

LABORATORIO DE FÍSICA

para estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Químicas

TP 8: Descripción geométrica de la Luz

OBJETIVO GENERAL

Esta práctica tiene como objetivo estudiar experimentalmente las leyes de reflexión y refracción de la luz, el fenómeno de reflexión total interna y determinar el índice de refracción de un material. Además se busca realizar caracterizar una lente convergente.

LEY DE SNELL O DE IBN SAHL

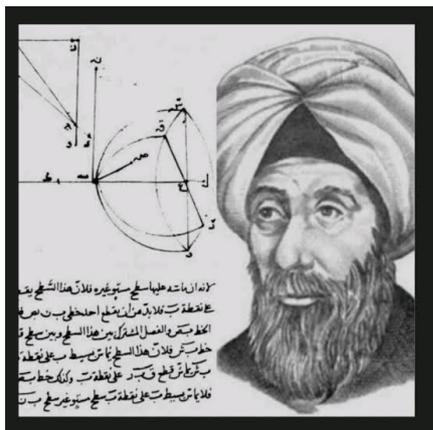


Figura 1: Ibn Sahl quien formuló la ley de refracción de la luz seis siglos antes que se formulara en Europa.

Cuando un haz de luz incide sobre la superficie que separa dos medios, en los cuales la luz se propaga con diferentes velocidades, parte de la misma se transmite y parte se refleja (ver figura 2).

Para un medio cualquiera, el índice de refracción n se define como $n = c/v$, donde c es la velocidad de la luz en el vacío y v la velocidad de la luz en el medio.

La ley de Ibn Sahl/Snell establece que la relación entre el ángulo incidente (θ_i) y el refractado o transmitido (θ_t) es:

$$n_1 \text{sen}(\theta_i) = n_2 \text{sen}(\theta_t)$$

Mientras que la ley de reflexión permite definir el ángulo del haz reflejado como

$$\theta_r = \theta_i$$

donde n_1 y n_2 son los medios a un lado y a otro de la interfaz

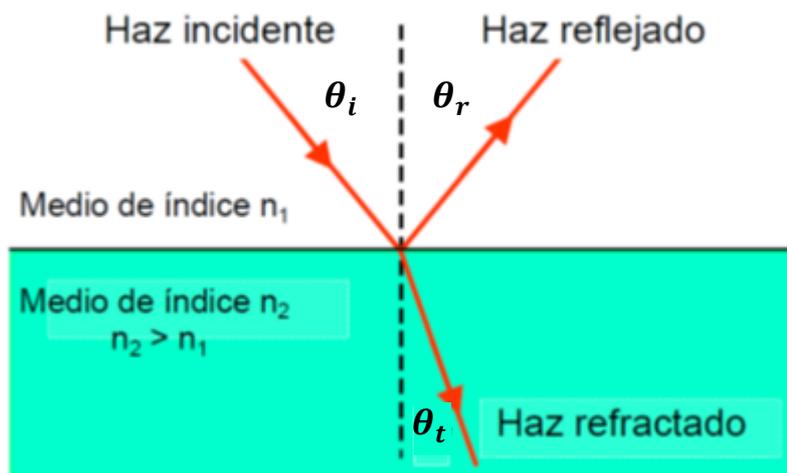


Figura 2: Diagrama de rayos incidente, reflejado y refractado para el caso de $n_2 > n_1$

LABORATORIO DE FÍSICA

para estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Químicas

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE REFRACCIÓN DE UN MATERIAL

En un experimento que busca representar lo mostrado en la figura 1 se cuenta con un material de índice desconocido del cual se busca conocer e informar su valor, el material cuenta con una cara completamente plana y otra cara circular como muestra la figura 3. Para ello se consideran dos estrategias, una mediante la ley de Ibn Sahl y otra vía el fenómeno de reflexión total interna. Si desea puede utilizar el siguiente applet <https://ophysics.com/l7.html> para entender que sucede si incide desde aire o si incide desde el medio de índice desconocido (que necesariamente es más alto que el del aire/vacio).

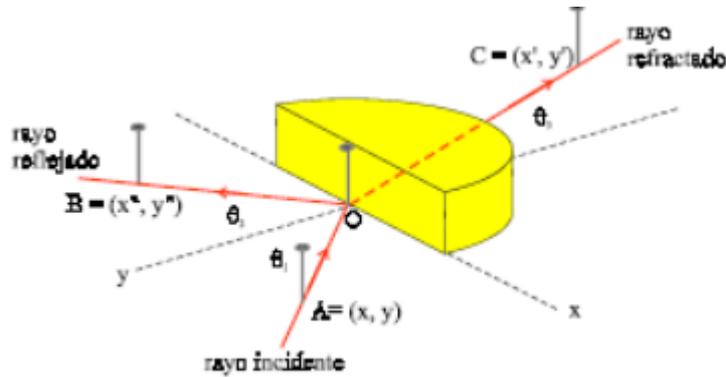


Figura 3: Esquema del dispositivo experimental llevado a cabo

A) Ley de reflexión

Primero se busca que muestren la ley de reflexión, para ello un grupo de alumnos de Física han utilizado la superficie plana del material, e iluminando con un láser, logran identificar a diferentes ángulos los ángulos de incidencia y reflejados. Los datos registrados están en el archivo DATA1.txt. A partir de esta información,

- i. A partir de las cifras significativas registradas, determinen que incerteza experimental tuvieron estos alumnos. ¿De donde puede provenir la misma?
- ii. Usando como referencia colabs anteriores, definan si se cumple la ley de reflexión a partir de esa data, ¿qué gráfico realizan para mostrar esto? (no se olviden de graficar las incertezas!)
- iii. Realicen un ajuste lineal de esta gráfica, (fíjense como hacerlo de colabs anteriores), ¿qué pendiente esperan obtener?
- iv. ¿A partir de esta información pueden obtener el valor del índice del material desconocido?

B) Ley de Ibn Sahl

El mismo grupo de alumnos ahora registra el haz transmitido para el mismo conjunto de ángulos incidentes, iluminando desde el aire.

- i) ¿Por qué es importante la forma del objeto para poder registrar los datos? ¿En qué punto del objeto es importante iluminar y por qué?
- ii) Los datos adquiridos por los alumnos para esta parte del experimento están en DATA2.txt Si quieren obtener a partir de la ley de Ibn Sahl/Snell el valor del índice de refracción del material, ¿qué gráfica deben realizar según las ec. planteadas? (recuerden el valor del índice de refracción del aire, $n_{aire} = 1$) Nota: tenga cuidado cómo calcula la incerteza! ¿Debe usar grados o radianes? ¿Por qué?
- iii) Obtenga el valor del índice del material con su incerteza, ¿el valor obtenido es compatible con los valores reportados en literatura para el acrílico?

LABORATORIO DE FÍSICA

para estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Químicas

- C) Reflexión total interna
- Ahora los mismos alumnos, iluminan desde la cara curva del objeto, ¿por qué es importante iluminen SIEMPRE apuntando al centro del semicilindro?
 - Con esta configuración de iluminación, los estudiantes registran los ángulos incidentes y transmitidos que se hallan en DATA3.txt. ¿Cómo son ahora los ángulos transmitidos respecto del ángulo incidente? Sabiendo que el ángulo crítico se calcula como $\text{sen}(\theta_c) = n_2/n_1$, ¿pueden obtener de otra/s manera/s el valor del índice de refracción del acrílico? (No se olvide de las incertezas)
- D) Realice un cuadro comparativo entre los valores obtenidos.

LENTES

Una lente es un sistema óptico limitado por dos superficies curvas (ver figura 4). Se denomina lente delgada cuando el radio de curvatura es mucho más grande que la separación entre las dos interfaces que componen la lente. Se puede tener lentes convergentes o divergentes las cuales se determinan según su forma y valores de índices de refracción del medio (n y n') y de la lente en sí misma (n_L). Se caracterizan por sus distancias focales objeto (f) e imagen (f') y permiten obtener tanto imágenes virtuales como reales. En el caso de las imágenes reales, las podemos registrar en una pantalla experimentalmente. La distancia a la cual se forma la imagen (s') dependerá de la lente que se esté y la distancia a la lente del objeto (s) que este formando la imagen utilizando siguiendo la siguiente ecuación de lentes.

$$\frac{n'}{s'} + \frac{n}{s} = \frac{n}{f} = \frac{n'}{f'}$$

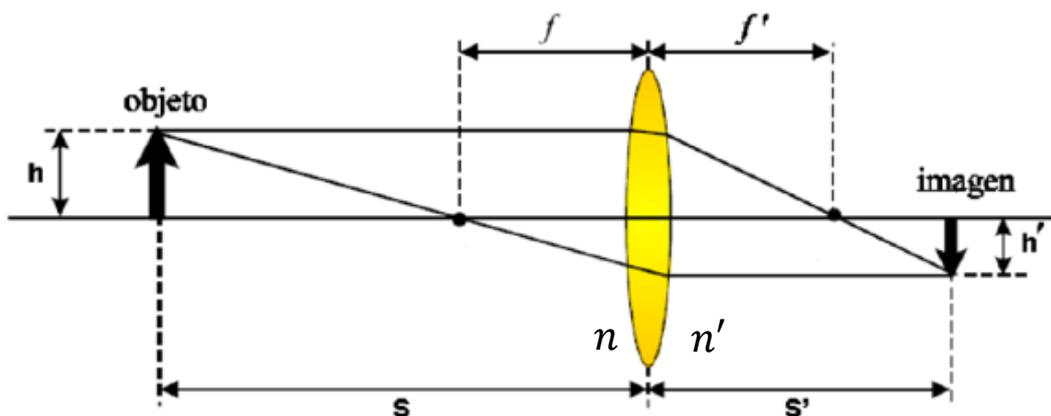


Figura 4: Ejemplo de un trazado de rayos de una lente convergente

Notar que si la lente está inmersa en medio único $n = n'$ y $|f| = |f'|$, dando lugar a la siguiente ecuación (notar que las distancias $s > 0$ para objetos a la izquierda de la lente (lo que se denomina objetos reales), y que si $s' > 0$ las imágenes esta a la derecha de la lente y son reales, y si $s' < 0$ las imágenes están a la izq de la lente y por ende son virtuales)

LABORATORIO DE FÍSICA

para estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Químicas

$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f} = \frac{1}{f'}$$

¿QUIÉN ES EL FOCO IMAGEN DE UNALENTE? Se define como el foco imagen de una lente aquella posición en la que se forma la imagen de un objeto ubicado “en el infinito” ($s \rightarrow -\infty$), que por ende da lugar a haces incidentes todos paralelos.

¿QUIÉN ES EL FOCO OBJETO DE UNALENTE? Se define como el foco objeto de una lente aquella posición en la que se debe colocar un objeto para que los haces salgan paralelos luego de la lente, y por ende da lugar a la formación de la imagen “en el infinito” ($s' \rightarrow +\infty$).

DETERMINACIÓN DE LA DISTANCIA FOCAL DE UNALENTE CONVERGENTE

- i) Utilice el siguiente applet <https://ophysics.com/l20.html> para comprender el comportamiento de los haces de luz en una lente convergente en medio único. ¿Qué diferencia encuentra entre los haces de salida cuando el objeto esta entre la lente y el f y cuando el objeto está más allá de f ?
- ii) El grupo de trabajo realiza un registro de distancias s y distancias s' para una lente convergente la cual puede encontrar en el archivo DATA4.txt
- iii) A partir de los colabs ya realizados, haga un gráfico s' vs s , ¿qué tipo de función obtiene? Como puede obtener la distancia focal de esa gráfica.
- iv) Si quisiera obtener la distancia focal a partir de una ajuste lineal, ¿qué tipo de gráfica debe realizar? Realícela y obtenga f .
- v) En el mismo archivo los estudiantes también midieron la magnificación o aumento lateral m que corresponde a medir cuanto más grande o pequeña es la imagen respecto del tamaño del objeto ($m = \frac{h'}{h}$). Grafique m vs s y observe cómo es m que cuando $2f < s < f$ y cómo es cuando $s > 2f$ (puede también preverlo en el applet)