

Clase 08

Interferencia (Biprisma de Fresnel)

Laboratorio de física 2 para químicos

1) Explicación teórica: Interferencia

- Fenómenos de interferencia ocurren cuando dos o más **ondas** interactúan, se refiere al efecto físico de superposición cuando las ondas coinciden espacial y temporalmente.
- El efecto puede observarse en todos los tipos de onda, como ondas de luz, radio, sonido, entre otros



Física Universitaria con física moderna-SEARS • ZEMANSKY Volumen 2

- Fuentes coherentes: si no hubiera una relación de fase constante entre ambas fuentes, los fenómenos que vamos a estudiar no ocurrirían

1) Explicación teórica: Interferencia

Dos fuentes S1 y S2 que emiten ondas monocromáticas de la misma frecuencia en un medio homogéneo.

$$\bar{E}_1(\bar{r}, t) = E_{01} \cos(\bar{k}_1 \bar{r} - \omega t + \varepsilon_1)$$

$$\bar{E}_2(\bar{r}, t) = E_{02} \cos(\bar{k}_2 \bar{r} - \omega t + \varepsilon_2)$$

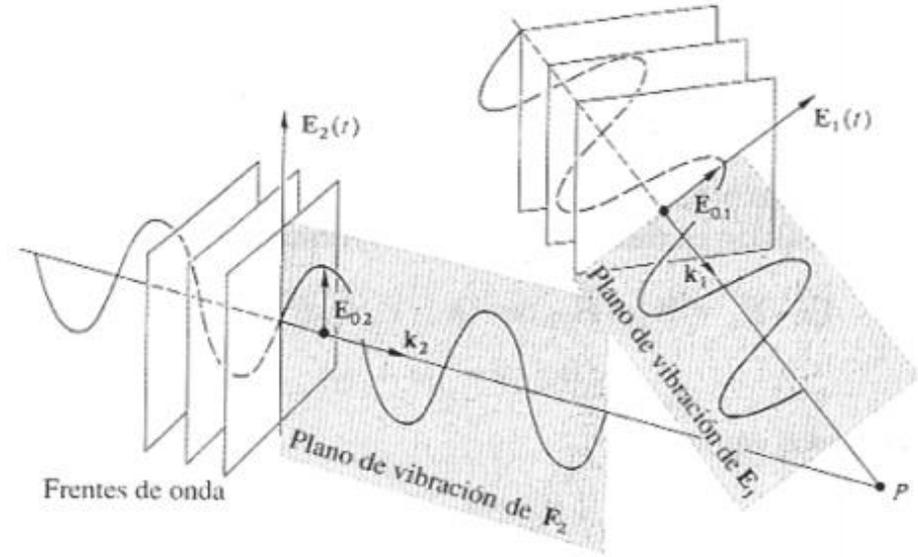
La irradiancia en el punto P: $I = \langle E^2 \rangle_T$

$$E^2 = E \cdot E = E_1^2 + E_2^2 + 2E_1 \cdot E_2$$

$$I = \underbrace{\langle E_1^2 \rangle}_{I_1} + \underbrace{\langle E_2^2 \rangle}_{I_2} + 2 \underbrace{\langle E_1 \cdot E_2 \rangle}_{I_{12}}$$

$$I_{12} = \frac{1}{2} E_{01} \cdot E_{02} \cdot \cos(\bar{k}_1 \bar{r} - \bar{k}_2 \bar{r} + \varepsilon_1 - \varepsilon_2)$$

$$\underbrace{\hspace{15em}}_{\delta}$$



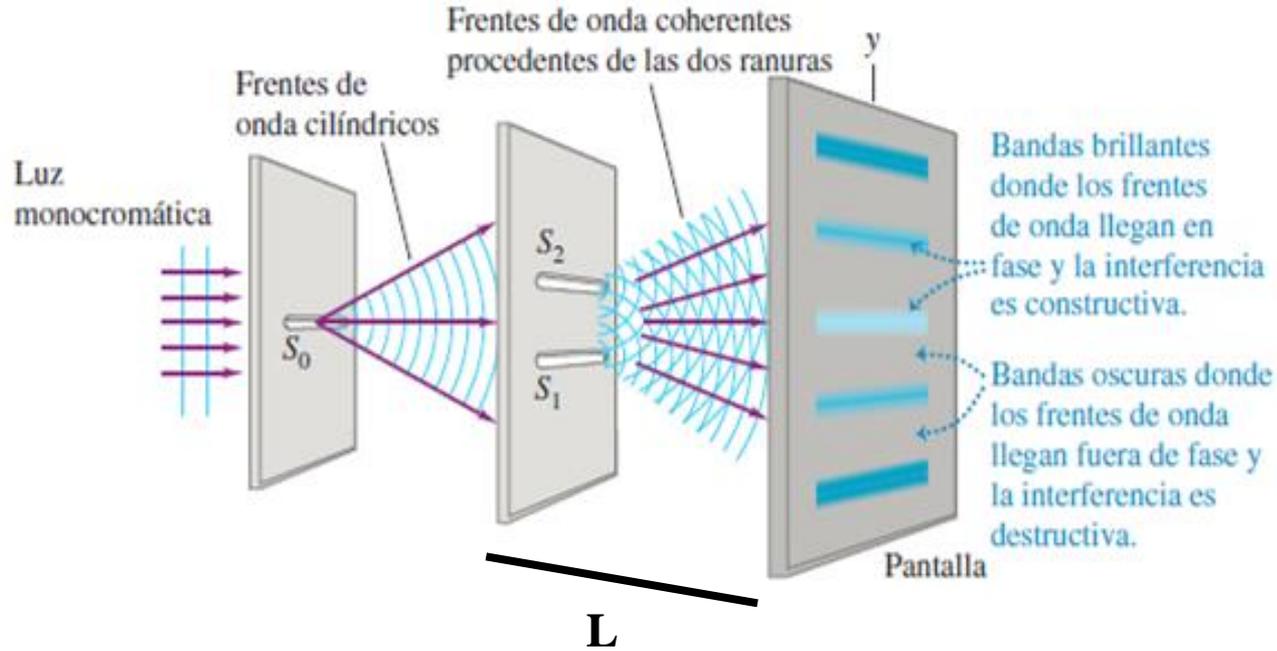
Óptica -Eugene Hecht

- Máximos para: $\delta = 2n\pi$
- Mínimos para: $\delta = (2n + 1)\pi$

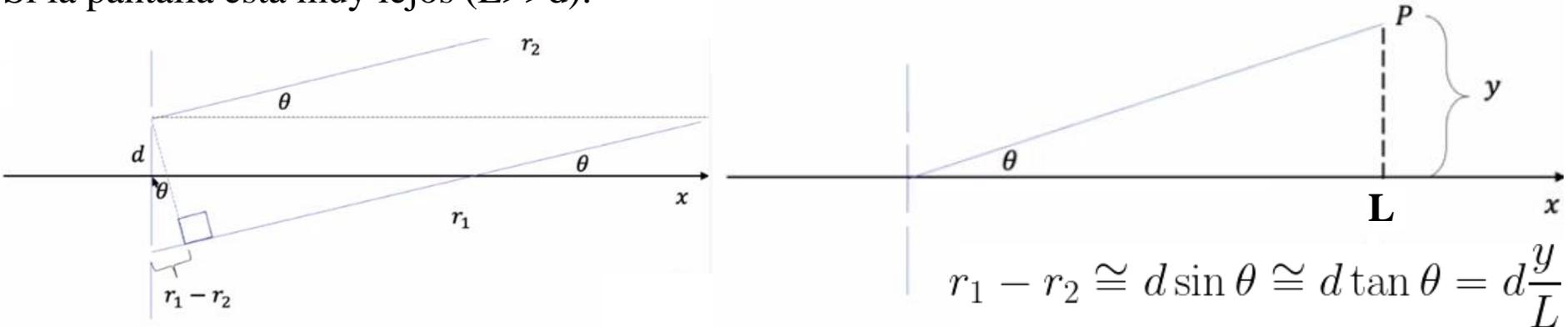
1) Explicación teórica: Interferencia

Experimento de Young

Física Universitaria con física moderna-SEARS • ZEMANSKY Volumen 2



Si la pantalla está muy lejos ($L \gg d$):



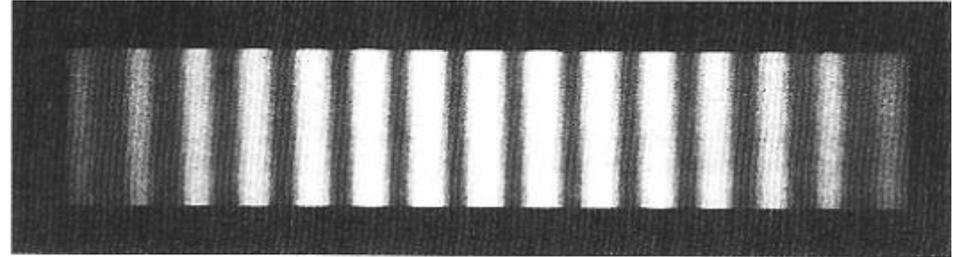
1) Explicación teórica: Interferencia

- Interferencia constructiva y destructiva:

$$d \sin \theta = m \lambda \quad (m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$$

$$d \sin \theta = \left(m + \frac{1}{2}\right) \lambda \quad (m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$$

m -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7



Óptica -Eugene Hecht

- Separación entre franjas viene dada por:

- Si vale la aproximación paraxial:

$$L \gg d; L \gg y_m$$

$$\Delta y = L \frac{\lambda}{d}$$

- Si $L \sim d$

$$\Delta y = \sqrt{L^2 + \Delta y^2} \frac{\lambda}{d}$$

Δy = distancia entre dos máximos brillantes consecutivos (interfranja)

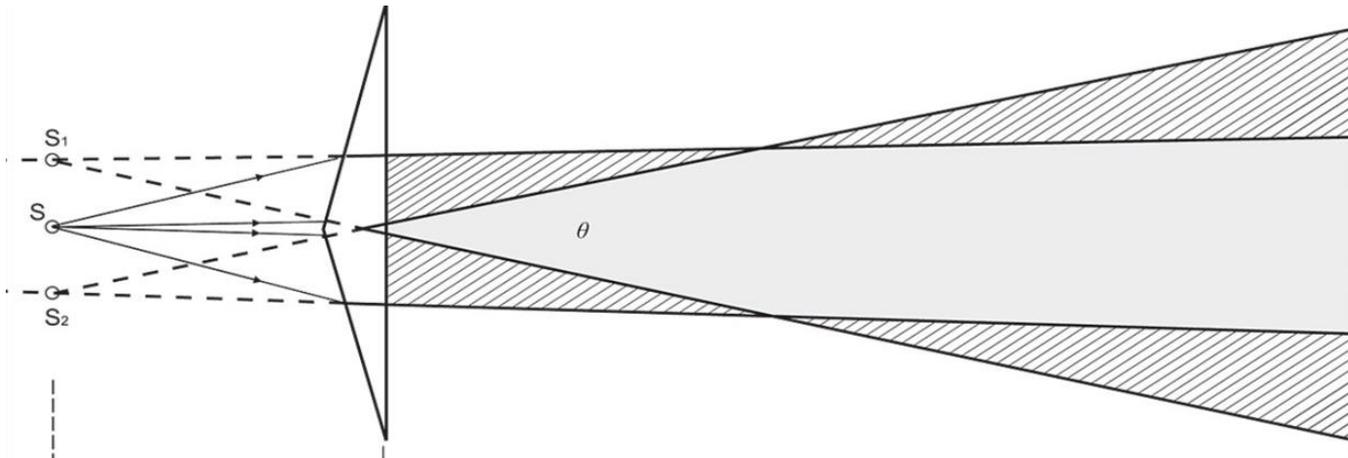
L = distancia entre el plano de las fuentes virtuales y el plano donde se observa la interfranja

d = distancia entre fuentes virtuales

1) Explicación teórica: Interferencia

Biprisma de Fresnel

- Es un interferómetro de **división de frente de onda** similar al experimento de la **doble rendija de Young**. Es la forma experimental de generar dos fuentes coherentes.
- Consta de dos prismas delgados que sirven para generar dos imágenes coherentes de una fuente (rendija iluminada) de modo tal que la luz proveniente de ambas da lugar a interferencias en la zona situada a continuación del biprisma.
- Se puede demostrar que el plano donde se encuentran ubicadas las fuentes virtuales generadas por el biprisma es el mismo plano en el cual está ubicada la rendija.



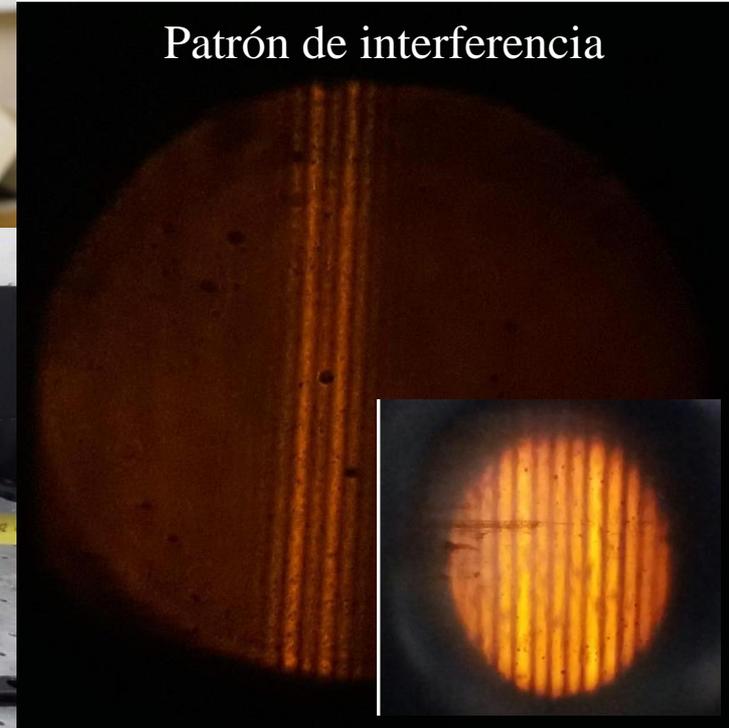
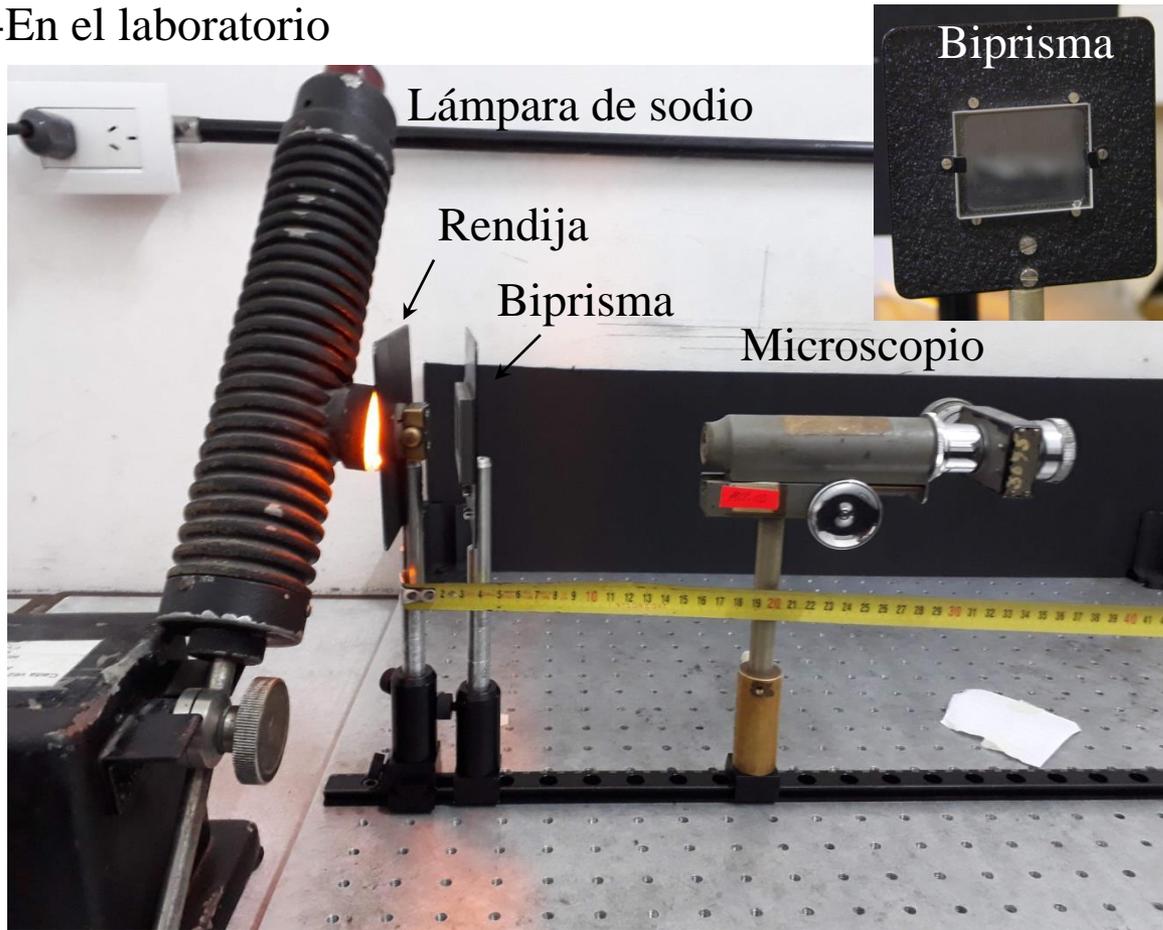
Biprisma de Fresnel

2) Objetivos de la práctica: Interferencia

- Estudiar un interferómetro de división de frente de onda (como el caso del Biprisma de Fresnel) a partir de una simulación, obteniendo λ del ajuste correspondiente.
- Determinar si es válida la aproximación paraxial.

3) Arreglo experimental: Interferencia

-En el laboratorio



El patrón es muy pequeño por lo que se debe usar un microscopio.

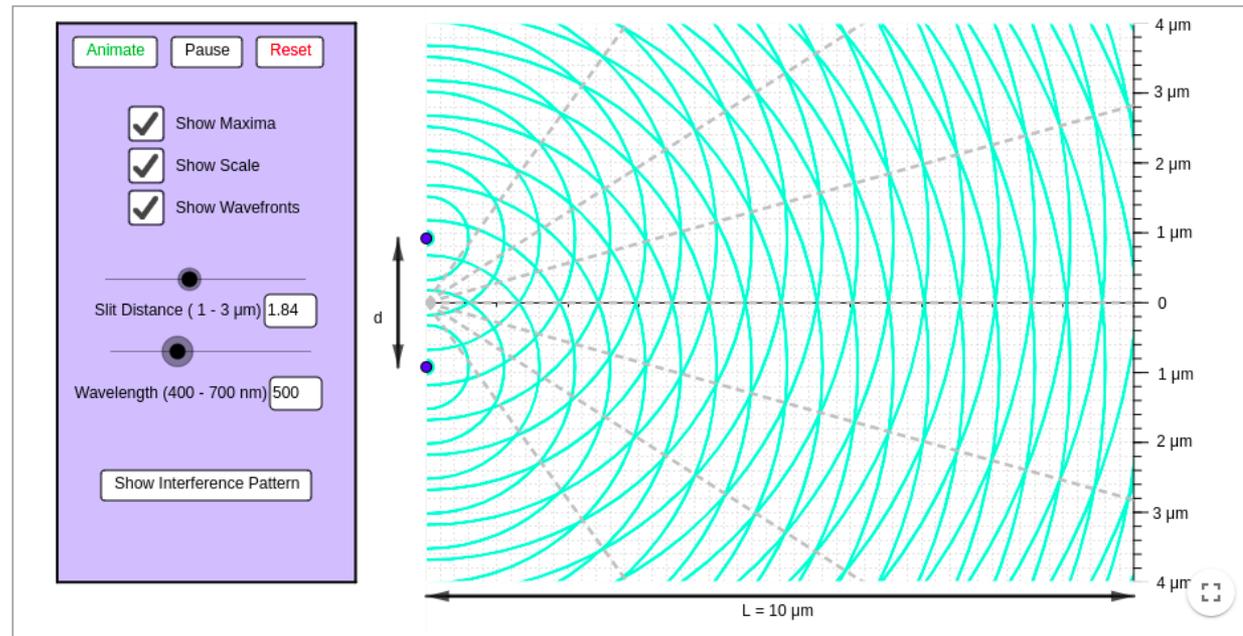
Video demostrativo: <https://www.youtube.com/watch?v=qUYU5WV0V5Q>

http://www.ugr.es/~laboptic/s6_new_1213.htm

3) Arreglo experimental: Interferencia

-Usar el applet: <https://ophysics.com/15.html>

Double Slit Interference



- Variar la distancia entre fuentes virtuales, d (“slit distance”) y medir la interfranja Δy .
- De un ajuste (decidir qué variables graficar) obtener λ y corroborar el resultado con el valor prefijado. ¿Vale o no vale la aproximación paraxial?

Observación: uso el valor de L del simulador.

Pausa

Volvemos en 10 min

Armado de salas de trabajo con Zoom en grupos de 2 personas

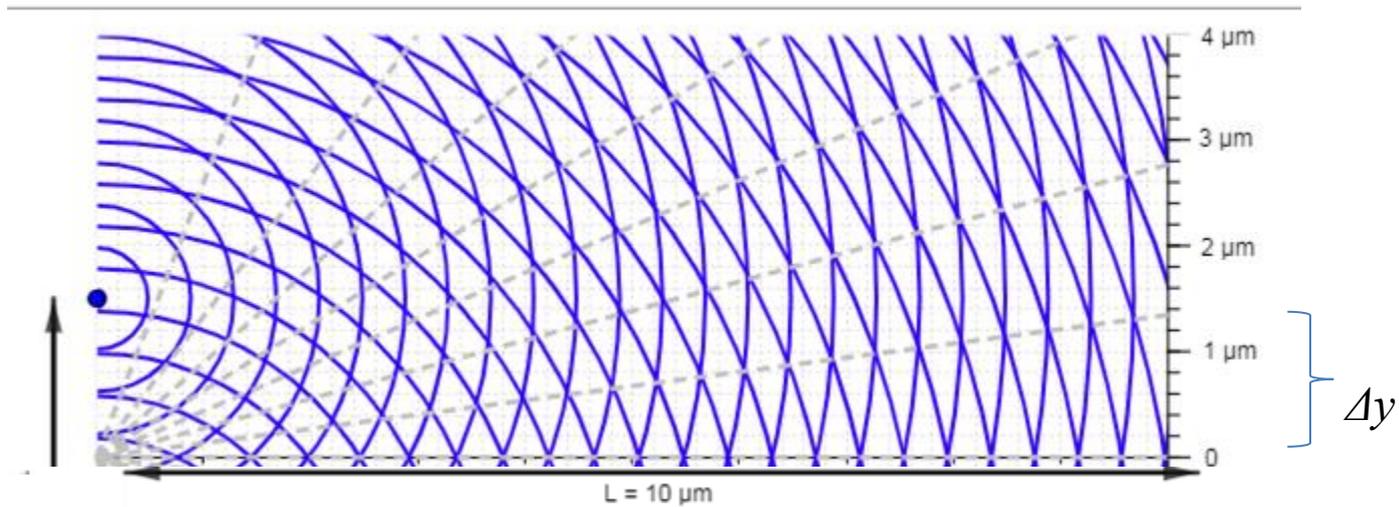
Subir figuras a:

<https://docs.google.com/document/d/1qn5DDPLL0TJK-ZqEvM2ECr5KWay4kAT0VaQnuraykz4/edit?usp=sharing>

Trabajo en salas por 1 hora

4) Resultados y análisis: Interferencia

-En el simulador no se cumple la aproximación paraxial ($1\mu\text{m} < d < 3\mu\text{m}$ y $L = 10\mu\text{m}$)



Deducción:

para $\theta \ll 1 \Rightarrow \text{sen}\theta \approx \text{tg}\theta = \frac{\Delta y}{L}$

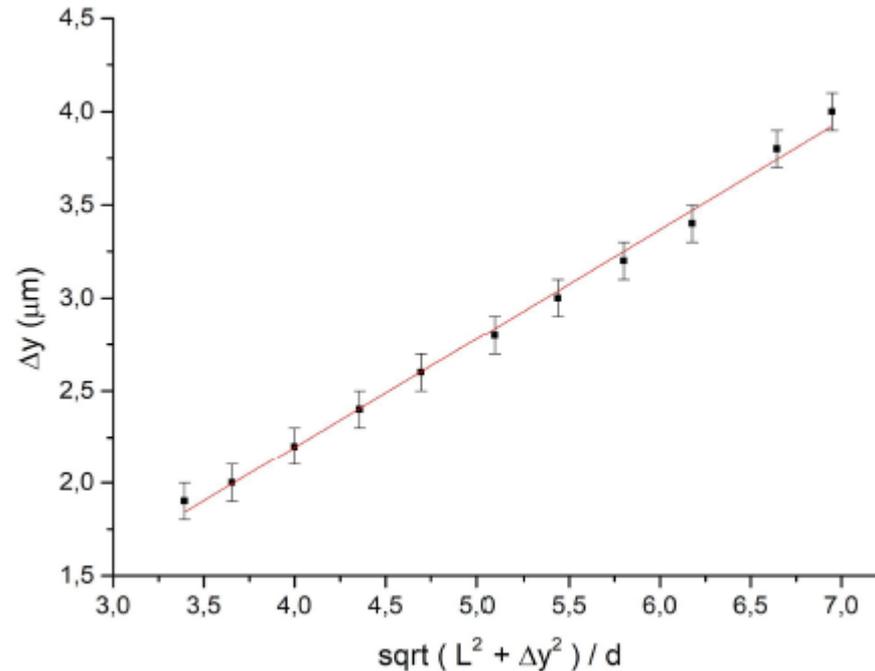
$$\Rightarrow \text{sen}\theta = \frac{\Delta y}{\sqrt{L^2 + \Delta y^2}} \approx \frac{\Delta y}{L}$$

$m\lambda = d \text{sen}\theta \Rightarrow$ entre dos franjas tengo $(m+1 - m)\lambda = d$

interfranja $\Rightarrow \lambda = d \text{sen}\theta = \frac{d \Delta y}{\sqrt{L^2 + \Delta y^2}} \Rightarrow \Delta y = \frac{\lambda}{d} \sqrt{L^2 + \Delta y^2}$

4) Resultados y análisis: Interferencia

-Al graficar Δy vs $\sqrt{L^2 + \Delta y^2}/d$ se obtiene λ de la pendiente (comparar con el valor que figura en el applet)

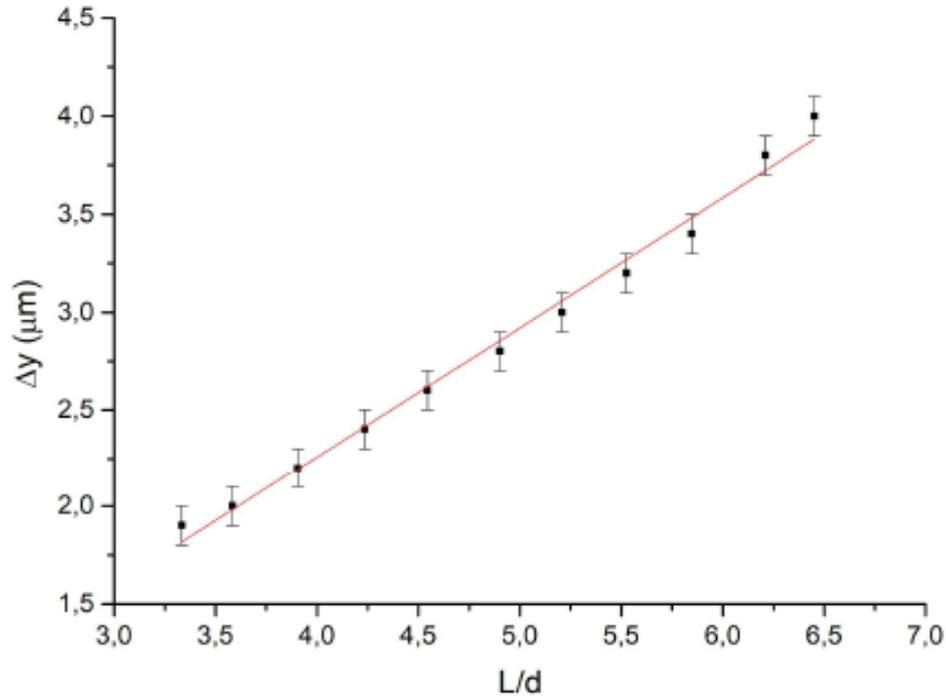


$$\Delta y = (0,585 \pm 0,013)\mu m \frac{\sqrt{L^2 + \Delta y^2}}{d} + (-0,14 \pm 0,07)$$
$$R^2 = 0,99491$$

Observación: Como la relación entre Δy y λ es proporcional, se va a observar que al aumentar λ también aumenta la interfranja y van variando los colores del patrón de interferencia de acuerdo a los valores de λ .

4) Resultados y análisis: Interferencia

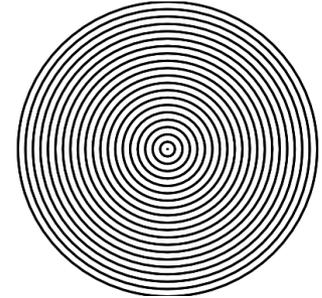
-Si se grafica Δy vs L/d , se observa que el valor de la pendiente da bastante distinto que el λ utilizado.



$$\Delta y = (0,663 \pm 0,021)\mu\text{m} \frac{L}{d} + (-0,39 \pm 0,11)$$
$$R^2 = 0,98982$$

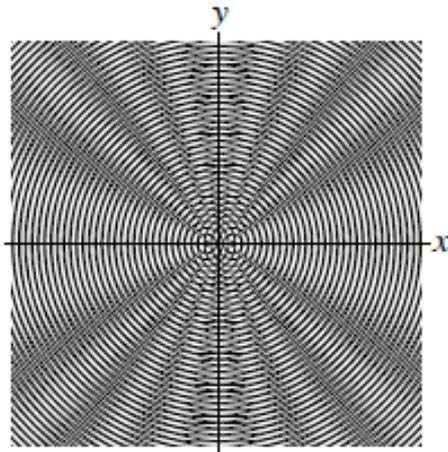
5) Demostración: patrones de Moiré

Patrones de interferencia de gran escala que se generan cuando se superponen distintas rejillas de líneas rectas o curvas con un cierto ángulo o con una pequeña diferencia de tamaño

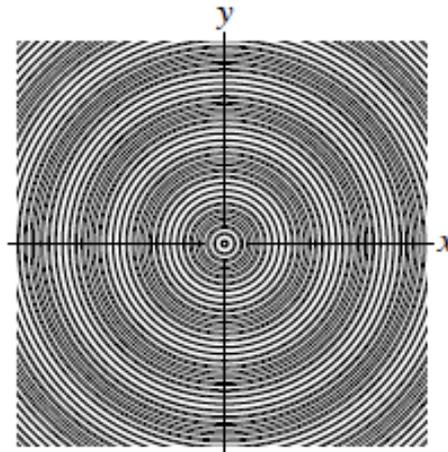


Wikipedia

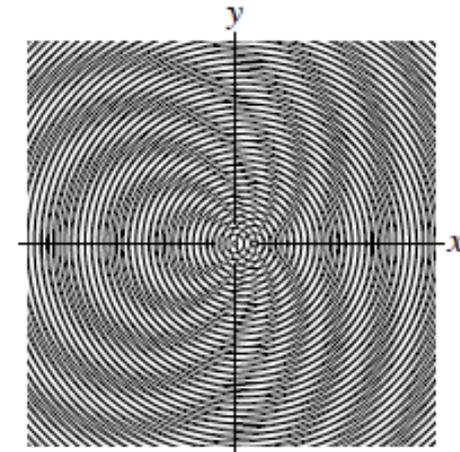
Superposición de dos patrones circulares



-De igual espaciado
-Descentradas en el eje x



-De similar espaciado
-Centradas



-De similar espaciado
-Descentradas en el eje x

<https://lspwww.epfl.ch/publications/books/moire/kithl.html>

5) Aviso: Clase que viene

Para próxima clase bajar el programa Image J:

<https://imagej.nih.gov/ij/download.html>

