

Difracción en doble rendija



Si la luz monocromática incide en una doble rendija, 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 y su distancia central a 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/63817dd829438e0003f23bf4>

PHYWE



Información para el profesor

Aplicación

PHYWE



Montaje del experimento

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

La anchura de la rendija y la distancia al centro de la misma pueden 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 una doble rendija 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 y la distancia al centro de la misma.

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 del hueco y de la distancia entre ejes de un hueco.

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.

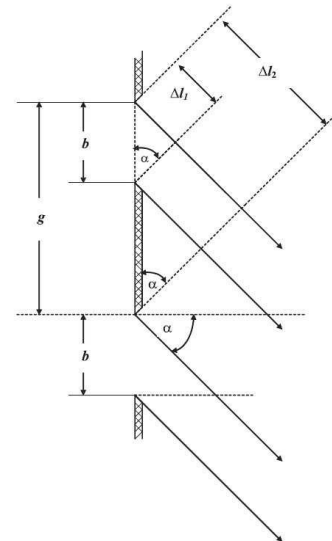
Principio (1/3)

PHYWE

Si un rayo láser incide en una doble rendija con la distancia del centro de la rendija g y la anchura b como se muestra a la derecha, se puede pensar que el haz en la región de la doble rendija se divide en dos haces, que se separan en el ángulo de α se doblan.

Los rayos del borde de la rendija simple tienen la diferencia de trayectoria Δl_1 . Si es un múltiplo entero de la longitud de onda λ estos rayos interfieren destructivamente. Por lo tanto, la rendija única siempre proporciona oscuridad en la imagen de interferencia si la relación se aplica en general:

$$\Delta l_1 = k * \lambda = b * \sin \alpha; k = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots \quad (1)$$



Principio (2/3)

PHYWE

Ahora, sin embargo, los rayos de los dos haces de rendijas también interfieren entre sí. Los rayos de borde correspondientes de la doble rendija tienen la diferencia de trayectoria Δl_2 .

Si es un múltiplo impar de $\lambda/2$ Aquí también hay extinción.

Así, se tiene una oscuridad adicional en la imagen de interferencia en

$$\Delta l_2 = \frac{2m+1}{2} * \lambda = g * \sin \alpha; m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots \quad (2)$$

Es r la distancia entre la doble rendija y la pantalla colectora suficientemente distante S y siguen siendo $x_{k,m}$ las distancias de los mínimos desde el centro, así es:

$$\sin \alpha_{k,m} = \frac{x_{k,m}}{\sqrt{x_{k,m}^2 + r^2}} \approx \frac{x_{k,m}}{r} \text{ für } x_{k,m} \ll r \quad (3)$$

Principio (3/3)

PHYWE

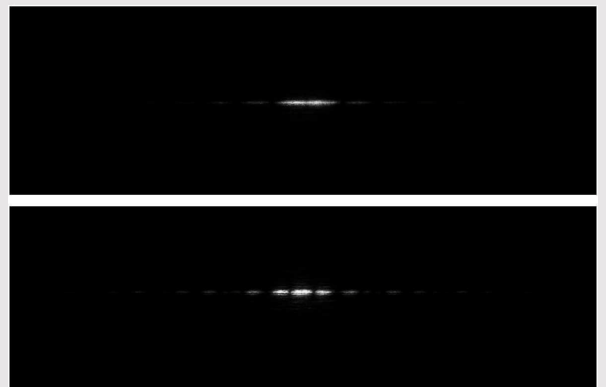
Se deduce de (1) y (2):

$$x_k = k \frac{\lambda * r}{b} \text{ bzw. } x_m = \frac{2m+1}{2} * \frac{r\lambda}{g} \quad (4)$$

La anchura del máximo central de la rendija simple (distancia de los mínimos simétricos al centro) es $2\lambda * r/b$. Los máximos equidistantes de una doble rendija con el mismo b tienen la anchura $\lambda * r/g$. Así, el máximo central de la rendija única de

$$\frac{2\lambda * r}{b} / \frac{\lambda * r}{g} = \frac{2g}{b} \quad (5)$$

máximos adicionales intercalados.



Patrón de difracción de una rendija y una rendija doble con anchos de rendija iguales

Escisión: $b = 0,2\text{mm}$; abajo: Doble hendidura: $b = 0,2\text{mm}$ y $g = 0,3\text{mm}$

Material

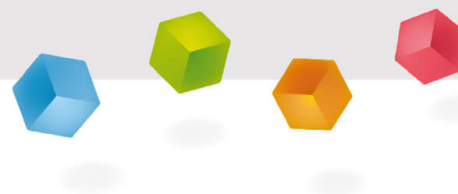
Posición	Material	Artículo No.	Cantidad
1	BANCO OPTICO DE PERFIL L 1000 MM	08370-00	1
2	Montaje deslizante para banco óptico	09822-00	3
3	SOPORTE PARA 3 PLACAS	09830-00	1
4	DIAFRAGMA CON 4 RENDIJAS DOBLES	08523-00	1
5	DIAFRAGMA CON 3 RENDIJAS SIMPLES	08522-00	1
6	PANTALLA METALICA 30 X 30 CM	08062-00	1
7	Pie cónico expert	02004-00	1
8	Cinta métrica, l = 2 m	09936-00	1
9	LASER DE DIODOS, TINTO, 1 mW, 635 nm	08761-99	1

Material adicional

PHYWE

Posición	Material	Cantidad
1	Sellotape	1
2	hoja de papel blanco	1

PHYWE



Montaje y ejecución

Montaje

PHYWE



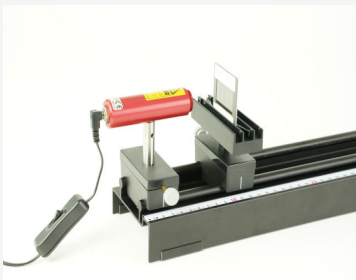
El montaje experimental es el que se muestra en la figura.

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 salpicadero insertado con columnas dobles en 11cm

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

Ejecución



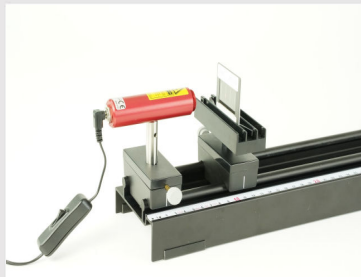
Una hoja de papel de máquina de escribir se adhiere a la pantalla con su superficie normal apuntando en la dirección del eje óptico mediante cinta adhesiva. La abertura con las rendijas dobles se alinea en el soporte de la placa de modo que una rendija doble a la vez es irradiada completamente por la luz láser. Determinar las posiciones de los mínimos para diferentes rendijas dobles. A modo de comparación, se realiza una medición correspondiente en una sola rendija con la misma anchura de rendija.



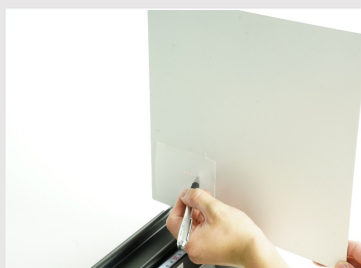
Es aconsejable utilizar un rotulador soluble en agua para marcar las capas de los mínimos y las distancias entre ellas. $2x$ con una regla en $0,5\text{mm}$ a determinar con precisión. La distancia r entre el diafragma de hendidura y la pantalla debe determinarse con la cinta métrica.

Ejecución

PHYWE

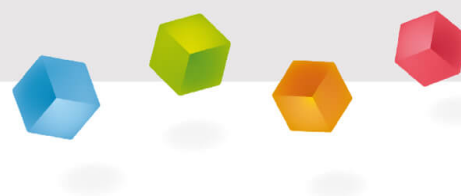


Una hoja de papel de máquina de escribir se adhiere a la pantalla con su superficie normal apuntando en la dirección del eje óptico mediante cinta adhesiva. La abertura con las rendijas dobles se alinea en el soporte de la placa de modo que una rendija doble a la vez es irradiada completamente por la luz láser. Determinar las posiciones de los mínimos para diferentes rendijas dobles. A modo de comparación, se realiza una medición correspondiente en una sola rendija con la misma anchura de rendija.



Es aconsejable utilizar un rotulador soluble en agua para marcar las capas de los mínimos y las distancias entre ellas. $2x$ con una regla en $0,5\text{mm}$ a determinar con precisión. La distancia r entre el diafragma de hendidura y la pantalla debe determinarse con la cinta métrica.

PHYWE



Resultados

Resultados (1/3)

PHYWE

Con la ayuda de los datos registrados a modo de ejemplo (mostrados a la derecha en las tablas), la anchura del hueco puede ser b y la distancia del centro de la brecha g calcular como sigue:

Como ya se ha demostrado en la teoría, lo siguiente se aplica a x_k resp. x_m :

$$x_k = k \frac{\lambda * r}{b} \text{ bzw. } x_m = \frac{2m+1}{2} * \frac{r\lambda}{g}$$

Reordenando las ecuaciones según b resp. g resultados:

$$b = \frac{k * \lambda * r}{x_k} \text{ bzw. } g = \frac{(2m+1) * r\lambda}{2 * x_m}$$

Mínimos de la
doble rendija

$\pm m$	$2x_m / \text{mm}$
0	8,6
1	25,5
2	40,0
3	59,0
4	75,0

Máximos de la
rendija simple

$\pm k$	$2x_k / \text{mm}$
1	41,0
2	81,0
3	123,0

Doble hendidura: $b = 0,1 \text{ mm}$; $g = 0,25 \text{ mm}$

Un solo hueco: $b = 0,1 \text{ mm}$

$r = 3325 \text{ mm}$

Resultados (2/2)

PHYWE

Resultados calculados a partir de los
datos de la muestra:

$\pm m$	g / mm
0	0,246
1	0,248
2	0,264
3	0,251
4	0,253

$\pm k$	b / mm
1	0,103
2	0,104
3	0,103

¿Qué significa esto b ?

Longitud de onda

Distancia del centro de la brecha

Ancho de la brecha

Resultados (3/3)

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.

