

Clase 07

Interferencia (Biprisma de Fresnel)

Laboratorio de física 2 para químicxs

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.

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

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

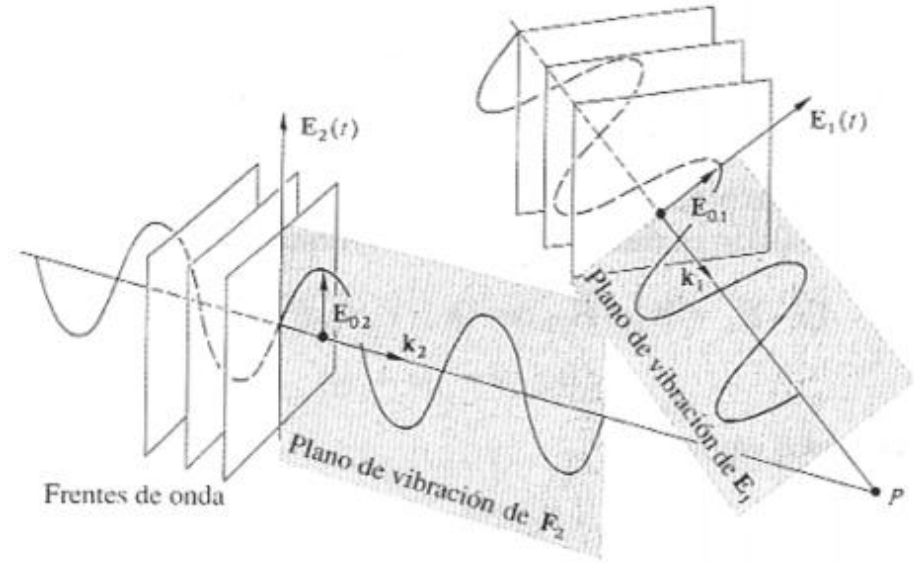
La irradiancia en el punto P: $I = \langle E^2 \rangle_T$

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

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

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

$$\underbrace{\hspace{10em}}_{\delta}$$



Óptica -Eugene Hecht

$$I_{12} = \frac{1}{2} E_{01} \cdot E_{02} \cdot \cos \delta$$

□ 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

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

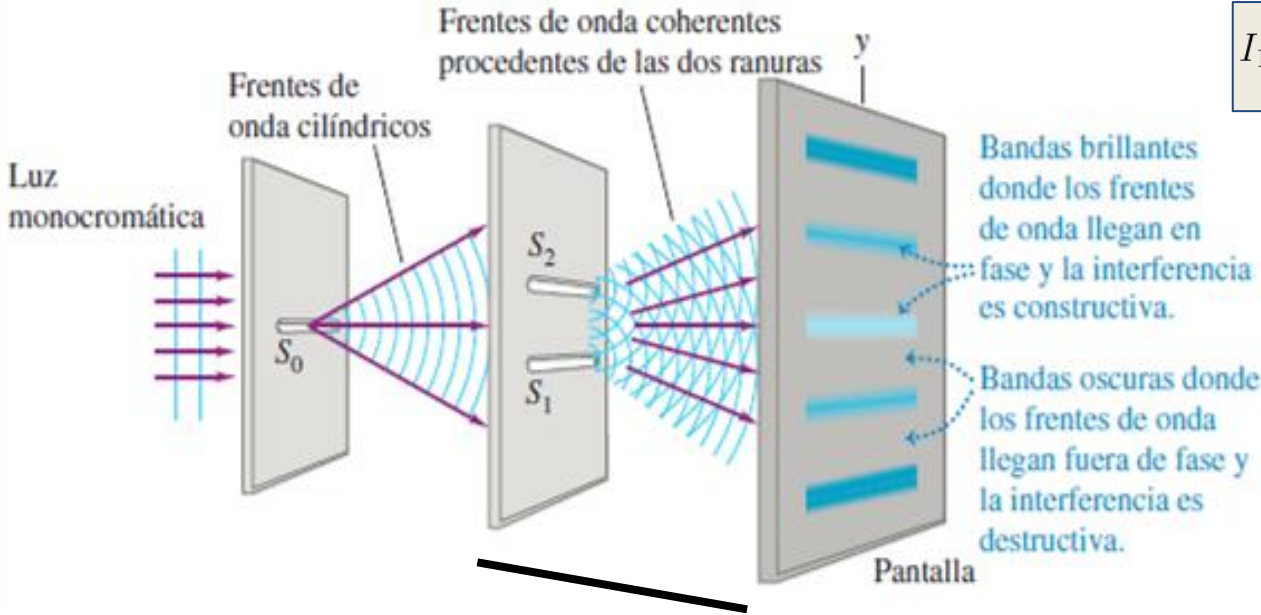
δ

$$\delta = 2n\pi = k(r_1 - r_2)$$

$$2n\pi = 2\pi/\lambda (r_1 - r_2)$$

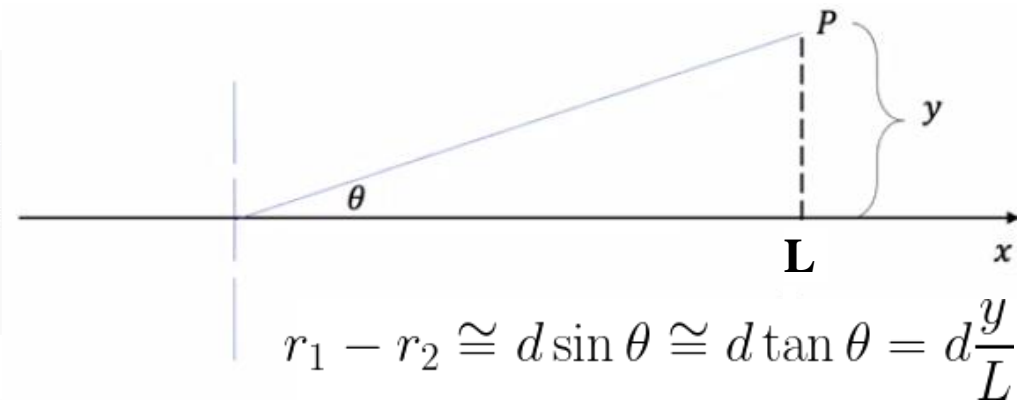
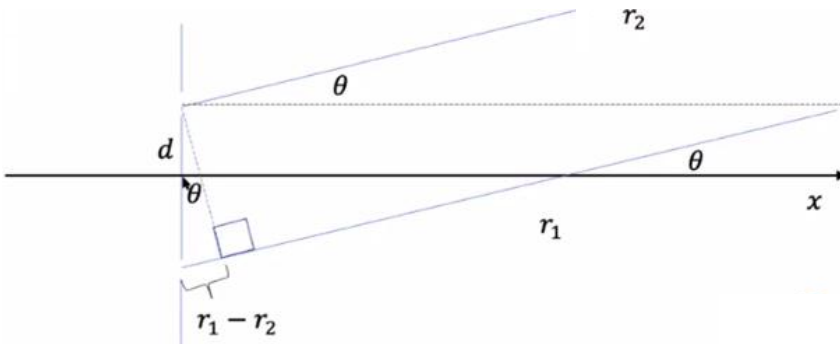
$$\lambda n = y_n d/L$$

$$y_n = n \lambda L / d$$



L

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



$$r_1 - r_2 \cong d \sin \theta \cong d \tan \theta = d \frac{y}{L}$$

1) Explicación teórica: Interferencia

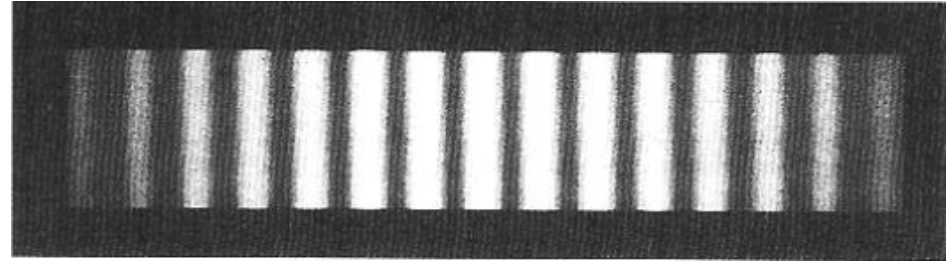
- Interferencia constructiva y destructiva:

□ Si vale la aproximación paraxial:

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

$$y_n = n \lambda L / d \quad (1)$$

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



- Separación entre franjas viene dada por:

$$\Delta y = L \frac{\lambda}{d} \quad (2)$$

Óptica -Eugene Hecht

Δy = distancia entre dos máximos brillantes consecutivos (interfranja)

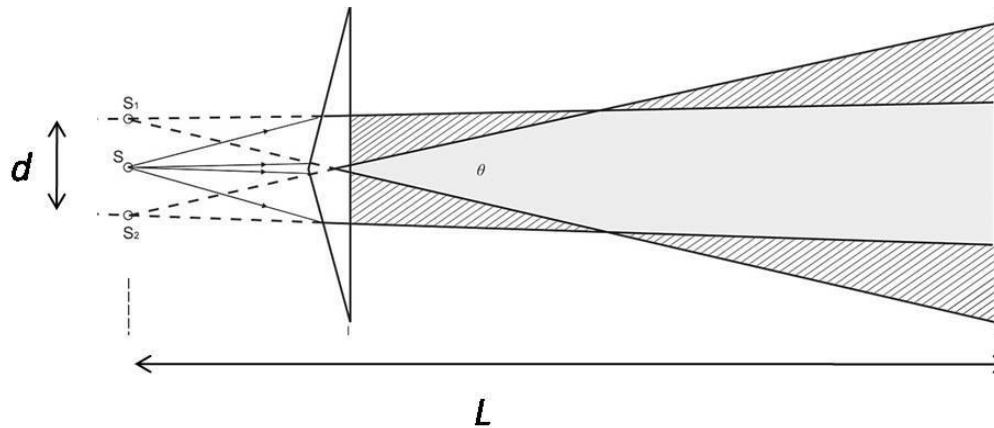
L = distancia entre el plano de las fuentes virtuales y el plano donde se observa la interfranja

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.



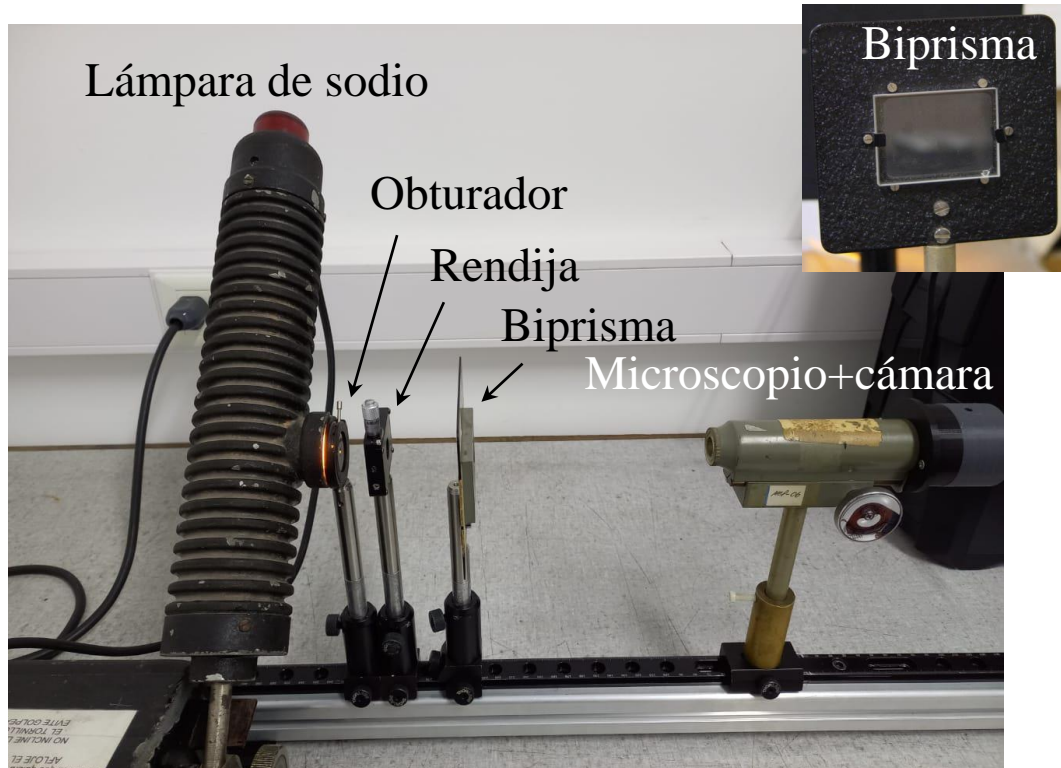
$$\Delta y = L \frac{\lambda}{d}$$

Biprisma de Fresnel

2) Objetivos de la práctica: Interferencia

- Estudiar el interferómetro Biprisma de Fresnel, determinando la longitud de onda más intensa emitida por una lámpara de sodio

3) Arreglo experimental: Interferencia



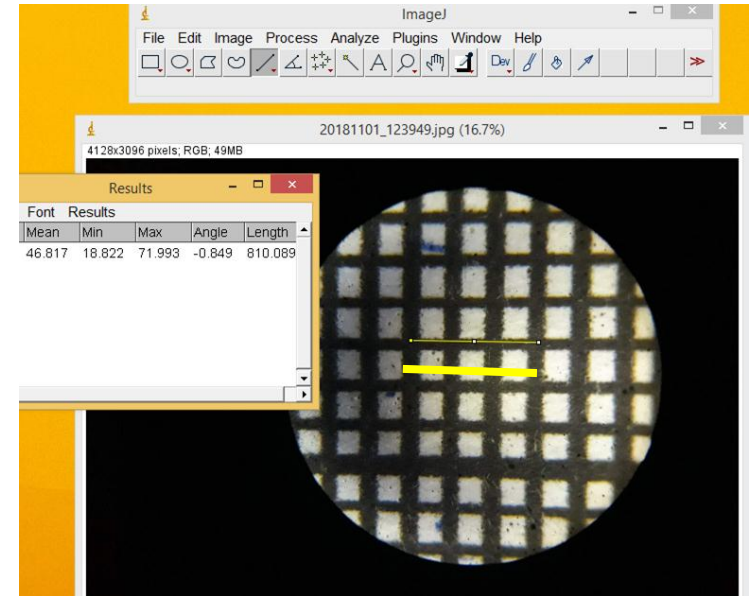
El patrón es muy pequeño por lo que se debe usar un microscopio.

Video demostrativo: <https://www.youtube.com/watch?v=qUYU5WV0V5Q>
http://www.ugr.es/~laboptic/s6_new_1213.htm

3) Arreglo experimental: Interferencia

- Actividades:

- Antes de medir los patrones de interferencia se debe calibrar la cámara (equivalencia píxeles en distancia). Para ello, colocar una hoja milimetrada (en vez del biprisma), acercar el microscopio con la cámara, desplazándose hasta hacer foco. Tomar una foto del patrón y hacer la calibración con el programa Image J.
- Luego, sacando la hoja milimetrada y colocando el biprisma, volver a acercar el microscopio hasta que se vean las dos fuentes virtuales, las cuales deberán verse de igual intensidad, espesor y altura. Sacar una foto y obtener la distancia entre las fuentes virtuales, d , que debe ser fija para todo el experimento.



3) Arreglo experimental: Interferencia

- Actividades:

- Finalmente, alejar el microscopio hasta donde se pueda observar las franjas de interferencia. Para distintos L (distancia entre el plano de las fuentes virtuales y el plano donde se observa la interfranja), sacar las fotos del patrón de interferencia y medir la interfranja Δy , correspondiente a cada L , con el programa Image J (ver el tutorial para el tratamiento de las imágenes).

IMPORTANTE: cuidado al determinar la distancia L ! pongan especial cuidado en determinar el plano de observación de las interfrangas teniendo en cuenta la distancia de enfoque del microscopio de banco.

- Usando la ecuación (2) de la interfranja, realizar un ajuste vs L/d , obtener la longitud de onda, (λ) emitida por la lámpara de sodio, y comparar su valor con la bibliografía.

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

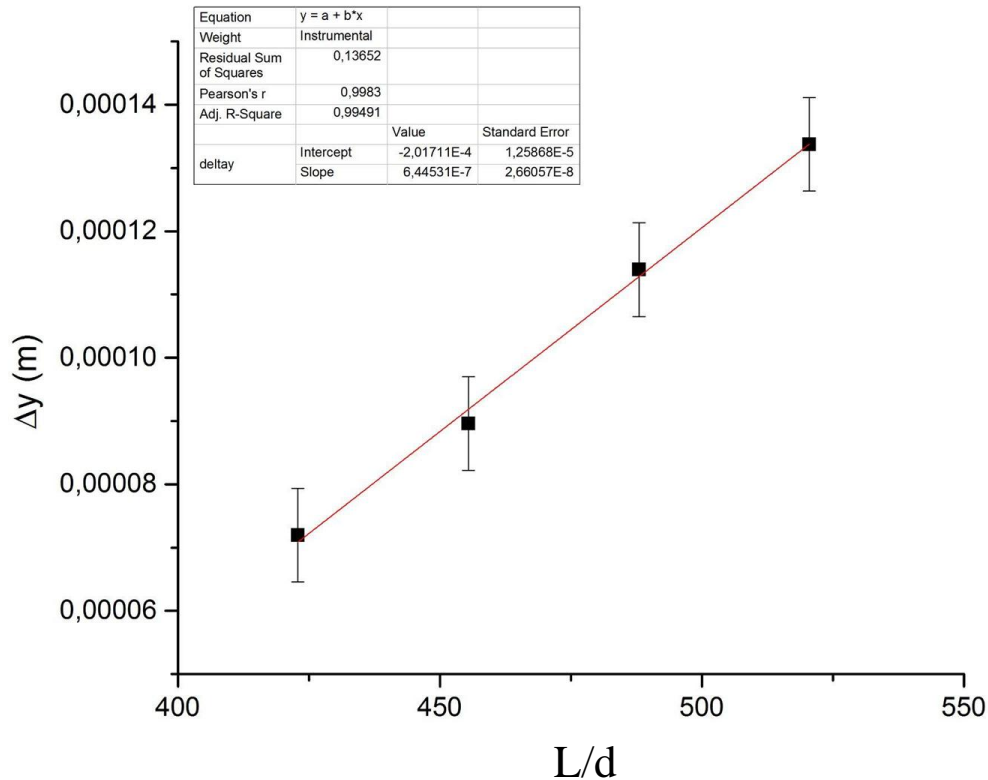
- ☒ Usando la ecuación (1) de los máximos, para **solo** uno de los valores de L medidos, ver el perfil de intensidades y luego graficar los máximos y_n vs n . Obtener la longitud de onda (λ) y comparar con el valor del análisis anterior. ¿Qué análisis es más preciso? ¿Y cuál más exacto? Observación: considerar el orden 0 en el centro del perfil y negativos.

$$y_n = n \lambda L / d$$

¡A medir!

4) Resultados y análisis: Interferencia

- Se cumple la aproximación paraxial ($d = 0.31$ mm y $L = 13$ cm)



$$\Delta y = \lambda L/d + b$$

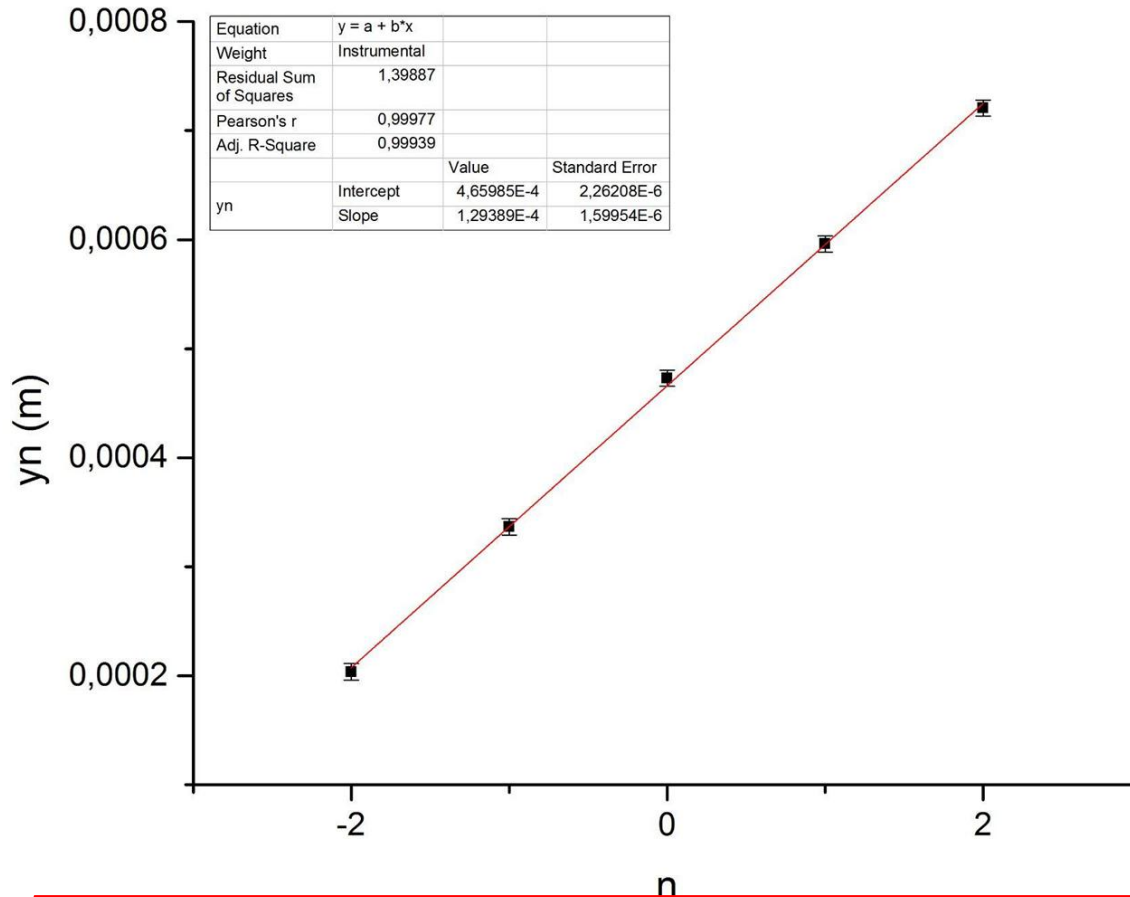
Al graficar Δy vs L/d se obtiene λ de la pendiente

$$\lambda = (644,5 \pm 0.3) \text{ nm}$$

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 y_n vs n para un L fijo también podemos sacar λ de la pendiente



$$y_n = n \cdot m + b$$

$$m = \lambda L / d$$

$$\lambda = (246 \pm 4) \text{ nm}$$

Comparar el λ de ambos análisis con el λ tabulado para la lámpara de sodio.
 $\lambda_{\text{sodio}} = (588,9 \pm 0,9) \text{ nm}$