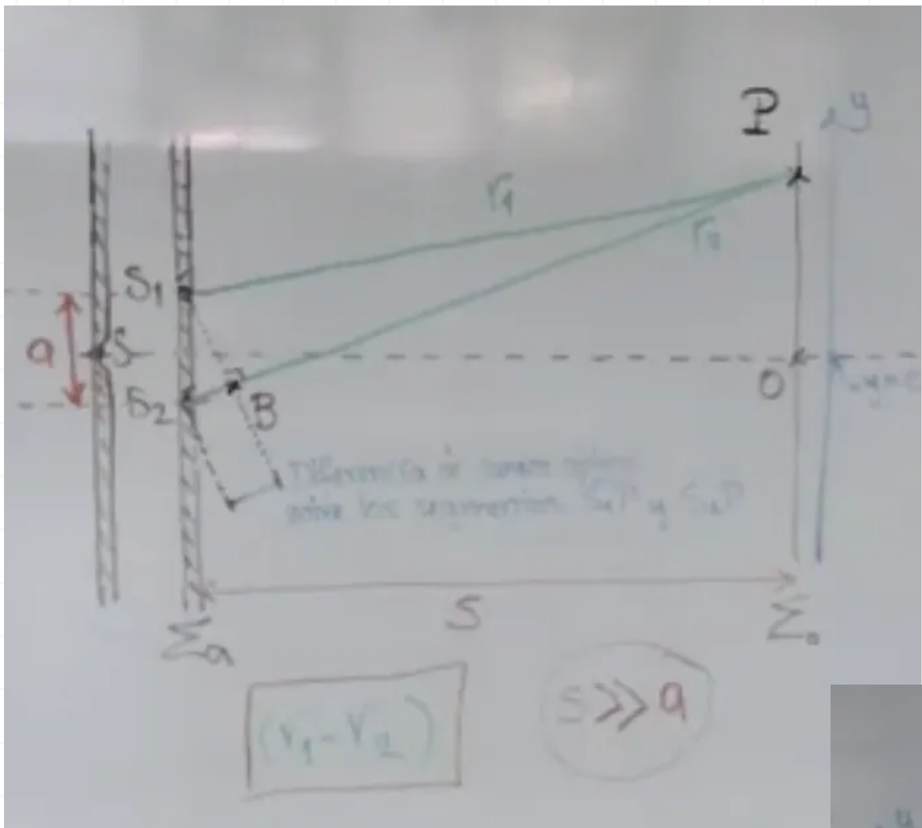
Experimento de Young



Las ondas emitidas por las fuentes S_1 y S_2 si son coherentes entre sí.

↖ Pantalla donde se detecta el patrón de interferencia.



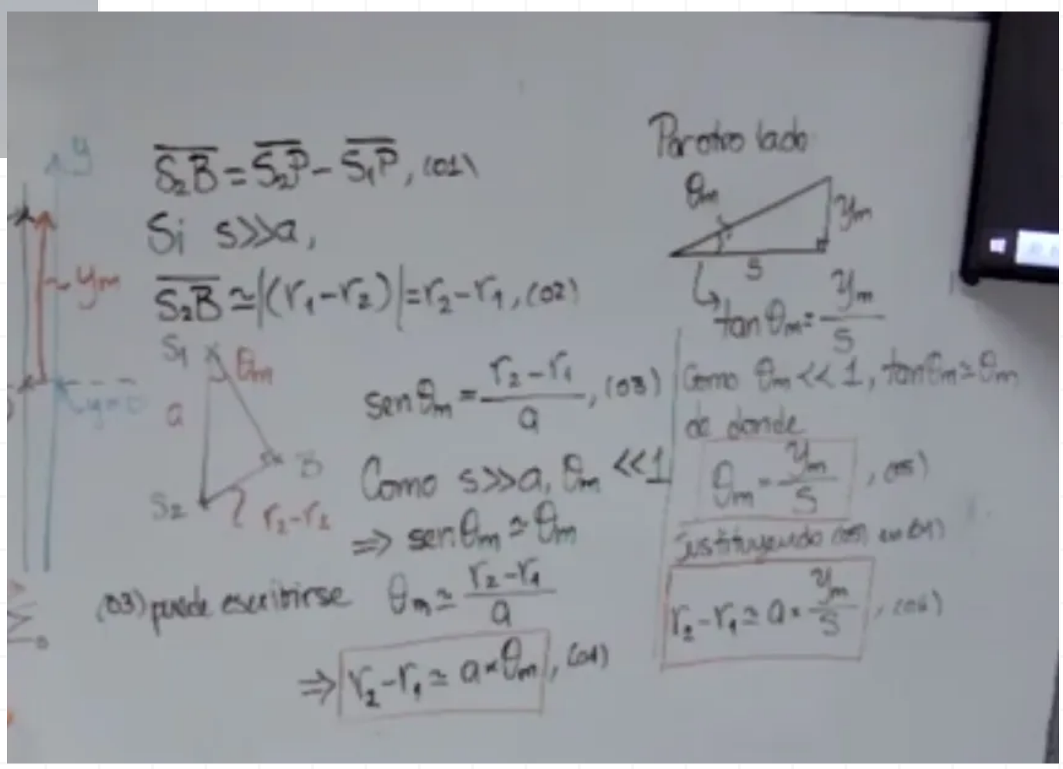


Del diagrama es claro que:

$$\overline{S_2B}=\overline{S_2P}-\overline{S_1P}$$

Si $S \gg a$,

$$\overline{S_2B}\simeq|(r_1-r_2)|=r_2-r_1 \quad \dots \quad (02)$$



Por un lado:

$$r_1 - r_2 = a \cdot \frac{y_m}{S}, \quad \ldots (03)$$

Y por otro lado, la condición para tener un máximo de interferencia es:

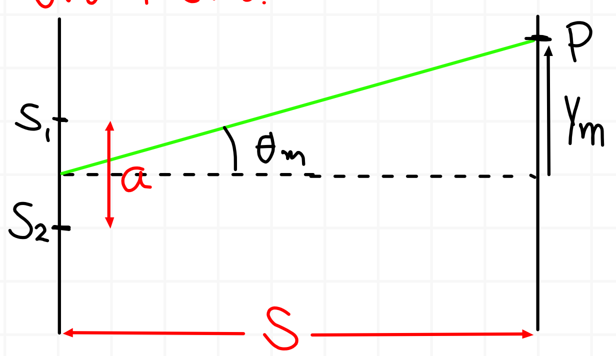
$$r_2 - r_1 = m\lambda, \quad m \in \mathbb{Z}$$

De donde, para el inferómetro de Young tendrá una franja brillante cuando:

$$m\lambda = a \cdot \frac{y_m}{S}, \quad m \in \mathbb{Z}$$

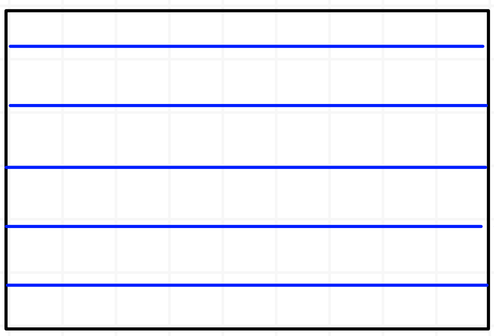
$$\Rightarrow y_m = \frac{S}{a} \cdot m\lambda, \quad m \in \mathbb{Z}.$$

y_m es la posición a lo largo del eje vertical de la m-ésima franja brillante en la pantalla Σ_0. Considerando que para el máximo en $y=0$ se tendrá una franja de orden cero.



$$\underbrace{y_m = \frac{S}{a} \cdot m\lambda}$$

Se tiene una franja brillante ó máximo de interferencia en dicha posición.



$m=2$ franjas de orden 1
$m_1=1$
$y=0$ franja máxima de orden 0 (franja brillante)
$m=-1$
$m=-2$ franjas de orden 1.

La posición angular de la franja asociada a un máximo de interferencia:

$$\theta_m = \frac{m\lambda}{a}$$

Veamos que:

$$y_{m+1} - y_m = \Delta y \quad \text{(Separación entre franjas consecutivas)}.$$

$$\Rightarrow \frac{S}{a}(m+1)\lambda - \frac{S}{a} m\lambda = \Delta y$$

$$\Rightarrow \Delta y = \frac{S}{a} \cdot \lambda$$

Para la irradiancia en el máximo, se tiene que

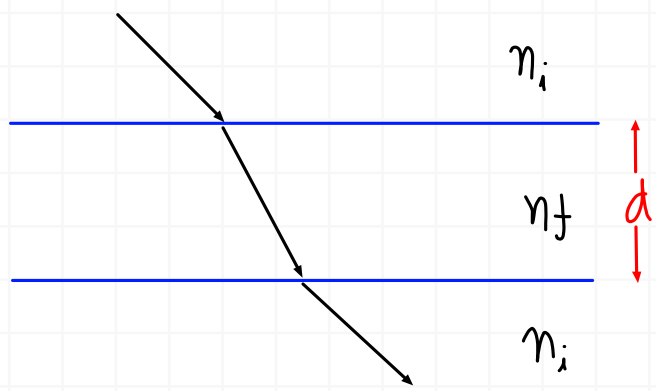
$$I = 4I_0 \cos^2\left(\frac{K(r_2-r_1)}{2}\right)$$

En el caso $\delta = K(r_2 - r_1)$

$$\Rightarrow I_{max} = 4I_0 \cos^2\left(\frac{Y_m \cdot a \cdot \pi}{S \cdot \lambda}\right) \quad \ldots \quad (10)$$

Interferómetro de división de amplitud

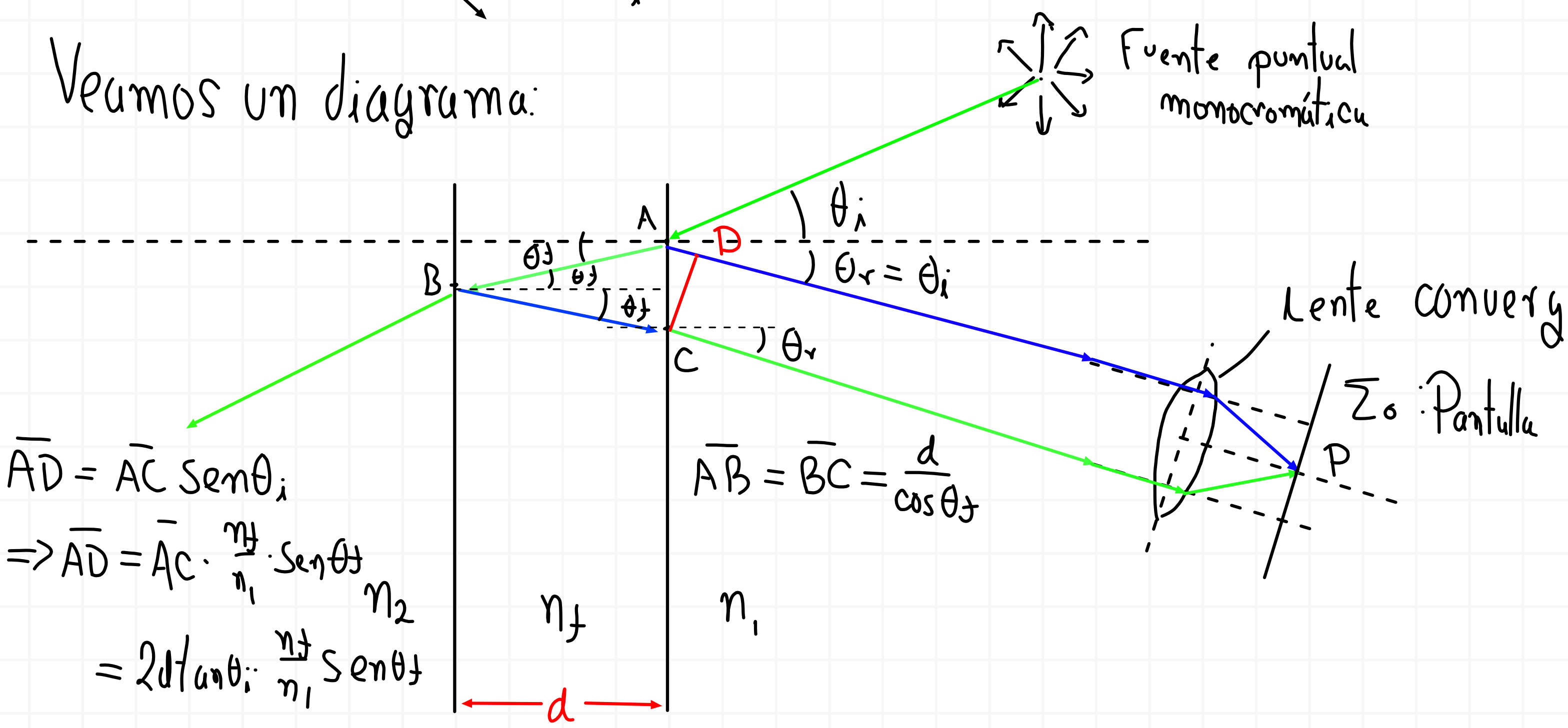
Cuando la luz incide sobre una superficie, la amplitud "se divide" en la amplitud asociada a una onda reflejada y la amplitud asociada a la onda transmitida. Ambas amplitudes (reflejada y transmitida) serán menores que la amplitud incidente.



d: Películas delgadas, $\sim \frac{1}{100} d$ de espesor de una hoja.

$d \sim \lambda_{\text{luz incidente}}$.

Veamos un diagrama:



$\overline{AD} = \overline{AC}\,\text{Sen}\theta_i$

$\Rightarrow \overline{AD} = \overline{AC} \cdot \frac{n_t}{n_1} \cdot \text{Sen}\theta_t$

$= 2d\tan\theta_t \frac{n_t}{n_1} \text{Sen}\theta_t$

$\overline{AB} = \overline{BC} = \frac{d}{\cos\theta_t}$

La película de grosor d sirve como dispositivo de división de amplitud. De manera E_{1r} y E_{2r} pueden verse como procedentes de dos coherentes virtuales colocadas detrás de la película.

Al salir de la película, los rayos reflejados son paralelos entre sí y se pueden hacer converger en un punto P en el plano focal de una lente.

La diferencia de camino óptico entre los dos primeros rayos reflejados está dada por:

$$\Lambda = n_t(\overline{AB} + \overline{BC}) - n_1(\overline{AD})$$

$$= n_t \cdot \frac{2d}{\cos\theta_t} - n_1(\overline{AD})$$

$$= n_t \cdot \frac{2d}{\cos\theta_t} - n_1 \cdot 2d\tan\theta_t \cdot \frac{n_t}{n_1}\,\mathrm{sen}\,\theta_t$$

$$= \frac{2n_t d}{\cos\theta_t}(1-\mathrm{sen}^2\theta_t) = 2n_t d\cos\theta_t$$

tenemos que, el desfase del campo eléctrico del primer rayo reflejado $\vec{E}_{1r}$ y el del segundo rayo reflejado $\vec{E}_{2r}$ estará dado por $K_0\Lambda$.

Si $n_t > n_1 = n_2$ (para este caso), tendremos reflexión externa (sucede lo que se muestra arriba). Por tanto, tenemos reflexión externa en A.
Esta reflexión induce un cambio de fase entre el campo eléctrico incidente y el reflejado (E_{r1}). Este desfase es de π radianes.
De esta forma, la diferencia de fase entre $\vec{E}_{r1}$ y $\vec{E}_{r2}$ será:

$$\delta = K_0 \cdot \Lambda \pm \pi$$

$$\Rightarrow \delta = \frac{4\pi n_t}{\lambda_0} d\cos\theta_t \pm \pi$$

Que también puede escribirse como:

$$\delta = K_0\,\frac{2n_t d}{\cos\theta_t}(1-\mathrm{sen}^2\theta_t)$$

$$= \frac{2\pi}{\lambda_0}\cdot\frac{2d}{n_t\cos\theta_t}(n_t^2 - n_t^2\,\mathrm{sen}\,\theta_t)$$

y δ como:

$$\delta = \frac{4\pi}{\lambda_0}\cdot\frac{d}{n_t\cos\theta_t}\cdot(n_t^2 - n_i^2\,\mathrm{sen}^2\theta_i) \pm \pi$$

Estas son expresiones generales para la diferencia de fase.
Veremos un máximo de interferencia cuando: $\boxed{\delta = 2m\pi,\ m\in\mathbb{Z}}$, luego:

$$2\pi m = \frac{4\pi n_t}{\lambda_0} d\cos\theta_t \pm \pi$$

$$\Rightarrow 2m = \frac{4n_t}{\lambda_0} d\cos\theta_t \pm 1$$

$$\Rightarrow 2m \mp 1 = \frac{4n_t}{\lambda_0}\cos\theta_t \cdot d$$

$$\Rightarrow \boxed{d\cos\theta_t = \frac{\lambda_t}{4}(2m+1)},\quad \lambda_t = \frac{\lambda_0}{n_t}$$

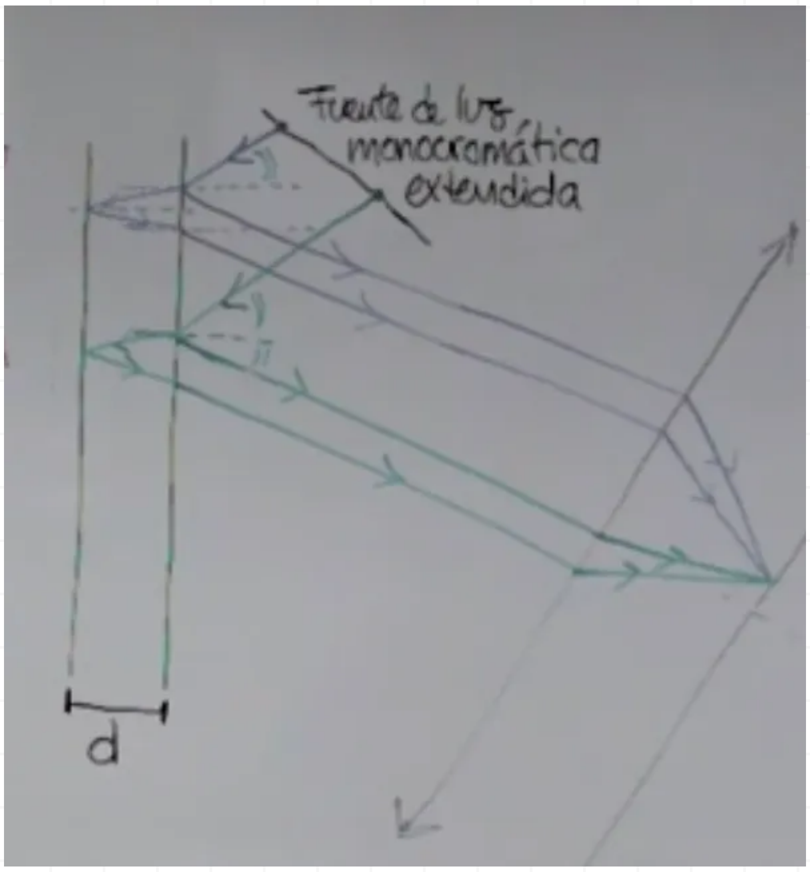
Condición para máximo de interfe

rencia.

El "−" no se toma porque somos físicos. La condición anterior nos daría un máximo de interferencia en P. λ_f es longitud de onda fija (luz monocromática).

Def. Fuente de luz extendida: plano que emite luz.

Veamos lo anterior, pero con una fuente de luz extendida.

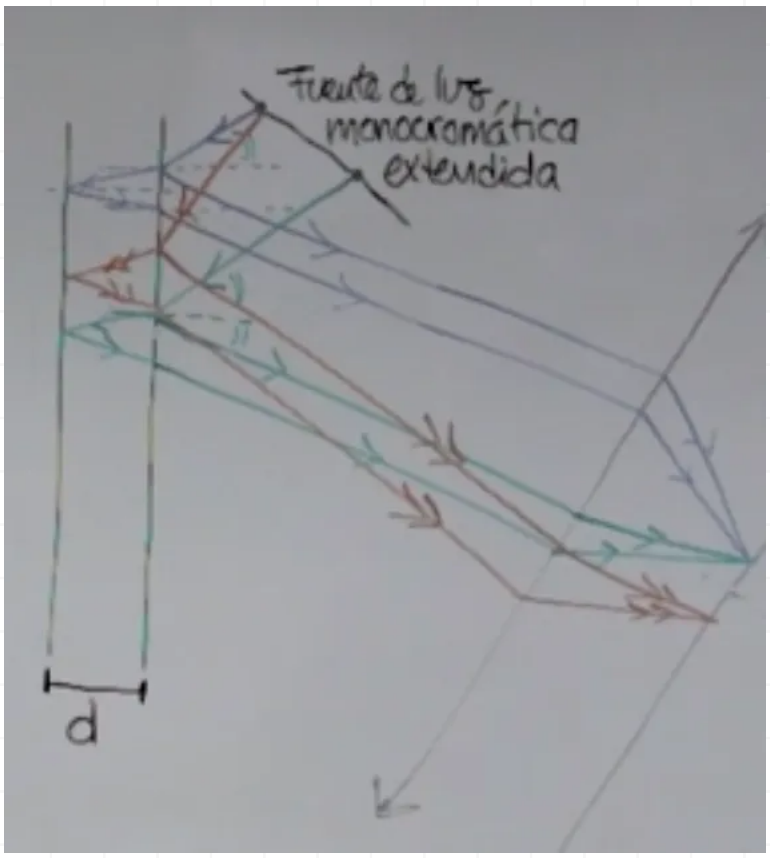


Cualesquiera 2 rayos paralelos emitidos por la fuente de luz, convergen al mismo punto, pero, un cambio pequeño y ya no, como con los rayos naranjas.

Retomando el caso para tener un máximo:

$$\underbrace{d}_{cte}\cos\theta_f = \overbrace{\frac{\lambda_f}{4}}^{cte}(2m+1)$$

θ_f define el tipo de interferencia que se tendrá.



Esto es, la interferencia depende del ángulo de incidencia de la luz.

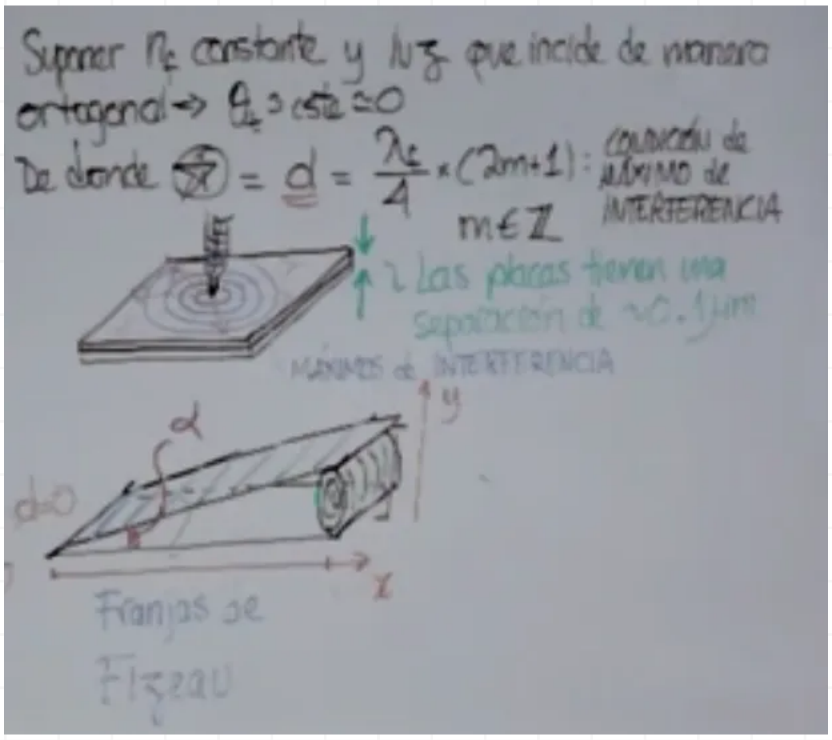
Sin embargo, existen casos en los cuales, la interferencia dependerá de $n_f \cdot d$.

Se contempla a λ_f, pues: $n_f = \frac{\lambda_0}{\lambda_f}$

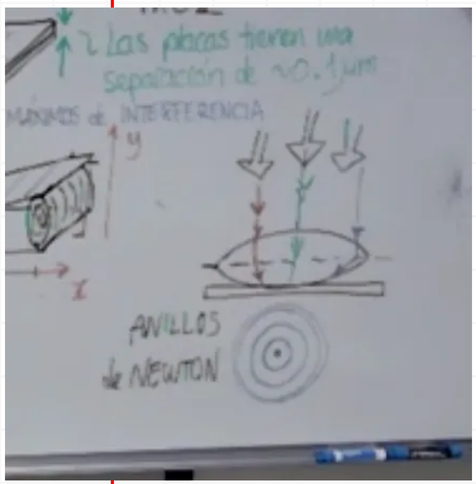
Para que no ocurra lo anterior, suponemos a n_f como cte y a $\theta_i = 0$. De esta forma, $\theta_f = 0$ y, por tanto:

Condición de max. de interferencia.

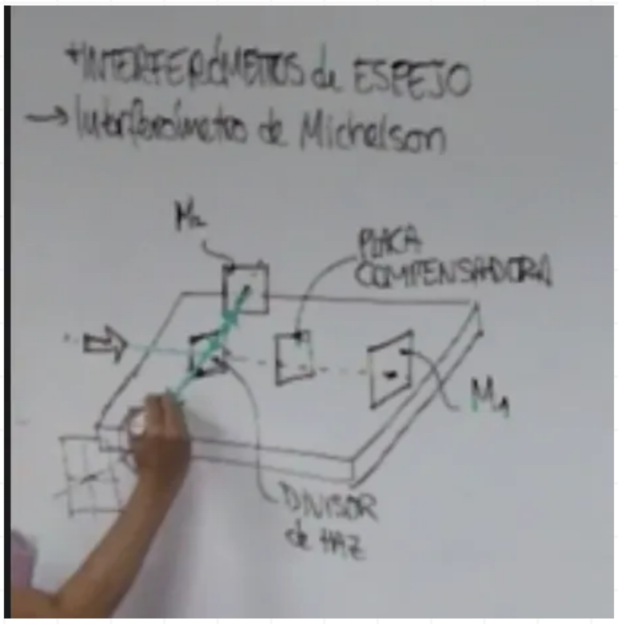
$$\boxed{d = \frac{\lambda_f}{4}(2m+1),\ m \in \mathbb{Z}}$$

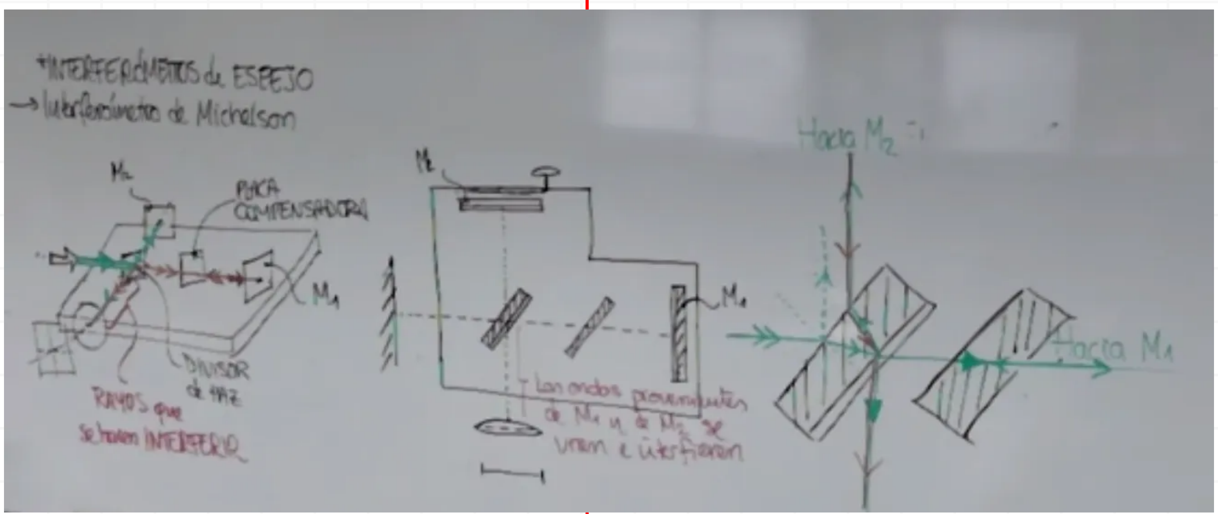


Vemos los patrones de interferencia, mediante los anillos de Newton.



Veamos ahora el el interferómetro de espejo:





Básicamente garantiza que cualquier diferencia en la longitud de camino óptico recorrida entre los dos rayos, se deba únicamente a la diferencia en las distancias físicas recorridas.

Esto que sigue es para máximos y mínimos de interferencia: