

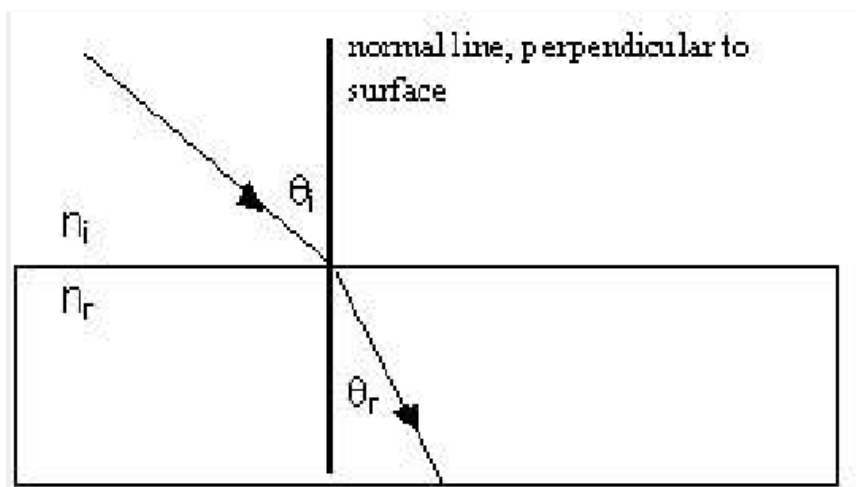
Refracción de la luz

Introducción

El Principio de Fermat establece que cuando la luz viaja entre dos puntos cualquiera, su trayectoria es aquella que necesita menor tiempo. Una consecuencia natural de este principio es que las trayectorias de los rayos de luz que viajan en un medio homogéneo son líneas rectas debido a que la distancia más corta entre dos puntos es una línea recta.

Sin embargo, cuando la luz viaja desde el aire a otro material como el vidrio (por ejemplo), la velocidad con la que atraviesa dicho material se reduce debido a las interacciones entre la luz y los átomos dentro del material. Como la luz se mueve más lenta en el vidrio que en el aire, los rayos de luz que inciden en el vidrio se desvían para tomar el menor tiempo posible en este medio y así cumplir con el principio de Fermat. Este fenómeno se conoce con el nombre de refracción.

En la figura a continuación se ilustra la refracción de la luz cuando pasa de un medio a otro.



En la figura θ_i y θ_r son los ángulos de incidencia y refracción respectivamente. Por otro lado n_i y n_r son los índices de refracción de cada medio. El índice de refracción

de un medio es un número adimensional que se define como el cociente entre la velocidad de la luz $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ en el vacío y su velocidad v en un medio distinto al vacío. Esto es

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

Los ángulos de incidencia y de refracción están relacionados por la ley de Snell que establece lo siguiente

$$n_i \text{sen} \theta_i = n_r \text{sen} \theta_r$$

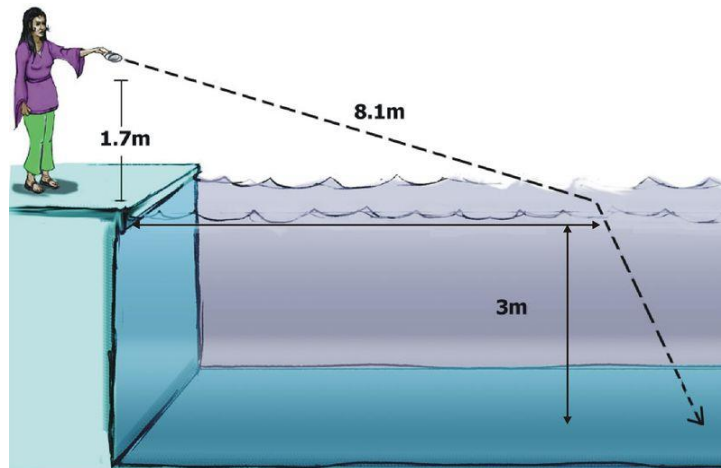
Tiempo para la Práctica

1. Usando la tabla de abajo que establece los índices de refracción de una serie de materiales, responda las siguientes preguntas:
 - a. ¿Por cuál de estos materiales es la velocidad de la luz *más lenta*?
 - b. ¿Qué materiales tienen los índices de refracción similares?
 - c. ¿Cuál es la velocidad de la luz en el aceite de cocina?

Material	n
Vacío	1.00000
Aire	1.00029
Agua	1.33
Vidrio típico	1.52
Aceite de cocina	1.53

2. Una onda de luz tiene una frecuencia de $4.29 \times 10^{14} \text{ Hz}$. ¿Cuál es la longitud de onda de esta onda en el espacio vacío? y ¿en el agua?
3. Un rayo de luz rebota con un pez en su acuario. Viaja a través del agua, el vidrio del acuario, y luego a través del aire. Dibuje un esquema de la situación, teniendo cuidado de indicar cómo la luz cambia de dirección cuando se refracta en cada interfaz. Incluya una breve descripción de por qué ocurre esto.

4. Un rayo de luz pasa del aire al agua. Si el ángulo de incidencia es 34° , ¿cuál es el ángulo de refracción?
5. Nisha se sitúa en el borde de una piscina de 3.0 m de profundidad. Suponga que ella apunta hacia el fondo de la piscina con un láser desde una altura de 1.7 m de tal manera que el rayo de luz golpea la superficie del agua a 8.1 m del borde como se muestra en la figura de abajo.
- Dibuje un diagrama de esta situación.
 - ¿A qué distancia del borde de la piscina la luz tocará fondo?
 - Si su amigo, James, estaban en la parte inferior de la piscina y apuntó con un láser desde el fondo golpeando el mismo lugar que Nisha, a qué distancia del borde tendría que estar él para que la luz nunca se vea en el agua.



Las respuestas a los problemas seleccionados

- b. de vacío y de aire c. $1.96 \times 10^8 \text{ m/s}$
- $6.99 \times 10^{-7} \text{ m}$; $5.26 \times 10^{-7} \text{ m}$
-
- 25°
- b. **11.4 m** c. **11.5 m**