

# 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.

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

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

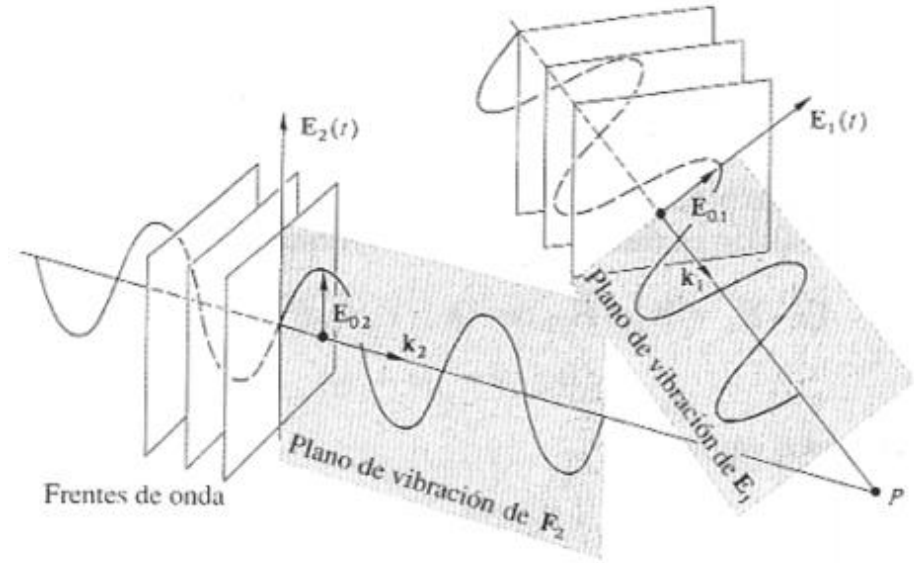
La irradiancia en el punto P:  $I = \langle E^2 \rangle_T$

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

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

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

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



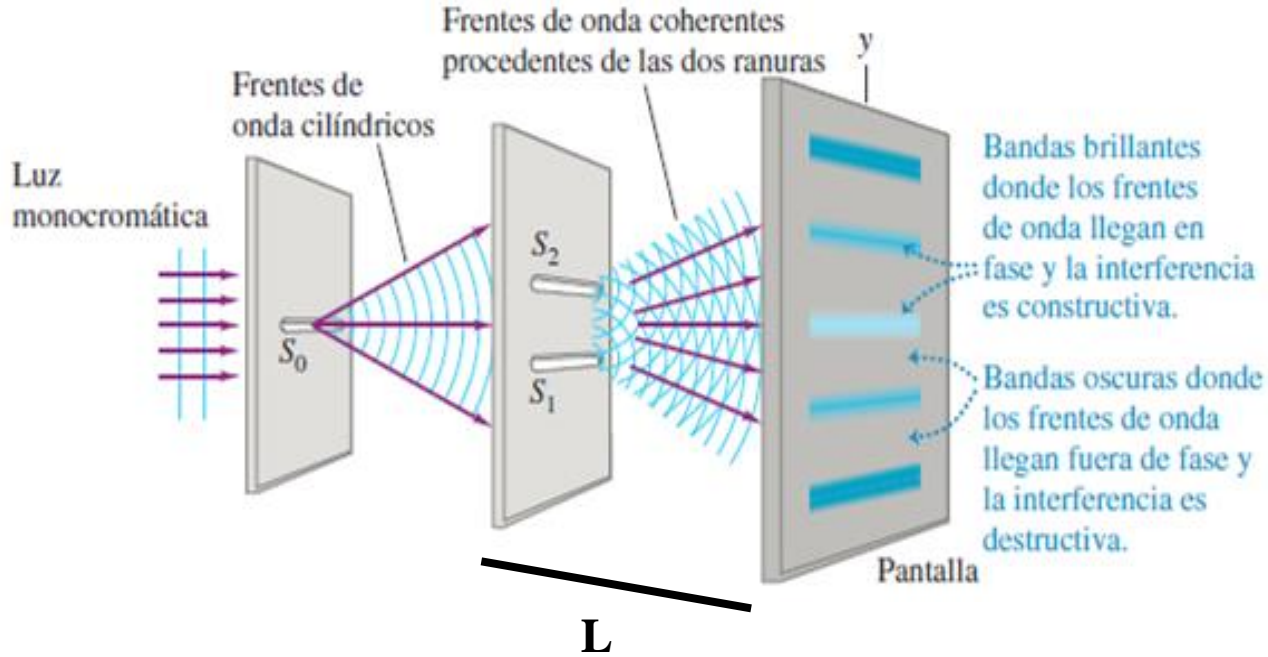
Óptica -Eugene Hecht

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

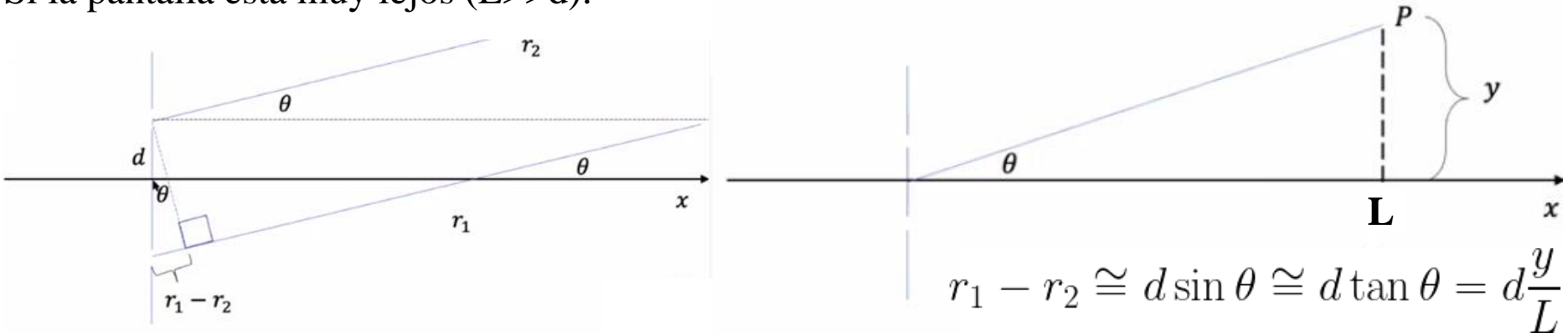
# 1) Explicación teórica: Interferencia

## Experimento de Young

Física Universitaria con física moderna-SEARS • ZEMANSKY Volumen 2



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



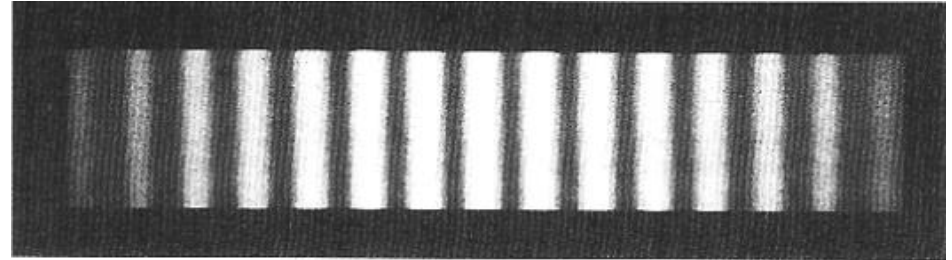
# 1) Explicación teórica: Interferencia

- 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  $L \sim d$

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

$\Delta y$  = distancia entre dos máximos brillantes consecutivos (interfranja)

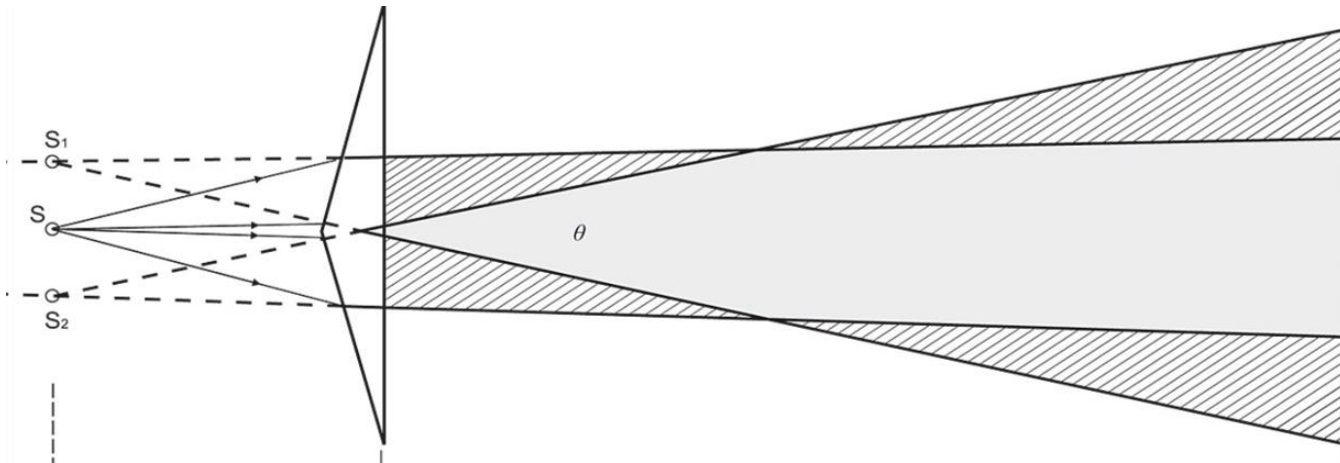
$L$  = distancia entre el plano de las fuentes virtuales y el plano donde se observa la interfranja

$d$  = 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.



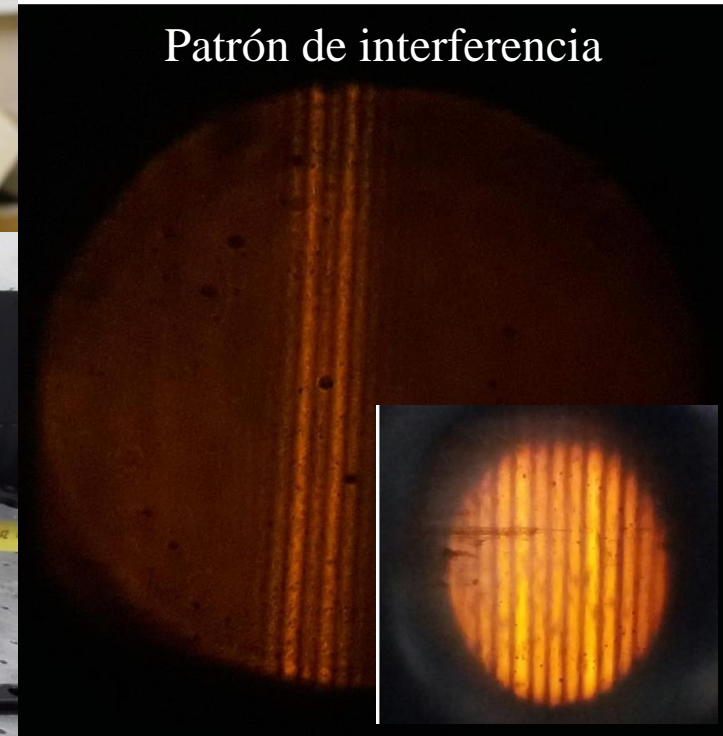
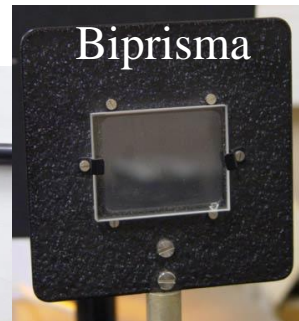
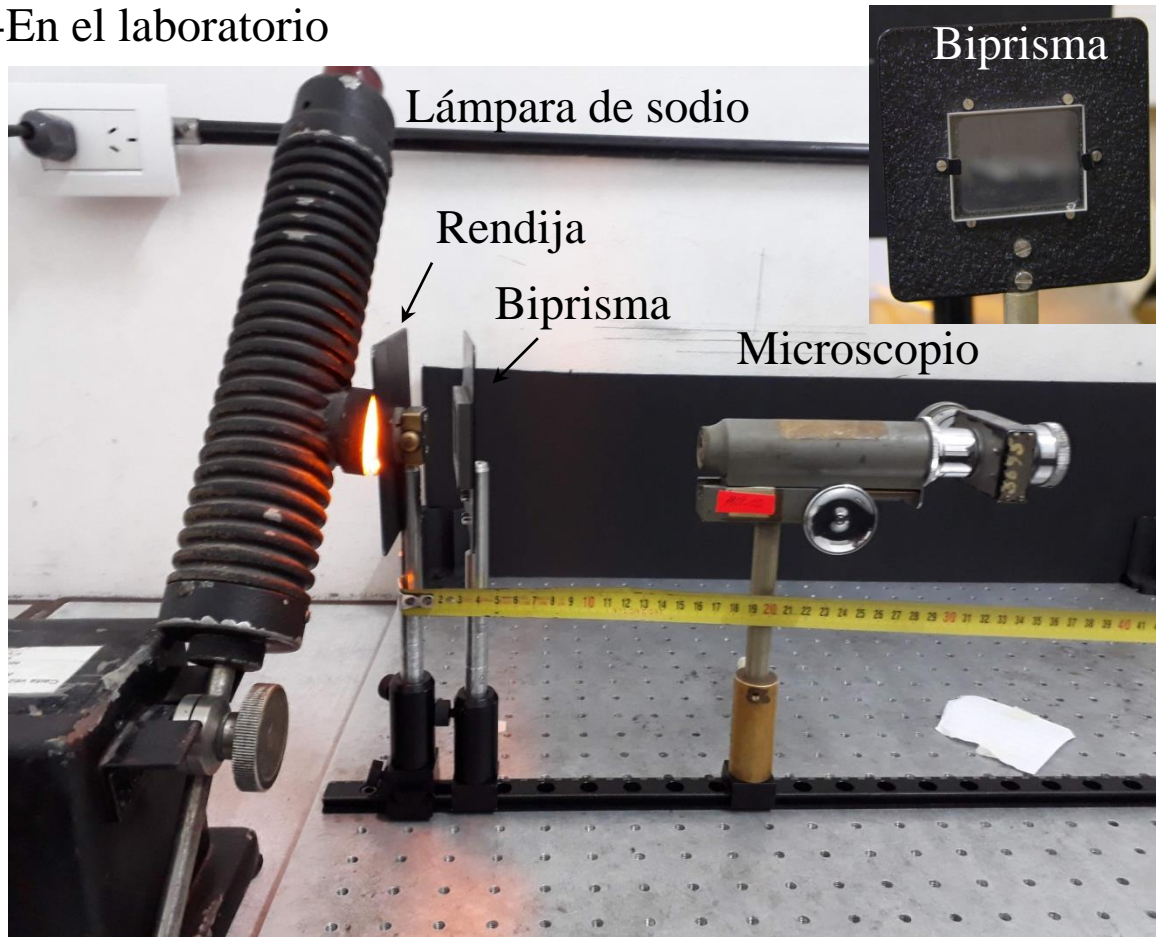
Biprisma de Fresnel

## 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  $\lambda$  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>

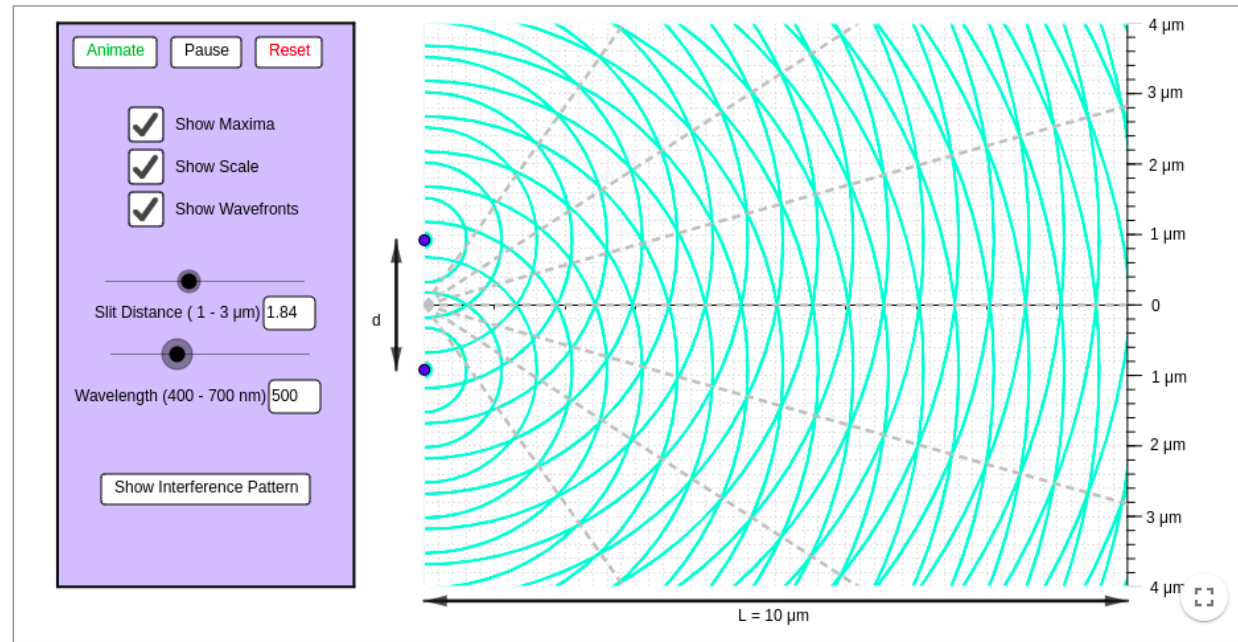
[http://www.ugr.es/~laboptic/s6\\_new\\_1213.htm](http://www.ugr.es/~laboptic/s6_new_1213.htm)



### 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  $\Delta y$ .
- De un ajuste (decidir qué variables graficar) obtener  $\lambda$  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

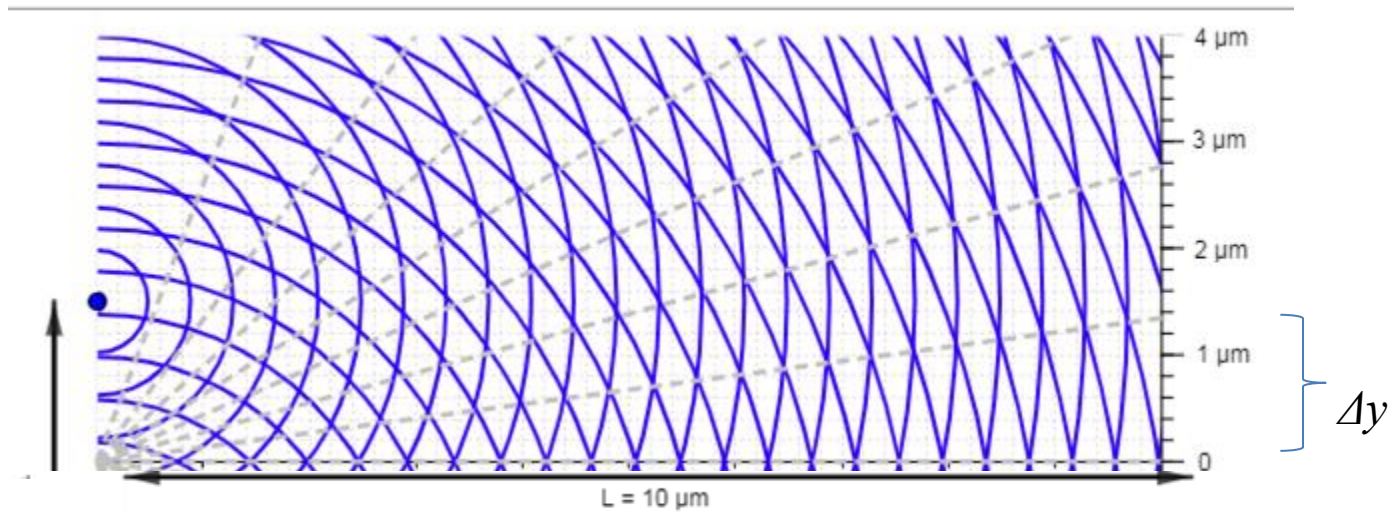
Subir figuras a:

<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  $\theta \ll 1 \Rightarrow \sin\theta \approx \tan\theta = \frac{\Delta y}{L}$

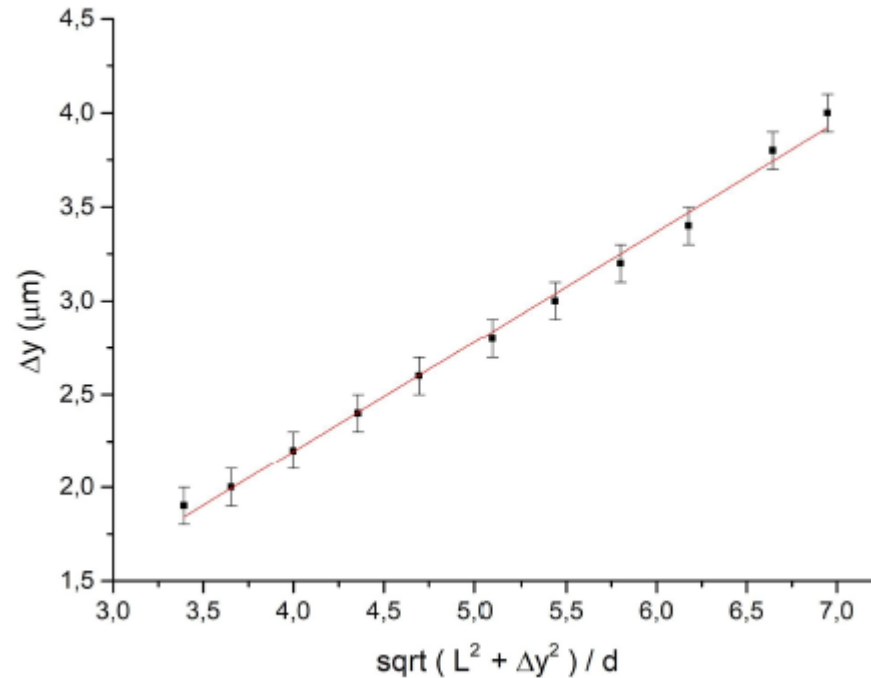
$$\Rightarrow \sin\theta = \frac{\Delta y}{\sqrt{L^2 + \Delta y^2}} \approx \frac{\Delta y}{L}$$

$m\lambda = d \sin\theta \Rightarrow$  entre dos franjas tengo  $(m+1) - m = 1$

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

#### 4) Resultados y análisis: Interferencia

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

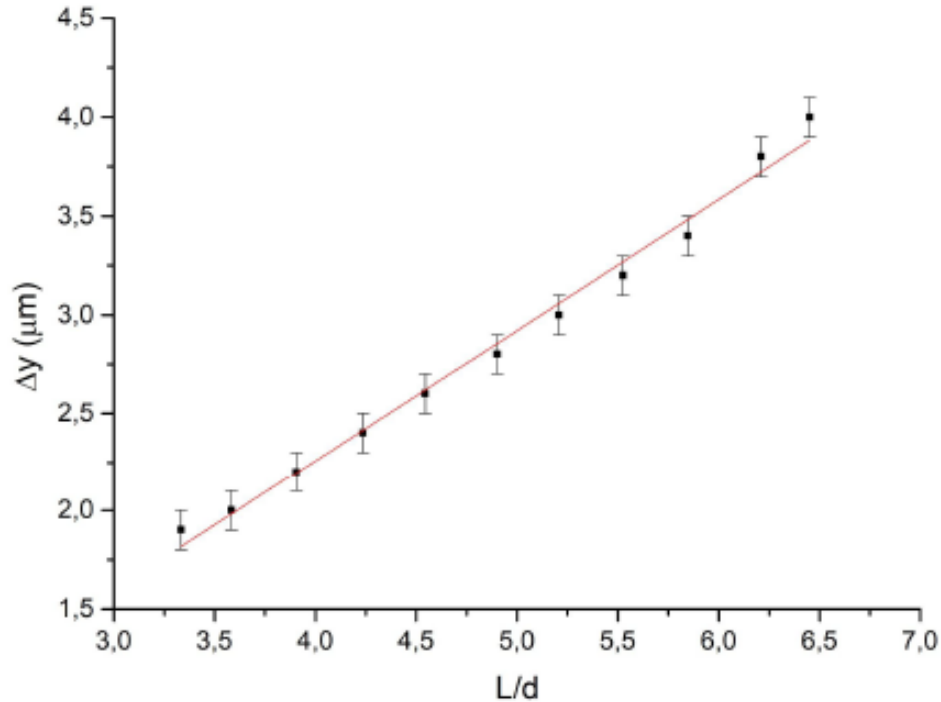


$$\Delta y = (0,585 \pm 0,013)\mu m \frac{\sqrt{L^2 + \Delta y^2}}{d} + (-0,14 \pm 0,07)$$
$$R^2 = 0,99491$$

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

## 4) Resultados y análisis: Interferencia

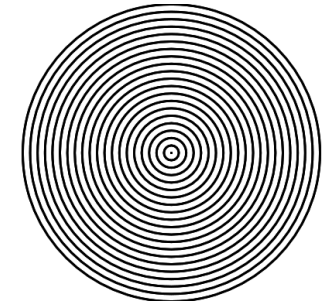
-Si se grafica  $\Delta y$  vs  $L/d$ , se observa que el valor de la pendiente da bastante distinto que el  $\lambda$  utilizado.



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

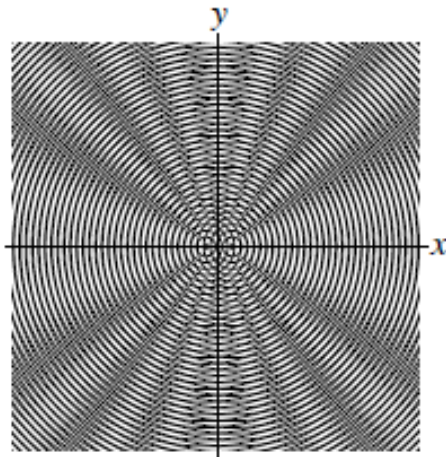
## 5) Demostración: patrones de Moiré

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

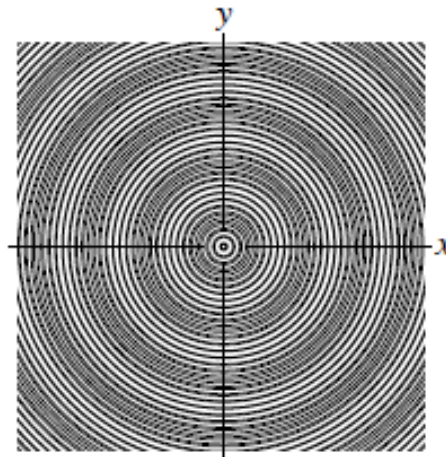


Wikipedia

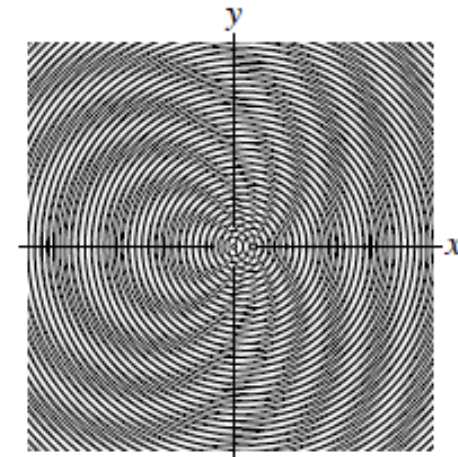
### Superposición de dos patrones circulares



-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>

