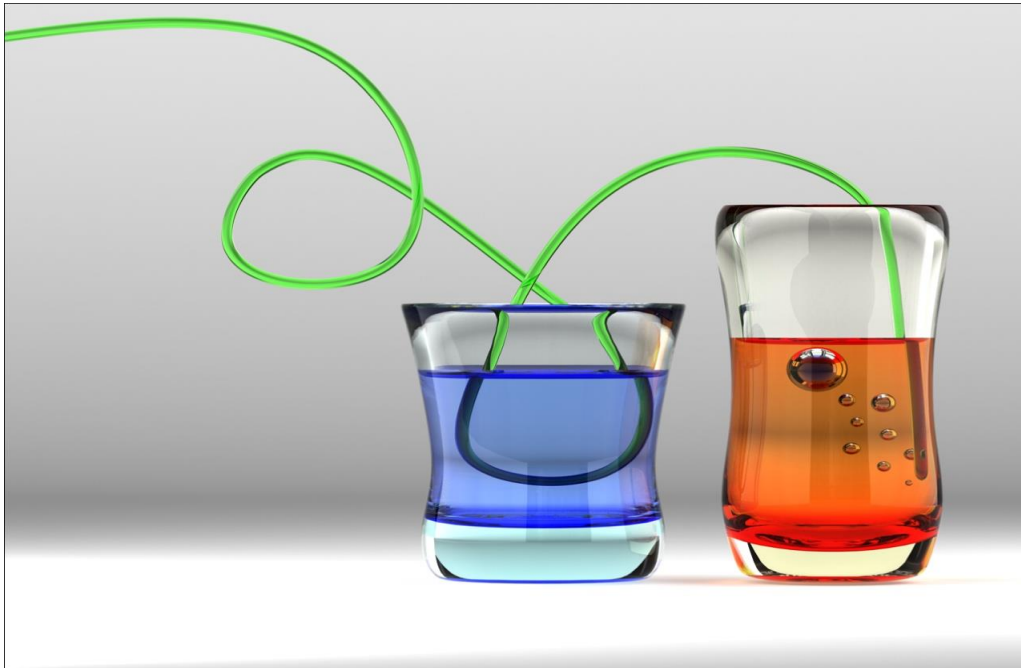


Refracción de ondas

Introducción

Cuando observamos un vaso de vidrio lleno de agua con un pitillo adentro, como se muestra en la figura de abajo, pareciera que este estuviera roto aunque en realidad no lo esté.

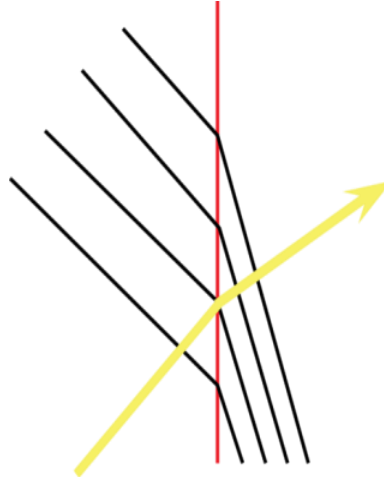


Esta ruptura aparente se debe a que cuando la luz pasa del agua al cristal y del cristal al aire, los rayos se desvían. Sin embargo, nuestros ojos siguen el rayo de luz como si este hiciese una línea recta desde el origen del pitillo. Este fenómeno se conoce con el nombre de refracción y lo estudiaremos a continuación.

Refracción de ondas mecánicas

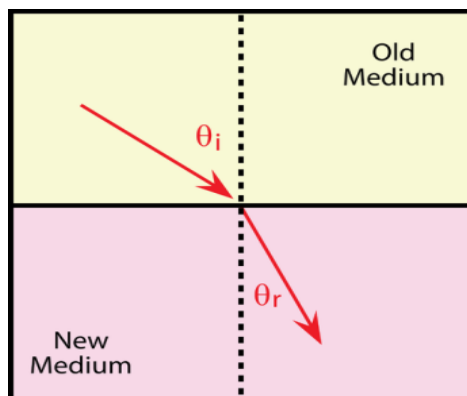
Cuando una onda golpea un límite entre medios, parte de la energía se refleja y parte se transmite. Cuando la onda golpea la interfaz de medios en un ángulo, la

onda transmitida se moverá en una dirección ligeramente diferente de la onda incidente. Este fenómeno se conoce como **refracción**.



Veamos la imagen anterior y supongamos que las ondas representadas son ondas de agua. Las crestas de las ondas están simbolizadas por las líneas negras en la imagen. De esta manera, la distancia entre dos líneas negras consecutivas es la longitud de onda. La línea roja, por su parte, representa una transición desde una zona más profunda a una menos profunda. Esta transición se llama **interfaz de medio**. A medida que las ondas llegan a la interfaz irán más despacio. El lado derecho de la onda alcanza en la línea roja antes que el lado izquierdo, haciendo que el ángulo de propagación cambie ligeramente. Este cambio de dirección se puede ver en la línea amarilla, que está ligeramente inclinada en el borde (línea roja).

En el dibujo que se muestra a continuación se observa un rayo de onda golpeando una interfaz que está entre el medio antiguo y el medio nuevo. Se ha dibujado una línea punteada perpendicular a la interfaz. El ángulo entre el rayo incidente y la línea normal se conoce como **ángulo de incidencia**, se muestra como θ_i y el ángulo entre el rayo refractado y la línea normal se llama el **ángulo de refracción**, θ_r .



La relación entre los ángulos de incidencia, las velocidades en ambos medios y las longitudes de onda vienen dadas por los siguientes cocientes

$$\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i} = \frac{v_r}{v_i} = \frac{\lambda_r}{\lambda_i}$$

De lo anterior, el cociente entre el seno del ángulo de refracción y el seno del ángulo de incidencia es igual que el de la velocidad de la onda en el nuevo medio y la velocidad de la onda en el medio viejo e igual al cociente entre la longitud de onda del medio viejo y el medio nuevo.

Ejemplo

Ejemplo Problema: Una onda de agua con una longitud de onda de 3,00 m está viajando en aguas profundas en 16,0 m / s. La ola golpea una interfaz con agua poco profunda con un ángulo de incidencia de 53.0° . La onda se refracta en el agua poco profunda con un ángulo de refracción de 30.0° . ¿Cuál es la velocidad de la onda en aguas poco profundas y cuál es su longitud de onda en el nuevo medio?

Solución:

$$\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i} = \frac{v_r}{v_i} \text{ así } = \frac{v_r}{16.0 \text{ m/s}} \text{ y } v_r = 10.0 \text{ m/s}$$

Luego,

$$\frac{v_r}{v_i} = \frac{\lambda_r}{\lambda_i} \text{ por lo que } \frac{10.0 \text{ m/s}}{16.0 \text{ m/s}} = \frac{\lambda_r}{3.00 \text{ m}} \text{ y } \lambda_r = 1.88 \text{ m} .$$

Ejemplo Problema:

El cociente entre $\sin \theta_r$ y $\sin \theta_i$ es 0.769. Si la longitud de onda de una onda en un medio nuevo es $5.00 \times 10^{-9} \text{ m}$, ¿cuál es su longitud de onda en el medio original?

Solución:

$$0.769 = \frac{\lambda_r}{\lambda_i} \text{ so } \lambda_i = \frac{5.00 \times 10^{-9} \text{ m}}{0.769} = 6.50 \times 10^{-9} \text{ m}$$

Resumen

- Cuando una onda golpea un límite entre medios, parte de la energía se refleja y parte se transmite.
- Cuando una onda golpea la interfaz de medios en un ángulo, la onda transmitida se moverá en una dirección diferente a la onda incidente. Este fenómeno se conoce como refracción.
- En cualquier interfaz de medios se cumple $\frac{\sin \theta}{\sin \theta} = \frac{v_r}{v_r} = \frac{\lambda_r}{\lambda_i}$