

## Interferencia en un biprisma de Fresnel con un láser de He-Ne

### Objetivos del experimento

- Generación, mediante un biprisma, de dos fuentes de luz virtuales y coherentes a partir de una fuente puntual de luz.
- Observación de la interferencia de ambas fuentes de luz virtuales.
- Medición de la distancia  $d$  entre las franjas de interferencia.
- Creación de imágenes de proyección de las fuentes de luz virtuales, y medición de su distancia  $B$ .
- Determinación de la longitud de onda  $\lambda$  de la luz de láser de He-Ne a partir de la distancia  $d$  entre las franjas de interferencia, de la distancia  $B$  de las imágenes de interferencia a las fuentes virtuales de luz y de las dimensiones geométricas del montaje.

### Fundamentos

Según A. Fresnel (1826), el haz de luz proveniente de una fuente puntual de luz se refracta en dos prismas de base común formando dos haces parciales coherentes de luz. Ambos haces parciales se superponen de manera parcial y presentan, entonces, fenómenos de interferencia.

De acuerdo con la figura 1, la refracción en sendas mitades de prisma  $P_1$  y  $P_2$  genera dos imágenes virtuales  $A_1$  y  $A_2$  de la fuente de luz  $A$ . La superposición de estos dos haces parciales coherentes que salen de estas fuentes virtuales de luz crea patrones de interferencia sobre la pantalla de observación  $S$ . Los máximos de intensidad aparecen siempre donde la diferencia de camino  $\Delta s_n$  entre los haces parciales cumple con la condición

$$\Delta s_n = n \cdot \lambda \quad (I)$$

$\lambda$ : longitud de onda,  $n = 0, 1, 2, \dots$

Es por eso que sobre la pantalla de observación se advierte una serie de máximos y mínimos de intensidad, en la que dos máximos contiguos mantienen entre sí una distancia constante  $d$ .

Para una distancia grande  $L$  entre la fuente de luz y la pantalla de observación puede aceptarse con una buena aproximación:

$$\Delta s_n = a \cdot \frac{n \cdot d}{L} \quad (II)$$

Reemplazando aquí (I) se obtiene una ecuación para determinar la longitud de onda  $\lambda$ :

$$\lambda = a \cdot \frac{d}{L} \quad (III)$$

Para aplicarla, se supone conocida la distancia  $a$  entre ambas fuentes de luz  $A_1$  y  $A_2$ . Esta distancia se determina en un sencillo montaje óptico en el que, con ayuda de una lente  $H$ , se obtiene sobre la pantalla de observación  $S$  una imagen nítida de ambas fuentes de luz (ver Fig. 2). En este caso vale:

$$a = g \cdot \frac{B}{b} \quad (IV)$$

$g$ : distancia del objeto,  $b$ : distancia de la imagen  
 $B$ : distancia entre las imágenes sobre la pantalla

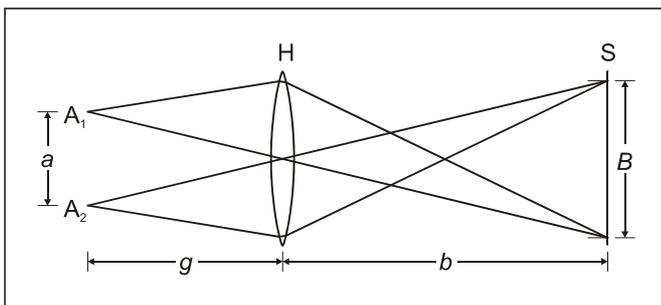
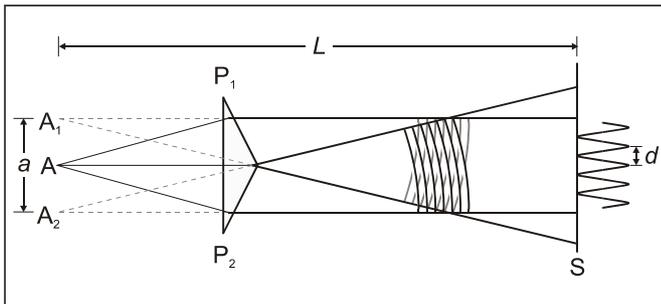


Fig. 1 Representación esquemática del camino de los haces en el biprisma de Fresnel ( $A$ : fuente real de luz;  $A_1, A_2$ : fuentes virtuales de luz;  $P_1, P_2$ : mitades de prisma;  $S$ : pantalla de observación)

Fig. 2 Camino de los haces para generar la imagen de sendas fuentes virtuales de luz sobre la pantalla de observación ( $A_1, A_2$ : fuentes de luz virtuales;  $H$ : lente;  $S$ : pantalla de observación)

**Equipo**

1 láser de He-Ne, polarización lineal	471 830
1 biprisma	471 09
1 mesa de prisma	460 25
1 lente $f = +5$ mm	460 01
1 lente $f = +200$ mm	460 04
1 banco óptico, perfil normal 1 m	460 32
3 jinetillos ópticos, $H = 60$ mm/ $B = 34$ mm	460 370
1 jinetillo óptico, $H = 60$ mm/ $B = 50$ mm	460 373
1 pantalla translúcida	441 53
1 zócalo	300 11
1 calibre	311 53
1 cinta métrica enrollable	311 77

En el experimento, para obtener una fuente puntual de luz intensa, se hace divergir el haz de luz láser con ayuda de una lente esférica. Por este motivo, la distancia del objeto  $g$  sólo puede medirse con una precisión bastante acotada. Dicha precisión se averigua, conociendo la distancia focal  $f$  de la lente de representación, mediante la ecuación:

$$\frac{1}{g} = \frac{1}{f} - \frac{1}{b} \quad (V)$$

**Montaje y desarrollo****Observación de la interferencia:**

El montaje completo del experimento se muestra en la figura 3. En primer lugar, la lente esférica de distancia focal  $f = +5$  mm ensancha el haz de láser antes de que incida en el biprisma. Las franjas de interferencia aparecen de forma vertical en el centro de la pantalla de observación.

- Colocar el láser de He-Ne al comienzo del banco óptico y ubicar la pantalla de observación a aproximadamente 1,80 m del láser, detrás del banco óptico.
- Dirigir el láser hacia la pantalla, conectar la fuente de alimentación y encender el láser.
- Ubicar la lente esférica,  $f = +5$  mm, a unos 2 cm delante del láser y ajustarla con cuidado, de modo que el láser se ensanche y llegue a la pantalla con un diámetro de aproximadamente 15 cm.
- Ubicar la mesa de prisma y asegurar el biprisma con el muelle de sujeción ajustable.
- Ajustar la altura del láser y de la lente esférica a fin de que el haz de láser atraviese el biprisma por su centro.
- Deslizar la mesa de prisma hacia atrás y hacia delante, y observar la interferencia sobre la pantalla.

**Indicaciones para la seguridad**

El láser de He-Ne satisface las "Exigencias de seguridad técnica para material didáctico – Láser, DIN58126 parte 6" para láser de clase 2. Teniendo presente en las instrucciones de uso las indicaciones correspondientes se evita todo peligro al experimentar con láser de He-Ne.

- No mirar de frente el haz directo ni el reflejado.
- Evitar pasar el límite de enneguecimiento (o sea, ningún observador debe sentir que se enneguece).

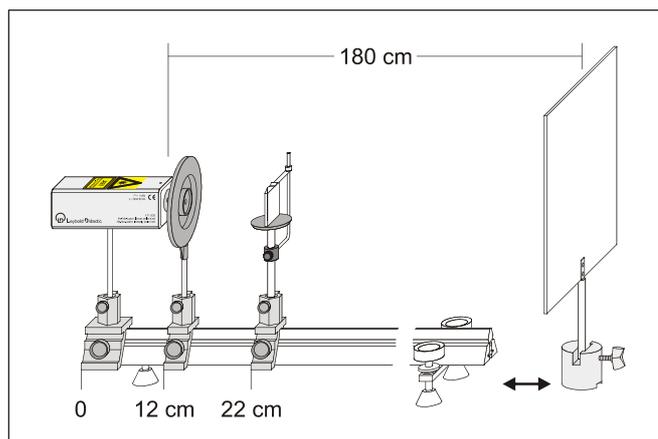


Fig. 3 Montaje del experimento para observar la interferencia en un biprisma de Fresnel con los datos de la posición del borde izquierdo del jinetillo óptico

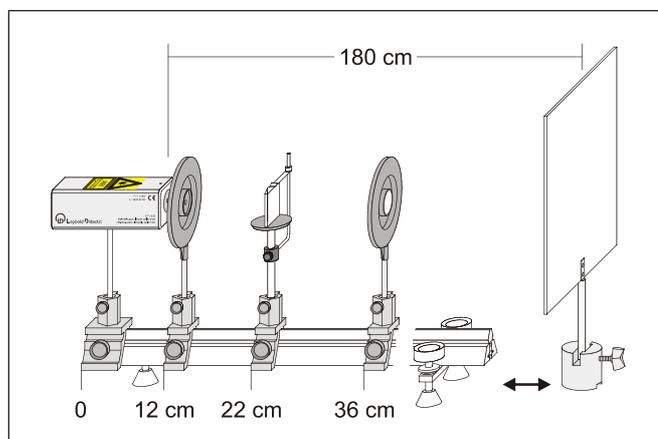


Fig. 4 Montaje modificado para determinar la distancia entre ambas fuentes de luz virtuales

**Determinación de la distancia entre los mínimos de intensidad:**

- Manteniendo fija la posición del biprisma, sostener un papel sobre la pantalla y con un lápiz de mina suave marcar las posiciones de los mínimos de intensidad luminosa.
- Determinar la distancia  $d$  entre los mínimos de intensidad.

**Determinación de la distancia entre ambas fuentes de luz virtuales:**

- Ubicar la lente de  $f = +200$  mm según indica la figura 4, entre la pantalla y la mesa de prisma.
- Deslizar la lente hasta que se puedan ver dos puntos luminosos intensos sobre la pantalla de observación a modo de imágenes de las fuentes de luz virtuales (distancia típica, aproximadamente 8 mm).
- Medir la distancia  $B$  entre las imágenes y la distancia  $b$  entre las imágenes y la lente.

## Ejemplo de medición

### Observación de la interferencia:

Sobre la pantalla pueden observarse franjas de interferencia verticales. La distancia entre franjas  $d$  se vuelve cada vez menor a medida que aumenta la distancia del biprisma al láser, ya que de esta manera crece la distancia  $a$  entre las fuentes de luz virtuales.

### Determinación de la distancia entre los mínimos de intensidad:

distancia entre el primer mínimo de intensidad y el séptimo:  
 $6 d = 7,2 \text{ mm}$

### Determinación de la distancia entre ambas fuentes de luz virtuales:

distancia entre las imágenes:  $B = 6,1 \text{ mm}$

distancia entre imágenes y lente:  $b = 1,53 \text{ m}$

distancia focal:  $f = 0,2 \text{ m}$

## Análisis

### Determinación de la distancia entre los mínimos de intensidad:

valor medio:  $d = 1,2 \text{ mm}$

### Determinación de la distancia entre ambas fuentes de luz virtuales:

Despejando de la ecuación (V) y reemplazando los valores de  $b$  y  $f$ , se obtiene la distancia del objeto  $g = 0,23 \text{ m}$ .

Reemplazando los valores de  $B$ ,  $b$  y  $g$  en la ecuación (IV), se obtiene la distancia entre las fuentes de luz virtuales  $a = 0,92 \text{ mm}$ .

### Determinación de la longitud de onda:

La distancia  $L$  entre la fuente de luz y la pantalla de observación está compuesta por la distancia del objeto  $g$  y la distancia entre imagen y lente  $b$ :

$L = 1,76 \text{ m}$

Por lo tanto, la fuente de luz, que se supuso puntual, se encontraba entonces a unos 4 cm delante de la abertura de salida del láser.

Reemplazando los valores de  $d$ ,  $a$  y  $L$  en la ecuación (III) se obtiene, para la longitud de onda  $\lambda$  del láser de He-Ne, el valor  $\lambda = 625 \text{ nm}$ .

Valor extraído de tablas:  $\lambda_{\text{HeNe}} = 632,8 \text{ nm}$

## Resultado

Refractando luz en ambas mitades de un biprisma se crean dos fuentes de luz virtuales coherentes entre sí. La superposición de este haz conduce a la formación de franjas de interferencia.