

Experimento 10

REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN

Objetivos

1. Describir las leyes de reflexión
2. Verificar experimentalmente las leyes de reflexión
3. Describir la ley de refracción de Snell, también llamada de Descartes, para materiales transparentes y
4. Verificar experimentalmente la ley de Descartes

Información preliminar

La reflexión y refracción de la luz son dos fenómenos que observamos en nuestra vida diaria. La reflexión de la luz por superficies pulidas es responsable de la formación de imágenes en espejos, superficies de agua, superficies limpias y lisas, etc. Igualmente, la refracción, o desviación en la trayectoria de un haz de luz al pasar de un medio transparente a otro, explica la formación de imágenes por lentes

Teoría

La reflexión

Cuando un haz de luz incide sobre una superficie pulida, sufre una reflexión parcial. Mientras más pulida y limpia es la superficie, mayor es la intensidad del haz reflejado. La reflexión producida por un espejo es llamada *especular* o *regular*, mientras que la producida por una superficie porosa, o irregular, como la del papel, se llama *difusa*. La reflexión difusa no produce imágenes. La reflexión especular se describe mediante las leyes de la reflexión:

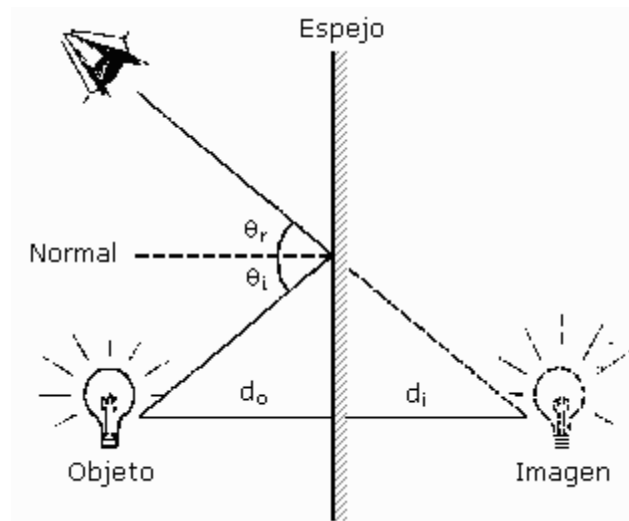


Figura 1 La reflexión especular de una bombilla

- El haz incidente, la normal a la superficie reflectora en el punto de incidencia, y el haz reflejado están en el mismo plano, y

- El ángulo del rayo incidente θ_i , es igual al del rayo reflejado θ_r , ambos medidos con respecto a la normal

Ver la figura 1. En ella notamos un objeto luminoso frente a un espejo. Un haz de luz es emitido por el objeto e incide sobre el espejo para ser reflejado hacia el ojo del observador. Este ve la imagen del objeto como si estuviera detrás del espejo. Los ángulos θ_i y θ_r son iguales, como dijimos antes. El ángulo θ_i está definido entre el haz incidente y la *normal*, o perpendicular al espejo, mientras el ángulo θ_r lo está entre la normal y el haz reflejado. Las distancias d_o y d_i son iguales entre sí

La refracción

Cuando un rayo de luz pasa por la interfaz entre dos medios transparentes tales como aire y agua o aire y vidrio, haciendo un ángulo θ_1 con la normal, es desviado de su dirección original de tal forma que, dentro del segundo medio, hace un ángulo θ_2 con la normal. Ver la figura 2. La relación entre estos ángulos está dada por la ley de Snell, o de Descartes, y se escribe como,

$$n_1 \text{ sen}\theta_1 = n_2 \text{ sen}\theta_2$$

Donde n_1 y n_2 son los llamados *índices de refracción* de los medios 1 y 2, respectivamente. El índice de refracción es una propiedad óptica característica de los materiales, como lo son la densidad, resistividad, calor específico, coeficiente de expansión térmica, etc., y se define a través de la relación,

$$v = \frac{c}{n}$$

Aquí c es la rapidez de la luz en el vacío y v , la rapidez de la luz en el medio cuyo índice de refracción es n . Mientras mayor es el índice de refracción, menor es la rapidez de propagación de la luz en el medio y mayor su desviación. Algunos índices de refracción de materiales comunes se muestran en la tabla 1

Tabla 1. Algunos índices de refracción

Medio	Índice de refracción
Agua	1.33
Aire (1 atm, 20° C)	1.0003
Cuarzo fundido	1.46
Lucita (lexan)	1.50
Vidrio (crown)	1.52
Vidrio (flint)	1.66

Cuando un haz de luz pasa de un medio como aire a agua, se desvía acercándose a la normal porque el índice de refracción del agua es mayor que el del aire. En el caso contrario, es decir, si pasa de agua a aire, se aleja de la normal. En la figura 2, el haz se acerca a la normal al pasar del medio 1 al 2, por lo tanto podemos afirmar que $n_2 > n_1$. El fenómeno de refracción de un rayo luminoso es la consecuencia del cambio en la rapidez de la luz en los diferentes medios transparentes por los cuales viaja el rayo

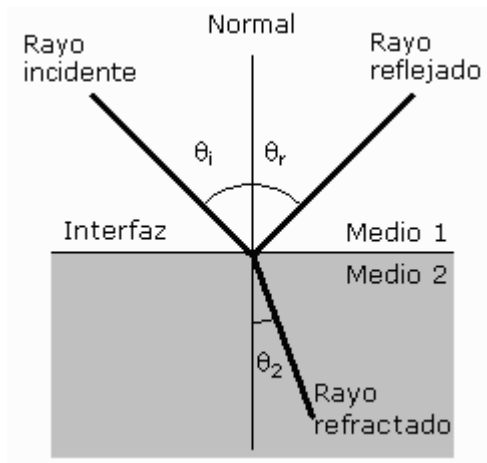


Figura 2 Reflexión y refracción

Materiales

- Un espejo plano
- Una pieza de cartón
- Alfileres
- Hojas de papel blanco
- Regla
- Transportador
- Figuras geométricas planas hechas de lucita (triángulo, paralelepípedo, semicírculo, trapecio)
- Una lámpara eléctrica capaz de producir un haz luminoso colimado

Procedimiento

Reflexión

1. Coloque una hoja blanca de papel sobre la pieza de cartón
2. Dibuje una línea recta sobre la hoja, similar a la línea AA' de la figura 3

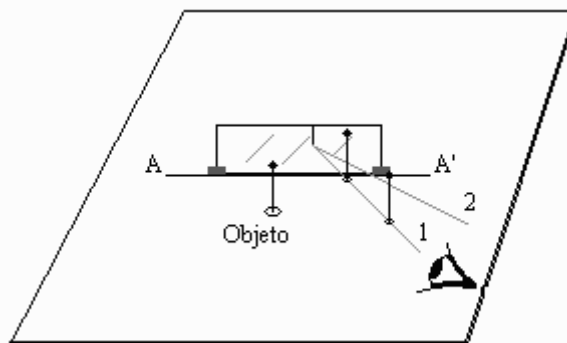


Figura 3 Formación de imágenes en un espejo plano

3. Coloque el espejo plano en el centro de la hoja de papel, en posición vertical y con la parte reflectora hacia usted, coincidiendo con la línea AA'

4. Inserte un alfiler verticalmente frente al espejo. Este será el objeto. Dibuje un círculo pequeño en la base del alfiler para identificar su posición. **Nota:** Aunque en la figura 3 la distancia entre el alfiler y el espejo se ve pequeña, debe ser por lo menos el doble, es decir, el alfiler debe colocarse casi al extremo de la hoja de papel
5. Observe la imagen del objeto que se forma en el espejo, desde una posición lateral como la que hemos identificado en la figura 3 con la línea 1. Alinee dos alfileres con la imagen e identifique sus posiciones dibujando círculos pequeños en su base, como lo hizo con el objeto
6. Repita el procedimiento del paso 5 mirando la imagen desde una posición como la señalada con el número 2. No olvide identificar las posiciones de los alfileres para esta segunda observación
7. Retire el espejo y los alfileres
8. Trace una línea recta que una los puntos que señalan las posiciones de los dos alfileres de la línea 1, sobre la hoja de papel
9. Repita el paso 8 con los dos puntos de la línea 2
10. Prolongue ambas líneas hasta el punto donde se cruzan. Ver la figura 4. En este punto estaba localizada la imagen del alfiler
11. Dibuje una línea recta que una el punto donde estaba el objeto y el punto donde estaba la imagen

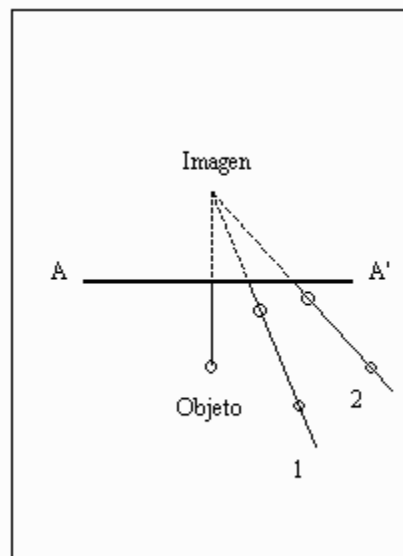


Figura 4 Formación de imágenes en un espejo plano

Refracción

1. Tome el trapecio de lucita y colóquelo en el centro de una hoja blanca de papel como se muestra en la figura 5
2. Dibuje el contorno del trapecio en la hoja de papel

3. Encienda la lámpara y seleccione un sólo haz colimado, ajustando la laminilla con ranuras, que está en la cara frontal de la lámpara
4. Apague las luces del laboratorio e ilumine la cara de mayor longitud del trapecio con el haz colimado. Ver la figura 5
5. Marque sobre el papel con un lápiz o bolígrafo, el haz de luz antes de entrar al trapecio y a la salida

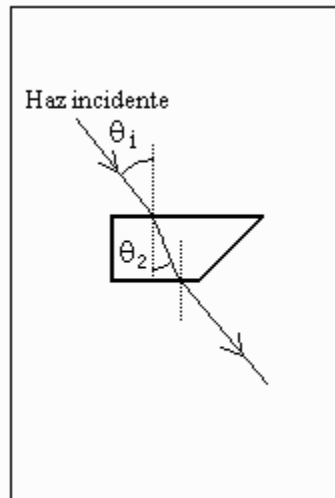


Figura 5 Refracción de un haz colimado

6. Retire el trapecio de la hoja de papel
7. Dibuje con una regla la trayectoria del haz incidente y del haz que sale del trapecio, extendiendo ambas líneas hasta que toquen el contorno del trapecio
8. Trace la línea que representa la trayectoria del haz dentro del trapecio
9. Trace la normal a la cara del trapecio por donde incide el haz
10. Mida los ángulos θ_1 y θ_2 con un transportador
11. Llene su informe de laboratorio con los datos pedidos, recoja su mesa de trabajo, y entregue el informe a su instructor antes de abandonar el laboratorio

Preguntas

Conteste correctamente antes de hacer el experimento

1. La reflexión de la luz es un fenómeno físico responsable de:
 - a. La formación de imágenes en espejos
 - b. La desviación de un rayo de luz al pasar de aire a agua
 - c. La blancura del papel
 - d. El cambio en la velocidad de la luz al atravesar un medio transparente
 - e. La formación de imágenes por lentes

2. La refracción de la luz es un fenómeno físico responsable de:
 - a. La formación de imágenes en espejos
 - b. Que el papel no produzca imágenes
 - c. Los espejismos en el desierto
 - d. Que el haz incidente, la normal y el rayo reflejado estén en el mismo plano
 - e. La desviación de un rayo de luz al pasar de aire a agua

3. En la reflexión difusa:
 - a. Cambia la velocidad de la luz al reflejarse el haz
 - b. Las imágenes son derechas en lugar de invertidas
 - c. No hay formación de imágenes
 - d. La interfaz entre los dos medios está pulida
 - e. Hay más refracción que reflexión

4. En la reflexión especular:
 - a. La refracción es la responsable de la formación de imágenes
 - b. No hay formación de imágenes
 - c. Las superficies son porosas
 - d. El haz incidente, la normal y el haz reflejado están en el mismo plano
 - e. El ángulo de incidencia es igual al de refracción

5. En la reflexión especular:
 - a. Hay especulación
 - b. La magnitud de la velocidad de la luz cambia al reflejarse el rayo luminoso
 - c. Hay difusión
 - d. Las imágenes se forman frente a los espejos planos
 - e. Los ángulos de incidencia y reflexión con respecto a la normal son iguales

6. La ley de Snell:
 - a. Se aplica solamente a superficies especulares
 - b. Describe las propiedades de reflexión de la luz
 - c. Asume que la luz es un fenómeno ondulatorio
 - d. Dice que el haz incidente, la normal y el haz reflejado están en el mismo plano
 - e. Relaciona el ángulo del haz incidente con el del haz refractado cuando este se desvía en una interfaz entre dos medios ópticos diferentes

7. La luz se refracta porque:
 - a. Sufre reflexión especular
 - b. Su rapidez de propagación cambia de acuerdo con el valor del índice de refracción del medio por el que viaja
 - c. Sufre reflexión difusa
 - d. La interfaz entre los dos medios es porosa
 - e. Su rapidez es constante

8. Suponga que un rayo de luz es emitido desde el interior de un acuario y sale al aire. Suponga, además, que el haz no es normal a la interfaz. El rayo, viajando por el aire:
- Se acerca a la normal
 - Sigue a lo largo de la normal
 - Se aleja de la normal
 - No sufre refracción
 - Sufre reflexión difusa
9. Para describir el comportamiento de un rayo de luz al cruzar la interfaz entre dos medios ópticos diferentes se usa:
- La ley de Descartes
 - Las leyes de la reflexión
 - La ley del espejo
 - La función coseno
 - El concepto de refracción difusa
10. El índice de refracción es:
- Un número sin significado físico
 - Una propiedad característica de los materiales
 - El cociente entre la rapidez de la luz en el medio y la rapidez de la luz en el vacío
 - Lo mismo que el índice de reflexión
 - La ley de Snell
11. El índice de refracción de un medio transparente a la luz se define como:
- La causa que desvía un haz de luz al reflejarse en un espejo
 - La rapidez de la luz en el agua
 - La causa de la formación de espejismos en el desierto
 - Una variable física sin relación con la óptica
 - El cociente de la rapidez de la luz en el vacío y la rapidez de la luz en el medio
12. Suponga que tenemos un tanque de agua cuyas paredes son de vidrio (flint). Un haz de luz viaja por el vidrio e incide en la interfaz vidrio-agua con un ángulo θ_i . El haz cruza la interfaz y entra al agua desviándose conforme a la ley de Snell. El ángulo θ_2 entre el rayo refractado, viajando por el agua, y la normal es (Recuerde los valores de los índices de refracción del agua y el vidrio (flint)):
- Menor que θ_i
 - Igual que θ_i
 - No puede determinarse
 - Mayor que θ_i
 - De 180°

Informe del Experimento 10. Reflexión y refracción

Sección _____ Mesa _____

Fecha: _____

Estudiantes:

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

Reflexión

1. Observe la figura 6. Es una representación de la página que usted obtuvo en la primera parte de este ejercicio de laboratorio

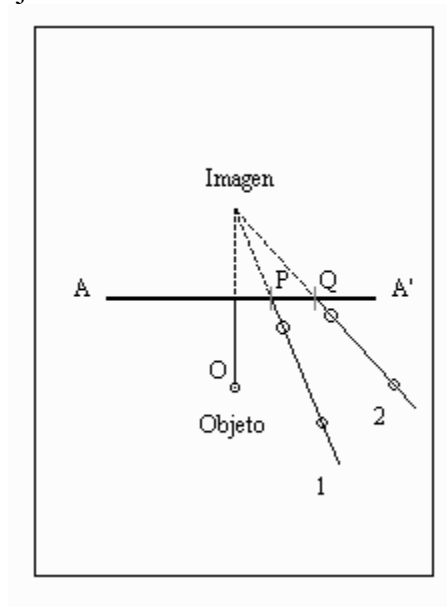


Figura 6 Reflexión en un espejo plano

2. Identifique en su hoja de trabajo los puntos P y Q donde las líneas 1 y 2 hacen intersección con la línea AA', que usted dibujó al principio del ejercicio, para señalar el sitio donde colocaría el espejo
3. Trace las perpendiculares a la línea AA' en esos puntos
4. Una el punto O con el punto P con un trazo recto
5. Una el punto O con el punto Q con otro trazo recto
6. Mida el ángulo entre la línea OP y la normal en el punto P: $\theta_i =$ _____

7. Mida el ángulo entre la línea 2 y la normal en el punto P: $\theta_r =$ _____

8. Calcule $\Delta\% = \frac{|\theta_i - \theta_r|}{\theta_i} \times 100 =$ _____

9. Repita los pasos 6, 7 y 8 con la línea OQ y la línea 2

10. $\theta_i =$ _____, $\theta_r =$ _____,

11. $\Delta\% = \frac{|\theta_i - \theta_r|}{\theta_i} \times 100 =$ _____

12. Mida la distancia entre el punto O y la línea AA': Distancia objeto-espejo = _____

13. Mida la distancia entre el punto de intersección de las líneas 1 y 2 y la línea AA':

Distancia imagen-espejo= _____

14. Incluya su hoja de trabajo en este informe

Refracción

1. Valor del ángulo $\theta_i =$ _____

2. Valor del ángulo $\theta_2 =$ _____

3. Cálculo del índice de refracción del material del que está hecho el trapecio (lucita), usando la ley de Descartes

$$n_2 = n_1 \frac{\text{sen}\theta_1}{\text{sen}\theta_2}$$

4. Cálculo de la diferencia relativa porcentual entre el valor medido del índice de refracción de la lucita y el valor reportado en la literatura. Ver el valor reportado del índice de refracción de la lucita en la tabla 1

$$\Delta\% = \frac{|n_{\text{medido}} - n_{\text{reportado}}|}{n_{\text{reportado}}} \times 100 =$$
