

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

**Simulación de la refracción, reflexión y
transmisión de la luz
Ejercicios y guía**

Author:
Julián SIERRA VÉLEZ

Chapter 1

Resumen

Aquí se proponen unos ejercicios para correr la simulación, así como una guía de usuario para saber manejarla y finalmente los posibles escenarios que se pueden encontrar al correr la simulación. Se detalla cómo se comporta la luz al pasar de un material a otro, se halla el ángulo de refracción mediante la ley de Descartes-Snell, el ángulo crítico y la intensidad de reflexión y transmisión mediante la fórmula de Fresnel-Snell.

Chapter 2

Ejercicios propuestos

1. Caso más sencillo - Plano

Para empezar a familiarizarse con la simulación recomiendo empezar por este caso.

Se elije un ángulo incidente $\theta_i = 45^\circ$, y pasa del aire al agua, es decir, tiene un $n_1 = 1, n_2 = 1.3$.

De esta manera se puede apreciar el rayo incidente i desplazándose por toda la pantalla y ver cómo se refleja mediante el rayo r y se transmite con el rayo t .

2. Caso más sencillo - Sinusoidal

Se elije un ángulo incidente $\theta_i = 45^\circ$, y pasa del aire al agua, es decir, tiene un $n_1 = 1, n_2 = 1.3$.

De esta manera se puede apreciar el rayo incidente i desplazándose por toda la pantalla y ver cómo se refleja mediante el rayo r y se transmite con el rayo t . En la Fig. 2.1 se puede apreciar este caso.

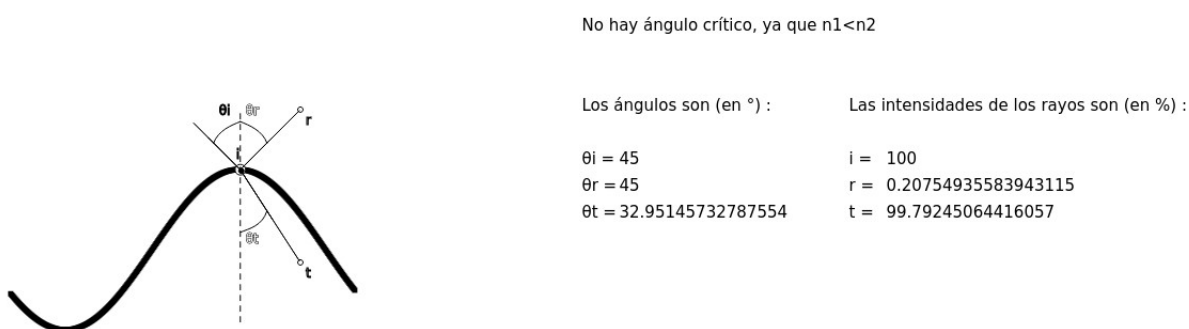
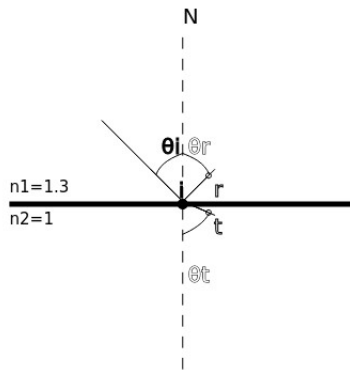


FIGURE 2.1: Montaje sinusoidal, luz incidente a 45°

3. Presencia ángulo crítico

Se elije un ángulo incidente $\theta_i = 45^\circ$, y pasa del agua al aire, es decir, tiene un $n_1 = 1.3, n_2 = 1$.

De esta manera se puede apreciar el rayo incidente i desplazándose por toda la pantalla y ver cómo se refleja mediante el rayo r y se transmite con el rayo t , junto con sus valores correspondientes. Cabe destacar que como $\theta_i < \theta_c$ existe una transmisión. En la Fig. 2.2 se puede apreciar este caso.



Los ángulos son (en °) :

$\theta_i = 45$
 $\theta_r = 45$
 $\theta_t = 66.81505443392714$

Las intensidades de los rayos son (en %) :

$i = 100$
 $r = 2.567080085438014$
 $t = 97.43291991456199$

El ángulo crítico es:

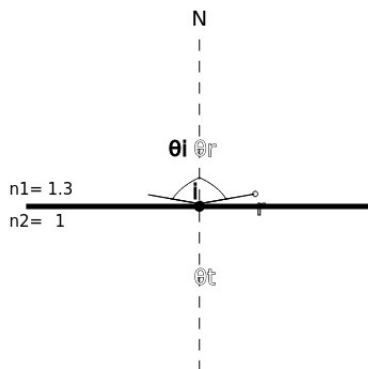
$\theta_c = 50.284862768173795$

FIGURE 2.2: Montaje plano, luz incidente a 45°

4. Reflexión total

Se elige un ángulo incidente $\theta_i = 80$, y pasa del agua al aire, es decir, tiene un $n_1 = 1.3, n_2 = 1$.

De esta manera se puede apreciar el rayo incidente i desplazándose por toda la pantalla y ver cómo se refleja totalmente mediante el rayo r , junto con sus valores correspondientes. Cabe destacar que como $\theta_i > \theta_c$ no existe una transmisión. En la Fig. 2.3 se puede apreciar este caso.



Los ángulos son (en °) :

$\theta_i = 80$
 $\theta_r = 80$

Hay una reflexión total
ya que $\theta_i \geq \theta_c$

El ángulo crítico es:

$\theta_c = 50.284862768173795$

FIGURE 2.3: Montaje plano, luz incidente a 80°

5. Realizar tabla

Un rayo se desplaza en el aire y choca con una superficie entrando en contacto con otro medio, refractándose y una porción suya transmitiéndose.

A partir de los valores encontrados en la Fig. 3.1, complete esa tabla hallando su respectivo θ_t y el porcentaje del rayo incidente que se transmite.

6. T vs n

Un rayo se desplaza en el aire y choca con una superficie entrando en contacto con otro medio, refractándose y una porción suya transmitiéndose.

¿Cómo se relaciona el T con el índice de refracción n? Es decir, ¿a mayor n mayor porcentaje transmitido, o a menor n mayor T?

7. Velocidad en el medio

Se sabe que el índice de refracción es el cociente de la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad de la luz en el medio. Esta relación viene dada por la ecuación:

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

Donde n es el índice de refracción, c es la velocidad de la luz en el vacío y v la velocidad con la que se desplaza la luz en el medio.

¿Cómo cambia v al pasar de un medio 1 a un medio 2 tal que $n_1 < n_2$?

¿Cómo cambia v al pasar de un medio 1 a un medio 2 tal que $n_1 > n_2$?

Si el rayo se desplaza en el aire y pasa a un medio de los referenciados en la Fig. 3.1, ¿cómo varía su velocidad?

Si se presta atención en la simulación pareciera que a mayor ángulo incidente más despacio se mueve el rayo. ¿Tiene esto un sentido físico o es sólo una ilusión de la simulación? ¿Varía la velocidad dependiendo del θ_i o el θ_t ?

8. Ángulo crítico

¿Por qué se da la reflexión total?

¿Qué pasa si el $\theta_i = \theta_c$?

Halle el θ_c para los valores referenciados en la Fig. 3.1.

Chapter 3

Guía de usuario

Esta simulación la concebí como un libro, donde encontrarás unas páginas que tienen funcionalidades específicas, pero todas aportan a una historia general.

- Página 1

Aquí se encuentran unas palabras de bienvenida junto a una pequeña introducción de lo que es la simulación.

En la parte inferior está un botón que al oprimirlo pasará a la siguiente página.

- Página 2

Aquí se pedirá ingresar unos parámetros iniciales que dan vida al problema físico que estamos tratando.

Primero se debe ingresar el ángulo de incidencia θ_i .

Este ángulo es medido respecto a la componente normal del punto en el que incide el rayo.

Luego se debe ingresar el n_1 , que es el índice de refracción del medio 1 o medio donde se encuentra el rayo incidente y el reflejado.

Después se debe ingresar el n_2 , que es el índice de refracción del medio 2 o medio donde se encuentra el rayo transmitido.

En la Fig.3.1 hay una tabla con los índices n de varios medios que encontramos en nuestra vida diaria.

- Página 3

En esta página se debe seleccionar cuál es la interfaz sobre la cual va a incidir el rayo, entre una plana y una sinusoidal.

Para seleccionar cada interfaz se debe presionar su botón correspondiente.

Si se selecciona la interfaz sinusoidal se pasa a la página 4, pero si se selecciona la interfaz plana se pasa a la página 5.

Sustancia	n
Aceite de cedro	1.515
Acetona	1.359
Agua (15° C)	1.3334
Agua (20° C)	1.3329
Alcohol etílico	1.361
Alcohol metílico	1.329
Benceno	1.501
Bromo	1.654
Cloroformo	1.446
Glicerina	1.494

Tabla 1: Índice de refracción de algunos líquidos a 20°C.

Sustancia	n
Hielo	1.32
Ámbar	1.546
Ácido Bórico	1.463
Alcanfor	1.532
Bálsamo de Canadá	1.530
Diamante	2.417
Vidrio de cuarzo	1.46
Zafiro, rubí (Al_2O_3)	1.767
Circón ($\text{ZrO}_2 \cdot \text{SiO}_2$)	1.923

Tabla 2: Índice de refracción de algunos sólidos.

FIGURE 3.1: índices n de varios medios que encontramos en nuestra vida diaria

- Página 4

Es la interfaz sinusoidal.

Allí aparecerá dibujada la interfaz, el punto sobre el que va a incidir el rayo i, la recta normal a ese punto y se indicará el rayo incidente con el ángulo ingresado, así como cada medio con su índice de refracción ingresado.

La simulación comienza instantáneamente, sin embargo, puede ser que no se vea el rayo i de inmediato (dependiendo de el ángulo incidente elegido, si es mayor a 45° se verá desde el inicio) pero se verá al pasar un par de segundos.

Al momento del rayo incidente tocar el punto sobre la interfaz, se verá el rayo reflejado y transmitido (si es el caso), así como sus valores y el posible ángulo crítico.

Para escoger nuevos valores de n_1 , n_2 o θ_i se debe reiniciar o volver a empezar la simulación.

- Página 5

Es la interfaz Plana.

Allí aparecerá dibujada la interfaz, el punto sobre el que va a incidir el rayo i, la recta normal a ese punto y se indicará el rayo incidente con el ángulo ingresado, así como cada medio con su índice de refracción ingresado.

La simulación comienza instantáneamente, sin embargo, puede ser que no se vea el rayo i de inmediato (dependiendo de el ángulo incidente elegido, si es mayor a 45° se verá desde el inicio) pero se verá al pasar un par de segundos.

Al momento del rayo incidente tocar el punto sobre la interfaz, se verá el rayo reflejado y transmitido (si es el caso), así como sus valores y el posible ángulo crítico.

Para escoger nuevos valores de n_1 , n_2 o θ_i se debe reiniciar o volver a empezar la simulación.

Chapter 4

Posibles resultados

Hay tres escenarios principales que se pueden encontrar en esta simulación. Estos resultados dependen exclusivamente de los parámetros iniciales ingresados..

- n_1 menor que n_2

Es uno de los casos más usuales y sencillos, en la naturaleza se puede ver por ejemplo cuando la luz pasa del aire al agua. En este caso no hay ángulo crítico, es decir, el rayo i se va a refractar y una parte será transmitida al otro medio.

En este escenario aparece al lado derecho de la simulación una viso que indica que no hay ángulo crítico. También se mostrará el ángulo incidente ingresado, junto al ángulo reflejado, el transmitido y sus respectivos porcentajes.

- n_1 mayor que n_2 y θ_i menor al θ_c

En la naturaleza se puede ver por ejemplo cuando la luz pasa del agua al aire. En este caso existe un ángulo crítico, pero como el ángulo incidente es menor a este el rayo i se va a refractar y una parte será transmitida al otro medio.

En este escenario se mostrará al lado derecho de la simulación el ángulo incidente ingresado, junto al ángulo reflejado, el transmitido y sus respectivos porcentajes. También se indicará cuál es el ángulo crítico para este problema.

- n_1 mayor que n_2 y θ_i mayor al θ_c

En la naturaleza se puede ver por ejemplo cuando la luz pasa del agua al aire. En este caso existe un ángulo crítico, pero como el ángulo incidente es mayor a este el rayo i se va a reflejar totalmente y no será transmitida ni una parte al otro medio.

En este escenario se mostrará al lado derecho de la simulación el ángulo incidente ingresado, junto al ángulo reflejado con sus respectivos porcentajes. También se indicará que se presenta una reflexión tota.