Práctica 4: Biprisma de Fresnel

29/10/2025

Universidad de Granada, Facultad de Ciencias

Grado en Físicas

Óptica I

Jorge del Rio López
Paula Roca Gómez

P5

Índice

Capítulos **Página**

Resumen

En la práctica del biprisma de Fresnel, se generaron y analizaron franjas de interferencia utilizando una fuente puntual de luz y el biprisma para obtener dos focos coherentes. Se midió la distancia entre franjas y se estudió el contraste de la interferencia según las condiciones de coherencia espacial para poder obtener el valor de la longitud de onda con la que la lámpara emitía.

1. Resultados

Tras configurar el sistema óptico según el esquema propuesto en el guión de prácticas [1], comenzamos midiendo la separación entre tres franjas de la fuente, obteniendo los así los valores de $s = x_{k+3} - x_k$, donde x_i es la posición de la i-ésima franja medida con el micrómetro.

Los valores medidos se muestran en la siguiente tabla:

s (mm)
3,020
3,010
3,070

Cuadro 1: Medidas de s (mm), con incertidumbre $u_s = 0,01$ (mm)

Con estos datos obtenemos el valor promedio de $s = 3,033 \pm 0,021$ (mm).

Posteriormente, introducimos en el sistema el biprisma de Fresnel, y buscamos las posiciones de Bessel, es decir, aquellas en las que observamos por el ocular dos líneas bien definidas. Anotamos las distancias entre rendijas en cada una de las dos posiciones de Bessel estudiadas, d'_1 y d'_2, de las cuáles d'_1 corresponde a la primera posición. Se muestran en la siguiente tabla los valores medidos.

Medidas posición Bessel d'_1 (mm)	**Medidas posición Bessel d'_2 (mm)**
-0,35	-3,54
-0,34	-3,55
-0,40	-3,55

Cuadro 2: Medidas de las interfranjas obtenidas para las posiciones de Bessel, d'_1 (mm) y (d'_2)(mm). La incertidumbre en ambos casos es $u'_d = 0,01$ (mm)

A partir de estos valores podemos promediarlos para obtener $d'_2 = -3,547 \pm 0,010$(mm) y $d'_1 = -0,363 \pm 0,021$ (mm) .

Con estos datos, podemos calcular la distancia d como:

$$d = \sqrt{d'_1 d'_2} \tag{1}$$

y hallamos $d = 1,135 \pm 0,033$ (mm).

Con los datos de las interfranjas en las posiciones de Bessel y sabiendo que la distancia focal del biprisma utilizado es de $f' = 15$ (cm), calculamos la distancia de las fuentes al lugar de interferencia, D. Sabiendo la relación entre las variables:

$$D = f'\left(2 - \frac{d^2 + {d'_1}^2}{d\, d'_1}\right) \tag{2}$$

se obtiene $D = 817 \pm 12$ (mm).

En este momento podemos calcular la longitud de onda de la fuente utilizada mediante la expresión

$$\lambda = \frac{d\, s}{3D} \tag{3}$$

Con los valores experimentales medidos encontramos que la longitud de onda calculada es $\lambda = 1405 \pm 42$ (nm).[1]

2. Conclusiones

3. Agradecimientos

[1] La incertidumbre del valor de lambda se compone del calculo para determinarla en (mm) y luego pasarla a (nm).

4. Apéndices

4.1. A1: Cálculo de incertidumbres

4.1.1. Cálculo de la desviación estándar

La desviación estándar se usará para el cálculo de la incertidumbre tipo A; su ecuación sería:

$$s = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}(x_i - \bar{x})} \tag{4}$$

4.1.2. Incertidumbre tipo A

La incertidumbre tipo A se evalúa mediante análisis estadístico de datos repetidos, basada en su dispersión o desviación estándar, para lograr dar un valor que se asemeje lo máximo posible al real; su ecuación es la siguiente:

$$u_A = \frac{s}{\sqrt{n}} \tag{5}$$

donde s sería la desviación estándar y n el número de medidas realizadas.

4.1.3. Incertidumbre tipo B

La incertidumbre tipo B se debe al error que ocasiona el medir con instrumentos inexactos, su ecuación involucra la resolución (δ) del instrumento que se haya usado:

$$u_B = \frac{\delta}{\sqrt{12}} \tag{6}$$

4.1.4. Incertidumbre Combinada

Tras obtener la incertidumbre tipo A y tipo B debemos juntarlas para dar un valor de incertidumbre concreto, se calcularía de la siguiente forma:

$$u_C = \sqrt{(u_A)^2 \ + \ (u_B)^2} \tag{7}$$

4.1.5. Incertidumbre debida a medida indirecta

Debido a la que usaremos este tipo de incertidumbre en varias ocasiones, la dejaremos aquí definida para evitar tener que repetir el proceso cada vez. Sea $f(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ una funcion con n variables, la incertidumbre de esta función se calcularía mediante la propagación de incertidumbres, y obtendríamos la siguiente ecuación:

$$\boxed{u_C(f(x_1, x_2, \ldots, x_n)) = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{\partial f}{\partial x_i}\right)^2 \ u_C(x_i)^2}} \tag{8}$$

Donde $\dfrac{\partial f}{\partial x_i}$ es la derivada parcial de f respecto a la variable x_i, y $u_C(x_i)$ es la incertidumbre combinada de la variable x_i. Este cálculo nos proporciona la incertidumbre de una función que depende de varias variables, teniendo en cuenta las incertidumbres individuales de cada variable.

4.1.6. Incertidumbre por cambio de unidades

Esta incertidumbre la usaremos cuando un valor se encuentre en unas unidades distintas a las del SI, se llevará a cabo mediante la propagación de incertidumbres, suponiendo la siguiente ecuación: $f(x) = \dfrac{x}{K}$ siendo k un valor cualquiera real, entonces, $u_C(f(x)) = \sqrt{(\dfrac{\partial f(x)}{\partial x})^2 \ u_C(x)^2}$ y como $\dfrac{\partial f(x)}{\partial x} = \dfrac{1}{K}$, finalmente obtenemos:

$$\boxed{u_C(f(x)) = \frac{u_C(x)}{K}} \tag{9}$$

4.1.7. Incertidumbre de la suma

Supongamos que tenemos la ecuación $f(x) = x_1 + x_2$, la incertidumbre de esta suma se calcularía con la propagación de incertidumbre, y obtendríamos la siguiente ecuación:

$$\boxed{u_C(f(x)) = \sqrt{u_C(x_1)^2 + u_C(x_2)^2}} \tag{10}$$

4.1.8. Incertidumbre de la inversa

Sea $f(x) = \dfrac{1}{x}$, haciendo el proceso de propagación de incertidumbres obtenemos su incertidumbre como:

$$\boxed{u_C(f(x)) = \frac{u_C(x)}{x^2}} \tag{11}$$

4.1.9. Incertidumbre de d

Para calcular la incertidumbre de $d = \sqrt{d_1' d_2'}$, aplicamos la fórmula de propagación de incertidumbres, y calculamos las derivadas parciales correspondientes, obteniendo:

$$\boxed{u_C(d) = \frac{1}{2\ d}\sqrt{(d_1\ u_C(d_1))^2\ +\ (d_2\ u_C(d_2))^2}} \tag{12}$$

4.1.10. Incertidumbre de D

4.1.11. Incertidumbre de λ

Para calcular la incertidumbre de $\lambda = \dfrac{d\ s}{3D}$, aplicamos la fórmula de propagación de incertidumbres, y calculamos las derivadas parciales correspondientes, obteniendo:

$$\boxed{u_C(\lambda) = \frac{sd}{3D}\sqrt{(\frac{u_C(s)}{s})^2 + (\frac{u_C(d)}{d})^2 + (\frac{u_C(D)}{D})^2}} \tag{13}$$

4.1.12. Incertidumbre de D

Para calcular la incertidumbre de $D = f'\left(2 - \dfrac{d^2 + {d_1'}^2}{d\, d_1'}\right)$, aplicamos la fórmula de propagación de incertidumbres, y calculamos las derivadas parciales correspondientes, obteniendo:

$$\boxed{u_C(D) = f'\ \sqrt{(u_C(d))^2\ (\frac{d_1'}{d^2} - \frac{1}{d_1'})^2 + (u_C(d_1'))^2\ (\frac{d}{d_1^2} - \frac{1}{d})^2}} \tag{14}$$

Referencias

[1] Departamento de Óptica. Universidad de Granada. *Bisprisma de Fresnel*.