Práctica 2: Estudio del Prisma

22/10/2025

Universidad de Granada, Facultad de Ciencias

Grado en Físicas

Óptica I

Jorge del Rio López
Paula Roca Gómez

P5

Índice

Capítulos **Página**

Resumen

Con el espectrogoniómetro medimos la desviación mínima de varias líneas espectrales y, a partir de las lecturas L y L0, obtuvimos los índices de refracción del prisma. Con esos valores calculamos su poder dispersivo y el número de Abbe correspondiente.

1. Resultados y Discusiones

1.1. Determinación de δ

En esta práctica hemos medido el ángulo de desviación mínima para tres longitudes de onda distintas, para ello comenzamos midiendo la posición angular L_0 a la que llegaría la luz si no hubiera prisma, y la posición angular L a la que llega la luz tras pasar por el prisma. Obteniendo los siguientes valores para las distintas longitudes de onda:

Para la banda amarilla:

L (º)	$u_C(L)$ (º)	L_0 (º)	$u_C(L_0)$ (º)
34,067	0,017	74,000	0,017
33,417	0,017	73,983	0,017
34,050	0,017	74,000	0,017

Cuadro 1: Valores obtenidos en el espectrogoniómetro para la lámpara de sodio. Esta nos proporcionaba la banda amarilla.

Para la banda roja:

L (º)	$u_C(L)$ (º)	L_0 (º)	$u_C(L_0)$ (º)
220,967	0,017	260,717	0,017
220,050	0,017	260,583	0,017
220,733	0,017	260,650	0,017

Cuadro 2: Valores obtenidos en el espectrogoniómetro para la lámpara de helio. Esta nos proporcionaba la banda roja.

Para la banda azul:

L (º)	$u_C(L)$ (º)	L_0 (º)	$u_C(L_0)$ (º)
219,983	0,017	260,717	0,017
219,083	0,017	260,583	0,017
219,617	0,017	260,650	0,017

Cuadro 3: Valores obtenidos en el espectrogoniómetro para la lámpara de helio. Esta nos proporcionaba la banda azul.

A continuación, empleamos la expresión proporcionada por el informe [1], $\delta = |L - L_0|$, para calcular el ángulo de desviación mínima para cada longitud de onda, obteniendo los siguientes resultados:[1]

δ_C (º)	δ_D (º)	δ_F (º)
39,7500	39,9333	40,7333
40,5333	40,5667	41,5000
39,9167	39,9500	41,0333

Cuadro 4: Valores obtenidos del ángulo de desviación mínima para cada longitud de onda. Todos los valores en grados y con incertidumbre de 0,0068.

[1] Los valores del amarillo pasarán a llamarse D, los del rojo C y los del azul F.

Observamos que se cumple la relación esperada entre ellas, $(\delta_m)_F$ mayor que $(\delta_m)_D$ mayor que $(\delta_m)_C$. Pero estas medidas están en grados, por lo tanto hay que pasarlas a radianes para poder usarlas en la fórmula del índice de refracción, obteniendo los siguientes valores:

δ_D (rad)	δ_C (rad)	δ_F (rad)
0,69377	0,69697	0,71093
0,70744	0,70802	0,72431
0,69668	0,69726	0,71617

Cuadro 5: Valores obtenidos del ángulo de desviación mínima para cada longitud de onda. Todos los valores en radianes y con incertidumbre de 0,00012.

1.2. Determinación del indice de refracción, número de Abbe y poder Dispersivo

Con estos datos, y sabiendo que el ángulo de refringencia del prisma tratado es de 60º, utilizamos la siguiente expresión:

$$n = \frac{\operatorname{sen}\left(\frac{\delta_m+\alpha}{2}\right)}{\operatorname{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$$

para obtener los valores de los índices de refracción para cada banda estudiada, llegando a los siguientes resultados:

n_f	$u_C(n_f)$	n_c	$u_C(n_c)$	n_d	$u_C(n_d)$
1,540285	0,000076	1,531341	0,000076	1,529281	0,000077
1,548785	0,000075	1,538427	0,000076	1,538056	0,000076
1,543619	0,000076	1,531528	0,000076	1,531154	0,000076

Cuadro 6: Valores obtenidos del índice de refracción para cada longitud de onda.

Tras obtener estos valores podemos calcular el número de Abbe del prisma, usando la expresión proporcionada en el informe [1]:

$$\nu_D = \frac{n_D - 1}{n_F - n_C}$$

Para poder utilizar esta ecuación haremos un promedio de los valores obtenidos para cada índice de refracción, obteniendo los siguientes valores medios:

$n_F = 1,5442 \pm 0,0020$

$n_C = 1,5338 \pm 0,0019$

$n_D = 1,5328 \pm 0,0022$

Obtenemos $\nu_D = 46 \pm 12$[2]. Dado que para los vidrios ópticos convencionales el valor se encuentra entre 25 y 75, el número de Abbe obtenido de forma experimental se encuentra en el rango aceptable. Con el valor obtenido, sería un vidrio de tipo flint, ya que ν_D mayor que 50. Sin embargo, la incertidumbre obtenida es considerable, tanto que no podemos determinar con seguridad si se trata de un vidrio de tipo flint o de tipo crown. La magnitud de la incertidumbre puede deberse a que no fue sencillo determinar en qué posición el sistema se encontraba en desviación mínima, debido a factores como la exactitud del calibrado del anteojo en ese momento, o el propio error humano.

Podemos calcular el poder dispersivo del vidrio, definido como $\frac{1}{\nu_D} = \frac{n_F - n_C}{n_D - 1}$. Obteniendo $\frac{1}{\nu_D} = 0{,}0214 \pm 0{,}0056$. De nuevo, la incertidumbre es alta como para sacar conclusiones sobre las propiedades del vidrio estudiado.

[2] El proceso de cálculo de la incertidumbre se explica en el apéndice

2. Conclusiones

En esta práctica hemos profundizado en la propiedad dispersiva de los prismas, con objetivo final de calcular el índice de refracción del prisma para tres longitudes de onda distintas, y con ello calcular el número de Abbe y el poder dispersivo del cristal.

El método utilizado ha sido la medición del ángulo de desviación mínimo de la luz, utilizando la comparación entre la posición a la que llegaría la luz de no haber prisma, y la posición a la que llega tras pasar por él.

Se ha obtenido la relación esperada entre las desviaciones mínimas para cada banda.

Con estos datos, se ha calculado el índice de refracción para cada caso, y con estos valores se ha calculado el número de Abbe. El resultado en esta ocasión no ha sido del todo satisfactorio, ya que aunque el valor obtenido es razonable, la incertidumbre asociada a él hace que no sea una experiencia correcta para determinar las características dispersivas del prisma estudiado. Esto mismo se aplica al valor del poder dispersivo del prisma.

3. Agradecimientos

Nos gustaría agradecer al Departamento de Óptica de la Universidad de Granada por proporcionarnos los medios y el material necesario para llevar a cabo esta práctica, así como a nuestro profesor por su guía y apoyo durante el desarrollo de la misma. También nos gustaría agradecer a HyperPhysics por sus explicaciones sobre los cristales ópticos proporcionadas en [2].

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:

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

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:

$$u_A = \frac{s}{\sqrt{n}} \tag{2}$$

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:

$$u_B = \frac{\delta}{\sqrt{12}} \tag{3}$$

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:

$$u_C = \sqrt{(u_A)^2 \ + \ (u_B)^2} \tag{4}$$

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:

$$\boxed{u_C(f(x_1, x_2, \ldots, x_n)) = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{\partial f}{\partial x_i}\right)^2 \ u_C(x_i)^2}} \tag{5}$$

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:

$$\boxed{u_C(f(x)) = \frac{u_C(x)}{K}} \tag{6}$$

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:

$$\boxed{u_C(f(x)) = \sqrt{u_C(x_1)^2 + u_C(x_2)^2}} \tag{7}$$

4.1.8. Incertidumbre de la inversa

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

$$\boxed{u_C(f(x)) = \frac{u_C(x)}{x^2}} \tag{8}$$

La incertidumbre del poder dispersivo vendría dada por esta fórmula.

4.1.9. Incertidumbre del índice de refracción

Sea $n = \frac{\text{sen}(\frac{\alpha+\delta_m}{2})}{\text{sen}(\frac{\alpha}{2})}$, haciendo el proceso de propagación de incertidumbres y sabiendo que $\frac{\partial n}{\partial \delta_m} = \frac{1}{2}\frac{\cos(\frac{\alpha+\delta_m}{2})}{\text{sen}(\frac{\alpha}{2})}$ obtenemos su incertidumbre como:

$$\boxed{u_C(n) = \frac{1}{2}\frac{\cos(\frac{\alpha+\delta_m}{2})}{\text{sen}(\frac{\alpha}{2})} u_C(\delta_m)} \tag{9}$$

4.1.10. Incertidumbre del número de Abbe

Sea $\nu_D = \frac{n_D - 1}{n_F - n_C}$, haciendo el proceso de propagación de incertidumbres y sabiendo que: $\frac{\partial \nu_D}{\partial n_F} = \frac{n_D - 1}{(n_F - n_C)^2}$, $\frac{\partial \nu_D}{\partial n_C} = \frac{n_D - 1}{(n_F - n_C)^2}$ y $\frac{\partial \nu_D}{\partial n_D} = -\frac{1}{n_F - n_C}$ obtenemos su incertidumbre como:

$$\boxed{u_C(\nu_D) = \frac{n_D - 1}{n_F - n_C}\sqrt{\left(\frac{u_C(n_F)}{n_F - n_C}\right)^2 + \left(\frac{u_C(n_C)}{n_F - n_C}\right)^2 + \left(\frac{u_C(n_D)}{(n_D - 1)^2}\right)^2}} \tag{10}$$

Referencias

[1] Departamento de Óptica. Universidad de Granada. *ESTUDIO DEL PRISMA TRABAJO PREVIO: ESTUDIO DEL PRISMA.*

[2] M Olmo R Nave. Hyperphysics: Cristales Ópticos, 2025.