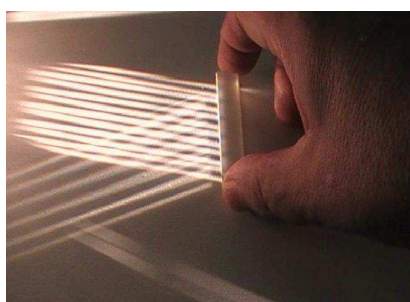


Reflexión y refracción: sus leyes.

1. Conceptos previos.

Antes de enunciar las leyes de la reflexión y de la refracción conviene dar las siguientes definiciones previas:

- Frente de ondas: lugar geométrico de los puntos del medio que se encuentran en el mismo estado de vibración.
- Rayo: línea imaginaria perpendicular a los frentes de onda.
- Normal: línea imaginaria perpendicular a la superficie de separación de dos medios.
- Ángulo de incidencia: ángulo que forma el rayo incidente con la normal.
- Ángulo de reflexión: ángulo que forma el rayo reflejado con la normal.
- Ángulo de refracción: ángulo que forma el rayo refractado con la normal.



(a) Reflexión



(b) Refracción

Figura 1: Reflexión y refracción

La reflexión consiste en el cambio de dirección que experimenta un rayo al incidir sobre una superficie sin que el rayo cambie de medio de propagación. Las leyes que rigen este fenómeno son las siguientes:

- 1) El rayo incidente, la normal y el rayo reflejado se encuentran en el mismo plano.
- 2) El ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión.

Veamos ahora la demostración de la segunda ley:

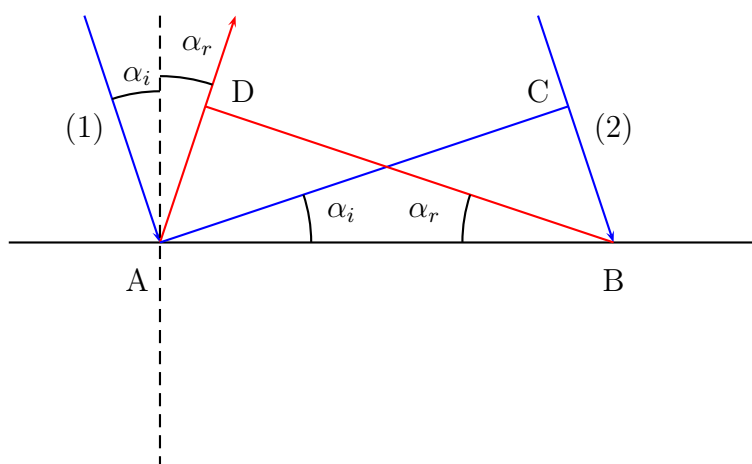


Figura 2: 2ª ley de la reflexión

Cuando el rayo incidente (1) llega a la superficie, el rayo (2) se encuentra a una distancia vt de dicha superficie, siendo t el tiempo necesario para recorrer dicha distancia y v la velocidad de propagación de la onda. Cuando haya transcurrido un tiempo t , el rayo (2) llega a la superficie, mientras que el rayo (1) se ha reflejado, recorriendo una distancia igual a vt (no hay cambio en el medio de propagación). Teniendo en cuenta que $AD = CB = vt$, tendremos que:

$$\text{sen } \alpha_i = \frac{\overline{CB}}{\overline{AB}} \quad \text{sen } \alpha_R = \frac{\overline{AD}}{\overline{AB}}$$

Con lo que $\text{sen } \alpha_i = \text{sen } \alpha_R$ y $\alpha_i = \alpha_R$

La refracción consiste en la desviación que experimenta el rayo al pasar de un medio de propagación a otro diferente, como se puede ver en la siguiente imagen:

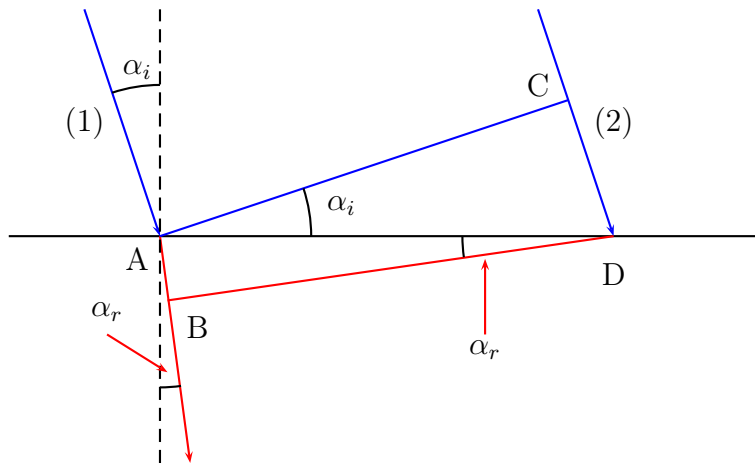


Figura 3: 2ª ley de la refracción

Las leyes que rigen la refracción son las siguientes:

- 1) El rayo incidente, la normal y el rayo refractado se encuentran en el mismo plano.
- 2) El cociente entre el seno del ángulo de incidencia y el seno del ángulo de refracción es igual al cociente de las velocidades de propagación de la onda en ambos medios.

Para demostrar la segunda ley supondremos que la velocidad de propagación de la onda en el primer medio es v_1 y en el segundo v_2 .

La distancia CD viene dada por $v_1 t$. En el tiempo t , el rayo (1) penetra en el segundo medio, recorriendo un espacio $AB = v_2 t$. A partir del dibujo, podremos poner:

$$\text{sen } \alpha_i = \frac{\overline{CD}}{\overline{AD}} = \frac{v_1 t}{\overline{AD}} \quad \text{sen } \alpha_r = \frac{\overline{AB}}{\overline{AD}} = \frac{v_2 t}{\overline{AD}}$$

Si dividimos nos quedará:

$$\frac{\text{sen } \alpha_i}{\text{sen } \alpha_r} = \frac{v_1}{v_2}$$

Que es la expresión antes mencionada. Para ondas electromagnéticas, podemos enunciar la segunda ley de la refracción de la siguiente forma: El cociente entre el seno del ángulo de incidencia y el seno del ángulo de refracción es igual al cociente inverso de los índices de refracción de la onda en ambos medios (ley de Snell). Teniendo en cuenta que $n_1 = c/v_1$ y $n_2 = c/v_2$, veremos que el cociente v_1/v_2 es igual al cociente n_2/n_1 , con lo que queda demostrada la ley de Snell.

2. Ángulo límite y reflexión total.

Cuando un rayo luminoso pasa de un medio de un determinado índice de refracción a un segundo medio de menor índice de refracción, el rayo refractado tiende a alejarse de la normal con respecto al rayo incidente. Aplicando la ley de Snell:

$$\frac{\text{sen}\alpha_i}{\text{sen}\alpha_r} = \frac{n_2}{n_1}$$

veremos que para un determinado ángulo de incidencia, el rayo refractado sale rasante respecto a la superficie de separación de ambos medios, es decir $\text{sen}\alpha_r = 1$. Al ángulo para el que se cumple $\text{sen}\alpha_i = n_2/n_1$ se le denomina ángulo límite. Para cualquier valor superior a este ángulo, deja de producirse la refracción, de forma que el rayo incidente no abandona el medio original. Se ha producido entonces el fenómeno de la *reflexión total*.

El fenómeno de la reflexión total es el responsable de la transmisión de la luz en los cables de fibra óptica. Al tener éstos un índice de refracción elevado, la luz que se propaga por su interior experimenta múltiples reflexiones, sin abandonar el cable.

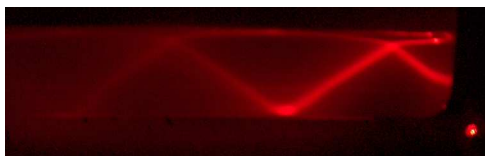


Figura 4: Reflexión total en la superficie del agua