

8. Ley de Reflexión y Refracción

8.1 Objetivos

8.1.1 General

Identificar el comportamiento cuando la luz incide sobre superficies en las que varía su velocidad.

8.1.2 Específicos

- Analizar la Ley de Snell
- Determinar los parámetros básicos para la Ley de Reflexión
- Realizar gráficas a partir de un análisis de óptica geométrica.

8.2 Referentes Conceptuales y Marco Teórico

Con la la óptica geométrica se estudia comportamiento de los haces luminosos en los instrumentos ópticos. Estos son descritos por algunas leyes como:

8.2.1 Ley de propagación rectilínea de la luz

“En un medio homogéneo la luz se propaga en línea recta.”

Cuando las ondas que forman la luz interactúan con objetos de magnitudes similares a su longitud de onda, la luz no se propaga de forma rectilínea, este punto de corte se convierte en un foco de emisión en el cual la onda tiende a abrirse para propagarse con otras características. Es allí donde se presenta el fenómeno de difracción

8.2.2 Ley de la Reflexión.

Cuando un rayo de luz se propaga a través de un medio homogéneo e incide sobre la superficie de un segundo medio homogéneo, parte de la luz es reflejada y parte entra como rayo refractado en el segundo medio, donde puede o no ser absorbido. La cantidad de luz reflejada depende de la relación entre los índices de refracción de ambos medios. Figura 8.1

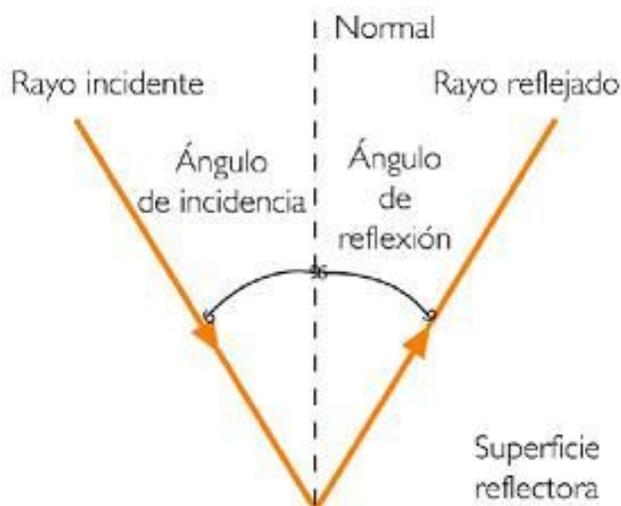


Figura 8.1: Ley de Reflexión

[Fuente] ¹

Así la ley de reflexión de la luz establece que:

- El rayo incidente, el rayo reflejado y la normal a una superficie reflectora están en un mismo plano.
- El ángulo de incidencia θ_i entre el rayo incidente y la normal es igual al ángulo de reflexión θ_R entre el rayo reflejado y la normal ($\theta_i = \theta_R$)

8.2.3 Ley de Refracción

Cuando el rayo de luz pasa de un medio homogéneo a otro con distinto índice refractivo, experimenta un cambio de dirección y velocidad, a esto se le conoce como refracción y solo se produce si la onda incide oblicuamente sobre la superficie de separación de los dos medios. Ver figura 8.2

La Ley de Refracción establece que:

- El rayo incidente, el rayo refractado y la normal se encuentran en un mismo plano.
- La relación entre los senos de los ángulos de incidencia y refracción es igual a una constante dada por la relación entre las velocidades de la luz entre los medios incidente y refractante, es

¹Recuperada de: <https://definicion.de/reflexion-de-la-luz/>

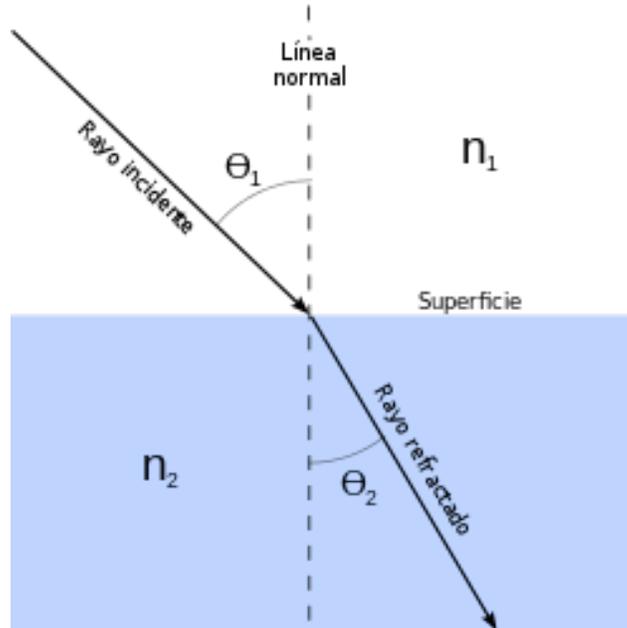


Figura 8.2: Ley de Refracción

decir:

$$\frac{\text{Sen}\theta_i}{\text{Sen}\theta_t} = \frac{v_i}{v_t} \quad (8.1)$$

La relación entre la velocidad de la luz (c) cuando esta pasa del vacío a cualquier otro medio se conoce como índice de refracción absoluto (n).

$$n = \frac{c}{v} \quad (8.2)$$

n : Índice de Refracción.

c : Velocidad de la luz en el vacío ($3 \times 10^8 \text{ m/s}$).

v : Velocidad de la luz en el medio.

Obteniendo así que:

$$\frac{v_i}{v_t} = \frac{n_t}{n_i} = \frac{\lambda_i}{\lambda_t} \quad (8.3)$$

De esta manera se puede escribir la expresión conocida como Ley de Snell, aun cuando es una relación obtenida de forma independiente por Snell y Descartes:

$$n_i \text{Sen}\theta_i = n_t \text{Sen}\theta_t \quad (8.4)$$

La relación $\frac{n_t}{n_i} = n_{ti}$, es el índice de refracción relativo de los dos medios.

Teniendo en cuenta que el índice de refracción es una medida del cambio de dirección de la luz

cuando esta cambia de un medio a otro. Se establece que:

- Si $n_{ti} > 1 \rightarrow n_t > n_i$ lo que significa que $v_i > v_t$ lo que a su vez implica que, $\lambda_i > \lambda_t$.
- Si $n_{ti} < 1 \rightarrow n_t < n_i$ lo que significa que $v_i < v_t$ lo que a su vez implica que, $\lambda_i < \lambda_t$.

8.2.4 Ángulo Límite y Reflexión Total

Si un rayo de luz pasa de un medio con mayor índice de refracción a otro con menor índice de refracción, se refracta alejándose de la normal, como se observa en la figura 8.3. Puede llegar un momento en que a un determinado ángulo de incidencia le corresponde uno de refracción de 90° y entonces el rayo refractado saldrá rasante con la superficie de separación de ambos medios. Este ángulo de incidencia es el llamado ángulo límite o ángulo crítico θ_c . Para ángulos de incidencia mayores a él, el ángulo de refracción será mayor de 90° y el rayo no será refractado, puesto que no pasa de un medio a otro, produciéndose una reflexión interna total, tal y como se observa en la figura 8.3.

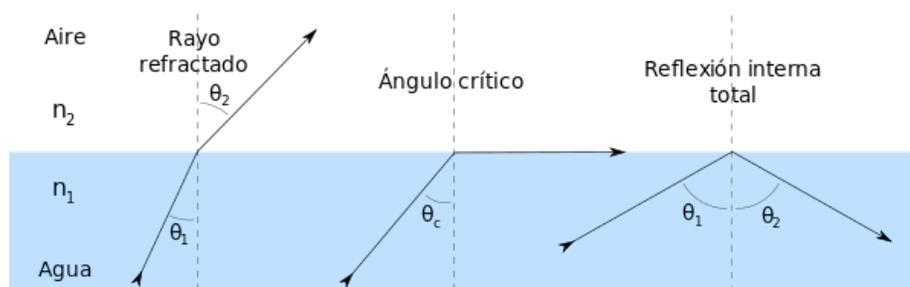


Figura 8.3: Diferencia entre Reflexión y Refracción

$$\text{Sen}\theta_c = \frac{n_2 \text{Sen}90^\circ}{n_1} = \frac{n_2}{n_1} \quad (8.5)$$

8.3 Actividades Previas al Laboratorio

Use sus apuntes de clase, lecturas adicionales, referencias bibliográficas propuestas en esta guía y/o adicionales, para contestar en forma adecuada las situaciones relacionadas con las leyes de la Óptica Geométrica, propuestas a continuación :

1. Defina: Reflexión especular, Reflexión Difusa, Reflexión Total, Sistema óptico, normal, rayo incidente, rayo refractado, rayo reflejado.
2. Teniendo en cuenta la teoría de óptica geométrica (Ley de Reflexión), explique cómo se forma una imagen.
3. Investigue índices de refracción para al menos 10 materiales.

- Calcule el ángulo crítico para tres fronteras (Use los índices de refracción investigados en el punto anterior)

8.4 Materiales

Para la práctica de laboratorio se necesitan los siguientes elementos:

- Prenda su computador y abra el siguiente link: https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_es.html

8.5 Procedimiento: Análisis Cuantitativo y Cualitativo

8.5.1 Ley de Reflexión

- Una vez en la página principal del espacio de desarrollo ingrese en la opción de “Más Herramientas” como lo muestra la figura 8.4



Figura 8.4: Espacio de Desarrollo Laboratorios de Reflexión y Refracción

- Haga un reconocimiento de los elementos disponibles para la simulación. Figura 8.5.
- Oprima el indicador rojo sobre la fuente de luz para encenderla.
- Ubique el rayo de luz sobre la normal (Click sostenido sobre la fuente de luz para realizar movimientos, seguir las flechas verdes), de forma que formen un ángulo de 0
- La superficie reflectora sobre la cual se realizará este procedimiento es vidrio. Esta configuración debe hacerse en el panel que corresponde.
- La superficie de difusión es Aire. Realizar configuración en el panel correspondiente.
- Con click sostenido sobre la fuente de luz, genere un nuevo ángulo incidente (θ_i). Consigne este valor sobre la Tabla 8.1
- Usando las herramientas observe el valor para el ángulo de reflexión (θ_R). Consigne este valor sobre la Tabla 8.1
- Varíe los ángulos de incidencia hasta completar la Tabla 8.1
- Al final obtenga la diferencia promedio (\bar{d}) hallada para dichos ángulos.

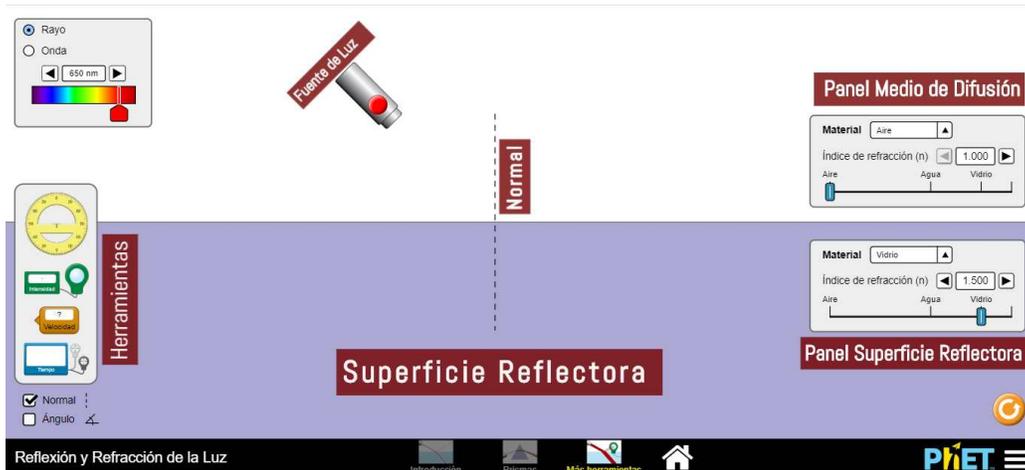


Figura 8.5: Elementos de Simulación

11. Compare los ángulos de incidencia y reflexión correspondientes y obtenga conclusiones sobre cómo es uno respecto al otro.
12. Grafique el ángulo de incidencia en función del ángulo de reflexión; ajuste una recta a los datos y anote las características de la misma. (Ecuación obtenida, Pendiente de la recta, Intersección con el eje vertical)

8.5.2 Ley de Refracción.

13. Cada miembro del equipo deberá realizar al menos una medición del ángulo de incidencia refracción.
14. Desde la parte inferior de la pantalla ingrese en la opción de Prismas” como lo muestra la figura



Figura 8.6: Ingreso a la Opción de Prismas

15. Haga un reconocimiento de los elementos disponibles para la simulación. Figura 8.7

Medición	θ_i Incidencia	θ_R Reflexión	$d= \theta_i - \theta_R $
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Tabla 8.1: Parámetros Reflexión

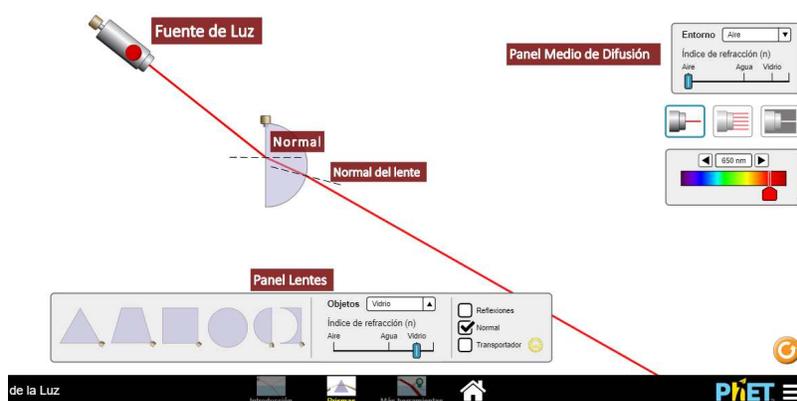


Figura 8.7: Ingreso a la Opción de Prismas

16. Mantenga activadas las casillas de normal y reflexiones.
17. Utilice el lente cilíndrico, poniendo la cara plana hacia la fuente, para este procedimiento se empleará un lente de vidrio.
18. Debe tener en cuenta que el medio de difusión a utilizar es Aire.
19. Proponga un ángulo incidente con la fuente de luz, teniendo en cuenta que este debe apuntar siempre al centro de la cara plana (El ángulo para el rayo incidente se varía con click sostenido a la perilla dorada anexa a la fuente de luz).

NOTA:El rayo reflejado debe coincidir con el rayo incidente (No se debe ver desviación alguna), para asegurar que la posición del láser es correcta, también se puede corroborar si la Normal del lente está completamente alineada con el rayo refractado como lo muestra la imagen c, en la Figura 8.8. Esto se debe tener en cuenta para todos los ángulos de incidencia que sean propuestos.

8.5 Procedimiento: Análisis Cuantitativo y Cualitativo

65

En la “Imagen a” de la Figura 8.8. Si observamos las normales se puede observar el desfase de la normal respecto al centro de la figura, lo cual indica que el rayo incidente no apunta directamente a ese punto.

En la “Imagen B” de la Figura 8.8. Se logra ver un pequeño desfase entre el rayo reflejado y la luz incidente, lo cual no es fácil de detectar con la Normal del lente, esta parece alineada al rayo refractado.

En la “Imagen C” de la Figura 8.8. No se ve desviación alguna del rayo reflejado respecto al rayo incidente, la normal del lente parece estar alineada con el rayo refractado, lo cual concluye con una posición correcta para la fuente de Luz.

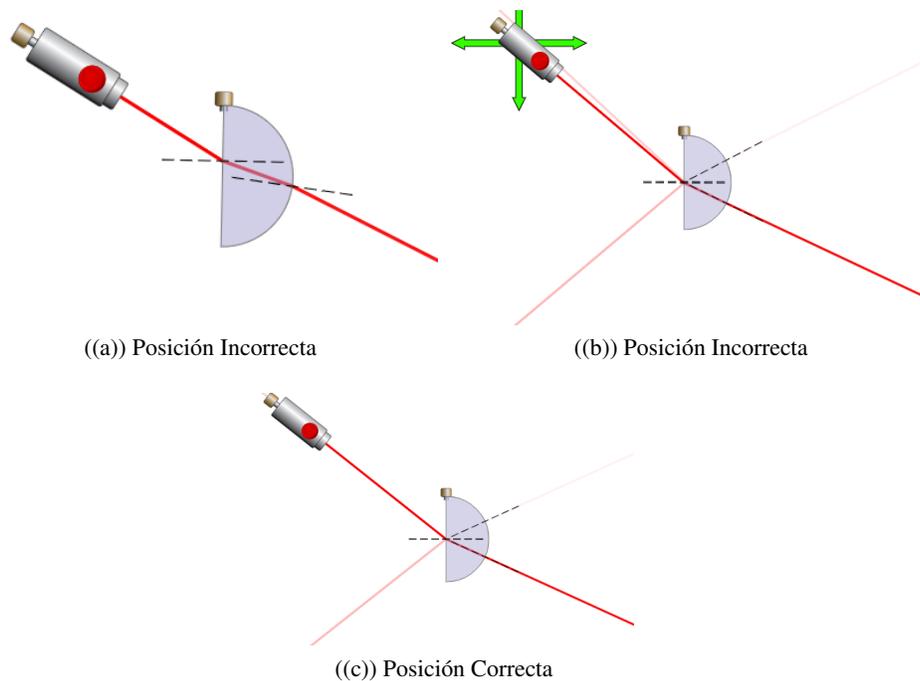


Figura 8.8: Posición Fuente de Luz

20. Usando las herramientas mida el ángulo de incidencia (θ_i). Consigne su valor en la Tabla 8.2.
21. Tome el valor del ángulo refractado (θ_r) según corresponde. Consigne estos valores en la Tabla 8.2.

Medición	θ_i Incidencia	θ_r Refracción	Sen θ_i	Sen θ_r
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Tabla 8.2: Parámetros Refracción

22. Grafique el seno del ángulo de incidencia en función del seno del ángulo de refracción y ajuste una recta a los datos. Anote las características de la ecuación obtenida (Ecuación obtenida, Pendiente de la recta, Intersección con el eje vertical).
23. Según el procedimiento de Refracción explique que sucede cuando el haz de luz no incide en el centro de la cara plana del objeto. Complemente su respuesta con una ilustración.

8.5.3 Análisis General

24. De acuerdo a los procedimientos realizados obtenga conclusiones de las leyes que rigen cada procedimiento (Reflexión y Refracción).
25. ¿Es válida la ley de la reflexión si la superficie reflectante es curva?
26. Explique para la Ley de Refracción y para la Ley de Reflexión, ¿Qué pasa con el rayo cuando incide del aire hacia el agua y de aire hacia aire? y ¿Si el rayo procede del agua y sale hacia el aire?. Complemente su respuesta con ilustraciones.
27. ¿Qué tipo de dispositivos basan su funcionamiento en esta Ley Refracción?
28. ¿Qué tipo de dispositivos basan su funcionamiento en esta Ley Reflexión?

8.6 Referencias

1. Gutiérrez, Carlos (2005). «1». Introducción a la Metodología Experimental (1 edición). Editorial Limusa. p. 15. ISBN 968-18-5500-0.
2. Tipler, P.A. Física Vol 1. Ed Reverté, México, (1985)
3. Sears, F.- Zemansky, M. Física Universitaria I. Ed Pearson, México (1999)
4. Serway, R. Física I para ciencias e ingeniería. Ed Thomson, México (2005)