

ÓPTICA GEOMÉTRICA

LAS LEYES DE LA REFRACCIÓN

Objetivo: Estudiar las leyes de la refracción de la luz y calcular el índice de refracción de un medio.

Material: Banco de óptica, lámpara, diafragmas, soportes, pantalla con cartulina blanca, cuadrante graduado y lente semicilíndrica.

Introducción teórica: La luz es energía radiante que se propaga a través del espacio vacío y también en el interior de los llamados medios transparentes. La velocidad de la luz en el vacío es según las últimas estimaciones:

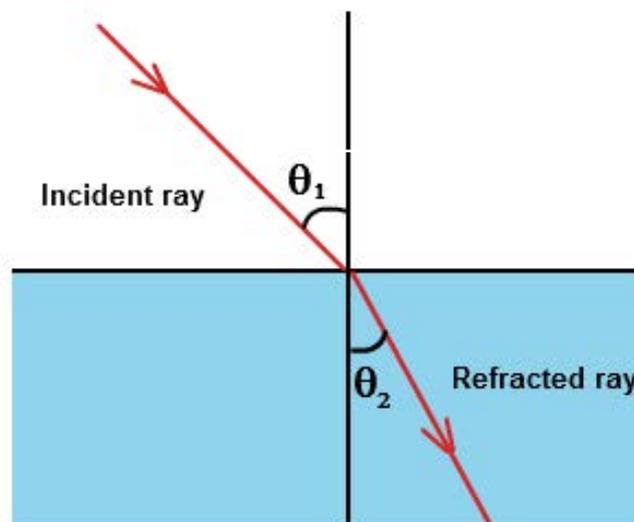
$$c = 299.792'5 \pm 0'3 \text{ km/s}$$

Cuando la luz se propaga en el seno de un medio transparente, como el aire, el agua o un vidrio, su velocidad "v" es inferior. A la relación entre la velocidad de la luz en el vacío "c" y la velocidad de propagación "v" en un medio se le denomina índice de refracción de ese medio y se le representa por "n"; es decir:

$$n = c / v \quad (1)$$

De la definición (1) se deduce que "n" no tiene dimensiones y que $n > 1$ para cualquier medio distinto del vacío. Para el aire se suele tomar "n" aproximadamente como 1 ya que su velocidad difiere muy poco de "c".

Estudiemos ahora que ocurre cuando un rayo de luz cambia de un medio de índice "n" a otro de índice "n' ". Ver figura.



Sea S la superficie de separación de dos medios cualesquiera de índices de refracción n y n' . Sea OA la dirección de un rayo incidente que forma un ángulo de incidencia " i " con la normal N a la superficie.

En general lo que se observa es que el rayo incidente da lugar a la aparición de dos rayos: uno reflejado según la dirección AB y que está en el medio de índice n y otro refractado que se propaga por el medio de índice n' según la dirección AC. Este rayo refractado forma un ángulo " r " con la normal y se observa experimentalmente que los tres rayos cumplen las siguientes leyes, denominadas leyes de la refracción:

1) El rayo incidente, el rayo reflejado y el rayo refractado están todos en el mismo plano.

2) Para el rayo reflejado se cumple que su ángulo " p " con la normal es igual al de incidencia. Es decir $p = i$, como se observa en la figura. El rayo refractado cumple la ley de Snell según la cual el producto del índice de refracción de un medio por el seno del ángulo que forma la dirección del rayo con la normal es constante para cada medio, es decir:

$$n \sin i = n' \sin r \quad (2)$$

siendo n y n' los índices de refracción del primer y segundo medio respectivamente. Midiendo los ángulos " r " e " i " y conociendo un índice podemos hallar el índice del otro medio.

Método experimental: Montamos todo el dispositivo que se muestra en la experiencia 0-II-31 del manual de experiencias de óptica. Nuestro objetivo es observar los tres rayos y calcular el índice de refracción de la lente semicilíndrica. Dada la geometría del problema el ángulo de refracción vale

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

donde " i " es el ángulo de incidencia y r' es el ángulo de desviación que se mide en el cuadrante graduado. La ley de la refracción para este caso particular y tomando como 1 el índice del aire se escribe como

$$\sin i = n \sin r \quad (4)$$

donde " n " es el índice de refracción de la lente. Confeccionamos una tabla donde i valdrá 10° , 20° , etc. hasta llegar a 80° . Medimos el ángulo r' directamente en el cuadrante y con la fórmula (3) hallamos r . Con los datos construimos una tabla calculando $\sin(i)$ que será la variable independiente y $\sin(r)$ que será la variable dependiente. Hacemos una representación gráfica tomando $\sin(i)$ en abscisas y $\sin(r)$ en ordenadas, observando que es sensiblemente recta. Con ayuda del programa de ajuste de una recta por mínimos cuadrados hallamos la pendiente de la recta que será $1/n$, de donde calcularemos n y su error.