

## Práctica N°8

### REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN DE LA LUZ.

#### Aplicación: índice de refracción del prisma.

#### 1 Introducción.

En esta práctica estudiaremos un elemento óptico: el prisma, que nos permitirá analizar los fenómenos de reflexión y refracción de la luz.

Utilizaremos el espectroscopio de brazo móvil y con la lámpara de mercurio se determinará el índice de refracción del prisma.

Se estudiará la dependencia del índice de refracción del vidrio con la longitud de onda, utilizando para ello el modelo de Cauchy.

#### 2 Fundamento teórico.

##### 2.1 Índice de refracción del vidrio.

Un prisma óptico es un medio transparente limitado por dos superficies planas que se cortan en una arista, formando un ángulo diedro  $w$ .

La característica de un medio para los fenómenos luminosos es su índice de refracción  $n$ , de ahí la importancia que tiene poder medirlo experimentalmente.

Cuando un haz de luz monocromática pasa de un medio a otro se observa que una parte del haz se refleja sobre la superficie y otra parte se transmite en el medio pero desviándose de su dirección incidente, se dice en este caso que el haz se refracta.

Consideremos la figura 1. En ella se muestra la interfase entre dos superficies, con índices de refracción  $n_1$  y  $n_2$ , y tal que  $n_1 < n_2$ . Estamos suponiendo que el haz incidente es una onda plana, y que forma un ángulo  $\theta_1$  con la normal a la superficie. El haz reflejado forma un ángulo  $\theta_3$  y el haz refractado forma un ángulo  $\theta_2$ , ambos ángulos son medidos con respecto a la normal.

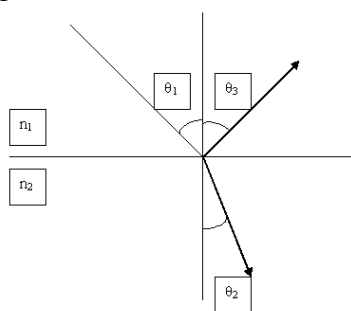


Figura 1

Representación de los rayos incidente, reflejado y refractado

Las leyes que rigen la reflexión y la refracción se pueden resumir de la siguiente forma:

- 1) El rayo reflejado y el rayo refractado están en el plano definido por el haz incidente y la normal a la superficie.
- 2) El ángulo de incidencia es igual al ángulo reflejado.

3) Para la refracción se cumple la Ley de Snell:

$$n_1 \text{ sen}(\theta_1) = n_2 \text{ sen}(\theta_2) \quad (1)$$

En el caso del prisma de vidrio, el rayo de luz que incide (haz incidente) sufre dos refracciones: la primera cuando pasa del aire al vidrio incidiendo con un ángulo  $i$ , y la segunda cuando pasa del vidrio al aire con un ángulo  $i'$  tal como se muestra en la figura 2 (ángulos con respecto a la normal a las superficies).

El ángulo de desviación  $d$  entre el haz incidente y el haz refractado luego de atravesar el prisma se puede expresar en términos del ángulo de incidencia  $i$  y el ángulo de refracción  $i'$  indicado en la figura 3, de la siguiente forma:

$$d = i + i' - w \quad (2)$$

donde  $w$  representa el ángulo del prisma.

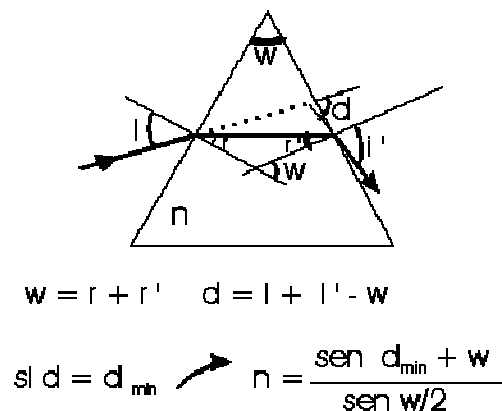


Figura 2.

Esquema del prisma

Se puede demostrar que el ángulo de desviación mínima se obtiene cuando el ángulo de incidencia es igual al ángulo de refracción en la segunda superficie, es decir:

$$i = i' \quad (3)$$

En este caso el haz atraviesa el prisma con una dirección paralela a la base del mismo. Asumiendo que el índice de refracción del aire ( $n_1$ ) es muy próximo a la unidad, el índice de refracción del vidrio se puede expresar en términos del ángulo de desviación mínima ( $d_{\min}$ ) y el ángulo del prisma, de la siguiente forma:

$$n_2 = \frac{\text{sen}\left(\frac{w + d_{\min}}{2}\right)}{\text{sen}\left(\frac{w}{2}\right)} \quad (4)$$

Por lo tanto, midiendo el ángulo de desviación mínima (y conociendo o midiendo también el ángulo del prisma) obtenemos el índice de refracción de la sustancia transparente, en este caso el prisma de vidrio.

## 2.2 Modelo de Cauchy

Un elemento en el estado de gas o vapor puede emitir luz cuando es excitado, por ejemplo, por el pasaje de corriente eléctrica. Si se observa la luz a través de un

espectroscopio, esa luz muestra un espectro constituido por ciertas longitudes de onda discretas y bien definidas (llamadas líneas espectrales) que son características del elemento emisor.

El ángulo de desviación mínima depende de la longitud de onda de la luz incidente, por lo tanto la ecuación (4) nos permite obtener el valor del índice de refracción para cada una de las líneas del espectro de la luz analizada.

El modelo de Cauchy establece la siguiente relación funcional (relación empírica bastante exacta) entre el índice de refracción y la longitud de onda:

$$n = A + \frac{B}{\lambda^2} + \frac{C}{\lambda^4} + \dots$$

(se cumple bien para las sustancias transparentes más usuales, como vidrio, cuarzo, fluorita, iluminadas con luz visible).

### 3 Montaje experimental y análisis de datos.

Para el estudio planteado en esta experiencia se utilizará un equipo denominado espectroscopio. Este instrumento permite analizar el espectro de una fuente de luz. Si se utiliza un prisma, se puede medir el ángulo de refracción en función de las longitudes de onda presentes en el espectro de la luz considerada.

#### 3.1 Calibración del espectroscopio.

El espectroscopio consta fundamentalmente de un soporte para red o prisma y dos tubos con un sistema óptico (anteojo o telescopio y colimador, respectivamente) que permiten colimar y recoger la luz proveniente de una fuente, como se muestra en la figura 3.



Figura 3  
Diseño del espectroscopio.

El colimador consta de una ranura variable colocada en el plano focal de la lente, de modo tal que a la red (o al prisma) llega un haz de rayos paralelos. Para cada longitud de onda se obtendrá a la salida del prisma otro haz de rayos paralelos que convergen en el plano focal del objetivo del anteojo, dando para cada línea una imagen de la ranura.

Para calibrar el espectroscopio utilizaremos una lámpara de mercurio, cuyas longitudes de onda se encuentran en el anexo.

Pasos a seguir para la calibración del espectroscopio:

- 1) Encienda la lámpara de mercurio a fin de que se vaya calentando.
- 2) Examine las escalas del vernier y determine su apreciación. Una vez hecha la corrección a cero, bloquéelo.
- 3) Enfoque el ocular introduciéndolo o retirándolo hasta que los "pelos en cruz" del retículo se vean en foco.
- 4) Enfoque el telescopio (o antejo) a infinito rotando el tornillo de enfoque al tiempo que mira a través del un objeto lejano.
- 5) Ajuste de paralaje.
- 6) Ajuste del colimador. Ilumine la ranura del colimador y ajústela de modo de tener una imagen nítida de sus bordes (sin cambiar de foco el telescopio).

### 3.2 Determinación del ángulo del prisma.

Para determinar el ángulo del prisma ( $\omega$ ) se procede de la siguiente forma:

Con una lámpara incandescente cualquiera, observe la imagen de la rendija en las posiciones 1 y 2 del telescopio, como se ilustra en la figura 4, y anote los valores respectivos de  $\theta_1$  y  $\theta_2$ .

El ángulo del prisma ( $\omega$ ) queda determinado por la relación:  $2\alpha = \theta_2 - \theta_1$

### 3.3 Determinación del ángulo de desviación mínima.

Si se deja invariable el haz incidente, y se gira el prisma, se observa que el ángulo de desviación disminuye hasta llegar a un valor mínimo  $d$ . Si se continua girando el prisma se observa que el haz comienza a desviarse en sentido contrario al que venía.

Obtener el ángulo de desviación mínima de las longitudes de onda del espectro del mercurio.

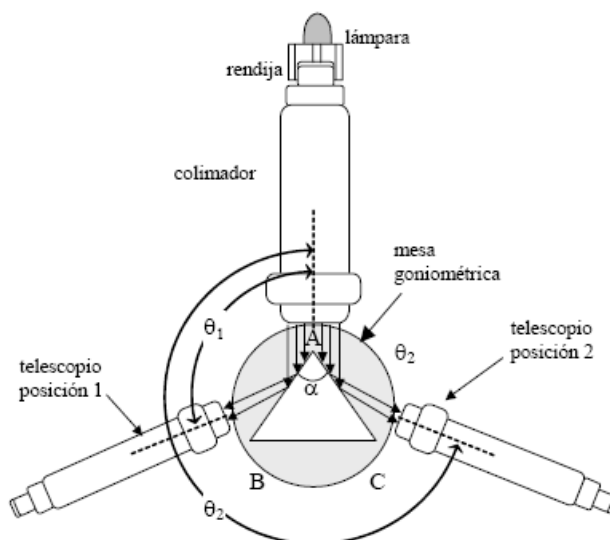


Figura 4.

Diseño para visualizar cómo obtener el ángulo del prisma.

### 3.4 Modelo de Cauchy.

A partir de los resultados obtenidos en las secciones anteriores analice si sus datos experimentales pueden ser ajustados correctamente por el modelo de Cauchy.

## 4 Anexo

Datos tabulados de las líneas espectrales del Hg \*

Color	Longitud de onda (en Ångstrom = $10^{-8}$ cm)
Rojo	7082.0
Rojo	6716.42
Rojo	6234.35
Amarillo	5790.66
Amarillo	5769.60
Verde	5460.73
Verde-azul	4960.7
Verde-azul	4916.06
Azul (índigo)	4358.32
Indigo	4347.50
Indigo	4339.21
Violeta	4077.8
Violeta	4046.56

## 5 Bibliografía.

\*- Fernández-Galloni. Trabajos prácticos de Física.

White and Manning - Experimental College Physics.

<http://polaris.esfm.ipn.mx/~labfisica3/practfis/fis4/Practica%209.pdf>

<http://www.cie.uva.es/optica/Practicas/primerero/optical/prisma/cprisma.htm>

<http://www.ucm.es/info/Geofis/practicas/prac22.pdf>