

TAREAS

- Estudio de la difracción en una rendija doble con diferentes distancias entre las rendijas.
- Estudio de la difracción en una rendija doble con diferentes anchos de rendija.
- Estudio de la difracción en una rendija múltiple con diferentes números de rendijas.
- Estudio de la difracción en una retícula de rendijas y en una retícula cruzada.

OBJETIVO

Comprobación del carácter ondulatorio de la luz y determinación de la longitud de onda

RESUMEN

La difracción de la luz en rendijas múltiples y en rejillas se puede describir como la superposición de ondas elementales coherentes, las cuales según el principio de Huygens parten de cada punto iluminado en una rendija múltiple. La interferencia de las ondas elementales explica el sistema de bandas claras y oscuras que se observa detrás de las rendijas múltiples. Partiendo de la distancia entre dos bandas claras se puede calcular la longitud de onda de la luz, conociendo la distancia entre las rendijas y la distancia hasta la pantalla de observación.

EQUIPO REQUERIDO

Número	Aparato	Artículo N°
1	Diodo láser, rojo	1003201
1	Banco óptico K, 1000 mm	1009696
2	Jinetillo óptico K	1000862
1	Soporte de apriete K	1008518
1	Soporte K para diodo láser	1000868
1	Diafragma con 3 ranuras dobles de diferentes anchos de ranura	1000596
1	Diafragma con 4 ranuras dobles con diferentes distancias entre ranuras	1000597
1	Diafragma con 4 ranuras múltiples y una retícula	1000598
1	Diafragma con 3 retículas regladas	1000599
1	Diafragma con 2 retículas cruzadas	1000601

FUNDAMENTOS GENERALES

La difracción de la luz en rendijas múltiples y en retículas se puede describir como la superposición de ondas elementales coherentes, que salen de cada punto iluminado en una rejilla múltiple, de acuerdo con el principio de superposición de Huygens. La superposición en una determinada dirección conduce a una interferencia constructiva o destructiva y se explica así el sistema de bandas claras y oscuras detrás de la rendija múltiple.

Detrás de una rendija doble la intensidad en un determinado ángulo de observación α_n es máxima cuando para cada onda elemental de la primera rendija se tiene exactamente una onda elemental de

la segunda rendija y las dos se sobreponen constructivamente. Esto se satisface cuando la diferencia de camino Δs_n entre las ondas elementales que salen de los centros de las rendijas es un múltiplo entero de la longitud de onda λ de la luz (ver Fig. 1).

$$(1) \quad \Delta s_n(\alpha_n) = n \cdot \lambda$$

$n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$: Orden de difracción

A una distancia grande L de la rendija doble, para ángulos de observación pequeños α_n , entre la diferencia de camino Δs_n y la coordenada de x_n del máximo de intensidad se tiene la relación:

$$(2) \quad \frac{\Delta s_n}{d} = \sin \alpha_n \approx \tan \alpha_n = \frac{x_n}{L}$$

d : Distancia entre rejillas

Por ello, los máximos se encuentran a distancias regulares iguales entre sí

$$(3) \quad a = x_{n+1} - x_n = \frac{\lambda}{d} \cdot L.$$

Esta relación vale también para la difracción en una rejilla múltiple con más de 2 rendijas equidistantes. Con la ecuación (1) se trata la condición para la interferencia constructiva de ondas elementales de las N rendijas. Es decir que las ecuaciones (2) y (3) también se pueden aplicar para las rendijas múltiples. La determinación de los mínimos de intensidad requiere un poco más de matemática: Mientras en el caso de la rendija doble en el centro entre dos máximos de intensidad se encuentra un mínimo de intensidad, en una rendija múltiple se encuentra entre los máximos n y $n + 1$ mínimos, cuando las ondas elementales de N rendijas interfieren de tal forma que la intensidad se haga cero. Este es el caso cuando la diferencia de camino entre las ondas elementales que salen del centro de la rendija cumplen la condición:

$$(4) \quad \Delta s = n \cdot \lambda + m \frac{\lambda}{N}$$

$n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, m = 1, \dots, N - 1.$

Es decir, que se encuentran $N-1$ mínimos y entre ellos $N-2$ máximos secundarios, cuya intensidad es menor que la de los máximos principales. Al aumentar el número N de rendijas, el aporte de los máximos secundarios desaparece. Ya no se habla más de una rendija múltiple sino de una rejilla o red de difracción. Al final una rejilla cruzada se puede considerar como dos rejillas o redes de difracción orientadas 90° una con respecto a la otra. Los máximos de difracción se convierten en puntos sobre una red cuadrada, cuyo ancho o abertura de malla se dan por (3). La claridad en los máximos principales está modulada por la distribución de la claridad en la difracción de una rendija y está mayormente concentrada para ángulos pequeños α mientras mayor sea el ancho de la rendija b . Para un cálculo exacto se suman las amplitudes de las ondas elementales teniendo en cuenta las diferencias de camino hasta lograr la amplitud total A . En cualquier punto x de la pantalla se tiene entonces:

$$(5) \quad I = A^2 \propto \left(\frac{\sin\left(\frac{\pi \cdot b \cdot x}{\lambda \cdot L}\right)}{\frac{\pi \cdot b \cdot x}{\lambda \cdot L}} \right)^2 \cdot \left(\frac{\sin\left(N \cdot \frac{\pi \cdot d \cdot x}{\lambda \cdot L}\right)}{\sin\left(\frac{\pi \cdot d \cdot x}{\lambda \cdot L}\right)} \right)^2$$

EVALUACIÓN

La longitud de onda de la luz difractada se puede determinar a partir de la distancia a entre los máximos principales. Se tiene:

$$\lambda = d \cdot \frac{a}{L}$$

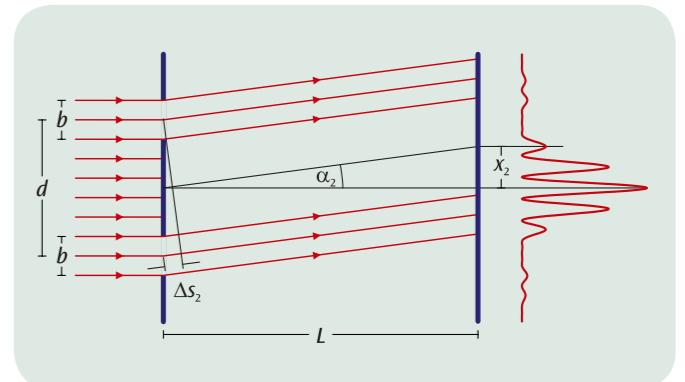


Fig. 1: Representación esquemática de la difracción de la luz en una rendija doble

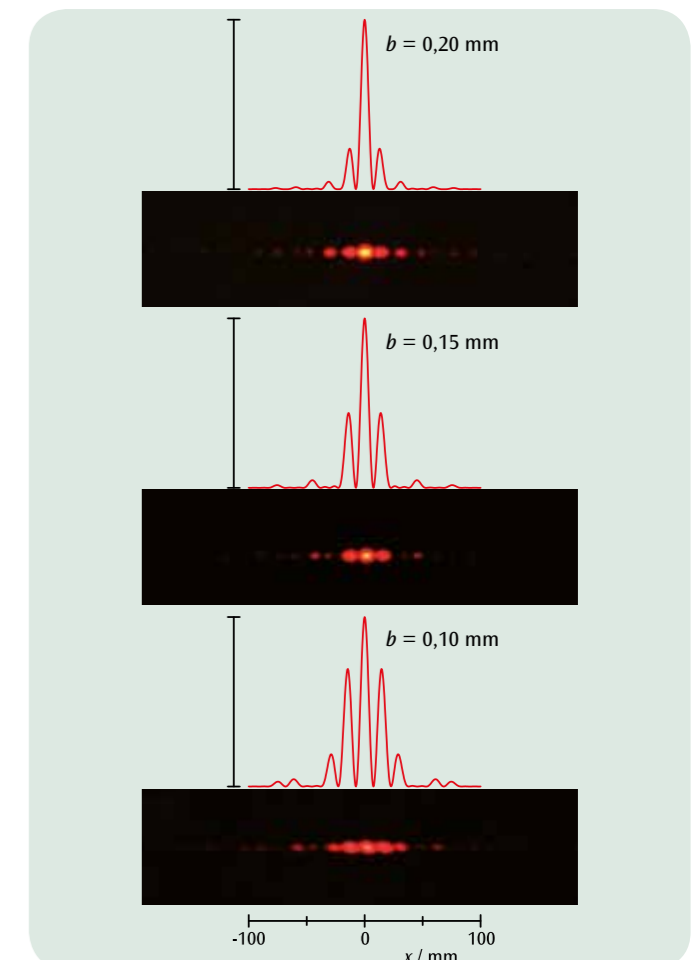


Fig. 2: Intensidades observadas y calculadas en la difracción en rendijas dobles con diferentes distancias entre las rendijas