

**LABORATORIO DE FÍSICA****GRUPO N° 2****CURSO: Z2001****PROFESOR: Carlos Insúa****JTP: Carlos Elizalde****ATP: Mariano Alonso, Rodolfo Delmonte, María Pilar Braña****ASISTE LOS DÍAS: Jueves****EN EL TURNO: Mañana****TRABAJO PRÁCTICO N°: 2****TÍTULO: Difracción****INTEGRANTES PRESENTES EL DÍA QUE SE REALIZÓ**

Arias Lucas	Piacentini Nicolás
Estévez Julián	Su Ezequiel
Herzkovich Agustín	

	FECHAS	FIRMA Y ACLARACIÓN DEL DOCENTE
REALIZADO EL	18/04/2023	
CORREGIDO		
APROBADO		

INDICACIONES PARA LAS CORRECCIONES:

Objetivos

- Como primer objetivo de esta práctica se encuentra hallar la longitud de onda de una fuente coherente de luz como lo es un láser, aprovechando de manera conveniente el comportamiento de las ondas electromagnéticas al pasar por una rendija de tamaño reducido.
- En la segunda instancia de esta concurrencia al laboratorio, y empleando el cálculo de la longitud de onda hallada en la etapa anterior, se busca determinar cuál es el grosor de un cabello humano, como una medición indirecta.

Se propone realizar los gráficos de ambos resultados y comparar con los datos reales para ver si coinciden.

Introducción Teórica

La luz exhibe comportamiento ondulatorio, con características clave como la interferencia y la difracción. Se procede a la introducción de estos conceptos para comprender el experimento:

Difracción

La difracción es un fenómeno ondulatorio que ocurre cuando una onda se encuentra con un obstáculo o una rendija. En este caso, la onda se desvía y se propaga en todas las direcciones, creando zonas de luz y sombra donde antes no las había. Este fenómeno solamente se observa cuando el tamaño del obstáculo es comparable a la longitud de la onda. La difracción puede ser de dos tipos:

Difracción de Fresnel: Ocurre cuando el objeto que desvía la luz está cerca de la fuente de luz o de la pantalla.

Difracción de Fraunhofer: Ocurre cuando el objeto que desvía la luz está lejos de la fuente de luz y de la pantalla.

Interferencia

La interferencia es un fenómeno ondulatorio que ocurre cuando dos o más ondas se superponen en el mismo lugar. Este fenómeno puede ser constructivo o destructivo, dependiendo de la fase de las ondas que interfieren. Para que se observe interferencia, las ondas deben ser coherentes, es decir, tener la misma frecuencia y mantener una relación de fase constante.

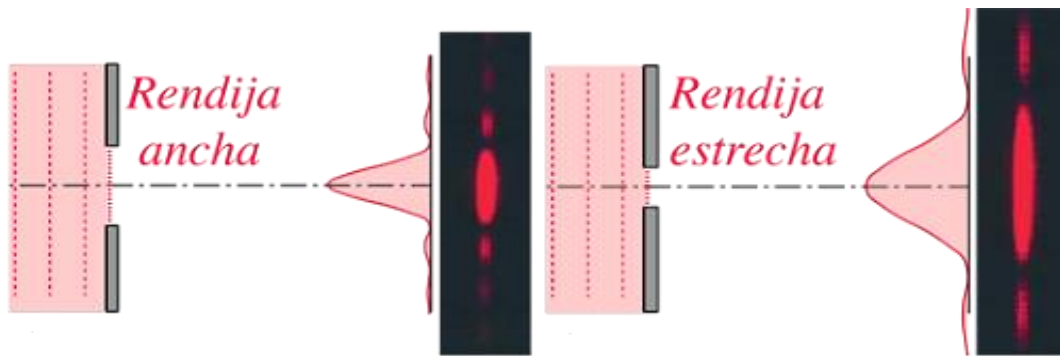
Principio de Huygens

Cada punto de un frente de ondas puede considerarse un foco de ondas secundarias que se propagan en la misma dirección de la perturbación. La velocidad de propagación y frecuencia de estas ondas secundarias es la misma que la de la onda original. La superficie tangente (conocida como envolvente) a todas las ondas secundarias en un determinado instante es el siguiente frente de ondas.

Principio de Babinet

En una difracción de Fraunhofer, una abertura y un obstáculo de la misma forma geométrica y las mismas dimensiones e igualmente iluminados, producen el mismo patrón de difracción.

Diagrama de difracción de una sola rendija



Al analizar las ondas emanadas de diversas partes de la rendija, según el principio de Huygens, cada sección actúa como una fuente de ondas. La interacción entre estas partes afecta la intensidad de la luz en la pantalla, lo que varía según el ángulo θ .

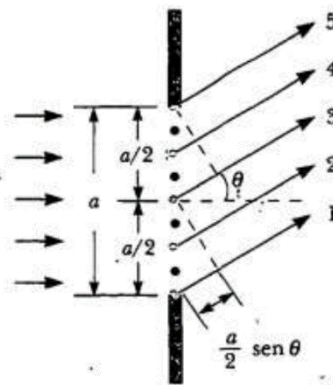


Figura 2 - Difracción de la luz mediante una estrecha rendija de ancho a . Cada parte de la rendija actúa como una fuente puntual de ondas luminosas. La diferencia de trayectoria entre los rayos 1 y 3 o entre los rayos 2 y 4 es $(a/2) \sin \theta$

Para analizar el patrón de difracción, dividimos la rendija en dos mitades. Todas las ondas que parten de la rendija están en fase. Al considerar las ondas 1 y 3, que se originan en diferentes puntos de la rendija, la diferencia en las distancias recorridas determina si hay interferencia destructiva. Si la diferencia de camino entre dos ondas es la mitad de su longitud de onda, se anulan entre sí, provocando interferencia destructiva. Esto ocurre cuando las ondas originadas en la parte superior e inferior de la rendija interfieren en el momento que:

$$\frac{a}{2} \cdot \sin \theta = \frac{\lambda}{2}$$

o bien cuando:

$$\sin \theta = \frac{\lambda}{a}$$

Las características generales de la distribución de luz se muestran en esta figura:

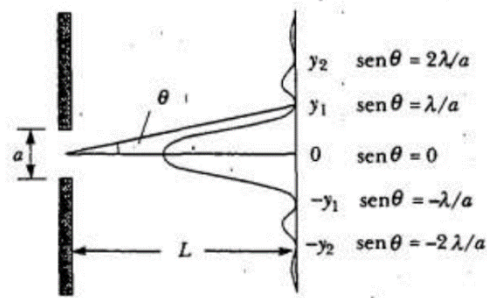


Figura 3 - Distribución de la intensidad de luz para un diagrama de difracción de Fraunhofer de una rendija simple de anchura a . Están señaladas las posiciones de dos mínimos a cada lado del máximo central (el dibujo no está a escala).

Es importante aclarar que para este informe aplicamos conocimientos previamente adquiridos en el Laboratorio de Física 1 en materia de mediciones y errores.

Materiales utilizados

- Fuente de luz láser.
- Calibre (apreciación 4mm).
- Cinta métrica (apreciación 2mm).
- Pantalla de proyección.
- Rendija de pequeña apertura.
- Cabello humano.

Desarrollo

A. Determinación de Longitud de Onda

1. En primer lugar, se encendió la primera fuente de luz láser y se hizo atravesar este por la rendija para que se dispersen sus haces e interfieran para formar en la pantalla de proyección los máximos y mínimos de intensidad. Se registró este patrón de difracción con el calibre, midiendo entre los mínimos de 1er orden que se encuentran contiguos al máximo central, y lo llamamos 'd'.
2. Medimos la distancia entre la pantalla y la ranura con la cinta métrica, y la registramos como 'L'.
3. Esto, junto con el dato del ancho de la ranura el cual se nos fue brindado ($a = 0,020\text{mm} \pm 0,001\text{mm}$), nos permitió realizar los cálculos correspondientes para determinar la longitud de onda del láser.
4. Obtuvimos el valor representativo de la longitud de onda del láser y, propagando el error sobre la ecuación, obtuvimos su error absoluto.

5. Realizamos el gráfico comparativo de la longitud de onda, detallando su intervalo de indeterminación, y analizamos si el valor real del láser de neón se encuentra dentro del rango.

B. Determinación del grosor de un cabello humano

1. Este procedimiento es similar a la parte anterior, se enciende el láser pero esta vez en lugar de hacerlo pasar por una rendija, se lo hace chocar con un cabello montado en un cuadro de diapositiva y se observa el patrón de difracción formado en la pantalla.
2. Con el calibre se mide la distancia 'd'.
3. Con la cinta métrica medimos la longitud 'L', la cual es bastante similar a la de la práctica anterior.
4. Con estos datos y el valor de longitud de onda obtenido anteriormente, calculamos el ancho del obstáculo, es decir, del cabello, registrado como 'a'.
5. Propagamos el error sobre la ecuación de 'a' para lograr informar el grosor del cabello con su valor representativo y su valor absoluto.
6. Se realizó un gráfico comparativo del intervalo de indeterminación del grosor del cabello y se lo comparó con el valor del mismo buscado en internet, para ver si coincidían.

Resultados y Análisis

Anexo de Fórmulas

Parte 1

$$\text{Distancia } x = \frac{a}{2} \cdot \sin \theta = \frac{\lambda}{2} \cdot n$$

Para ángulos muy pequeños

$$\sin \theta \approx \tan \theta$$

Entonces

$$\tan \theta = \frac{Y}{L} \Rightarrow \tan \theta = \frac{d}{2L}$$

$$\lambda = \frac{a \cdot Y}{L} \Rightarrow \lambda = \frac{a \cdot d}{2L}$$

Valor representativo y error absoluto:

$$\lambda_o = \frac{a_o \cdot d_o}{2L_o}$$

$$\Delta\lambda = \left(\frac{\Delta a}{a_o} + \frac{\Delta d}{d_o} + \frac{\Delta L}{L_o} \right) \cdot \lambda_o$$

Parte 2

$$a_o = \frac{\lambda_o \cdot 2 \cdot L_o}{d_o}$$

$$\Delta a = \left(\frac{\Delta\lambda}{\lambda_o} + \frac{\Delta L}{L_o} + \frac{\Delta d}{d_o} \right) \cdot a_o$$

Datos, mediciones y resultados calculados

Parte 1

$$a = (0,000020 \pm 0,000001)m$$

$$d = (0,0645 \pm 0,0040)m$$

$$L = (0,975 \pm 0,002)m$$

$$\lambda_o = \frac{0,00002m \cdot 0,0645m}{2 \cdot 0,975m}$$

$$\boxed{\lambda_o = 661,5384 \text{ nm}}$$

$$\Delta\lambda = \left(\frac{0,000001m}{0,00002m} + \frac{0,004m}{0,0645m} + \frac{0,002m}{0,975m} \right) \cdot 661,5384nm$$

$$\boxed{\Delta\lambda = 75,4595 \text{ nm}}$$

$$\boxed{\lambda = (661,5 \pm 75,5)nm}$$

Cálculo de escala para el gráfico

En el gráfico representamos el valor calculado y el valor real de la longitud de onda de un láser de neón.

La longitud real de un láser de neón en el aire es:

$$\boxed{\lambda_n = (632,816 \pm 0,002)nm}$$

Entonces para el cálculo de nuestra escala, el rango sería:

$$Rango = Valor\ máximo - Valor\ mínimo \Rightarrow Rango = 737nm - 586nm$$

$$Rango = 151nm$$

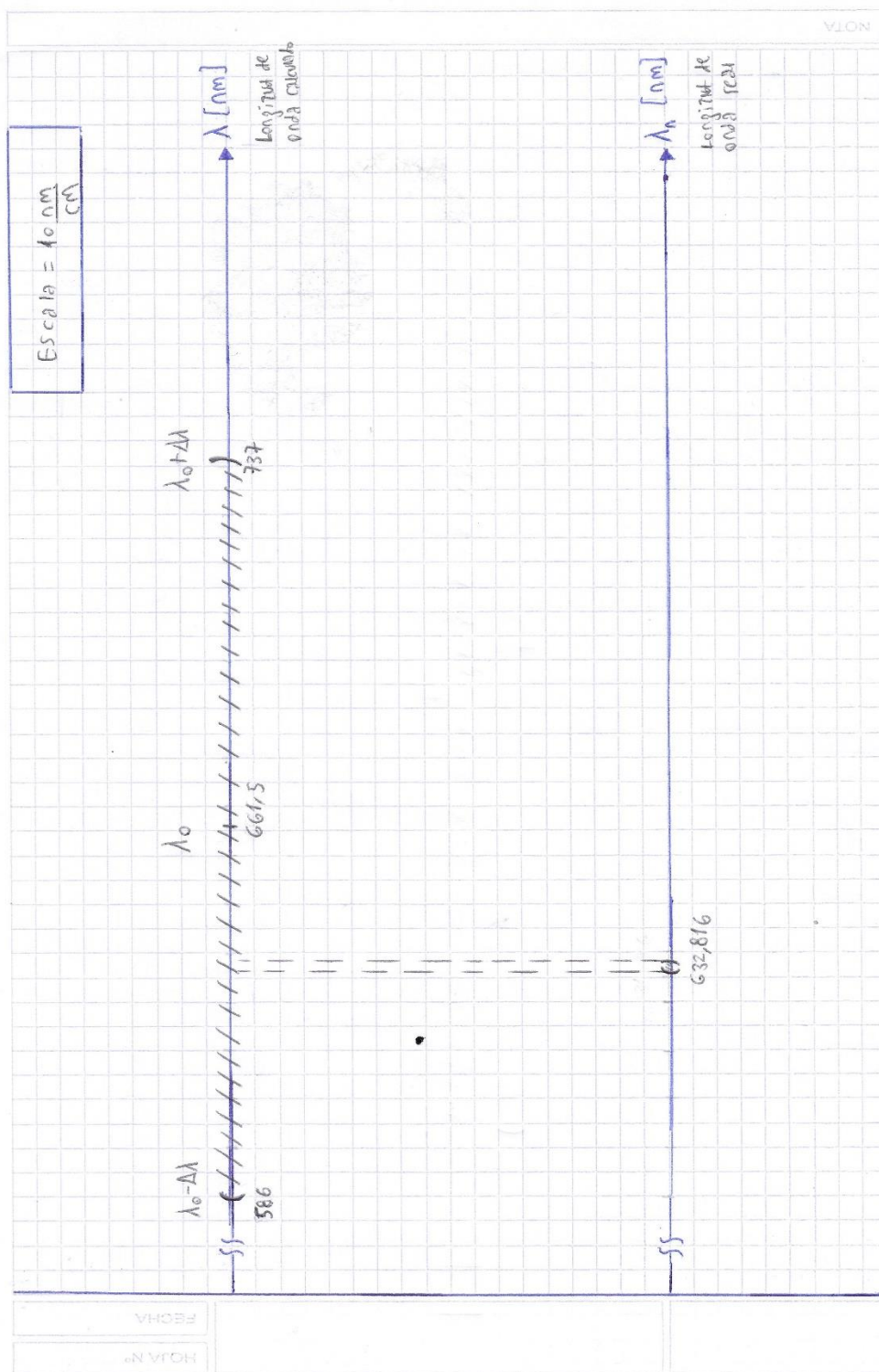
$$Espacio\ disponible\ en\ hoja = 21,5cm$$

$$Escala = \frac{Rango}{Espacio\ disponible\ en\ hoja} \Rightarrow Escala = \frac{151nm}{21,5cm}$$

Estandarizando el resultado con el criterio 1-2-5:

$$\boxed{Escala = 10 \frac{nm}{cm}}$$

Gráfico comparativo



Parte 2

$$d = (0,015 \pm 0,004)m$$

$$L = (0,995 \pm 0,002)m$$

$$a_o = \frac{661,5nm \cdot 2 \cdot 0,995m}{0,015m}$$

$$\boxed{a_o = 87,7590 \mu m}$$

$$\Delta a = \left(\frac{75,5nm}{661,5nm} + \frac{0,002m}{0,995m} + \frac{0,004m}{0,015m} \right) \cdot 87,7590 \mu m$$

$$\boxed{\Delta a = 33,5951 \mu m}$$

$$\boxed{a = (87,8 \pm 33,6) \mu m}$$

Cálculo de escala para el gráfico

El grosor de un cabello humano varía entre 15 micrómetros (muy fino) y 170 micrómetros (extremadamente grueso). Para el gráfico llamamos 'g' a este valor.

$$Rango = Valor \text{ máximo} - Valor \text{ mínimo} \Rightarrow Rango = 170 \mu m - 15 \mu m$$

$$Rango = 155 \mu m$$

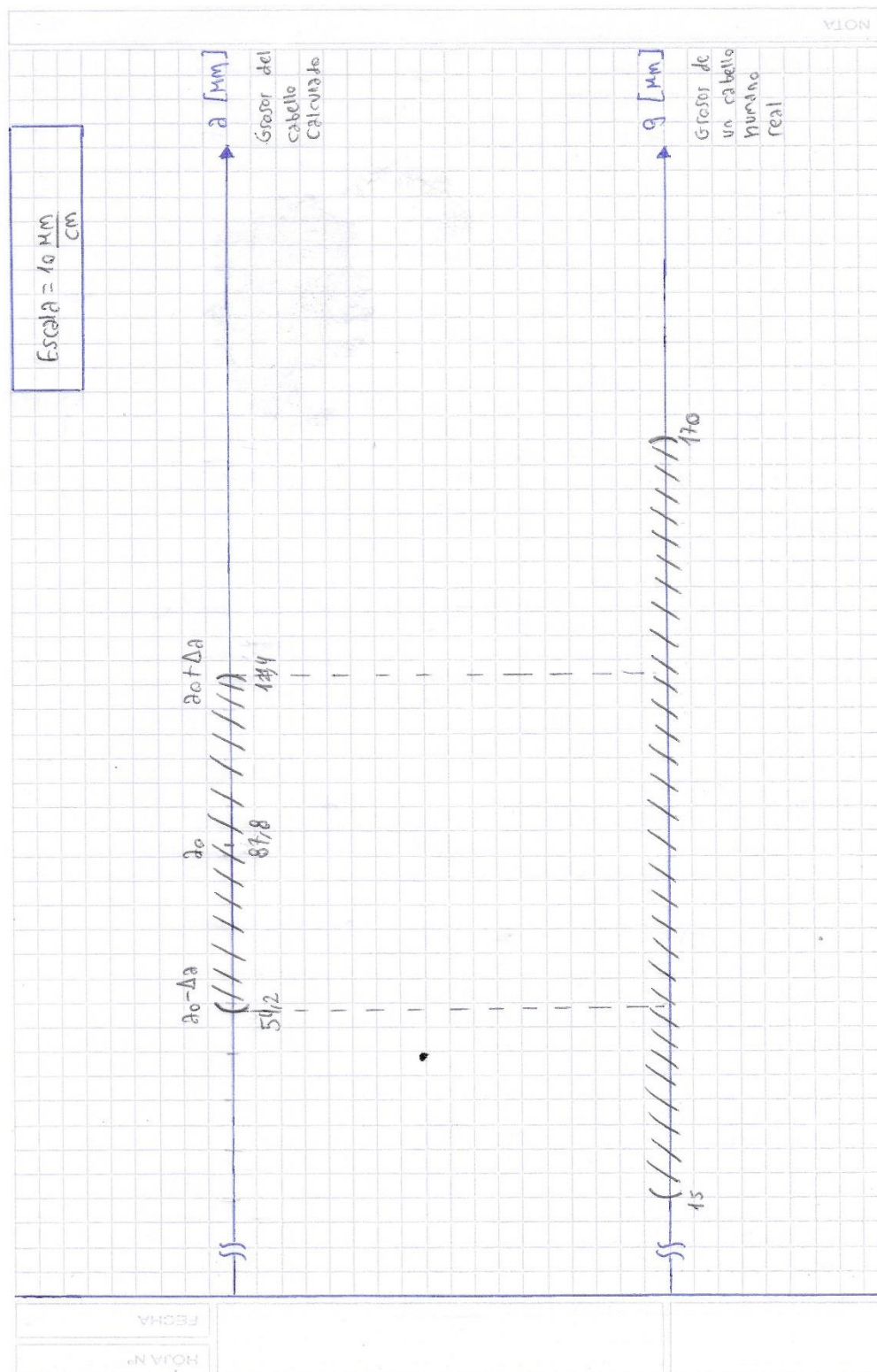
$$Espacio \text{ disponible en hoja} = 21,5cm$$

$$Escala = \frac{Rango}{Espacio \text{ disponible en hoja}} \Rightarrow Escala = \frac{155 \mu m}{21,5cm}$$

Estandarizando el resultado con el criterio 1-2-5:

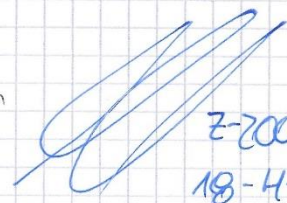
$$\boxed{Escala = 10 \frac{\mu m}{cm}}$$

Gráfico comparativo



Conclusión

Luego de esta práctica, aprendimos conceptos fundamentales de la óptica física y de estudiar a la luz como una onda. Comprendimos cuándo la luz se comporta de manera ondulatoria (al encontrarse con interferencias) y cómo lo hace. Logramos informar los resultados obtenidos mediante los cálculos de longitud de onda y grosor del cabello humano. Realizamos los gráficos comparativos correspondientes y logramos observar que tanto el valor real de la longitud de onda de un láser de neón, como el grosor de un cabello humano, ambos se encuentran dentro de los intervalos de indeterminación hallados, lo que nos asegura que realizamos los cálculos de manera correcta y logramos verificar de manera práctica la teoría de difracción de la luz.

		HOJA N°
		FECHA
<u>Grupo 2 - Z2001 - Laboratorio 20</u>		
<u>Integrantes</u>		
<ul style="list-style-type: none">• Arias Lucas Sebastián• Herzkovich Agustín Nicolás• Su Ezequiel• Piacentini Nicolás Mauro• Estevez Domina Julián Alejandro		
<u>Mediciones 1ª Parte:</u>		
$a = (0,00002 \pm 0,00001) \text{ m}$	$L = (0,975 \pm 0,002) \text{ m}$	 Z-2001 18-4-24 Grupo 2
$\lambda = (661,5 \pm 75,5) \cdot 10^{-9} \text{ m}$	$d = (0,0645 \pm 0,004) \text{ m}$	
<u>Mediciones 2ª Parte:</u>		
$a = (87,8 \pm 33,6) \cdot 10^{-6} \text{ m}$	$L = (0,995 \pm 0,002) \text{ m}$	
$\lambda = (661,5 \pm 75,5) \cdot 10^{-9} \text{ m}$	$d = (0,015 \pm 0,004) \text{ m}$	