

## 1002649 Espejo de Fresnel sobre mango

### Instrucciones de uso

11/15 MH



- 1 Placa de protección de vidrio acrílico
- 2 Mango, 10 mm de diámetro, de acero fino
- 3 Corredera óptica (no forma parte del volumen de suministro)
- 4 Caja de aluminio anodizado, negra
- 5 Tornillo moleteado para ajuste del espejo
- 6 Superficie del espejo de vidrio acrílico negro

Fig. 1 Componentes

#### 1. Aviso de seguridad

- ¡Si se emplea un rayo láser, se deben observar estrictamente las notas de seguridad indicadas, por ejemplo, no oponer la vista a la trayectoria del rayo!
- Durante el experimento, ninguno de los observadores se debe sentir encandilado.

#### 2. Descripción

Con el espejo de Fresnel se pueden realizar experimentos sobre interferencia de luz monocromática coherente, para lo cual, por medio de los dos espejos, se pueden generar dos fuentes virtuales de luz a partir de una, con el resultado de que las dos interfieren entre sí.

La idea de Fresnel, esto es, provocar interferencia de ondas luminosas por medio de dos espejos, está representada en la Fig. 2. La luz emitida por una fuente puntual  $P$  (rayo láser paralelo, con lente antepuesta) se refleja por dos espejos de manera que ambas radiaciones parciales se superpongan e interfieran

entre sí. La evaluación del experimento se puede llevar a cabo de una manera clara, tanto matemática como físicamente, para lo cual se determina la distancia entre las fuentes puntuales de luz  $P_1$  y  $P_2$ , y se calcula como superposición el patrón de interferencia de las ondas circulares que parte de  $P_1$  y  $P_2$ .

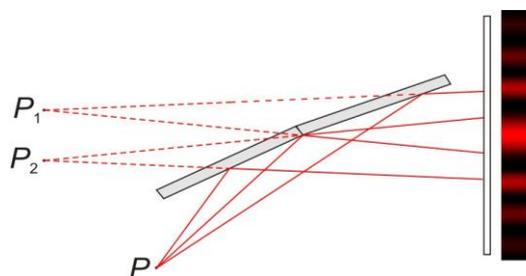


Fig. 2 Principio de funcionamiento del espejo de Fresnel

El espejo de Fresnel se compone de dos espejos grandes, de 29 mm x 45 mm, de vidrio acrílico. Dado que durante la experimentación se produce una incidencia de luz rasante, se obtiene una reflexión total, y el vidrio acrílico opera como espejo reflector de superficie. Uno

de los dos espejos se aloja fijamente en la carcasa, mientras que el otro se puede ajustar en una inclinación de aprox.  $-0,5^\circ$  a  $+2^\circ$ . Delante de los espejos, se ha interpuesto una placa de vidrio acrílico, la cual no se debe retirar durante la realización de los experimentos. De esta manera, se evita un contacto no deseado de los espejos. La barra soporte tiene 10 mm de diámetro y se ha establecido su longitud de manera que, en relación al centro de los espejos, se obtenga una altura estándar de 150 mm.

### 3. Servicio y mantenimiento

- El espejo de Fresnel opera por medio de luz rasante, para lo cual tiene una inclinación de aproximadamente  $1^\circ$  a  $2^\circ$  en relación al rayo de luz. Una vez que se ha ajustado la fuente de luz, de manera que la luz incida sobre ambos espejos, con igual intensidad, se puede ajustar entre sí la inclinación de ambos haces de luz reflejados girando el tornillo moleteado (5).
- Mantenimiento: En principio, el espejo de Fresnel no necesita mantenimiento. Para su limpieza, se lo puede frotar con un paño húmedo (agua con agente de limpieza.) De ser necesario, el espejo sólo se debe limpiar de polvo con un pincel suave. Dado el caso, también se puede limpiar con algún agente de limpieza soluble y un paño suave.
- Almacenamiento: Se debe guardar en un lugar libre de polvo, eventualmente se lo debe cubrir introduciéndolo dentro de una bolsa de plástico.

### 4. Ejecución del experimento y evaluación

A continuación se describen un montaje del experimento "clásico" y se lo evalúa a partir de un.

#### 4.1 Experimento clásico de interferencia

##### 4.1.1 Montaje experimental

Se necesita el siguiente equipo:

1 Láser de He y Ne	1003165
1 Objetivo acromático 10x/ 0,25	1005408
1 Espejo de Fresnel	1002649
1 Banco óptico D, 50 cm	1002630
3 Jinetillo óptico D, 90/50	1002635
1 Lente convexa $f=20$ cm	1003025
1 Pantalla de proyección	1000608
1 Base con orificio central 1 kg	1002834
1 Cinta métrica de bolsillo, 2m	1002603

En la Fig. 4 se puede observar el montaje experimental. En primer lugar, se monta el láser y la lente de ensanchamiento ajustándolos de manera que el rayo láser ensanchado por la lente tenga una trayectoria aproximadamente paralela con relación al banco óptico. Para ello, la trayectoria del láser se puede hacer visible por medio de una hoja de papel. ¡No se debe interponer la vista directamente en la trayectoria del rayo! A continuación, se monta el espejo de Fresnel con una inclinación de aproximadamente  $1^\circ$  a  $2^\circ$  en relación al láser.



Fig. 3 Montaje experimental

Girando el tornillo moleteado (5), debe ser posible ajustar ahora una imagen sobre la pantalla, colocada a una distancia de 2 a 3 m, que corresponda, en principio, a la Fig.4 A la izquierda del patrón de interferencia, debe ser posible observar todavía un área clara, resultante de la luz que pasa por los espejos. Junto a las franjas del verdadero patrón de interferencia, debe ser todavía posible observar otras franjas de interferencia, lo cual depende de la calidad y la limpieza del láser y del lente. Es muy sencillo limitar las franjas producidas efectivamente por los espejos ajustando el tornillo moleteado (5). Sólo aquellas franjas que durante el ajuste varían de ancho son "verdaderas" franjas de interferencia. Su ajuste debe ser posible en una distancia de aproximadamente 1 a 4 mm.

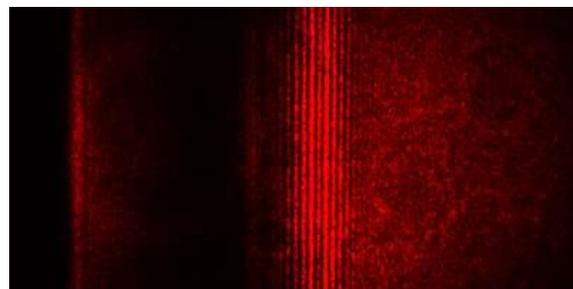


Fig. 4 Imagen de interferencia sobre la pantalla de proyección. En el borde izquierdo, se puede reconocer todavía una franja clara, resultante de la luz que pasa por los espejos.

#### 4.1.2 Ejecución del experimento

- Durante un experimento se determina, en primer lugar, la distancia  $D$  entre las franjas de interferencia. Si, por ejemplo, la distancia entre 7 valores máximos es de  $24 \pm 1$  mm, entonces  $D = 3,43$  mm.
- A continuación, se monta la lente de 200 mm y, dado el caso, se la desplaza hasta que aparezcan sobre la pantalla dos puntos luminosos que tengan una distancia entre sí de 3 a 15 mm (la luz que pasa por los espejos genera un tercer punto a una gran distancia hacia la izquierda). Para la medición es aquí eventualmente más ventajoso que los puntos luminosos tengan una tamaño mayor que el mínimo obtenido si las lentes se han ajustado nítidamente. En este ejemplo, la distancia de los puntos luminosos es de  $A = 6,8$  mm y, en este caso, fue determinada por medio de un calibre.
- La última magnitud necesaria para la evaluación es la distancia  $b$  entre la lente de 200 mm y la pantalla de proyección ( $b = 2700$  mm).

#### 4.1.3 Evaluación del experimento

- Como ya se mencionó a partir de la Fig. 2, la imagen de interferencia se puede interpretar como la superposición de la luz de dos fuentes luminosas puntuales  $P_1$  y  $P_2$ . Para que sobre la pantalla de proyección se genere un máximo de intensidad, la diferencia de trayectorias  $d$ , entre dos rayos producidos por  $P_1$  y  $P_2$ , debe corresponder exactamente a la longitud de onda  $\lambda$  o a un número entero múltiplo de  $\lambda$ . A partir de las magnitudes definidas en la Fig. 5 se obtiene:

$$\frac{d}{a} = \sin \varphi \quad (1)$$

y

$$\frac{D}{L} = \tan \varphi \quad (2)$$

- Si los ángulos  $\varphi$  son suficientemente pequeños, entonces  $\sin \varphi \approx \tan \varphi$ . Si, además  $d = \lambda$  (primer valor máximo), a partir de las ecuaciones 1 y 2, se obtiene:

$$\lambda = a \cdot \frac{D}{L} \quad (3)$$

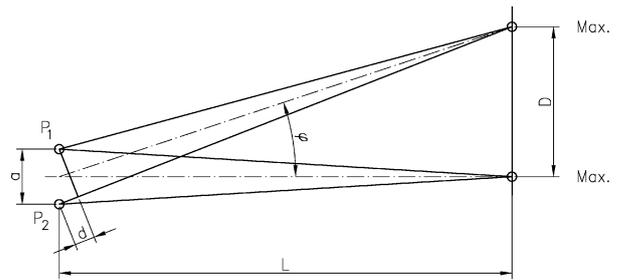


Fig. 5 Origen del valor máximo de intensidad, si  $d = n \lambda$  ( $n$  es un número entero).

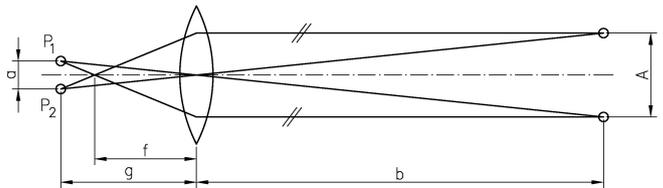


Fig. 6 Determinación de la distancia  $a$  de la fuente puntual virtual con la utilización de una lente (p. ej.  $f = 200$  mm). Se miden las distancias  $A$  y  $b$ .

- La determinación de la distancia  $a$  de la fuente puntual virtual se representa en la Fig. 6. Al aplicar el teorema de Tales se obtienen directamente ambas relaciones:

$$\frac{a}{A} = \frac{g}{b} \quad (4)$$

y

$$\frac{a}{A} = \frac{g-f}{f} \quad (5)$$

- Al equiparar ambas ecuaciones, con el fin de eliminar  $a/A$  y despejar  $g$ , se obtiene como resultado

$$g = \frac{bf}{b-f} \quad (6)$$

- Si esto se introduce en la ecuación 4, se puede determinar el valor de  $a$  e introducirlo en la ecuación 3. La longitud  $L$ , todavía faltante en la ecuación 3, se obtiene, de acuerdo con la Fig. 6, de la suma de ambas distancias  $g$  y  $b$ . Al introducir todo en la ecuación 3 se tiene como resultado:

$$\lambda = \frac{ADF}{b^2}$$

- Para este ejemplo se obtiene  $\lambda = 640$  nm, lo cual concuerda bastante bien con las indicaciones del fabricante del láser empleado (632,8 nm).