

Colegio Nacional de Buenos Aires

Olimpiada Argentina de Física

Instancia Local 2013

Parte Experimental

Nombre:

D.N.I.:

Curso:

- Antes de comenzar a resolver la prueba lea cuidadosamente TODO el enunciado de la misma.
- Escriba su nombre y su número de D.N.I. en el sitio indicado. No escriba su nombre en ningún otro sitio de la prueba.
- No escriba respuestas en las hojas del enunciado pues no serán consideradas.
- Escriba en un solo lado de las hojas.

PEQUEÑAS DIMENSIONES

Objetivo:

- Determinar la longitud de onda de un puntero láser utilizando un cd como red de difracción
- Determinar el grosor de un cabello por difracción de luz láser

Breve descripción

Los punteros láser menos costosos utilizan un diodo de láser rojo profundo. La luz láser está constituida por haces con igual longitud de onda, amplitud y fase. Esto determina su monocromaticidad, coherencia espacial, temporal y direccionalidad.

La difracción y la interferencia son dos fenómenos ondulatorios. El primero consiste en la desviación de los haces de un rayo de luz cuando se enfrenta a un obstáculo o abertura, del mismo orden de su longitud de onda. El segundo se trata de la superposición de ondas en el tiempo y el espacio. En algunos casos particulares, esta superposición da lugar a una interferencia constructiva (la amplitud de la onda resultante se intensifica) y en otros, a una interferencia destructiva (la resultante se anula).

El caso más sencillo es la difracción de Fraunhofer, en la que el obstáculo es una ranura estrecha, la onda que llega a la abertura es plana, y la pantalla se encuentra a gran distancia de ésta (ver figura 1).

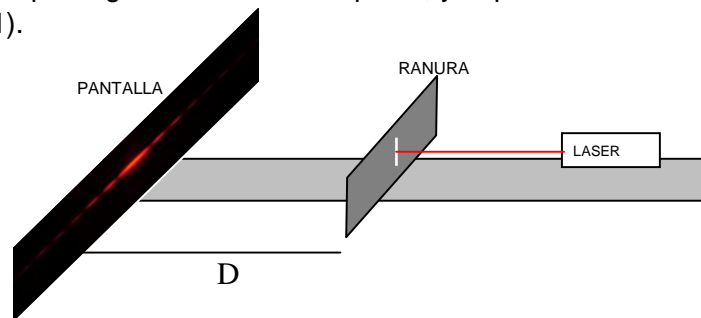


Figura 1. Difracción por una ranura

Si se hace incidir luz monocromática, luego de difractarse en la ranura, los haces se dispersan e interfieren formando máximos y mínimos de intensidad. Este patrón de interferencia se puede recoger en una pantalla como se ve en la figura 2.

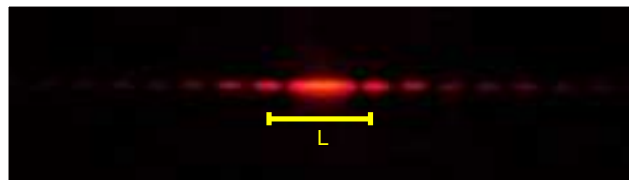


Figura 2 – Patrón de difracción por una rendija

Conociendo la longitud de onda (λ), la distancia (D) desde la ranura hasta la pantalla, y midiendo la distancia (L) entre los máximos de 1er orden ($n=1$) que se encuentran contiguos al máximo central, se puede obtener el ancho de la ranura (d).

$$d = \frac{2 \cdot \lambda \cdot D}{L}$$

Ecuación 1

Por otra parte, el principio de Babinet establece que, en las condiciones de Fraunhofer, la figura de difracción de un cuerpo opaco es idéntica al de un objeto con un agujero del mismo tamaño y forma al cuerpo.

Si se aumenta el número de ranuras, se muestra un patrón de máximos de intensidad más estrechos e intensos. Y con más ranuras, se llega a una red de difracción, que tiene un gran número de ranuras extremadamente estrechas.

Los discos compactos (CD, DVD o Blue Ray) están formados por múltiples surcos (ranuras) donde almacenan la información, los cuales conforman una red de difracción por reflexión.

Las redes de difracción permiten medir con gran precisión longitudes de onda (λ), pues podemos obtenerla conociendo la distancia entre ranuras (d) y el ángulo α que forman los sucesivos máximos de interferencia (n). Ver figura 3.

$$\lambda = \frac{d \cdot \text{sen} \alpha}{n}$$

con $n=1,2,3,\dots$

Ecuación 2

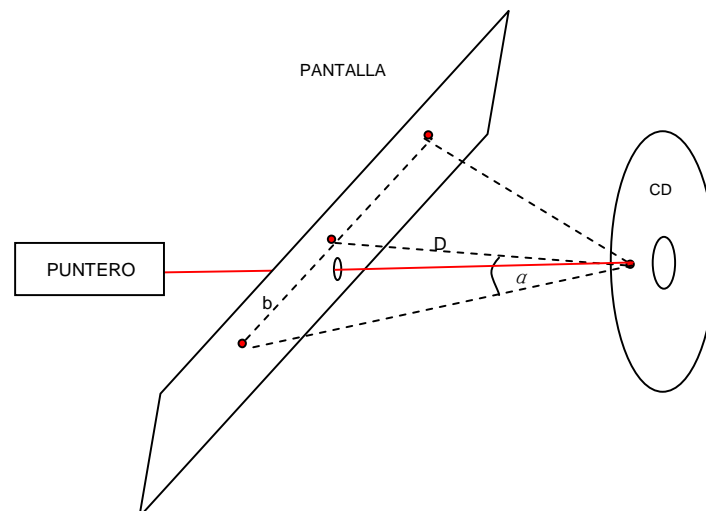


Figura 3 – Dispositivo experimental para obtener la longitud de onda del puntero láser

El ángulo α puede obtenerse con la distancia del CD a la pantalla (D), y la distancia (b) desde el máximo central y el máximo de 1er orden ($n=1$)

por trigonometría y Pitágoras obtenemos

$$\text{sen} \alpha = \frac{b}{\sqrt{b^2 + D^2}}$$

Ecuación 3

y combinando la Ecuación 2 con la Ecuación 3

$$b = \lambda \cdot \frac{\sqrt{b^2 + D^2}}{d}$$

Ecuación 4

Consignas

- Armar el dispositivo experimental de la figura 3 para determinar la longitud de onda de un puntero láser
- Sabiendo que un CD tiene (700 ± 30) surcos por mm, obtener la distancia (d) entre surcos con su incerteza. Expresarla en nm (10^{-9} m).
- Para distintas distancias del CD a la pantalla, completar la siguiente tabla:

b	ϵ_b	D	ϵ_D	$\frac{\sqrt{b^2 + D^2}}{d}$	(ver Anexo) $\epsilon \frac{\sqrt{b^2 + D^2}}{d}$
(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm/nm)	(cm/nm)

Tabla 1 – Datos obtenidos para los máximos de 1er orden

- Expresar los factores de incerteza que contemplaste para determinar las mediciones directas
- Realizar el gráfico de b en función de $\frac{\sqrt{b^2 + D^2}}{d}$
- Obtener la pendiente y su incerteza ($\lambda \pm \epsilon\lambda$)
- Armar el dispositivo de la figura 1, donde la ranura será reemplazada por un cabello, con el fin de obtener su espesor
- Obtener el espesor del cabello con su incerteza, aplicando el principio de Babinet
- Realizar un breve informe

Elementos que pueden resultar de utilidad:

Barra, distintos soportes, cinta métrica, cinta adhesiva, nueces y morsas para sostener el puntero láser, gomas de borrar (por arriba y abajo del puntero, para presionar sobre el botón de encendido), cartulina para hacer de pantalla, porta diapositiva (para sostener el pelo), marcador.

CD

Puntero Láser

Problema Experimental
Hoja de respuestas.

Inciso	Puntaje
a) Dispositivo experimental para determinar λ	
b) Valor distancia entre ranuras $d \pm \epsilon d$	
c) Tabla de mediciones.	
d) Factores de incertezas	
e) Gráfico	
f) Pendiente	
g) Dispositivo experimental para determinar espesor del cabello	
h) Espesor del cabello $d \pm \epsilon d$	
i) Informe	

Anexo

Incerteza de $\frac{\sqrt{b^2 + D^2}}{d}$

$$\epsilon \frac{\sqrt{b^2 + D^2}}{d} = \frac{b}{d \cdot \sqrt{b^2 + D^2}} \cdot \epsilon b + \frac{D}{d \cdot \sqrt{b^2 + D^2}} \cdot \epsilon D + \frac{\sqrt{b^2 + D^2}}{d^2} \epsilon d$$

Sugerencia: Obtener la incerteza para la distancia D más estrecha y para la más extensa. Utilizar el máximo valor hallado de incerteza entre ambas medidas.