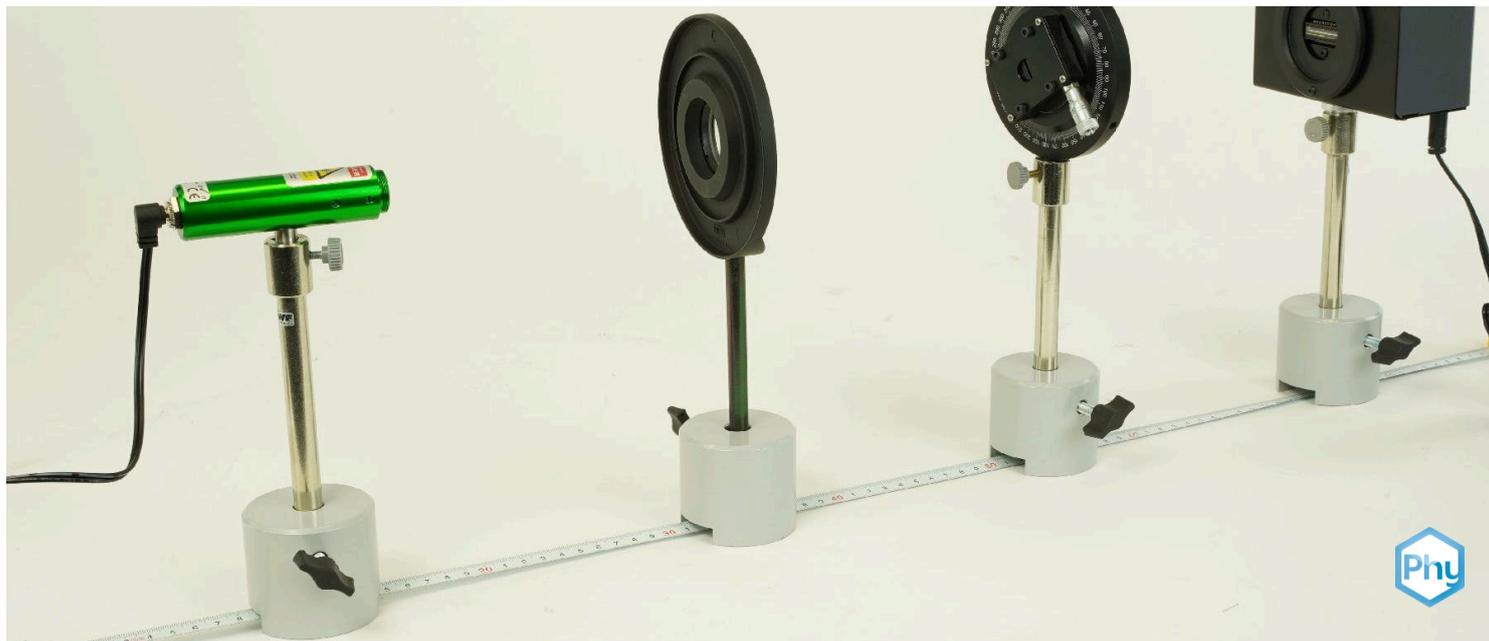


Difracción de luz en una rendija y en un borde



Física

Luz y óptica

Difracción e interferencia



Nivel de dificultad

-



Tamaño del grupo

-



Tiempo de preparación

-



Tiempo de ejecución

-

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/60bb7fc1500b11000429bdf>

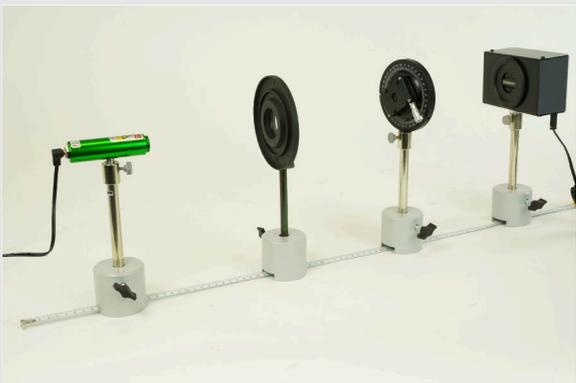
PHYWE



Información general

Ejecución

PHYWE



Montaje

La difracción se refiere a varios fenómenos que se producen cuando una onda encuentra un obstáculo o una abertura. Se define como la flexión de las ondas alrededor de las esquinas de un obstáculo o a través de una abertura en la región de sombra geométrica del obstáculo/abertura. El objeto o abertura difractante se convierte efectivamente en una fuente secundaria de la onda que se propaga.

Información adicional (1/2)

PHYWE

Conocimientos

previos



Los conocimientos previos necesarios para este experimento se encuentran en la sección de teoría.

Principio
científico



La luz monocromática incide en una rendija (hendidura) o en un borde. Se determina la distribución de intensidad del patrón de difracción.

Información adicional (2/2)

PHYWE

Objetivo de
aprendizaje



El objetivo de este experimento es investigar la difracción de la luz.

Tareas



1. Medición de la anchura de una rendija determinada.
2. Medición de la distribución de intensidad del patrón de difracción de la **rendija o hendidura**.
3. Medición de la distribución de intensidad del patrón de difracción del **borde**.

Teoría (1/3)

PHYWE

Si la luz de longitud de onda λ cae sobre una rendija de anchura b , cada punto de la rendija actúa como punto de partida de una nueva onda esférica. El patrón de difracción se forma en una pantalla detrás de la rendija como resultado de la interferencia de estas nuevas ondas.

Si esta difracción se trata según la aproximación de Fraunhofer, la intensidad en el punto P de una pantalla paralela a la rendija, utilizando los símbolos de la Fig. 1, es:

$$I = c \cdot \left(\frac{\sin \frac{\pi b}{\lambda} \sin \Theta}{\frac{\pi b}{\lambda} \sin \Theta} \right)^2 \quad (1)$$

c es una constante que depende de la longitud de onda y de la geometría. Los máximos de intensidad se producen para

$$\tan \frac{\pi b}{\lambda} \sin \Theta = \frac{\pi b}{\lambda} \sin \Theta$$

Teoría (2/3)

PHYWE

El primer máximo se obtiene para $\theta = 0$. Los siguientes máximos se producen si el argumento de la tangente asume los valores:

$$1.43\pi, 2.459\pi, 3.47\pi, 4.479\pi, \dots$$

Los mínimos de intensidad se producen cuando

$$\frac{\pi b}{\lambda} \sin(\theta) = n\pi; n = 1, 2, 3, \dots$$

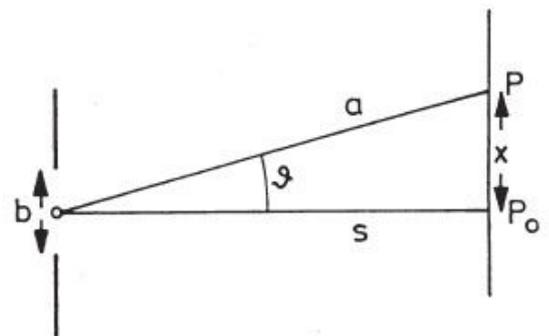


Fig. 1: Difracción en la rendija

Teoría (3/3)

PHYWE

donde $a \gg x$, los mínimos son aproximadamente equidistantes, y

$$x = n \cdot \frac{a\lambda}{b}$$

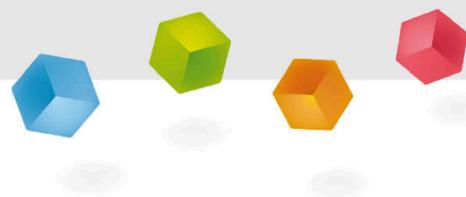
Si la luz incide en una rendija formada por una arista recta (paralela al eje y), se difracta. Si el origen de coordenadas se sitúa en la intersección de la línea de unión PQ entre la fuente de luz y el punto de incidencia con el plano de la pantalla de difracción, la distribución de intensidad del patrón de difracción detrás de la arista difractora es

$$I = \frac{I_0}{2} \left(\left(U(\omega) + \frac{1}{2} \right)^2 + \left(V(\omega) + \frac{1}{2} \right)^2 \right) (2)$$

Equipo

Posición	Material	Artículo No.	Cantidad
1	Laser para experimentos, verde, 1 mW, 532 nm	08764-99	1
2	Cámara de matriz digital	35612-99	1
3	PORTALENTES	08012-01	1
4	LENTE MONTADA, FOCO -5 cm	08026-01	1
5	DIAFRAGMA DE RENDIJA VARIABLE	08049-01	1
6	PANTALLA METALICA 30 X 30 CM	08062-00	1
7	Pie cónico expert	02004-00	4
8	Cinta métrica, l = 2 m	09936-00	1
9	Soporte para tubo	02060-00	1

PHYWE



Montaje y Ejecución

Montaje y ejecución (1/3)

PHYWE

El montaje experimental es el que se muestra en la Fig. 2. La lente divergente de longitud focal -50 mm se coloca delante del láser para expandir el haz. El borde interior de la rendija, que está totalmente abierto, sirve de borde. La distancia entre la lente y la rendija es de 75 mm. La potencia del láser se ajusta a 1 mW.

Para la difracción en la rendija, el rayo láser se dirige simétricamente hacia los bordes verticales cerrados de la rendija. La pantalla metálica con la escala de cinta pegada en el centro, se coloca a una distancia determinada (por ejemplo, 3 m).

Se abre la rendija y se calcula la anchura de la misma a partir de

$$b = \frac{2m+1}{2 \cdot \sin(\alpha_m)} \cdot \lambda, \dots$$



Fig. 2: Montaje experimental

Montaje y ejecución (2/3)

PHYWE

...donde b = ancho de la rendija, m = orden de serie del máximo desde el centro hacia afuera, x_m = distancia de la m^{th} máximo, r = distancia entre la rendija y la pantalla, λ = longitud de onda de la luz láser

Precaución: Nunca mirar directamente a un rayo láser no atenuado.

Para garantizar una lectura sin deslumbramientos en la pantalla es necesario tapar el centro intensamente brillante del patrón (por ejemplo, con un lápiz).

\N - Para la difracción en el borde, la pantalla con una sola rendija (vertical) se pega a la fotocélula con cinta adhesiva. La escala de metros, sobre la que se puede mover una base de barril con la fotocélula en ángulo recto con respecto al rayo láser, se fija a una distancia determinada (por ejemplo, 3 m). La fotocélula se conecta al multirangómetro con amplificador.

Montaje y ejecución (3/3)

PHYWE

En primer lugar, la intensidad I_0 se mide sin el borde - inicialmente sin el láser (valor oscuro) y luego con él (valor claro). Estos valores deben tenerse en cuenta en la evaluación.

El borde (una arista de la rendija) se desplaza hacia el rayo láser para que la mitad quede enmascarada. Esto requiere cierto cuidado. En algunas circunstancias, la medición de la intensidad puede llevarse a cabo más rápidamente con la pantalla de la rendija en posición horizontal. En este caso, el borde se mueve hacia el haz hasta que sólo se registra la mitad de la tensión.

PHYWE



Evaluación

Resultados (1/2)

PHYWE

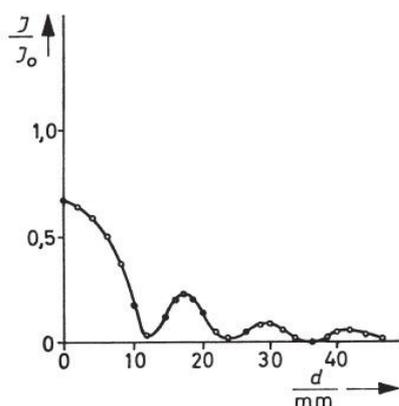


Fig. 3: Distribución de la intensidad en la difracción en la rendija, en función de la posición a lo largo de una línea recta paralela al plano de la rendija, normalizada en la intensidad sin la rendija.

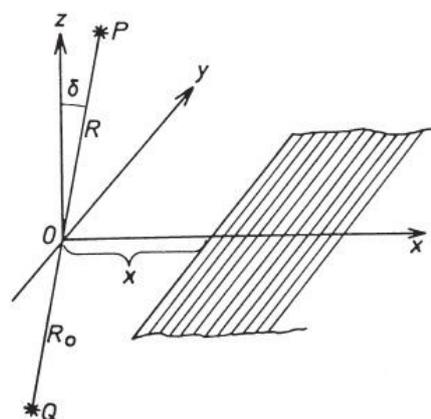


Fig. 4: Difracción en el borde

Resultados (2/2)

PHYWE

Utilizando los símbolos de la Fig. 4 tenemos $I_0 = \frac{1}{(R_0+R)^2}$
(3)

$$\omega = x \cdot \cos \delta \sqrt{\frac{2}{\lambda} \left(\frac{1}{R_0} + \frac{1}{R} \right)} \quad (4)$$

U y V son las integrales de Fresnel, definidas como sigue:

$$U(\omega) = \int_0^\omega \cos\left(\frac{\pi}{2}n^2\right)dn, \quad V(\omega) = \int_0^\omega \sin\left(\frac{\pi}{2}n^2\right)dn$$

La intensidad en el lado de la sombra disminuye regularmente. En el lado de la luz la intensidad presenta máximos y mínimos, mientras que la intensidad total según (3) disminuye cuadráticamente con la distancia entre la fuente de luz y el punto de incidencia.

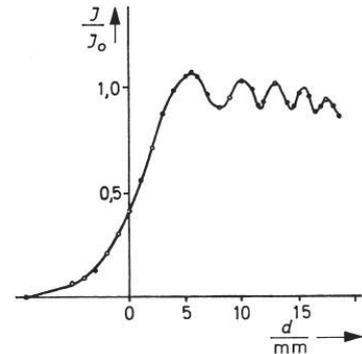


Fig. 5: Distribución de la intensidad en la difracción en el borde, en función de la posición en una línea recta perpendicular a la línea que une la fuente de luz y el borde, normalizada en la intensidad sin el borde.