



¿Cuál es la naturaleza de la luz?

Newton (~1670): La luz consiste en una corriente de partículas (corpúsculos)

Huygens (1678): La luz es una onda (lo probó en 1873 James Clerk Maxwell)

Albert Einstein (1905) que la luz está compuesta por "cuantos" o fotones



1930 Electrodinámica cuántica
(incluye tanto las propiedades ondulatorias y las corpusculares)

La propagación de la luz se describe mejor con el modelo ondulatorio, pero para comprender la emisión y la absorción se requiere un enfoque corpuscular.

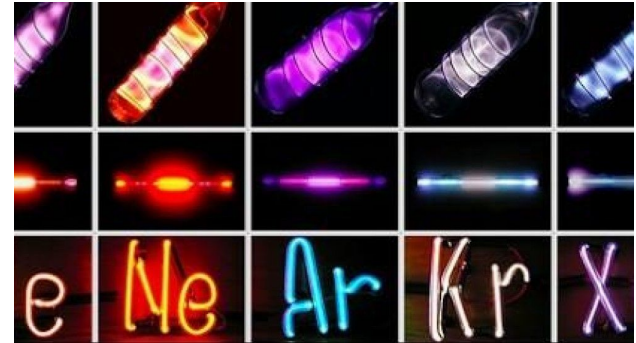
Fuentes de Luz

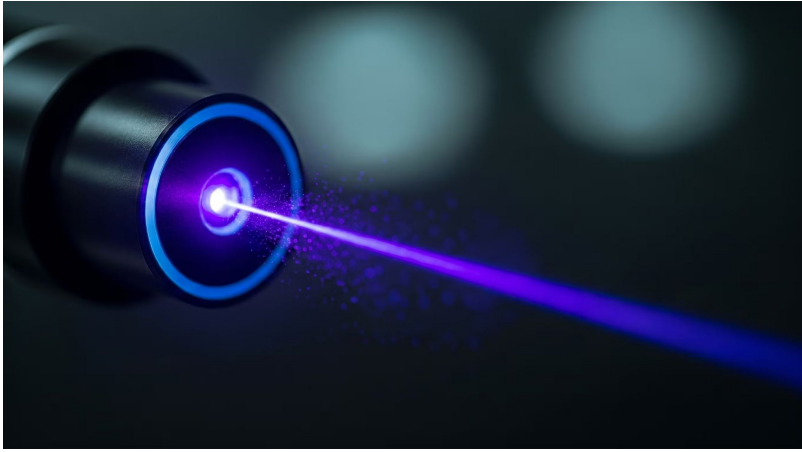
Cargas eléctrica aceleradas:
fuentes fundamentales de toda la
radiación electromagnética (Todos
los cuerpos la emiten)



Un cuerpo muy caliente parece estar al “rojo vivo” y emite radiación visible (luz)

La luz se produce durante las descargas eléctricas a través de gases ionizados.





Láser: los átomos son inducidos a emitir luz en forma cooperativa y coherente. El resultado es un haz muy angosto de radiación que puede llegar a tener una enorme intensidad y que está mucho más cerca de ser monocromático o de una sola frecuencia.

Sin importar cuál sea su fuente, la radiación electromagnética viaja en el vacío con la misma rapidez. Como vimos en las secciones 1.3 y 32.1 la rapidez de la luz en el vacío es

$$c = 2.99792458 \times 10^8 \text{ m/s}$$

https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_all.html



Refracción & Reflexión de la luz

- Cuando la luz encuentra un material, esta puede interactuar con él de diferentes maneras dependiendo normalmente de su longitud de onda:
 - Reflexión
 - Absorción
 - Dispersión
- Materiales ópticamente transparentes: materiales en los que los tres efectos son depreciables en el rango de longitudes de onda de interés.
- En el rango visible (λ entre 380 y 740 nm), materiales como el agua o el vidrio son transparentes.

- En medios ópticamente transparentes, la velocidad de propagación de la luz v es menor a su valor en el vacío c .
- Una cantidad importante de un material transparente es el índice de refracción n , definido como

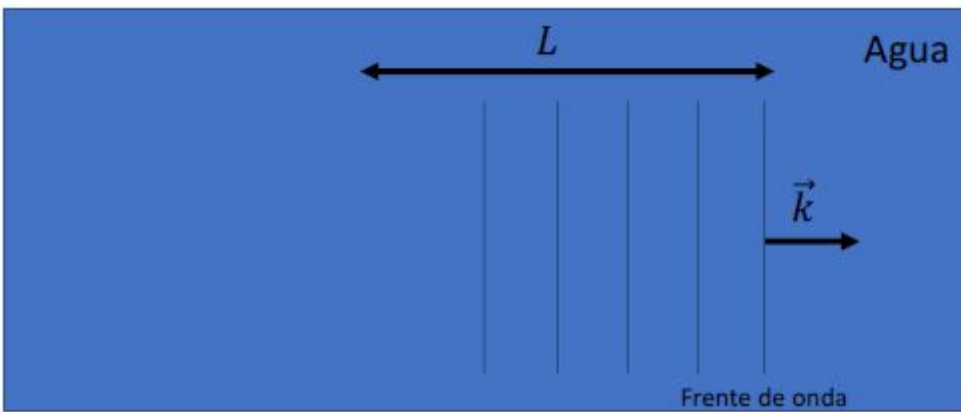
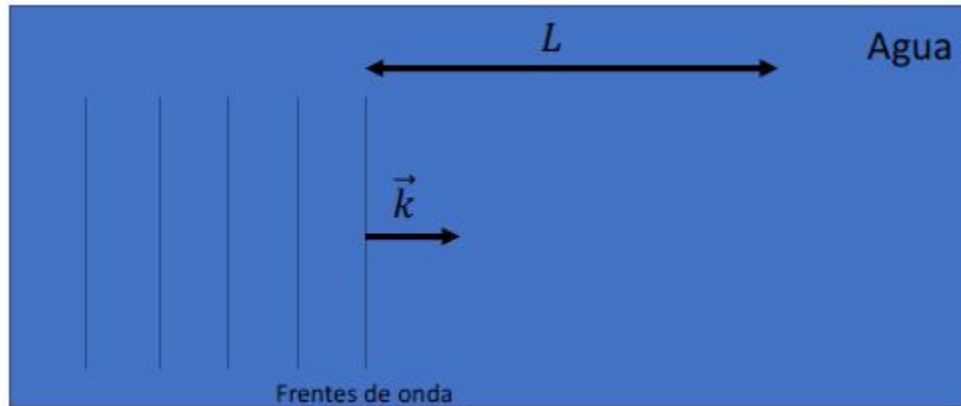
$$n = \frac{c}{v}$$

- n es adimensional y $n \geq 1$

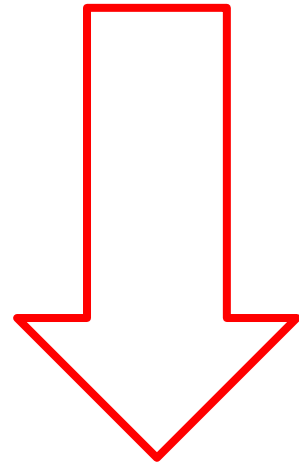


Table 1. Index of Refraction of Various Materials.

Material	Index of Refraction
Vacuum	1.0000
Air	1.0003
Water (pure)	1.3330
Seawater (35 ppt)	1.3394
Ethyl alcohol	1.361
Sugar solution (80% sugar)	1.49
Glass (soda lime)	1.510
Bromine (liquid)	1.661
Ruby	1.760
Diamond	2.417



Camino Óptico

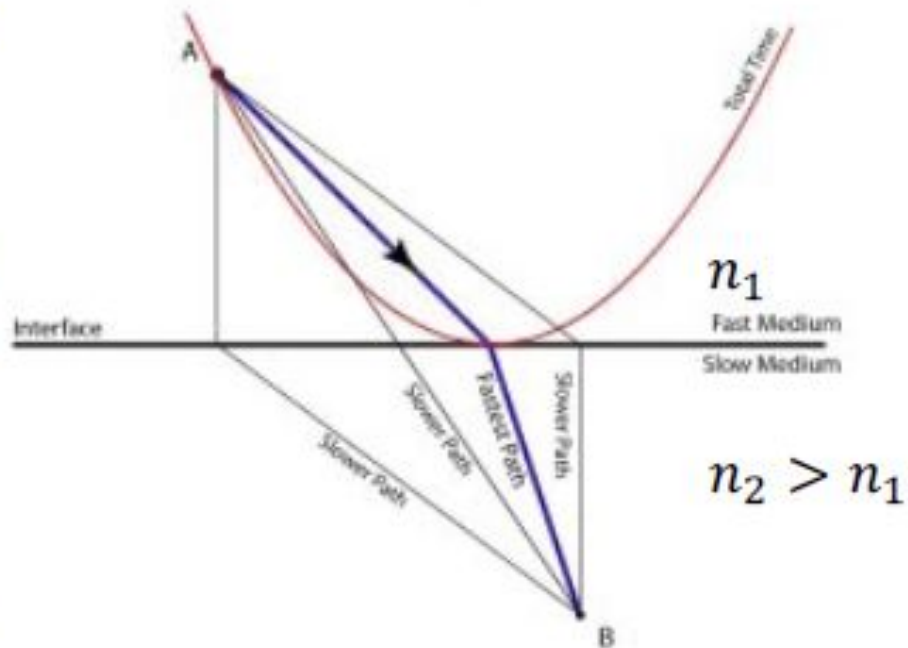


$$C.O = n.L$$

Principio de Fermat + Snell

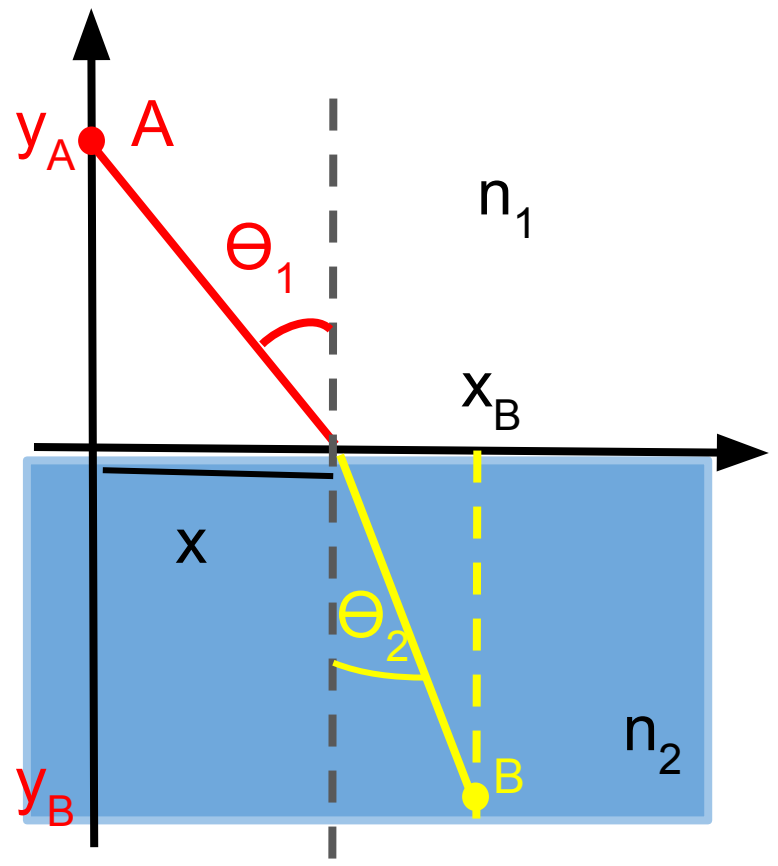
El **principio de Fermat**, relacionado con el principio de mínima acción, dice:

- El camino que recorre la luz entre dos puntos, es tal que minimiza el tiempo en el que realiza el recorrido
- Esto equivale a decir que el recorrido óptimo es el de menor camino óptico.



- Supongamos dos medios de índices n_1 y $n_2 > n_1$.
- El camino de la onda (rayo) pasa por lo puntos A $(0, y_A)$ y B (x_B, y_B) .
- Sea x la abcisa del punto sobre la interfase donde impacta el rayo
- El camino óptico total recorrido entre A y B es *C.O.*

$$= n_1 \sqrt{x^2 + y_A^2} + n_2 \sqrt{(x_B - x)^2 + y_B^2}$$



El camino óptico es:

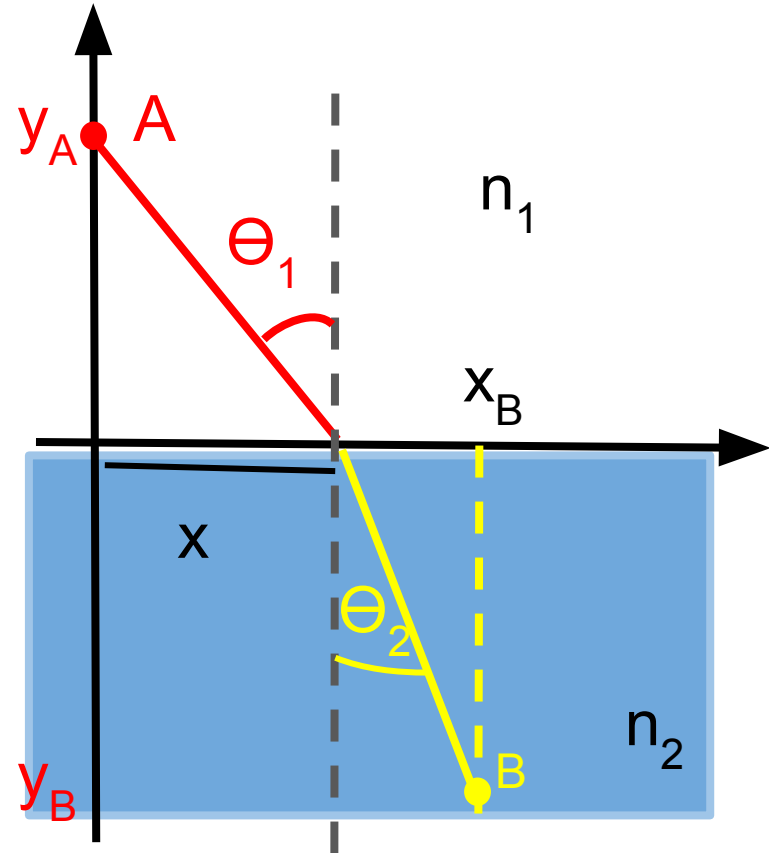
$$c.o. = n_1 \sqrt{x^2 + y_A^2} + n_2 \sqrt{(x_B - x)^2 + y_B^2}$$

Y su derivada respecto de x será:

$$\frac{\partial(c.o.)}{\partial x} = \frac{n_1 x}{\sqrt{x^2 + y_A^2}} - \frac{n_2 (x_B - x)}{\sqrt{(x_B - x)^2 + y_B^2}}$$

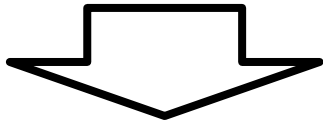
Encontremos los extremos:

$$\frac{\partial(c.o.)}{\partial x} = 0$$



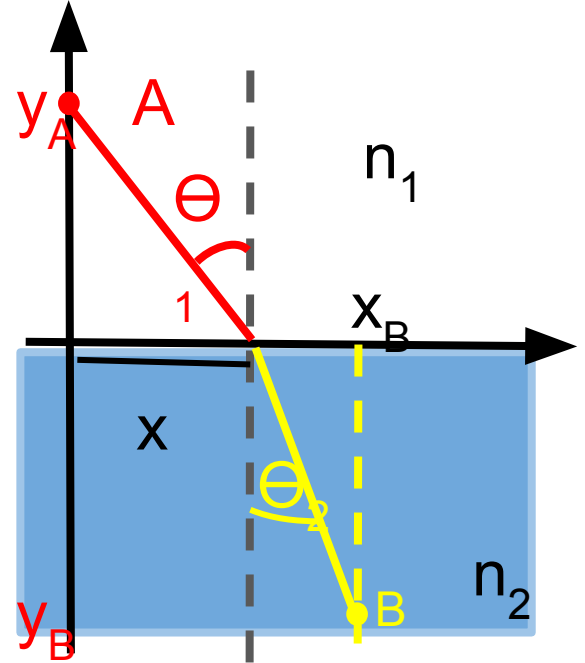
$$0 = \frac{n_1 x}{\sqrt{x^2 + y_A^2}} - \frac{n_2 (x_B - x)}{\sqrt{(x_B - x)^2 + y_B^2}}$$

$$\frac{n_1 x}{\sqrt{x^2 + y_A^2}} = \frac{n_2 (x_B - x)}{\sqrt{(x_B - x)^2 + y_B^2}}$$



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

Ley de Snell



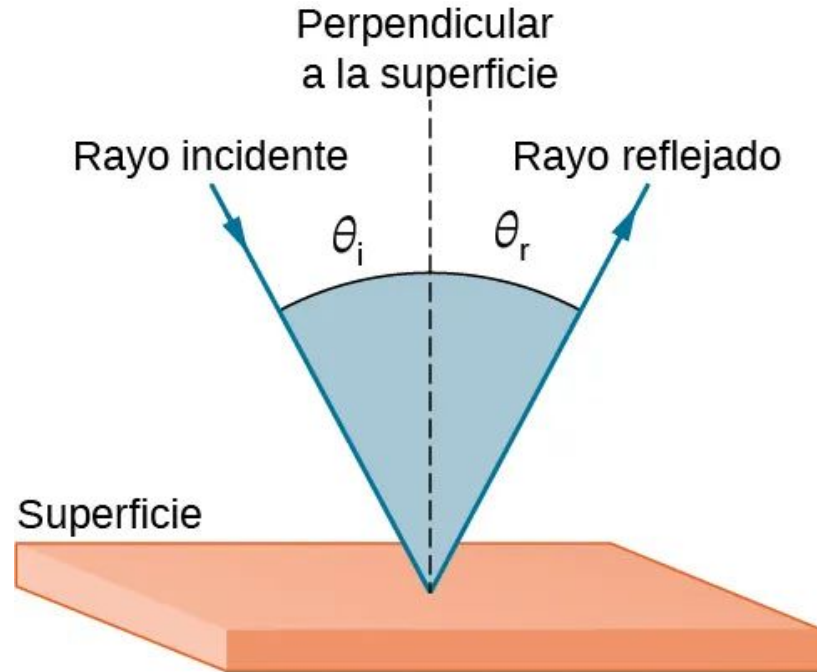
$$\text{sen}(\theta_1) = \frac{x}{\sqrt{x^2 + y_A^2}}$$

$$\text{sen}(\theta_2) = \frac{(x_B - x)}{\sqrt{(x_B - x)^2 + y_B^2}}$$

Reflexión de la luz: Leyes

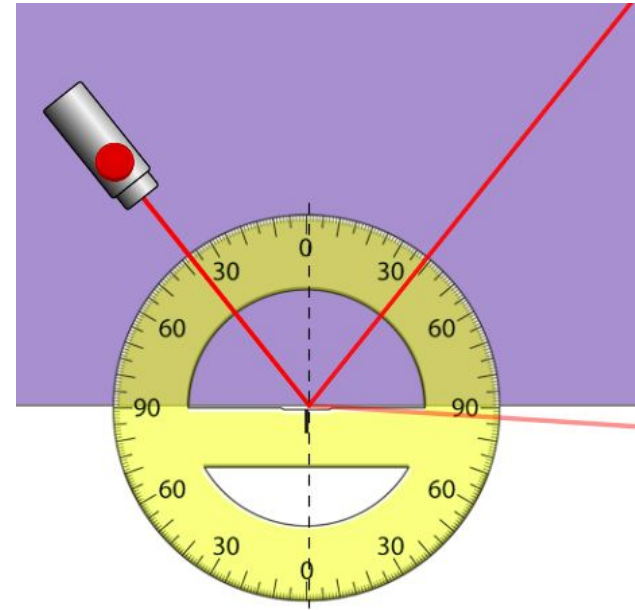
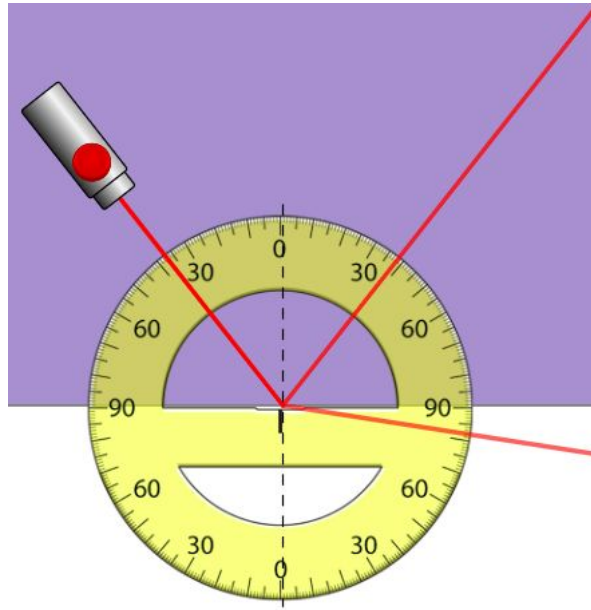
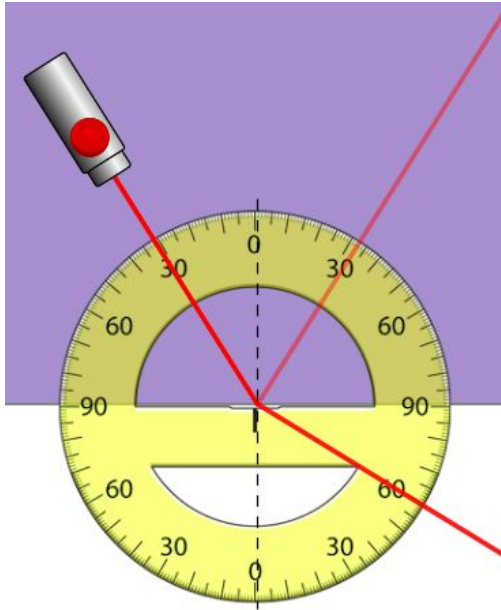
- Cuando un rayo luminoso llega desde un medio de índice de refracción n_1 a la interfase con otro medio de índice n_2 , además de refractarse hay una porción que se refleja.
- Si el rayo incidente forma un ángulo θ_i con la normal a la interfase, la ley de reflexión dice que si θ_r es el ángulo que forma el rayo reflejado con la normal se cumple:

$$\theta_i = \theta_r$$



Reflexión Total Interna

Existen muchos casos donde coexisten los fenómenos de reflexión y de refracción:



Ángulo Crítico es el ángulo con el que se debe incidir para que el ángulo de refracción sea 90.

Según la ley de Snell de la refracción,

$$\text{sen } \theta_b = \frac{n_a}{n_b} \text{sen } \theta_a$$

Si $\theta_b = 90^\circ \Rightarrow \text{sen}(\theta_b) = \text{sen}(90^\circ) = 1$

$$\text{sen } \theta_{\text{crít}} = \frac{n_b}{n_a}$$

El ángulo crítico depende de los índices de refracción de los medios involucrados

