

Difracción en una rendija



Si la luz monocromática incide en una rendija estrecha, detrás de ella aparecen mínimos y máximos de intensidad en una pantalla, a partir de cuyas posiciones se puede determinar la anchura de la rendija con una longitud de onda conocida.

Física

Luz y óptica

Difracción e interferencia



Nivel de dificultad

medio



Tamaño del grupo

2



Tiempo de preparación

10 minutos



Tiempo de ejecución

20 minutos

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/63814c1729438e0003f23bef>

PHYWE



Información para el profesor

Aplicación

PHYWE



Montaje del experimento

Cuando la luz monocromática incide en una rendija estrecha, tras ella aparece un patrón de interferencia con máximos y mínimos de intensidad en una pantalla.

La anchura de la rendija puede determinarse a partir de sus posiciones en una longitud de onda conocida.

Información adicional para el profesor (1/2)

PHYWE



Conocimiento previo

Para entender este experimento, los alumnos deben estar ya familiarizados con el comportamiento ondulatorio de la luz. A modo de ilustración, puede ser útil mostrar previamente la interferencia de las ondas del agua.



Principio

Un rayo láser brilla a través de una abertura con rendijas simples y crea un patrón de interferencia en una pantalla detrás de ella.

El patrón de interferencia se puede utilizar para leer los mínimos y máximos de intensidad y, si se conoce la longitud de onda, también se puede determinar la anchura original de la rendija.

Información adicional para el profesor (2/2)

PHYWE



Objetivo

Si observamos el patrón de interferencia de una rendija, vemos que los máximos y los mínimos están igualmente espaciados.

Además, el máximo de intensidad central es dos veces más amplio que los otros máximos. Si se comparan los patrones de interferencia de las diferentes rendijas entre sí, se observa que las distancias entre los máximos y los mínimos aumentan al disminuir la anchura de la rendija.



Tareas

- Observar los patrones de interferencia en la pantalla.
- Marcar las posiciones de los máximos y mínimos en la pantalla.
- Determinación de la anchura de una hendidura.

Instrucciones de seguridad

PHYWE

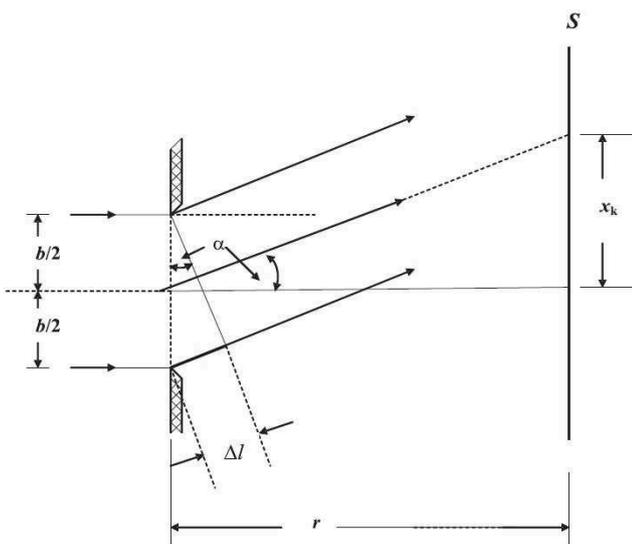


Es esencial asegurarse de no mirar directamente al rayo láser.

Las instrucciones generales para la experimentación segura en las clases de ciencias se aplican a este experimento.

Principio (1/3)

PHYWE



Si un rayo láser incide en una rendija de anchura b el haz en la zona de la hendidura, como se muestra a la izquierda, puede considerarse dividido en dos haces parciales iguales.

Tras la difracción por el ángulo α la diferencia de marcha $\Delta l/2$ entre un rayo de borde y un rayo central es un múltiplo integral de $\lambda/2$ interfieren destructivamente. Esta diferencia de trayectoria también existe entre cada rayo de una mitad de la brecha y un rayo correspondiente de la otra mitad de la brecha.

Principio (2/3)

PHYWE

Así, la oscuridad siempre da lugar al patrón de interferencia cuando para Δl la relación se aplica:

$$\Delta l = k * \lambda = b * \sin \alpha; k = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots \quad (1)$$

Es r la distancia entre el hueco y la pantalla colectora suficientemente distante S y sigue siendo x_k la distancia del k -...el mínimo desde el centro, entonces:

$$\sin \alpha_k = \frac{x_k}{\sqrt{x_k^2 + r^2}} \approx \frac{x_k}{r} \text{ für } x_k \ll r \quad (2)$$



Principio (3/3)

PHYWE

De (1) y (2) se deduce para x_k :

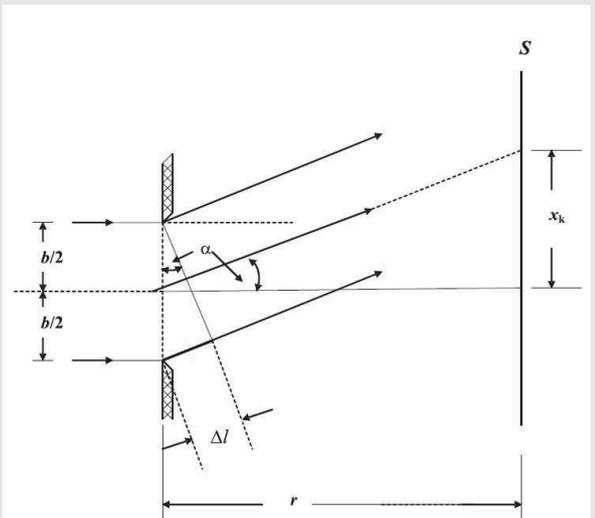
$$x_k = k \frac{\lambda * r}{b} \quad (3)$$

Resultado de los máximos de luminosidad para los ángulos

$$\sin \alpha_m = \frac{2m+1}{2} * \frac{\lambda}{b}; m = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots \quad (4)$$

En consecuencia, lo siguiente se aplica a x_m

$$x_m = m \frac{\lambda * r}{b} + \frac{\lambda * r}{2b} \quad (5)$$



Material

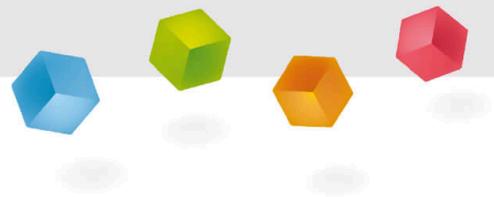
PHYWE

Material adicional

PHYWE

<u>Posición</u>	<u>Material</u>	<u>Cantidad</u>
1	Sellotape	1
2	hoja de papel blanco	1

PHYWE



Montaje y ejecución

Montaje

PHYWE

El montaje experimental es el que se muestra en la Fig. 1.

Las marcas de las lengüetas para sujetar los componentes tienen las siguientes posiciones en el banco óptico.

- Jinete con láser de diodo en 2cm
- Jinete con soporte de panel y panel insertado con huecos en 11cm

La base del barril con pantalla se encuentra a una distancia $r \geq 3\text{m}$ al diafragma de la hendidura.



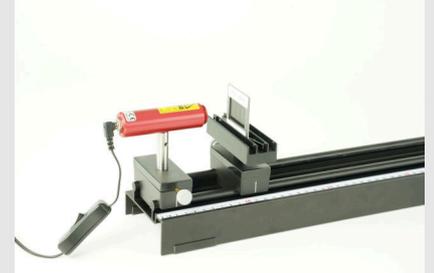
Figura 1

Ejecución

PHYWE

Una hoja de papel de máquina de escribir se adhiere a la pantalla con su superficie normal apuntando en la dirección del eje óptico mediante cinta adhesiva. La abertura con rendijas se mueve en el soporte de la placa de manera que una rendija a la vez es irradiada completamente por la luz láser.

Utilizar un rotulador soluble en agua para marcar las posiciones de los máximos y mínimos de varios órdenes de difracción. La distancia r entre el diafragma de hendidura y la pantalla debe determinarse con la cinta métrica. Utilizar una regla para determinar con una precisión de $0,5\text{mm}$ las distancias $2x$ de los distintos máximos y mínimos de intensidad.



PHYWE



Resultados

Resultados (1/4)

PHYWE

$\pm k$	$2x_k/mm$
1	20,5
2	40,0
3	60,0
4	80,0
5	99,0

Si observamos el patrón de interferencia de una rendija, vemos que los máximos y los mínimos están igualmente espaciados.

Además, el máximo de intensidad central es dos veces más amplio que los otros máximos. Comparando los patrones de interferencia de las diferentes rendijas entre sí, se observa que las distancias entre los máximos y los mínimos aumentan al disminuir la anchura de la rendija (Fig.2).

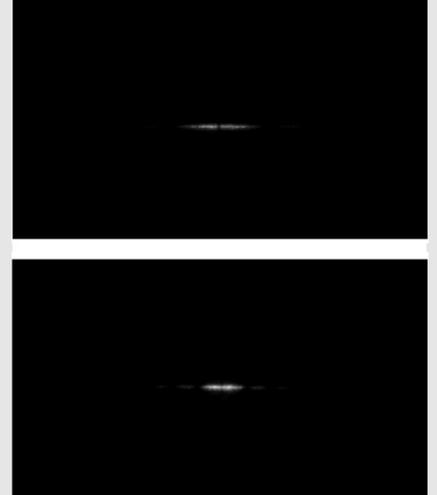


Figura 2

$\pm m$	$2x_m/mm$
1	30,5
2	49,5
3	70,0
4	89,5
5	111,0

Resultados (2/4)

PHYWE

Para un hueco de la anchura $b = 0,2mm$ Los valores de distancia que figuran en la tabla se han utilizado como ejemplos. $2x_k$ resp. $2x_m$ y el valor correspondiente a la anchura de la rendija se calculó con (3) o (5). De la hoja de datos del láser de diodo, el valor de la longitud de onda se tomó como $\lambda = 635nm$ se ha hecho cargo.

El valor medio de la anchura del hueco se obtiene a partir de los valores individuales:

$b = (0,203 \pm 0,002)mm$; $\Delta b/b \approx 1$ Una inexactitud de r en $\pm 5mm$ puede despreciarse al considerar los errores.

Resultados calculados a partir de los datos de la muestra:

$\pm k$	b/mm
1	0,199
2	0,204
3	0,204
4	0,204
5	0,206

$\pm k$	b/mm
1	0,200
2	0,206
3	0,204
4	0,205
5	0,202

(Tabla: $r = 3205$ mm, separación $b = 0,2$ mm)

Resultados (3/4)

PHYWE

¿Qué significa esto b ?

Distancia del centro de la brecha

Ancho de la brecha

Longitud de onda

Si observamos el patrón de interferencia de una rendija, vemos que los máximos y los mínimos están desigualmente espaciados.

Verdadero

Falso

Verificar

Resultados (4/4)

PHYWE

¿Qué hay que tener en cuenta para que la fórmula dé el resultado correcto?

Todos los valores dados deben ser convertidos a las unidades base.

La longitud de onda λ no debe ser inferior a 700 nm.



Diapositiva	Puntuación/ Total
Diapositiva 17: Múltiples tareas	0/4
Diapositiva 18: Resolver correctamente la fórmula	0/1

Total  0/5

 Soluciones

 Repetir