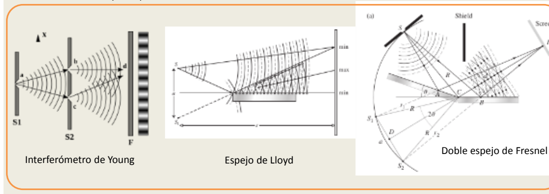
Interferencia 3/3

Interferómetros

- Dispositivos para generar fuentes que mantienen una relación de fase inicial $\Delta\varepsilon = \text{cte}$
- Vienen en dos sabores:

Interferómetros por división de frente de onda
Se toma un frente de onda y se usa una parte del mismo como fuente1 y otra parte como fuente 2

Cada dispositivo permite generar fuentes diferenciadas con una relacion de fase constante. Pero yo sabemos resolver eso! No te tenemo miedo interferometro!



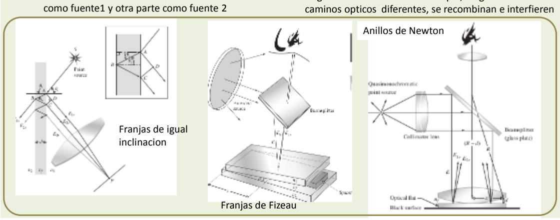
Interferómetro de Young — Espejo de Lloyd — Doble espejo de Fresnel

Interferómetros

- Dispositivos para generar fuentes que mantienen una relación de fase inicial $\Delta\varepsilon = \text{cte}$
- Vienen en dos sabores:

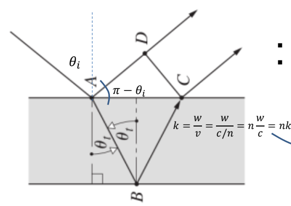
Interferómetros por división de frente de onda
Se toma un frente de onda y se usa una parte del mismo como fuente1 y otra parte como fuente 2

Interferómetros por división de amplitud: la onda original se divide en dos o mas que, luego de recorrer caminos opticos diferentes, se recombinan e interfieren



Franjas de igual inclinacion — Franjas de Fizeau — Anillos de Newton

Rayos de igual inclinación



- El rayo incidente se divide en rayo reflejado y transmitido (cada uno de ellos de menor amplitud que la original)
- En A ambos se separan (ahí estan en fase)
- La diferencia de fase con la que se ´reencuentran´ en CD resulta:

$$k = \frac{w}{v} = \frac{w}{c/n} = n\frac{w}{c} = nk_0$$

$$\Delta\varphi(\theta_i) = k_t\, 2\, AB - k_i AD$$

$$= k_0\,\underbrace{(n_t\, 2\, AB - n_i\, AD)}_{\text{diferencia de caminos opticos}}$$

$$= k_0\,(n_t 2\frac{d}{\cos\theta_t} - 2dn_t\frac{\sin^2\theta_t}{\cos\theta_t})$$

$$= \frac{2n_t d}{\cos\theta_t}k_0(1-\sin^2\theta_t)$$

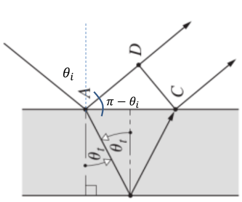
$$AB = \frac{d}{\cos\theta_t}$$

$$AD = AC\ \sin\theta_i = AC\ \frac{n_t}{n_i}\sin\theta_t = 2d\ \frac{n_t}{n_i}\frac{\sin^2\theta_t}{\cos\theta_t}$$

$$AC = 2\, AB\ \sin\theta_t = 2d\tan\theta_t$$

$$\boxed{\Delta\varphi(\theta_i) = 2n_t k_0 d\cos\theta_t}$$

Rayos de igual inclinación



$$\Delta\varphi(\theta_i) = 2n_t k_0 d\cos\theta_t$$

$$\frac{n_i}{n_t}\sin\theta_i = \sin\theta_t$$

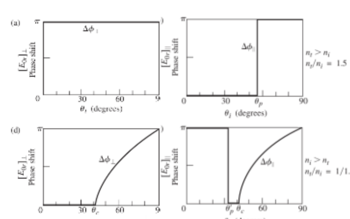
$$\sqrt{1-\left(\frac{n_i}{n_t}\sin\theta_i\right)^2} = \sqrt{1-\sin^2\theta_t} = \cos\theta_t$$

$$\Delta\varphi(\theta_i) = 2n_t k_0 d\ \frac{1}{n_t}\sqrt{{n_t}^2-(n_i\ \sin\theta_i)^2}$$

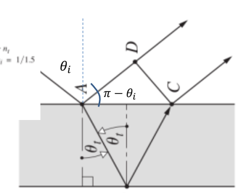
$$\Delta\varphi(\theta_i) = 2k_0 d\ \sqrt{{n_t}^2-(n_i\ \sin\theta_i)^2}$$

$$\boxed{\Delta\varphi(\theta_i) = 2k_0 d\ \sqrt{{n_t}^2-(n_i\ \sin\theta_i)^2}}$$

Ojo con la interfase



$$\Delta\varphi(\theta_i) = 2n_t k_0 d\cos\theta_t$$

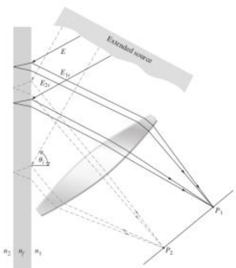


Ojo! $\Delta\varphi(\theta_i) = 2n_t k_0 d\cos\theta_t - \boldsymbol{\delta}$

Desfasaje adicional introducido en E_r en dielectricos

En lo que sigue…vamos a asumir que $\mathrm{E} = E_\perp \ldots \delta = \pi\ (si\ n_t > n_i)$

Condición de máximos y mínimos



$$\Delta\varphi(\theta_i) = 2n_t k_0 d \cos\theta_t - \pi$$

$$\Delta\varphi(\theta_{i,max}) = 2m\pi$$

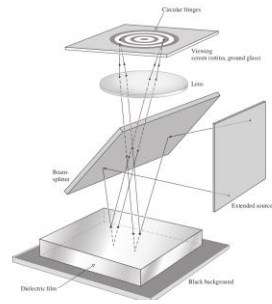
$$2n_t k_0 d \cos\theta_{t,max} - \pi = 2m\pi$$

$$n_t\ d \cos\theta_{t,max} = (2m+1)\frac{\lambda}{4}$$

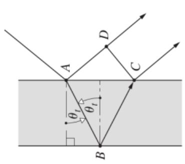
$$\Delta\varphi(\theta_{i,min}) = (2m+1)\pi$$

$$n_t\ d \cos\theta_{t,min} = 2m\frac{\lambda}{4}$$

Franjas circulares de Haidinger



A colores



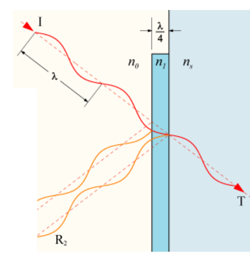
$$n_t\ d \cos\theta_{t,max} = (2m+1)\frac{\lambda}{4}$$

$$n_t\ d \cos\theta_{t,min} = 2m\frac{\lambda}{4}$$

Diferentes colores van a tener maximos y mínimos en diferentes direcciones.....

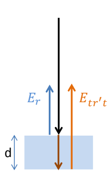
Recubrimiento antireflejo

La idea es que la pelicula provea interferencia destructiva para λ:amarillo, en incidencia normal



Con este diseño todo se trasmite

Franjas de igual espesor



Como antes:

$$\Delta\varphi(\theta_i) = 2n_t k_0 d \cos\theta_t - \pi$$

Pero para este tipo de interferencia el factor dominante no es θ_i (o θ_t) , sino ***d***, el espesor del dielèctrico

$$\Delta\varphi_{max}(\theta_i = 0) = \frac{4\pi}{\lambda} n_t d - \pi = 2m\pi$$

$$d_{max} = (2m+1)\frac{\lambda}{4n_t}$$

Notar que la condicion anterior equivale a

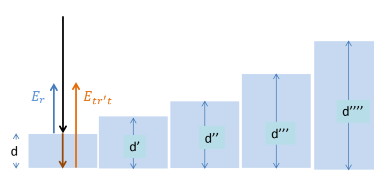
$$2n_t d_{max} = (m + \frac{1}{2})\lambda$$

Franjas de igual espesor

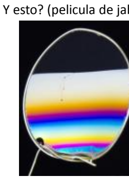
$$\Delta\varphi(\theta_i) = 2n_t k_0 d \cos\theta_t - \pi$$

$$d_{max} = (2m+1)\frac{\lambda}{4n_t}$$

Que pasa si tengo esto?



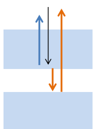
Y esto? (pelicula de jabon)



Franjas de igual espesor

$$\Delta\varphi(\theta_i) = 2n_t k_0 d \cos\theta_t - \pi \qquad \boxed{d_{max} = (2m+1)\frac{\lambda}{4n_t}}$$

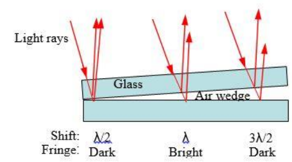
Que pasa si tengo dos cubreobjetos? … me interesa la interferencia sobre la cara inferior del primer dielectrico?



Franjas de igual espesor

$$\Delta\varphi(\theta_i) = 2n_t k_0 d \cos\theta_t - \pi \qquad \boxed{d_{max} = (2m+1)\frac{\lambda}{4n_t}}$$

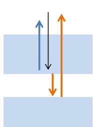
Que pasa si tengo dos cubreobjetos? … me interesa la interferencia sobre la cara inferior del primer dielectrico?

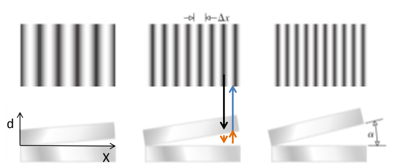


Franjas de igual espesor

$$\Delta\varphi(\theta_i) = 2n_t k_0 d \cos\theta_t - \pi \qquad \boxed{d_{max} = (2m+1)\frac{\lambda}{4n_t}}$$

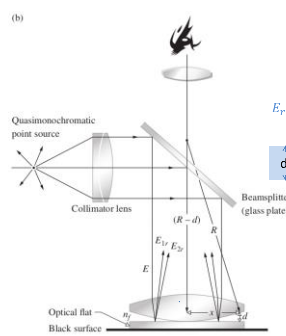
Que pasa si tengo dos cubreobjetos? … me interesa la interferencia sobre la cara inferior del primer dielectrico?





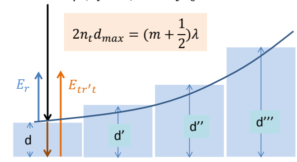
Si $\alpha \ll 1$ entonces: $d = \alpha x$ $\qquad x_{max} = (2m+1)\frac{\lambda}{4\alpha n_t}$ $\qquad \Delta x_{max} = \frac{\lambda}{2\alpha n_t}$

Anillos de Newton



$$\Delta\varphi(\theta_i = 0) = 2n_t k_0 d - \pi$$

$$\boxed{2n_t d_{max} = (m + \tfrac{1}{2})\lambda}$$

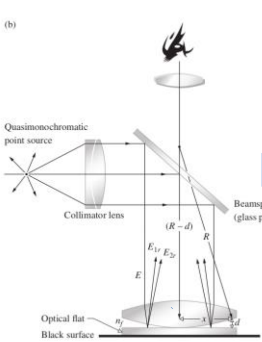


d crece como x²

$$x^2 = R^2 - (R-d)^2$$
$$= R^2 - R^2 + 2Rd - d^2$$
$$= 2Rd - \cancel{d^2}$$

$$\boxed{x^2 = 2Rd}$$ R>>d

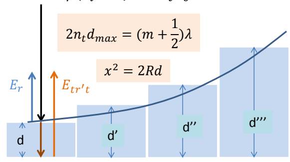
Anillos de Newton



$$\Delta\varphi(\theta_i = 0) = 2n_t k_0 d - \pi$$

$$\boxed{2n_t d_{max} = (m + \tfrac{1}{2})\lambda}$$

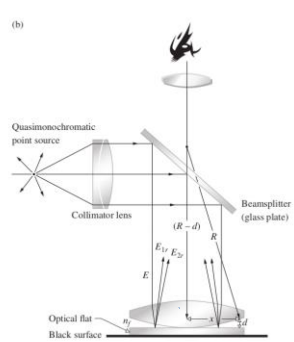
$$\boxed{x^2 = 2Rd}$$



$$2n_t {x^2}_{max} = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda\, 2R$$

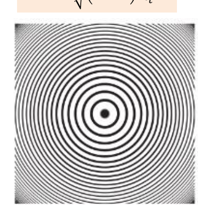
$$\boxed{x_{max} = \sqrt{\left(m + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{n_t} R}}$$

Anillos de Newton



$$\Delta\varphi(\theta_i = 0) = 2n_t k_0 d - \pi$$

$$\boxed{x_{max} = \sqrt{\left(m + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{n_t} R}}$$



Como $x_{max} \propto \sqrt{m}$ la interfranja $(x_{max,m+1} - x_{max,m})$, va disminuyendo con m