

Tecnologías de Telecomunicaciones. Temas de Física.

Clase 2

Definición de Telecomunicaciones (ITU). Conceptos teoría ondulatoria. Onda como transporte de energía. Propagación en un medio. Ondas mecánicas y electromagnéticas. Polarización. Reflexión y refracción. Reflexión total interna. Reflexión total interna aplicada en fibra óptica.

Algo de la historia de las telecomunicaciones

Definición preliminar

Una telecomunicación es toda **transmisión** y **recepción** de señales de cualquier naturaleza, típicamente electromagnéticas, que contengan algún tipo de **información** (sonidos, imágenes, o cualquier tipo de datos en general), que se desee comunicar **a cierta distancia**.



Algo de historia de las telecomunicaciones

ITU

Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT para nosotros)

La UIT es la organización intergubernamental más antigua del mundo, con una historia que se remonta hasta 1865, fecha de la invención de los primeros sistemas telegráficos, como la **Unión Telegráfica Internacional**.

Se creó para controlar la interconexión internacional de estos sistemas de telecomunicación pioneros.

Algo de la historia de las telecomunicaciones

Definición de UIT sobre telecomunicaciones

“Toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos o informaciones de cualquier naturaleza por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnético.”

La telecomunicación en la historia

- Comunicación óptica (primitiva)
- Cables telegráficos y modos “primitivos” de datos
- Teléfonos por cable
- Cables submarinos (hoy es el 90% de internet en el mundo)
- Transmisión inalámbrica con ondas EM (RF)
- Transmisión por satélite
- La creación del láser: la evolución de la óptica
- Electrónica avanzada: se aplicó a todo
- La fibra óptica
- Los enlaces en RF, microondas y ópticos

La telecomunicación incluye muchas tecnologías como:

- la radio
- televisión
- teléfono y telefonía móvil
- comunicaciones de datos
- redes informáticas
- internet
- radionavegación o GPS
- telemetría

... pero volvemos al origen de la parte física

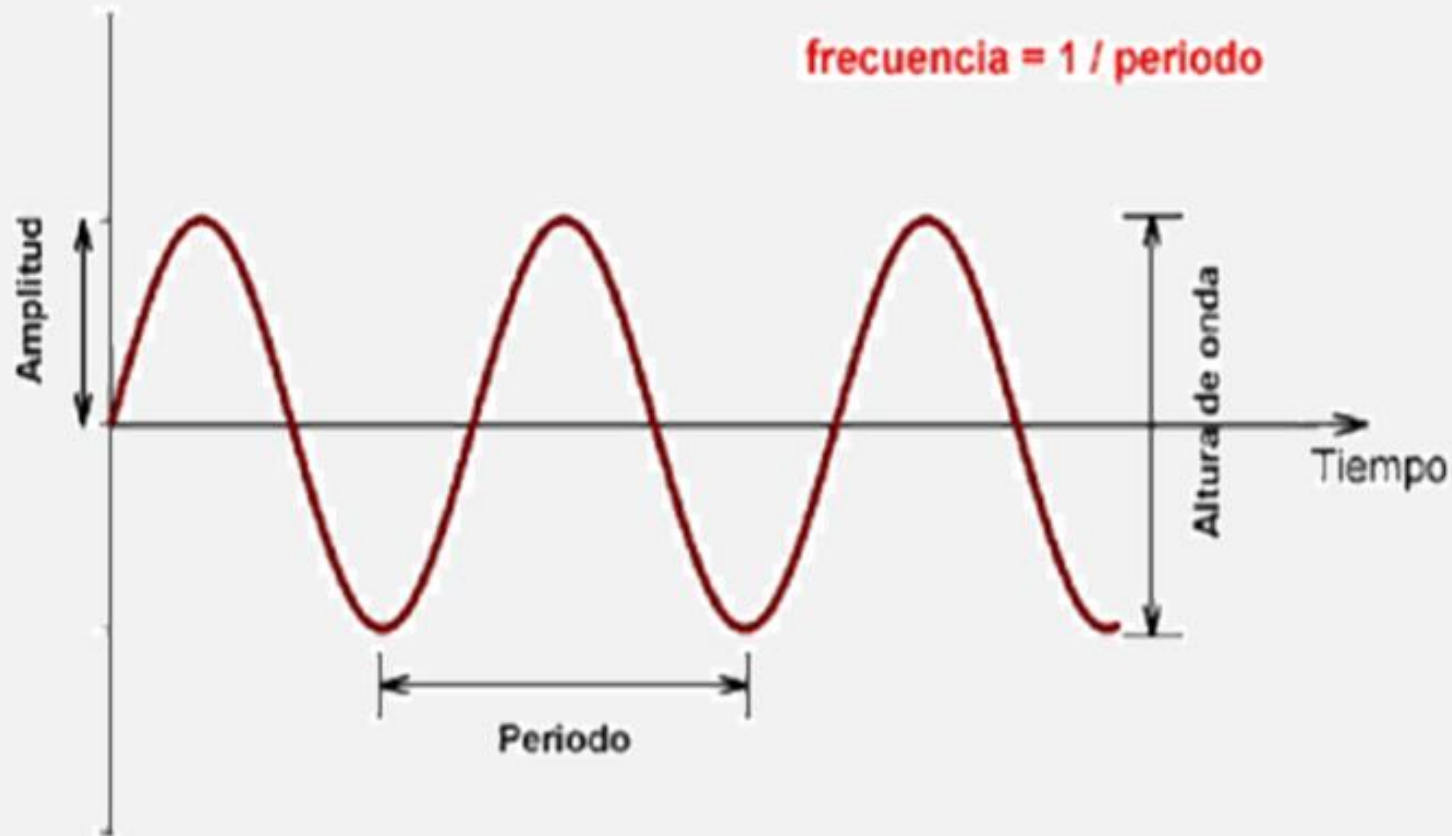
Ondas

¿Por qué utilizar ondas para comunicación?

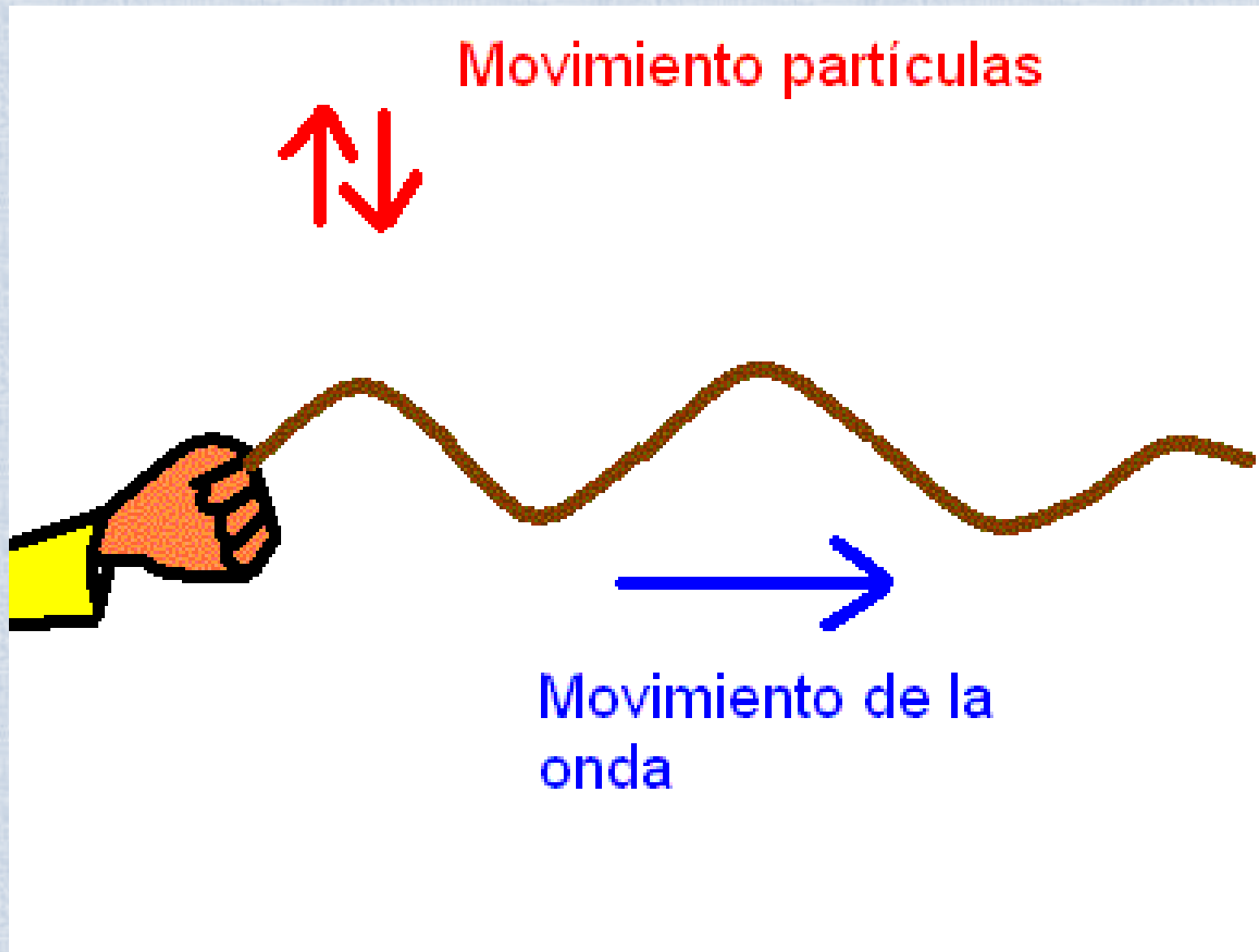
- Es una forma de transportar energía sin desplazamiento de materia de un lugar a otro.
- ... con alta velocidad
- ... e inclusive ni siquiera hace falta un medio de transporte

Ondas en general. Características y definiciones

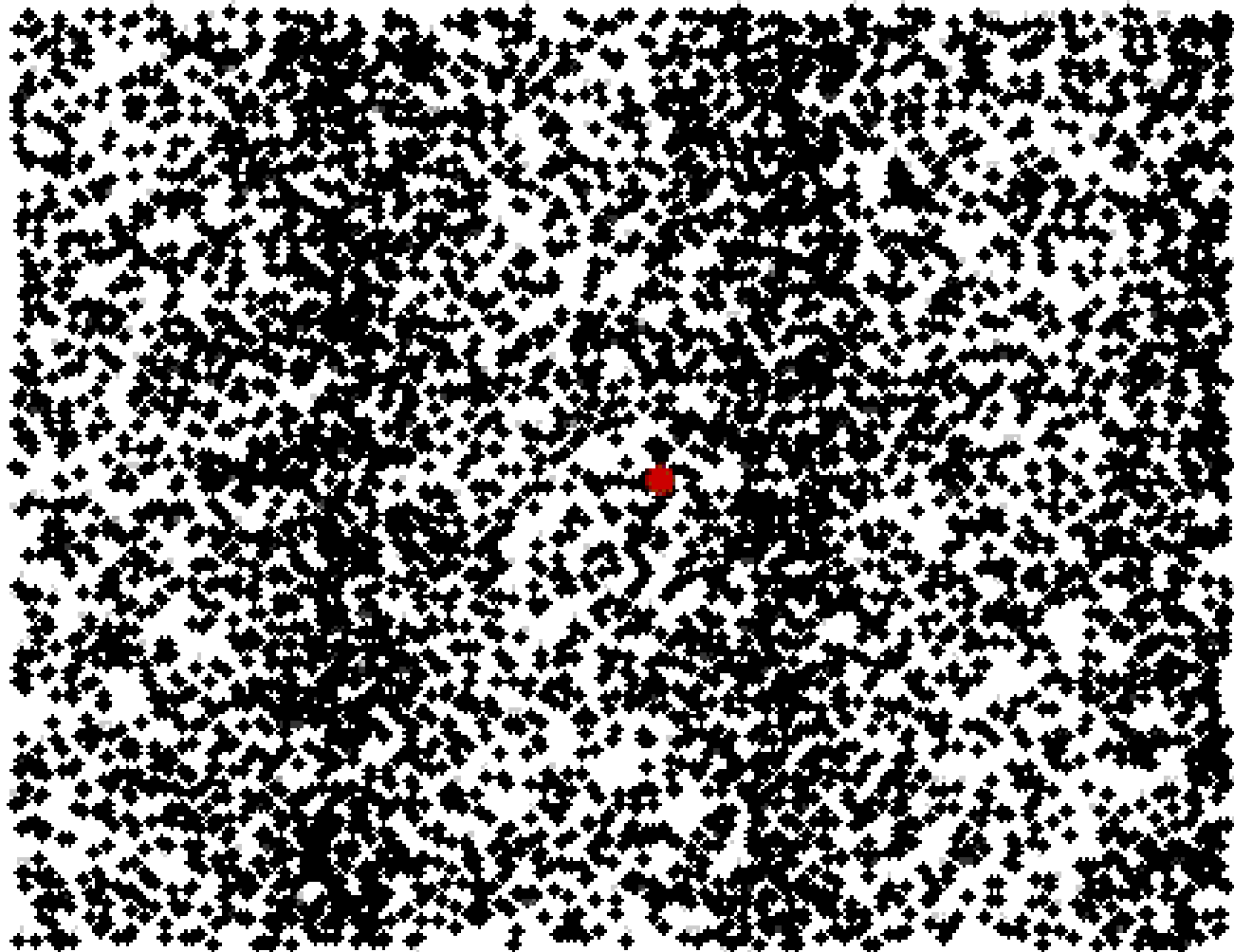
- Variaciones o perturbaciones producidas periódicamente
- Analizamos en función del tiempo,



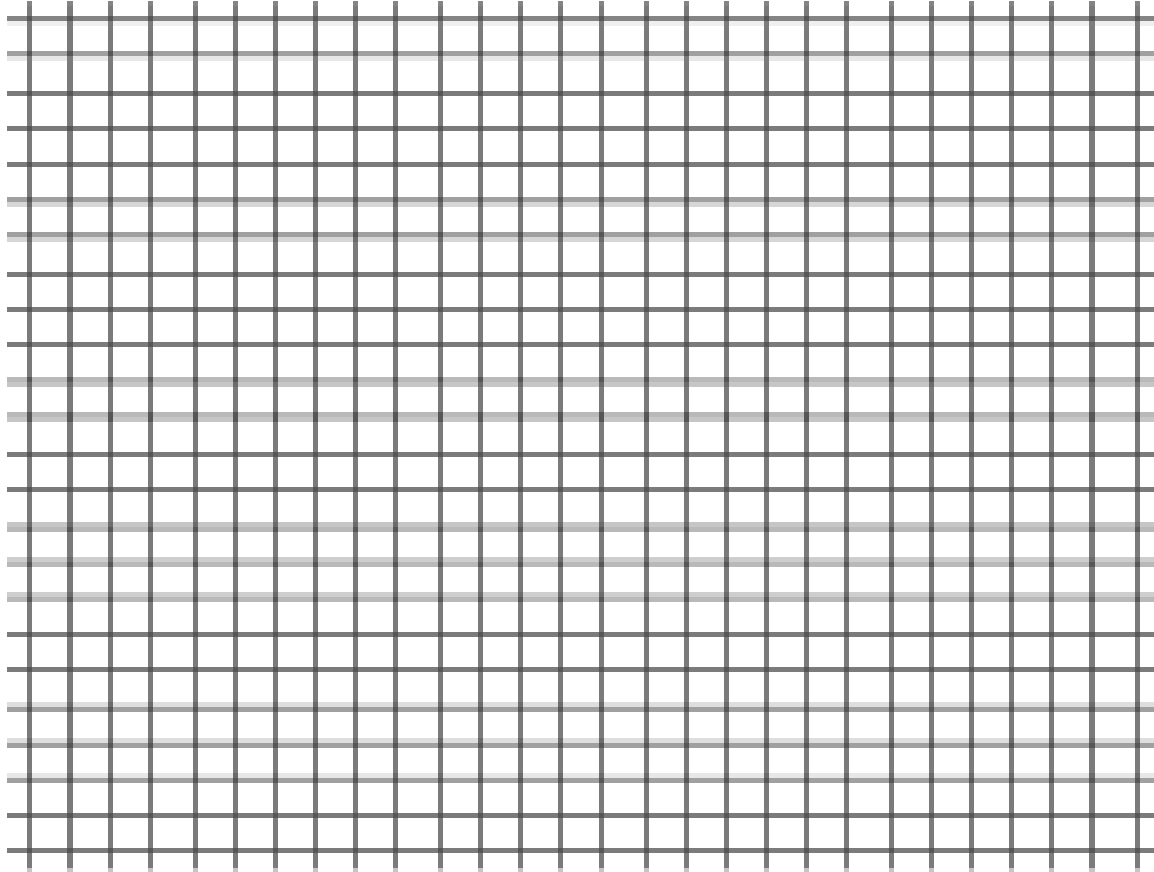
Ondas en general. Características y definiciones



Ondas mecánicas. Leves diferencias según medios.



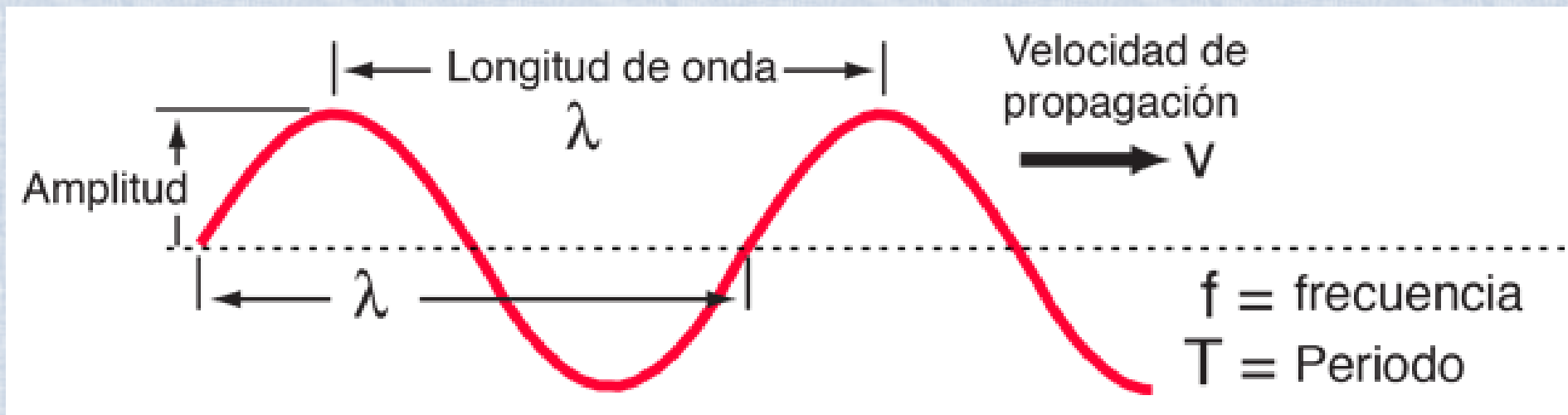
Ondas en general. Características y definiciones



Ondas en general. Características y definiciones

Cambiamos de magnitud en el eje x... sacamos una foto!!

... velocidad, frecuencia y longitud de onda



Ondas en general. Características y definiciones

Velocidad, frecuencia y longitud de onda

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

En donde,

λ : longitud de onda

v : velocidad de propagación

f : frecuencia

Ondas en general. Características y definiciones

Clasificación I

Ondas con medio: necesitan de un medio para la propagación. Ejemplo: ondas mecánicas

Ondas sin medio: no necesitan de un medio para la propagación. Ejemplo: ondas electromagnéticas

Ondas en general. Características y definiciones

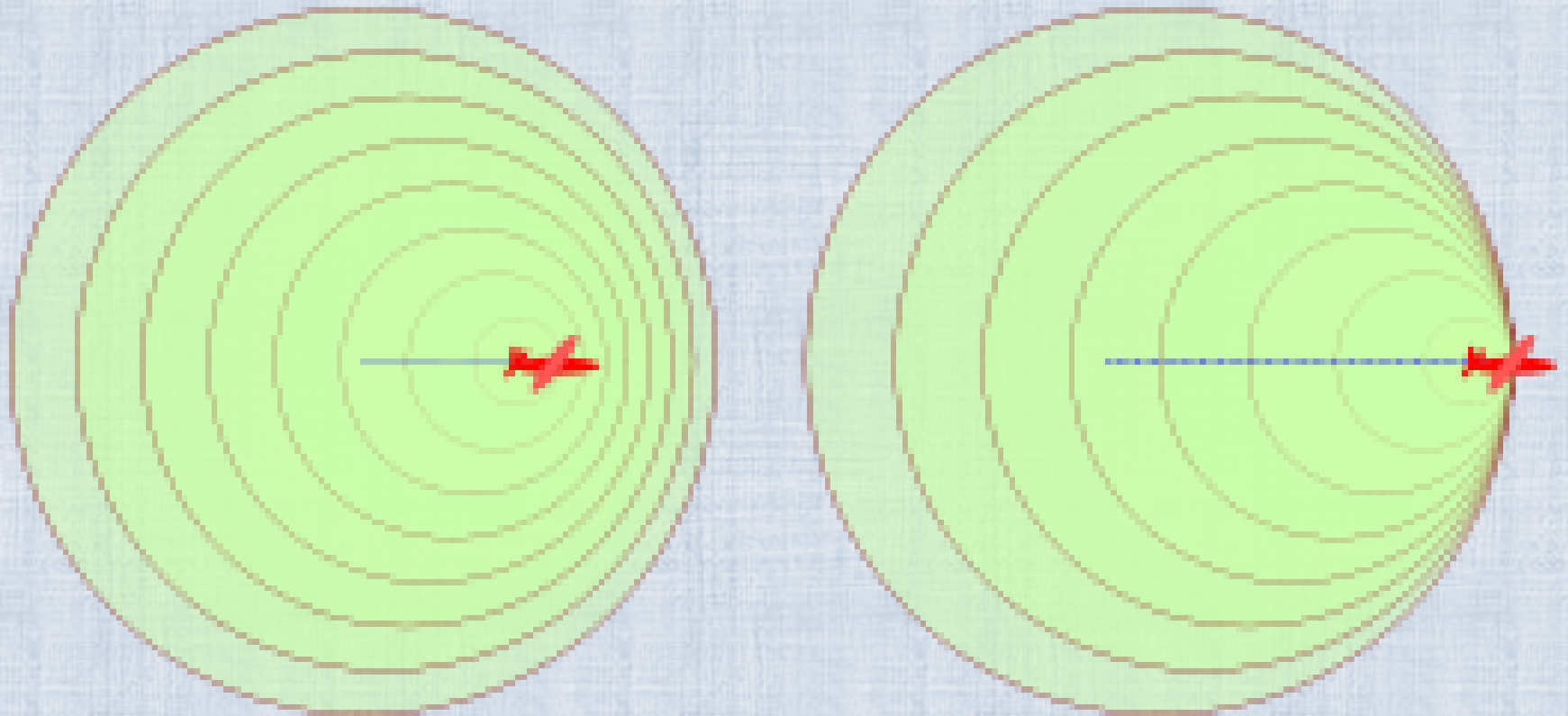
Clasificación II

Ondas longitudinales: las perturbaciones se producen en la misma dirección que la propagación.

Ondas transversales: las perturbaciones están en la dirección perpendicular a la dirección de la propagación.

Ondas en general. Características y definiciones

Ondas elásticas. Ondas materiales: sonido



Ondas en general. Características y definiciones

Clasificación II: Ondas longitudinales y transversales

Ejemplo: Ondas de sonido

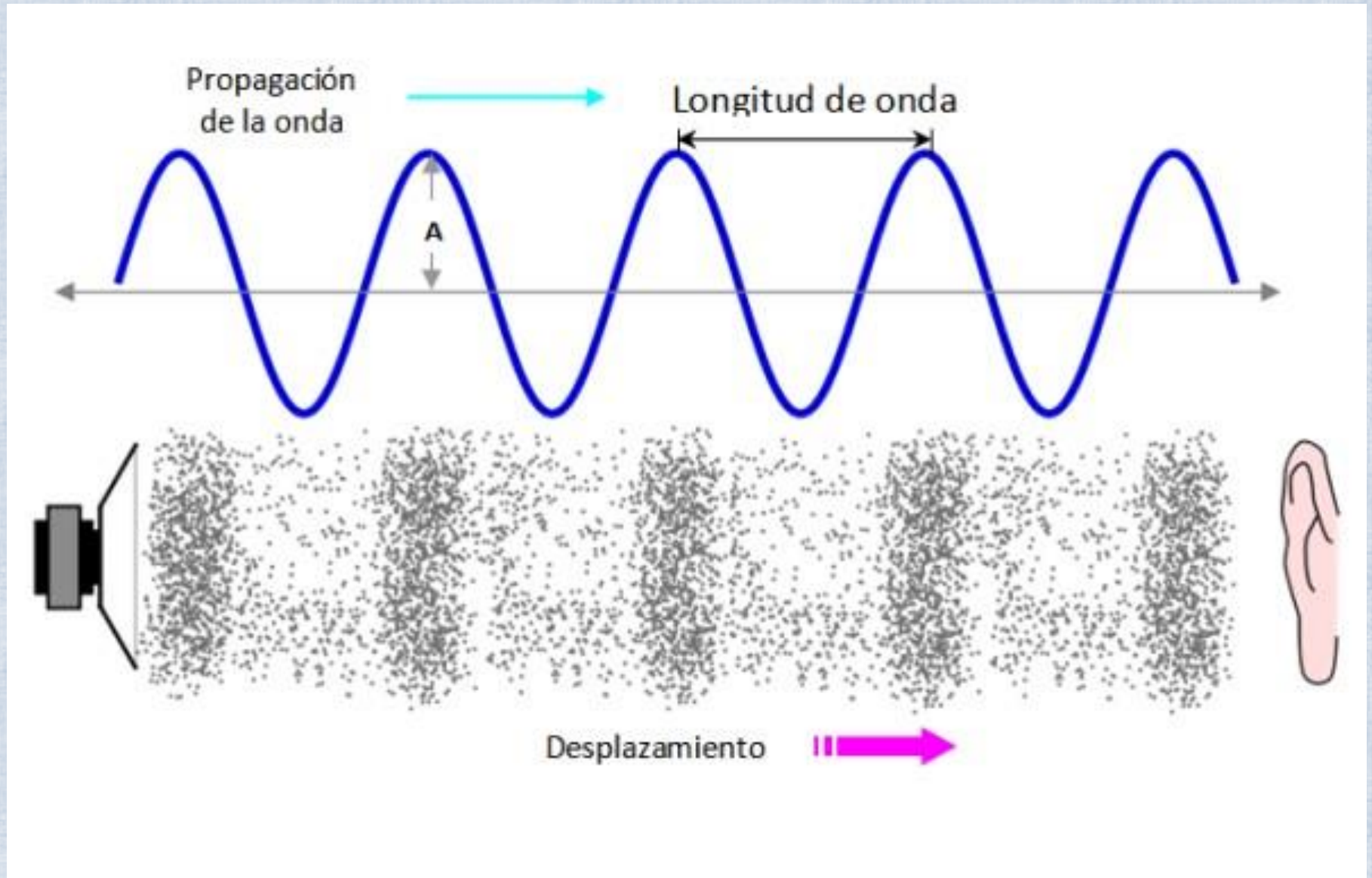
- Es una onda longitudinal
- Si se propaga en un medio elástico y continuo genera una variación local de **presión** o **densidad**, que se transmite en forma de onda esférica periódica o cuasiperiódica.
- Mecánicamente las ondas sonoras son un tipo de onda elástica.

Ondas de sonido son ondas longitudinales

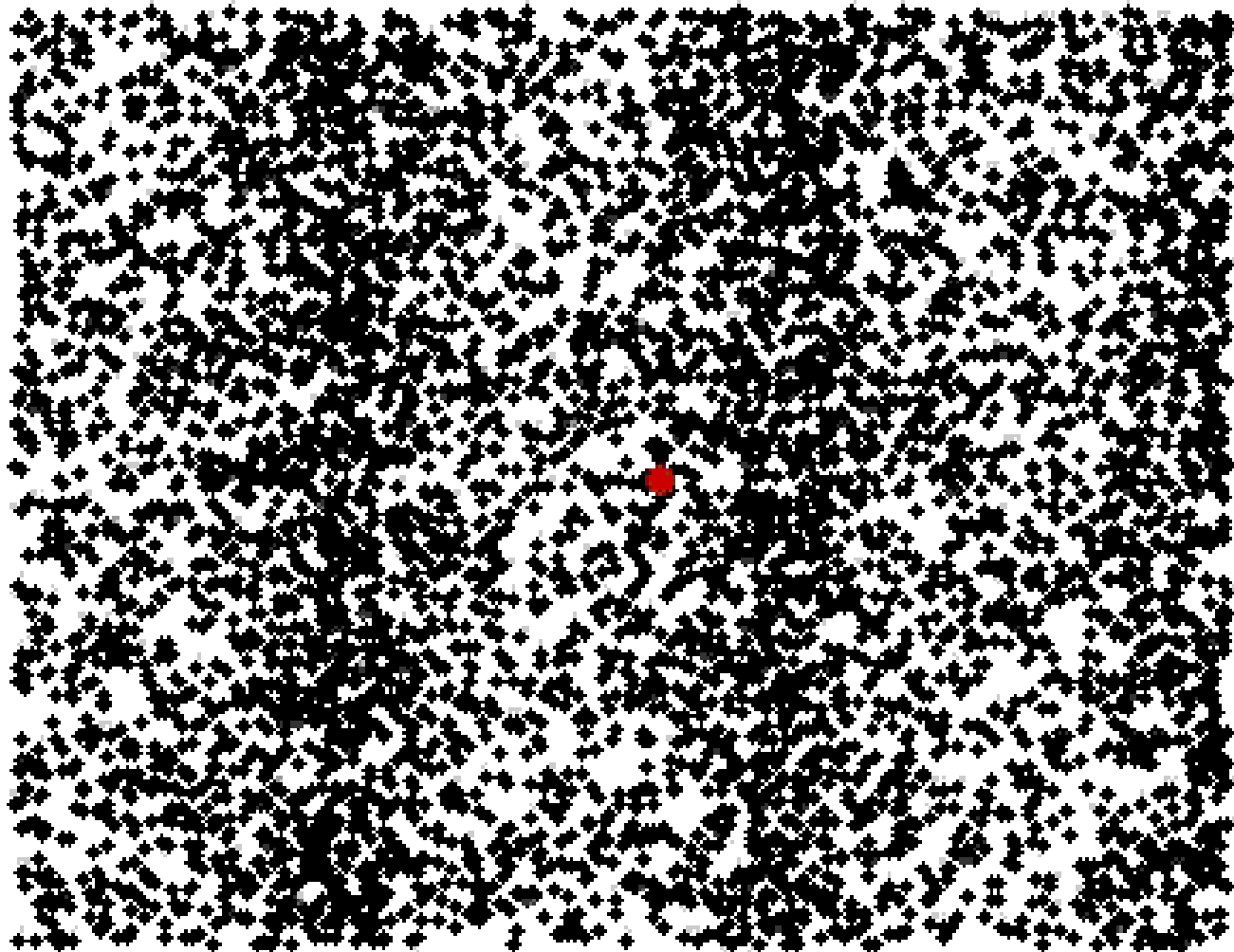
Variaciones de **presión** (o **densidad**) están dadas en la dirección de propagación



Ondas de sonido: onda longitudinal



Ondas de sonido... es una onda longitudinal



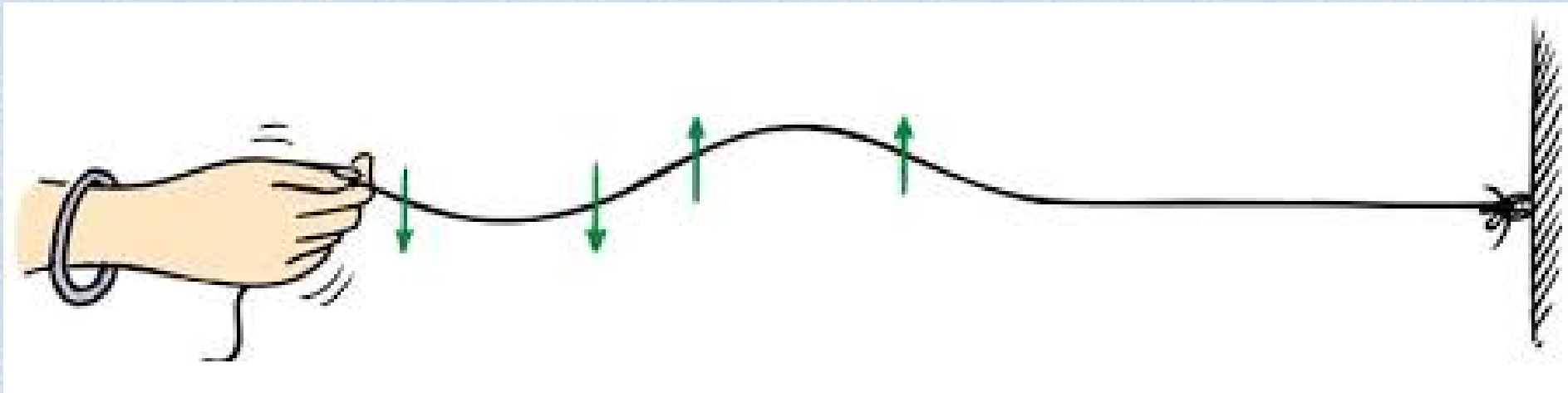
Ondas de sonido. Características

- El hercio (Hz) es la unidad que expresa la cantidad de vibraciones que emite una fuente sonora por unidad de tiempo (frecuencia).
- Se considera que el oído humano puede percibir ondas sonoras de frecuencias entre los 20 y los 20000 Hz.
- Las ondas que poseen una frecuencia inferior a la audible se denominan **infrasónicas** y las superiores **ultrasónicas**.

Clasificación II

Ondas transversales

La perturbación es **transversal** a la **dirección de la velocidad de propagación**



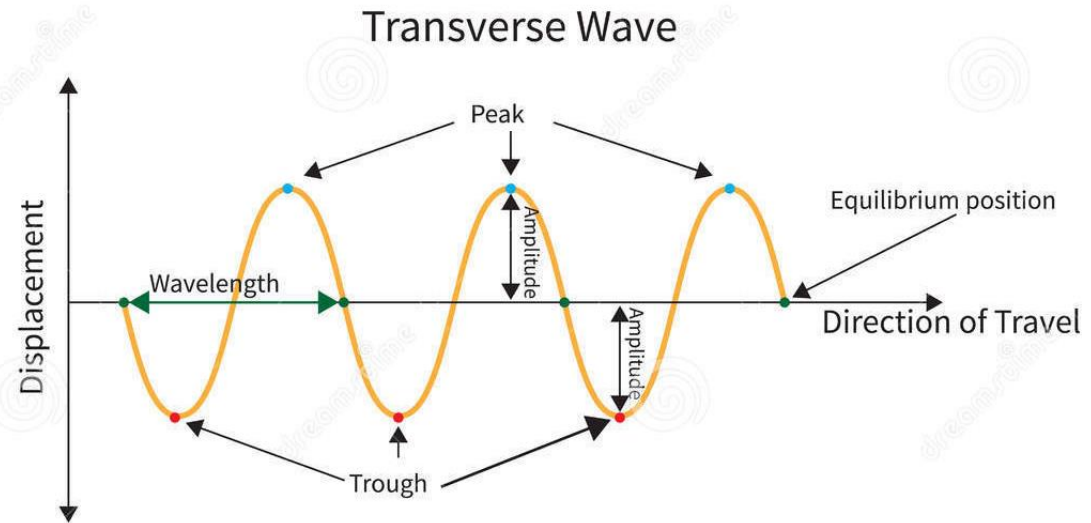
Clasificación II

Ondas transversales.

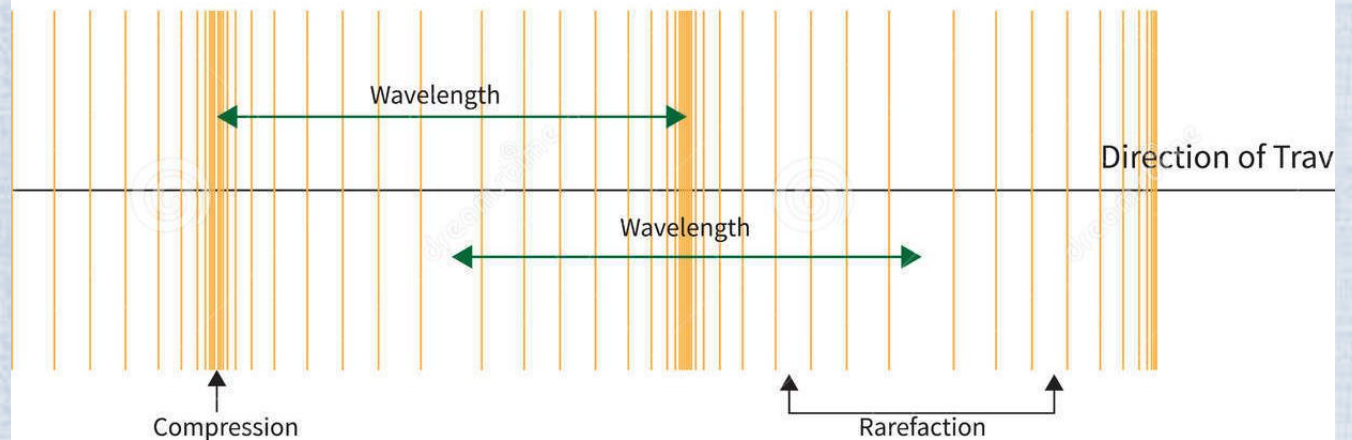
Ejemplos,

- Las olas del mar.
- Ondas de sismos.
- Las ondas de una cuerda de guitarra.
- Ondas electromagnéticas

Conclusión
hasta
acá...



Longitudinal Wave



Ondas electromagnéticas



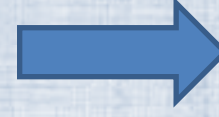
Ondas electromagnéticas

James
Maxwell
(1865)

Rudolf Hertz
(1880)

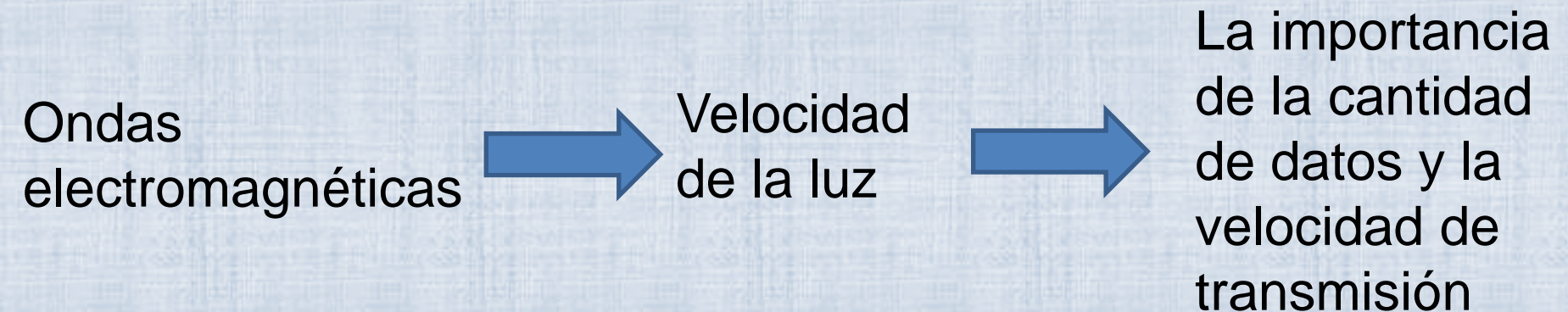


Ecuaciones
de Maxwell
reformuladas
(1880)



Propagación de
ondas
electromagnéticas:
Ondas hertzianas

Tecnología “moderna” en telecomunicaciones



Onda electromagnética

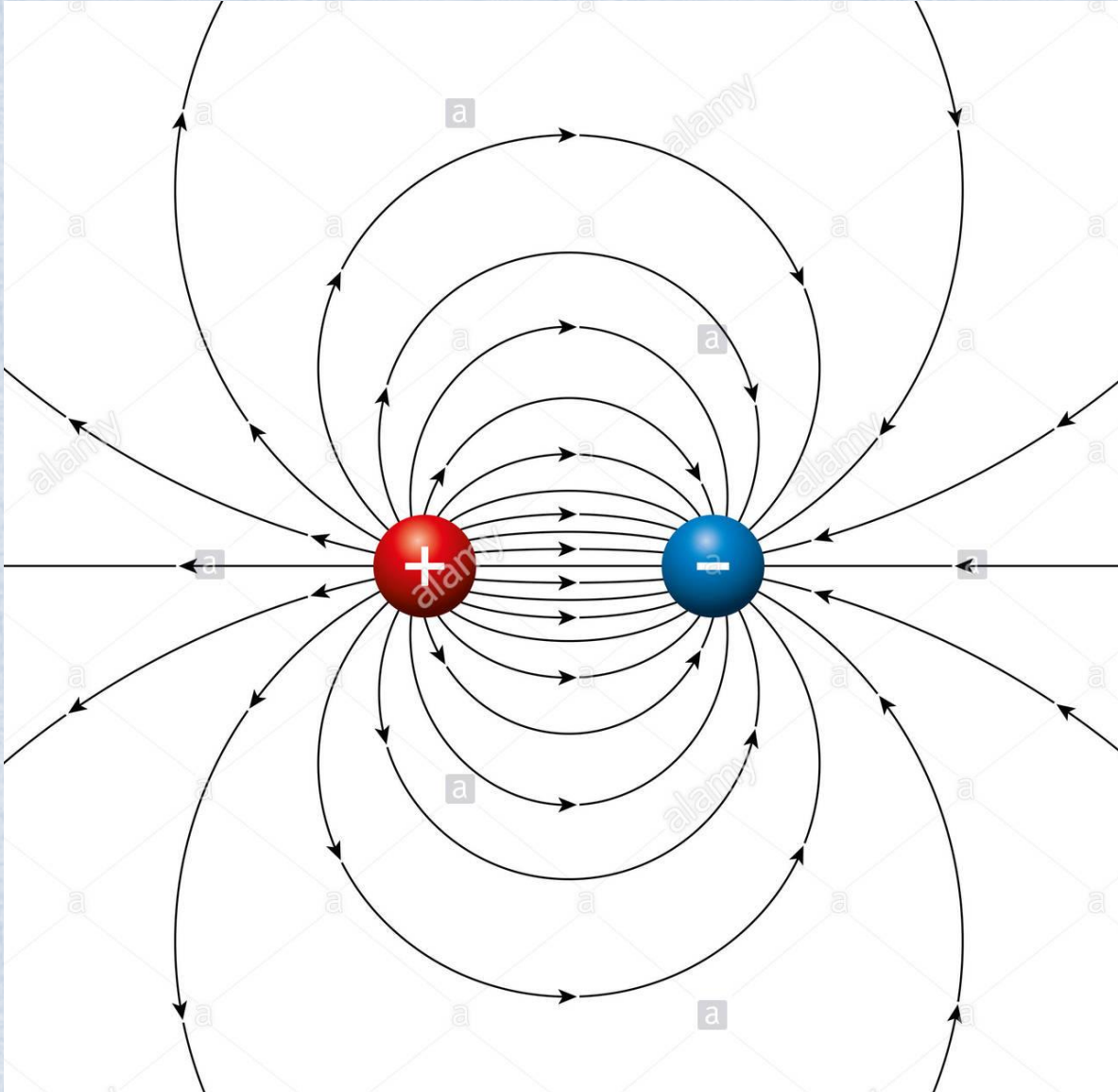
Una onda transversal muy especial,

- Soluciones a las ecuaciones de Maxwell
- No son ondas materiales
- Están producidas por variaciones de campos eléctricos asociados a campos magnéticos.
- Se propagan en el vacío
- Tiene la velocidad de la luz

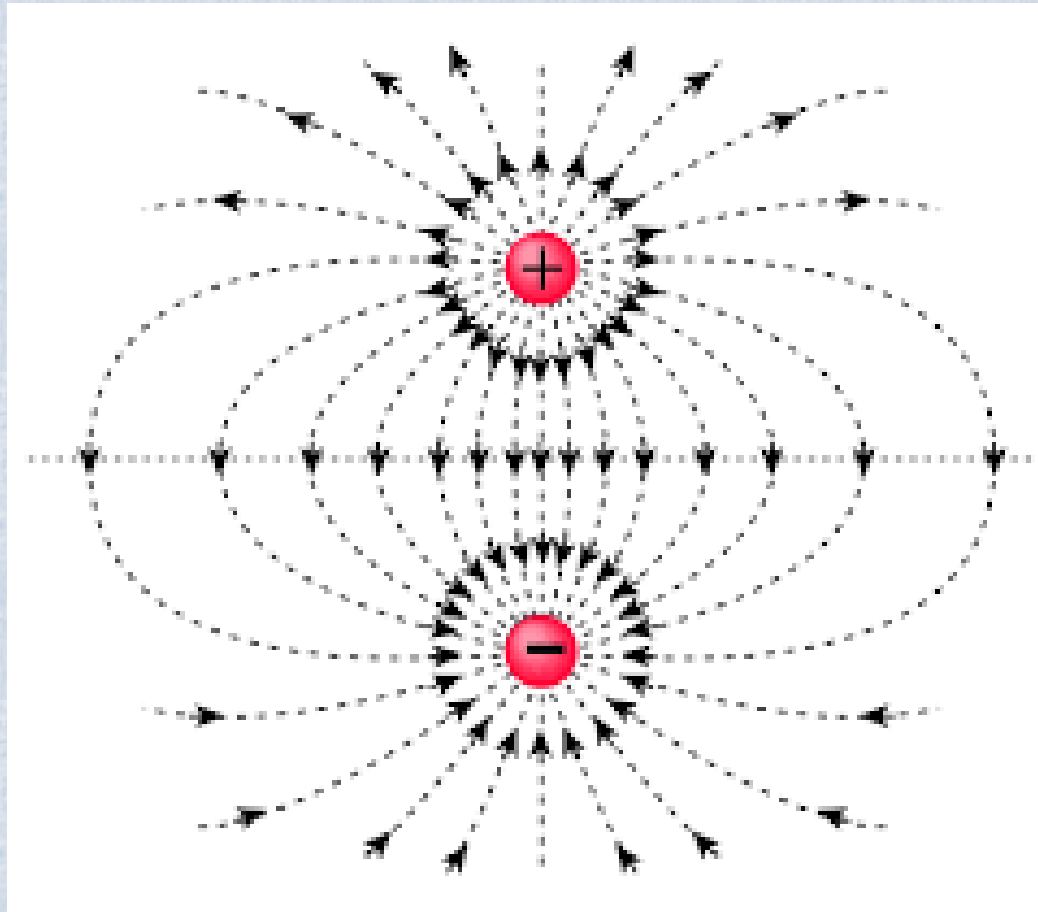
... porque la luz es una onda electromagnética!

Primero, ¿Qué es un campo eléctrico?

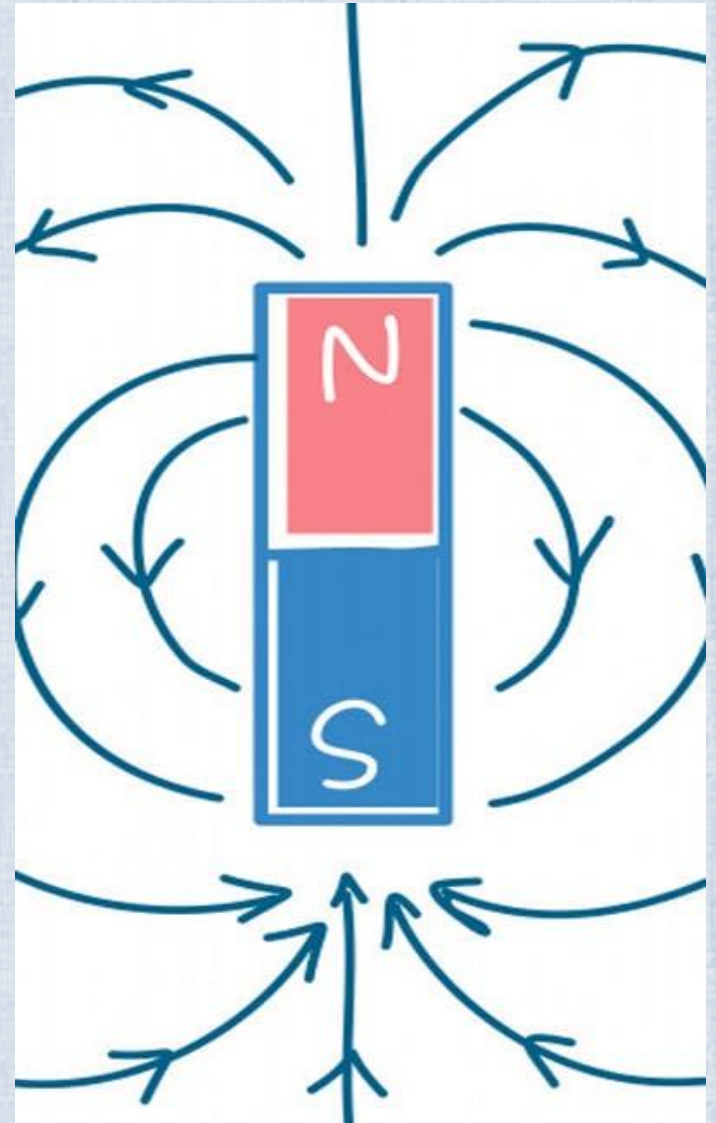
Campo eléctrico en un dipolo eléctrico



Primero, ¿Qué son los campos?
Campos eléctricos y magnéticos

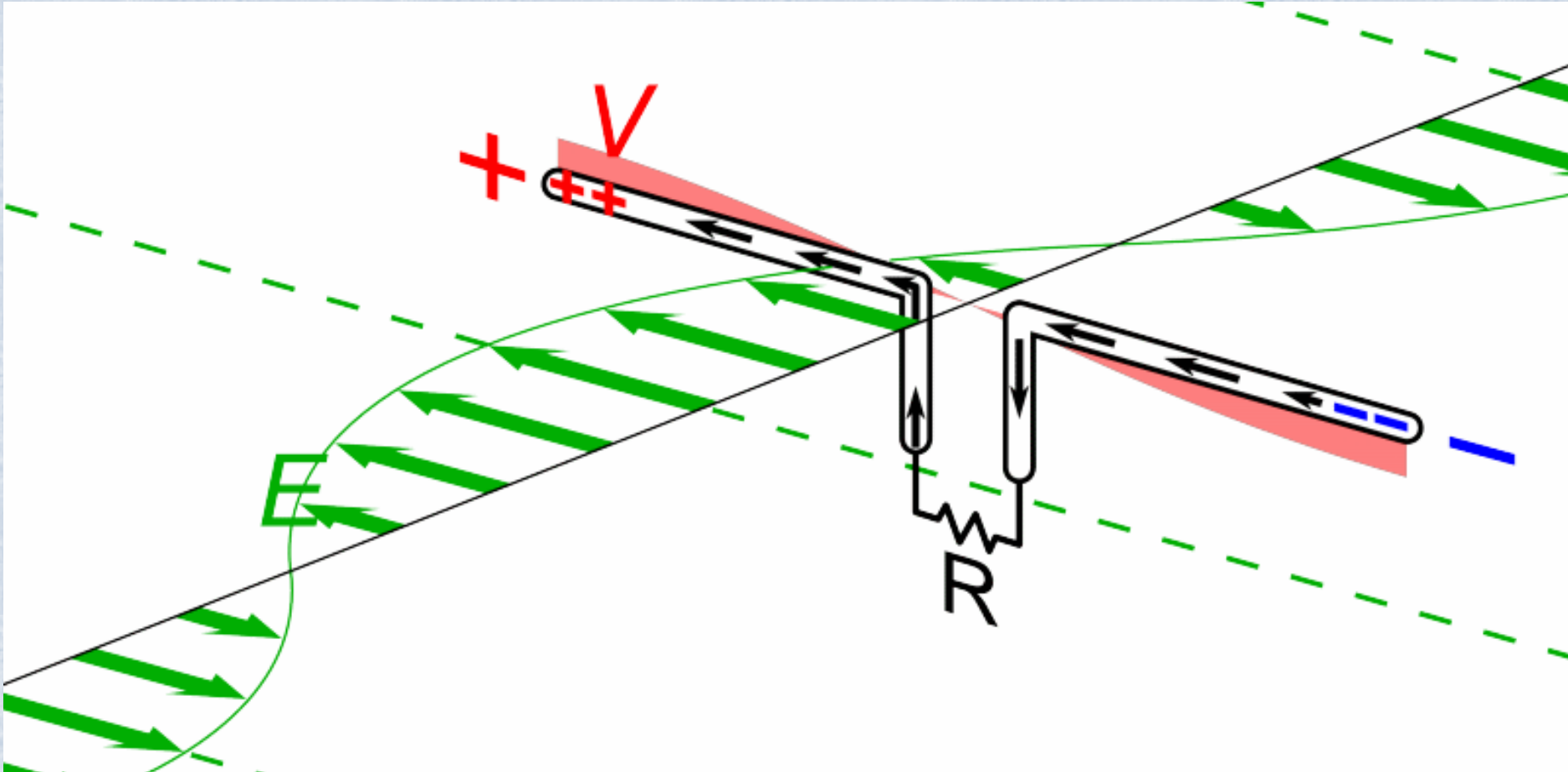


Campo eléctrico



Campo magnético

Como generar un campo magnético variable



Ver animación en

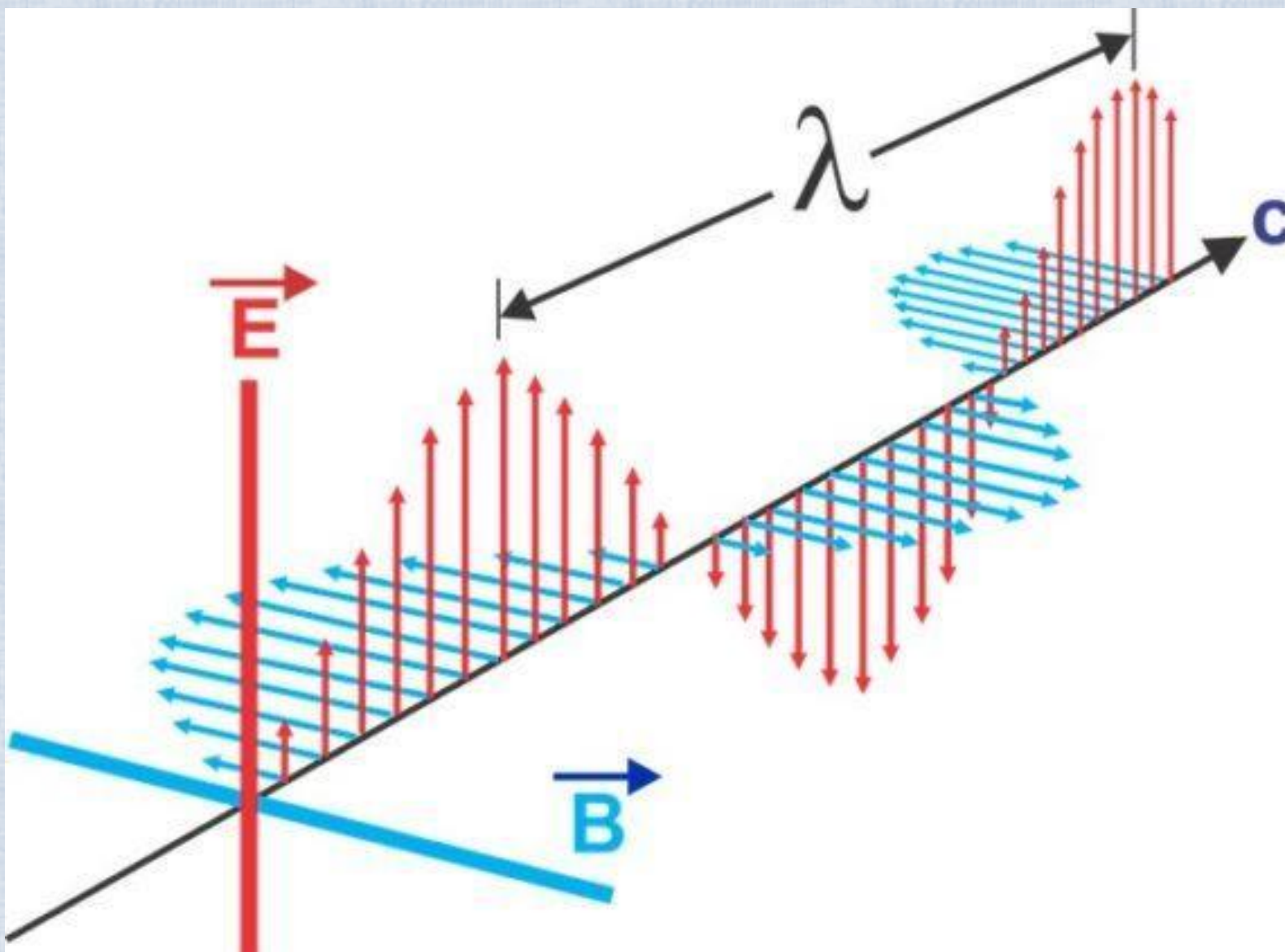
[https://es.wikipedia.org/wiki/Dipolo_\(antena\)#/media/Archivo:Dipole_receiving_antenna_animation_6_800x394x150ms.gif](https://es.wikipedia.org/wiki/Dipolo_(antena)#/media/Archivo:Dipole_receiving_antenna_animation_6_800x394x150ms.gif)

¿Qué descubrió Maxwell?

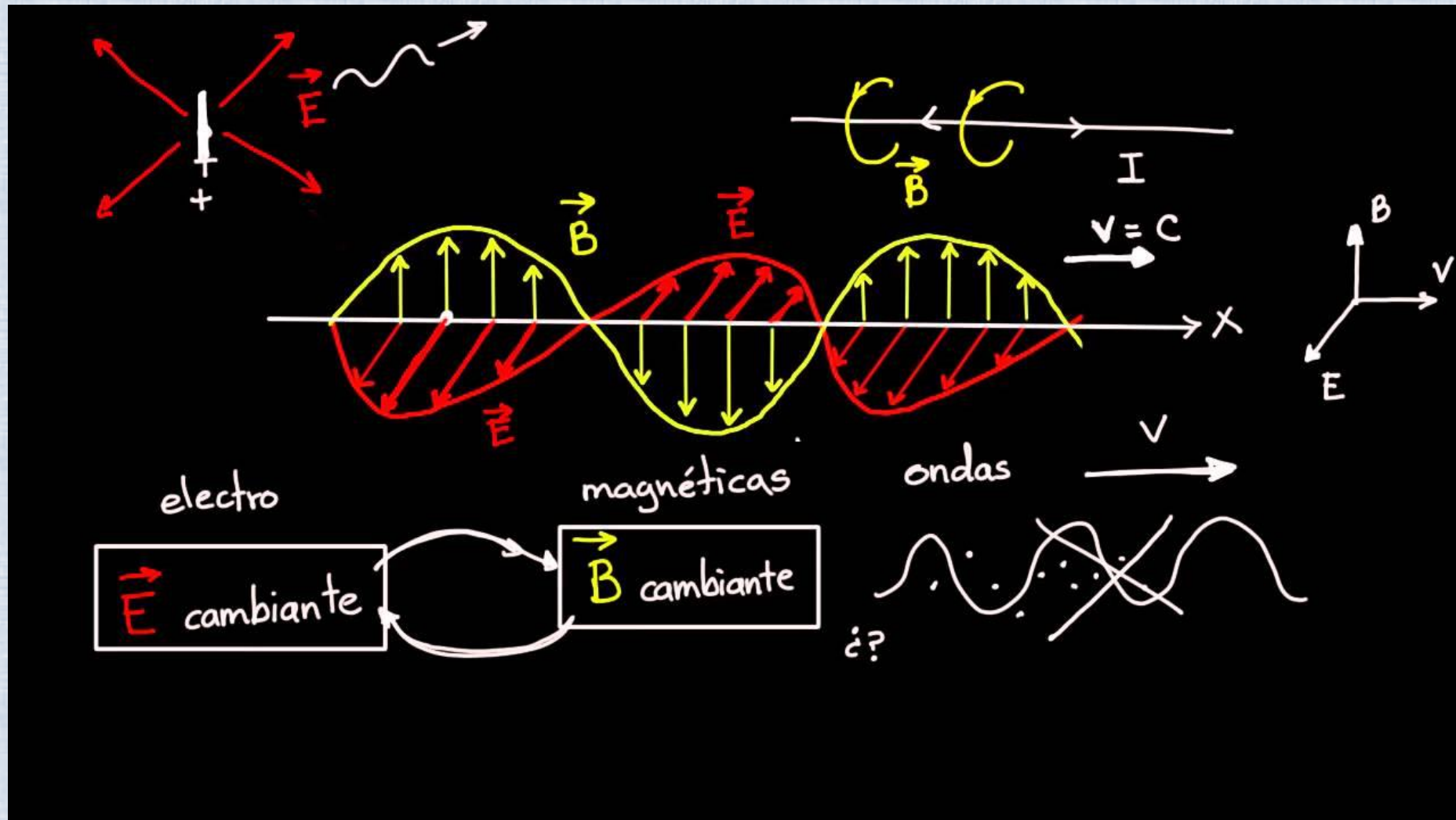
Una variación de campo eléctrico en el tiempo (E) lleva asociado una variación de campo magnético (B).

- ... y viceversa!!!
- ... y como si fuera poco, están acoplados formando una ecuación de onda!!

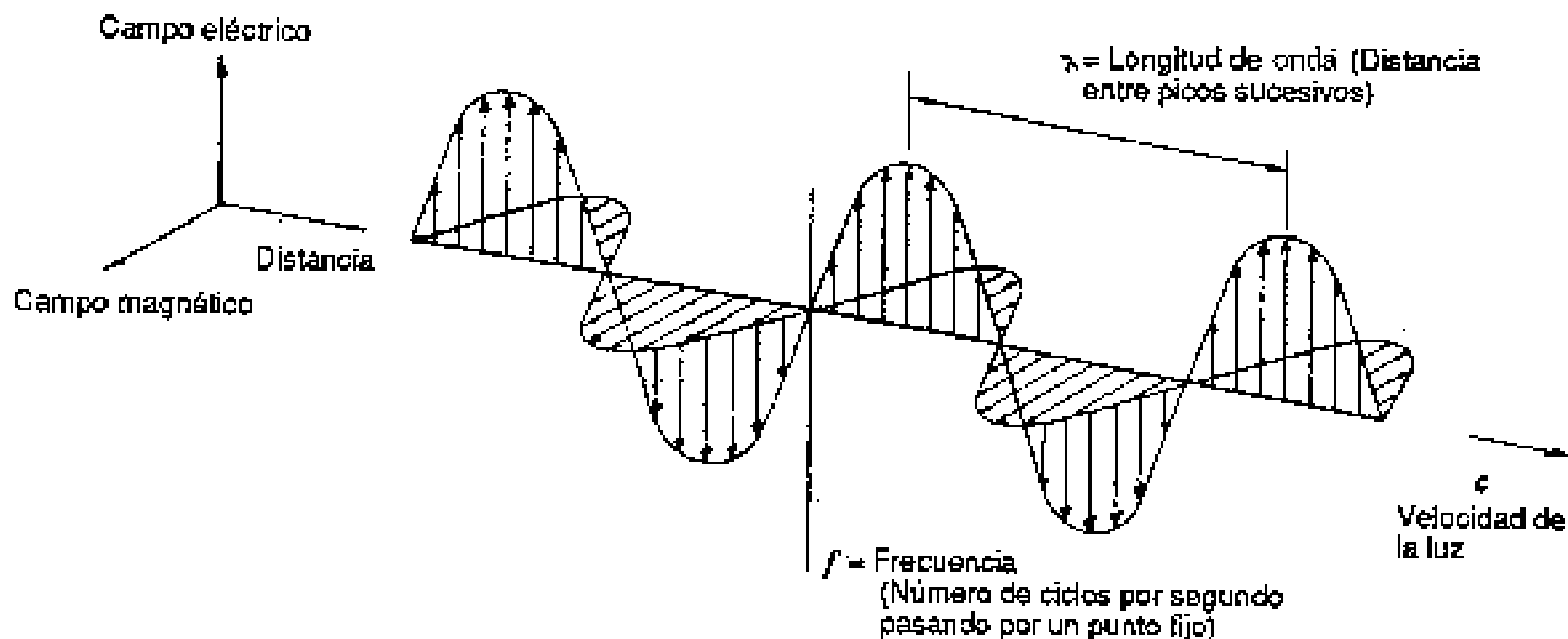
Ondas EM... de la forma más simple

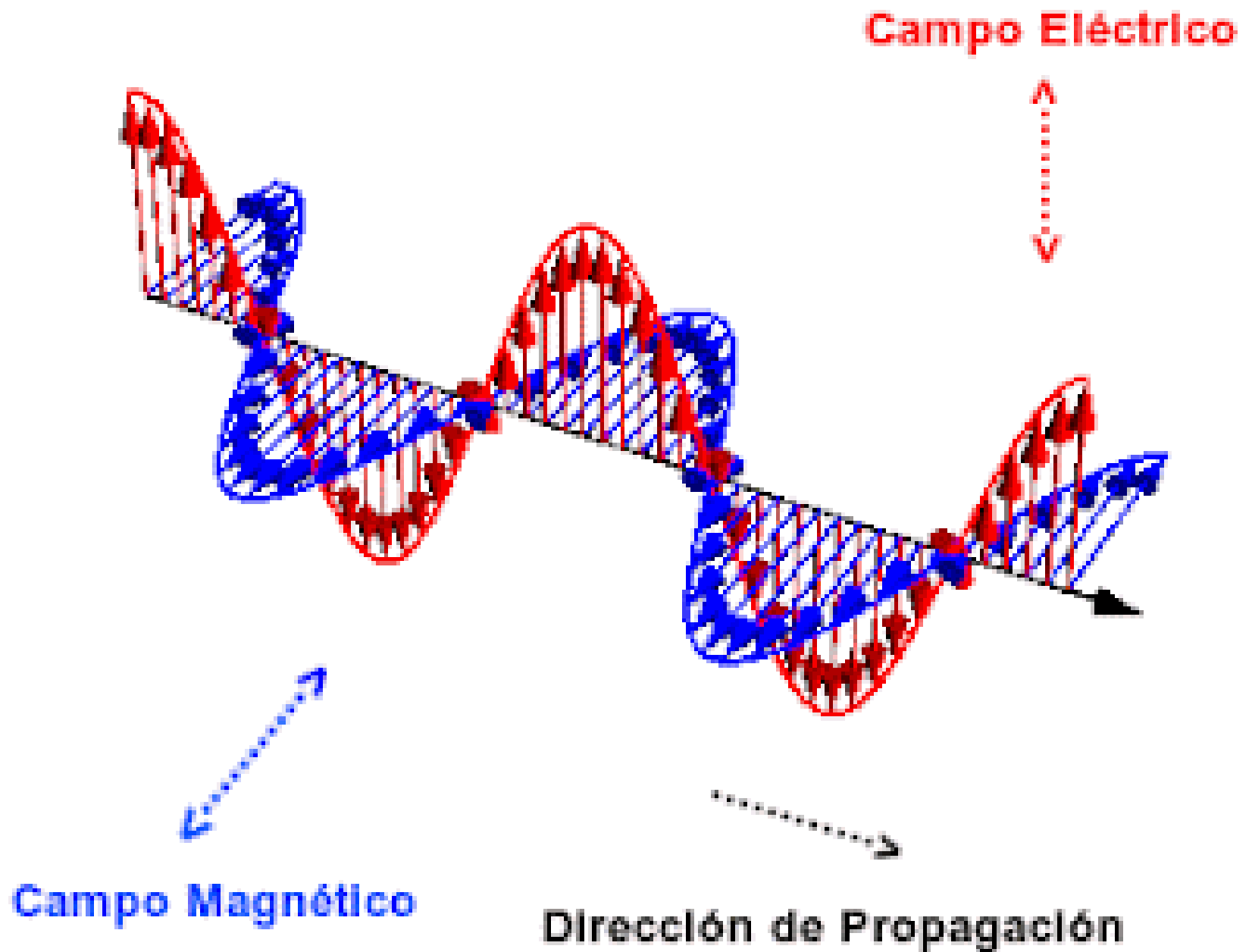


Ondas EM... de la forma más simple posible!



Ondas EM... de la forma más simple posible!





Onda electromagnética

Velocidad, frecuencia y longitud de onda

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

En donde,

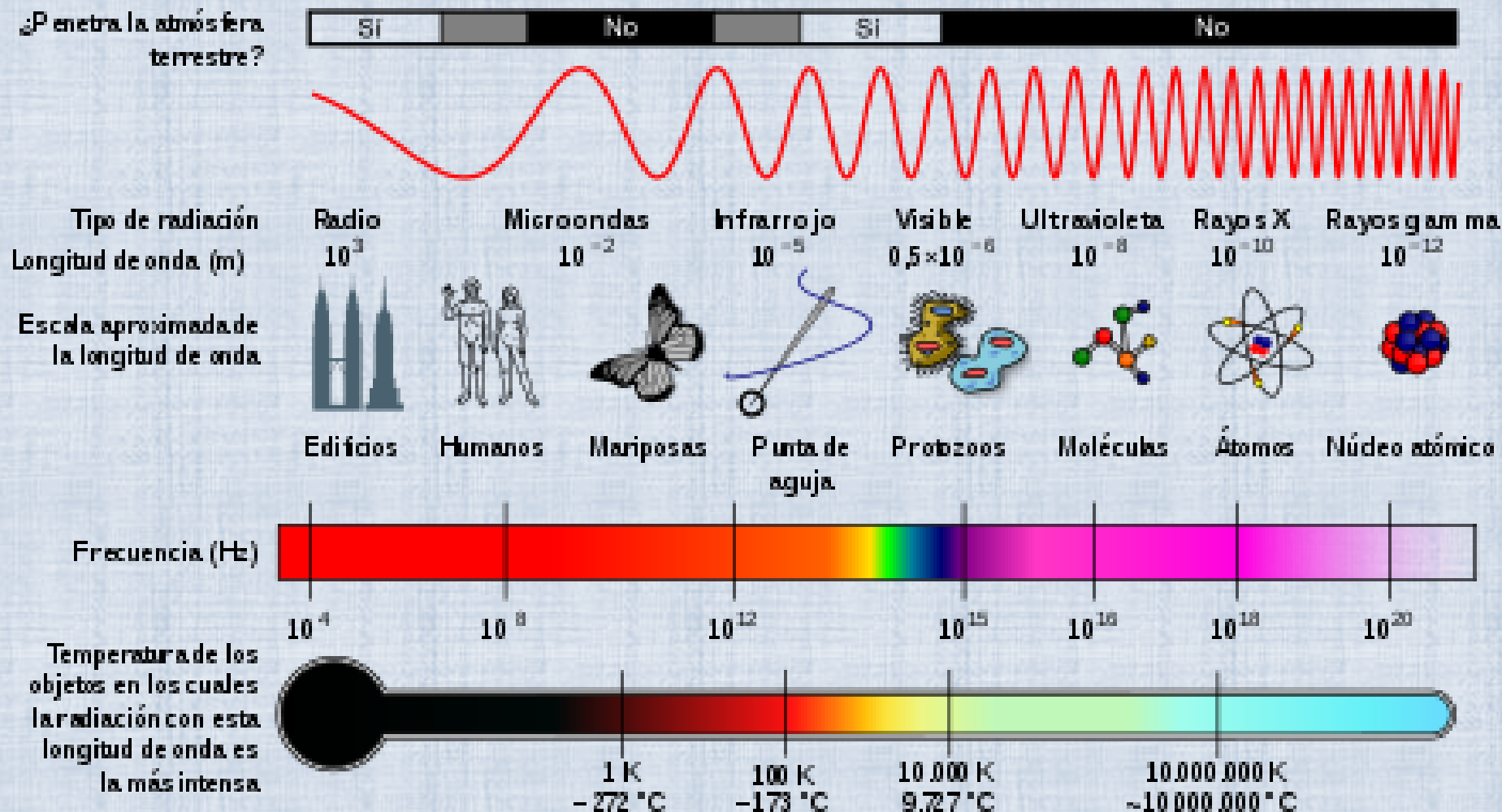
λ : longitud de onda

v : velocidad de la luz (depende del medio)

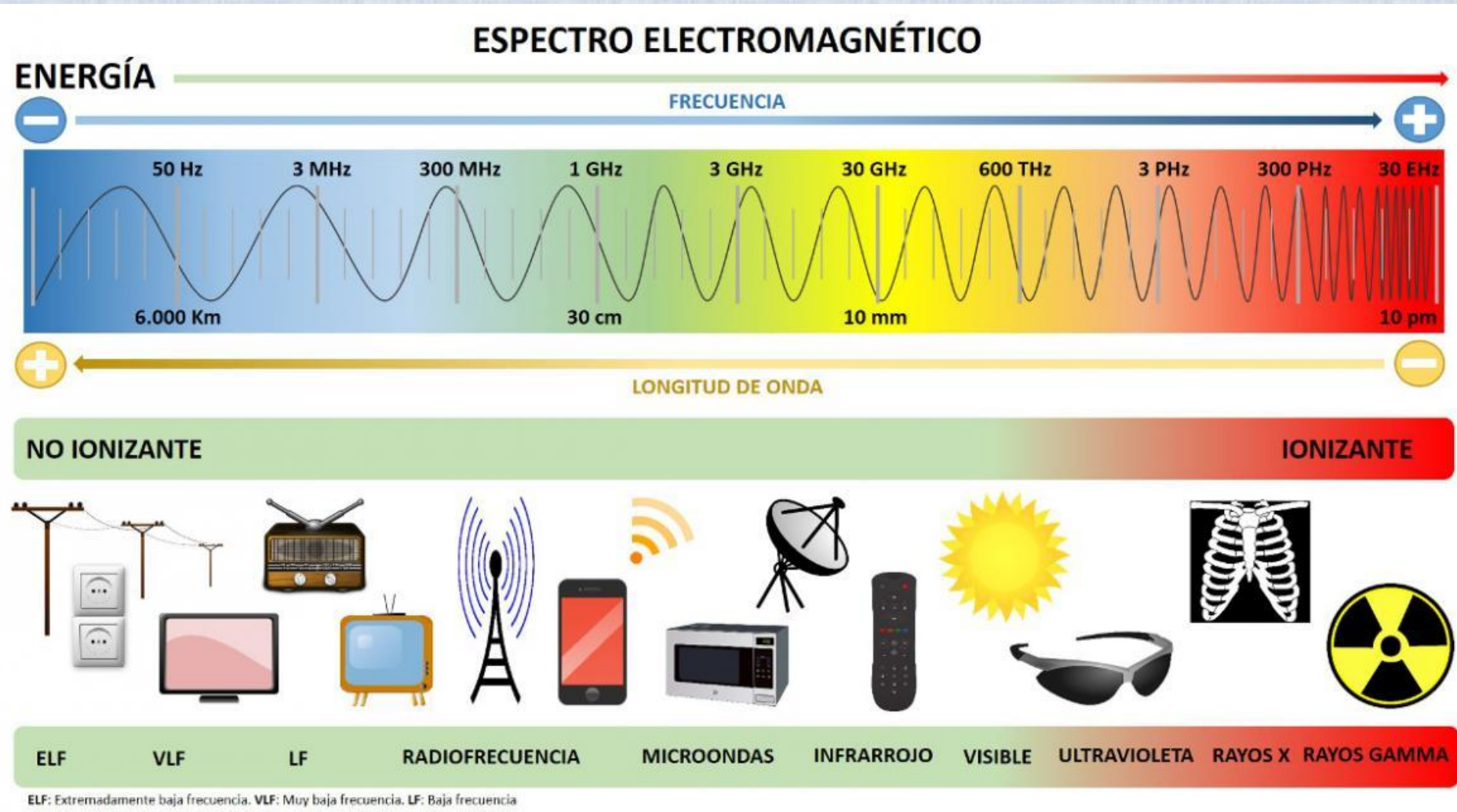
f : frecuencia

En el vacío ($v = c$), la velocidad de la luz es de 300000 km/s

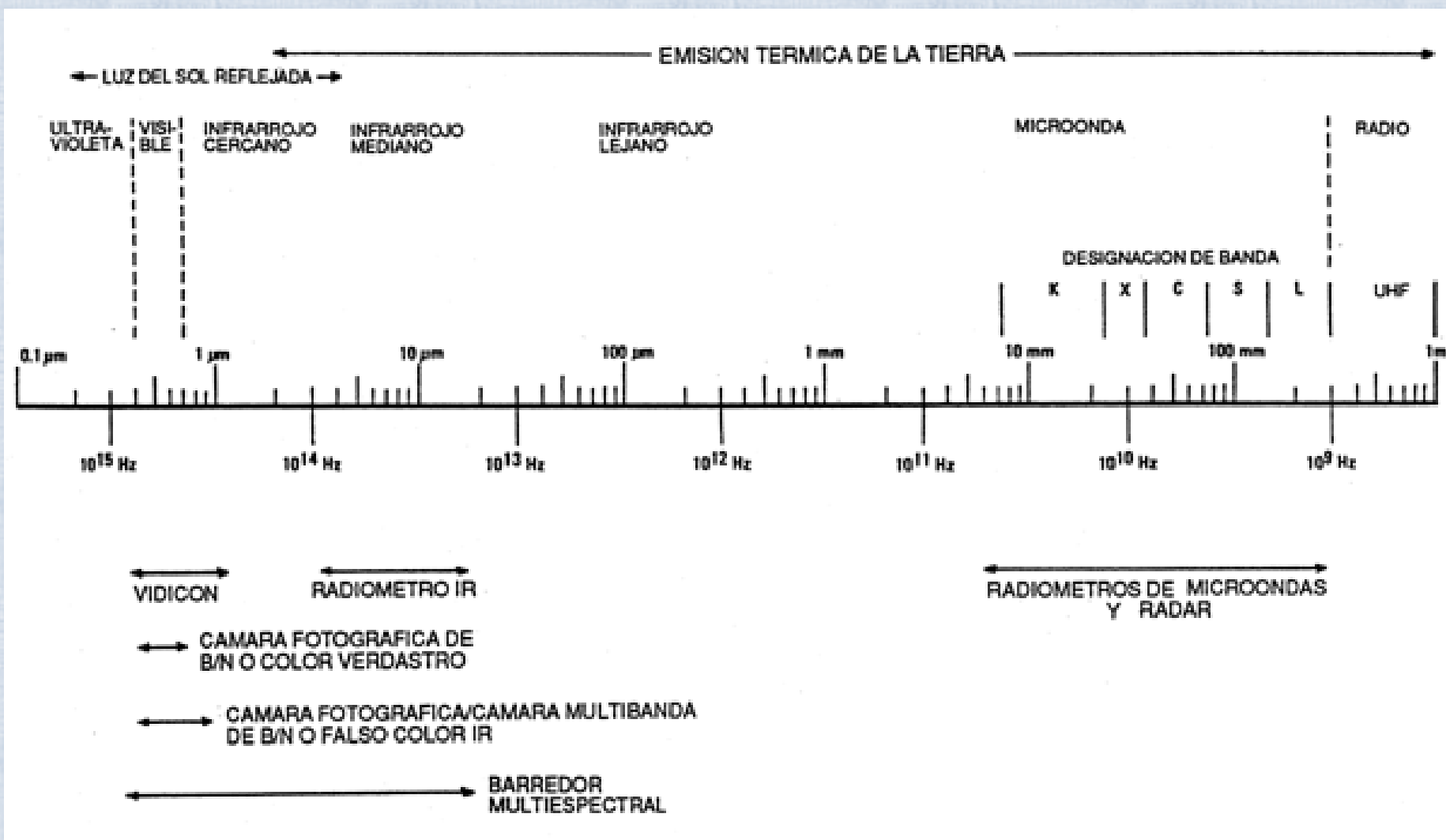
Ondas EM: espectro electromagnético.



Ondas EM: espectro electromagnético.



Ondas EM: espectro electromagnético.

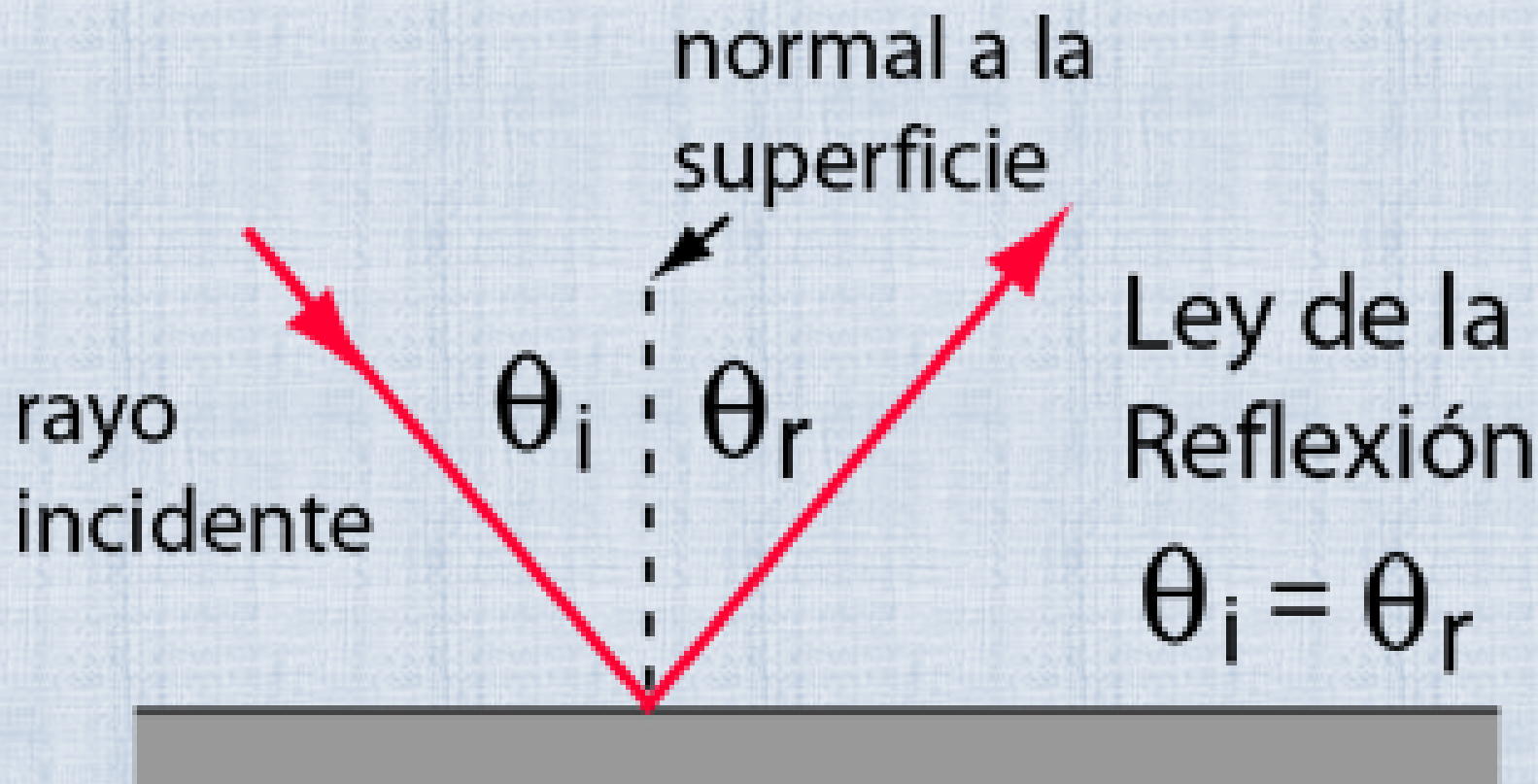


Ondas electromagnéticas y la interacción con el medio

- Reflexión
- Refracción
- Reflexión total interna
- Interferencia

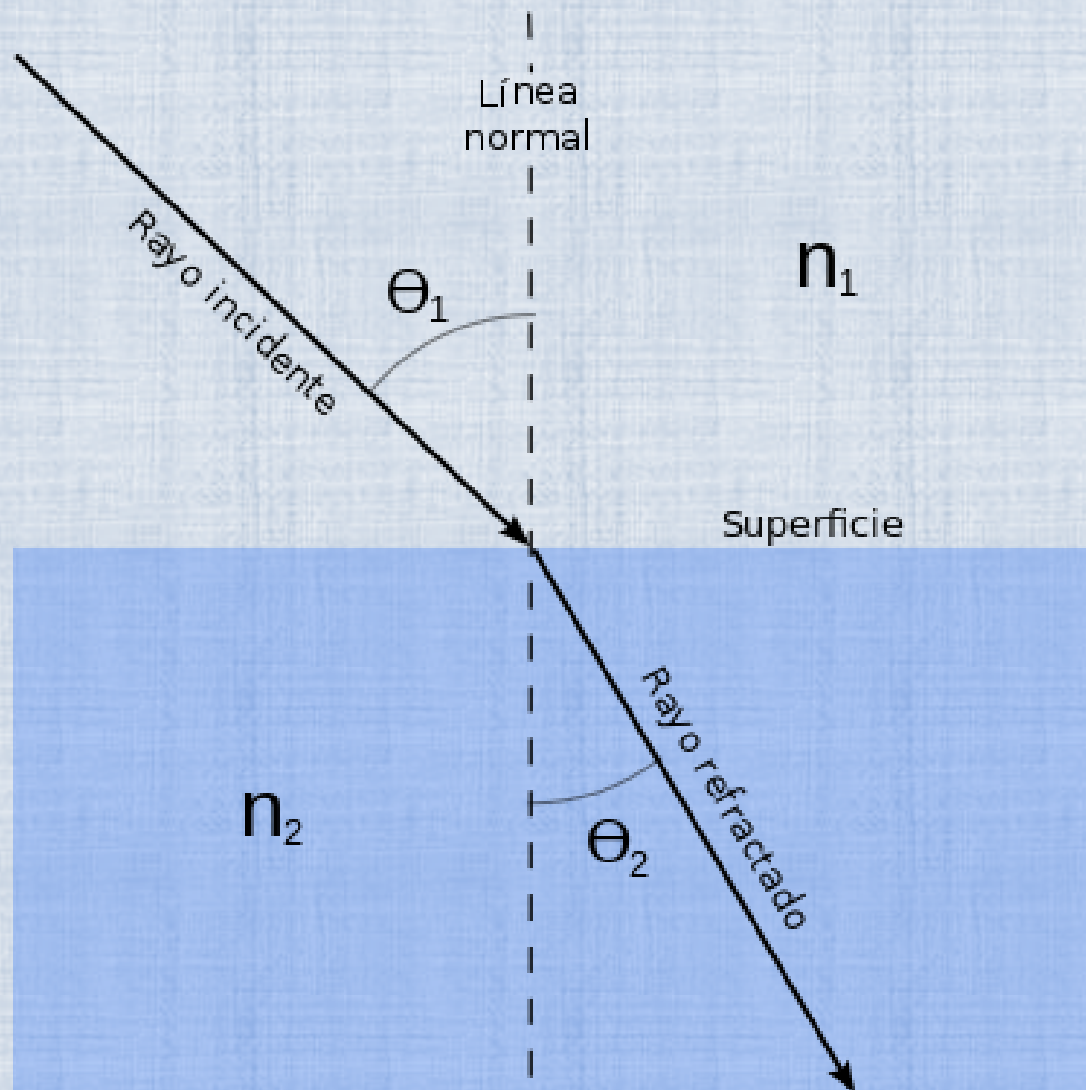
Fenómenos con una onda electromagnética.

Reflexión: Principio de Fermat



Fenómenos con una onda electromagnética.

Refracción. Ley de Snell



Refracción. Ley de Snell

- La velocidad una onda EM **es diferente en cada medio.**
- Definimos **índice de refracción (n)**

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

en donde,

n : índice de refracción del medio

c : velocidad de la luz en el vacío

v : velocidad de la luz en el medio en que se propaga (en estudio)

Refracción. Ley de Snell

En este caso la onda traspasa una interfase que separa dos medios diferentes, se produce una desviación que dependerá de,

- El ángulo de incidencia
- Los índices de refracción de cada medio (n_i)

Refracción. Ley de Snell

medio
rápido

(índice de refracción
más pequeño)

medio
lento

b

B

θ_2

θ_1

n_1

n_2

A

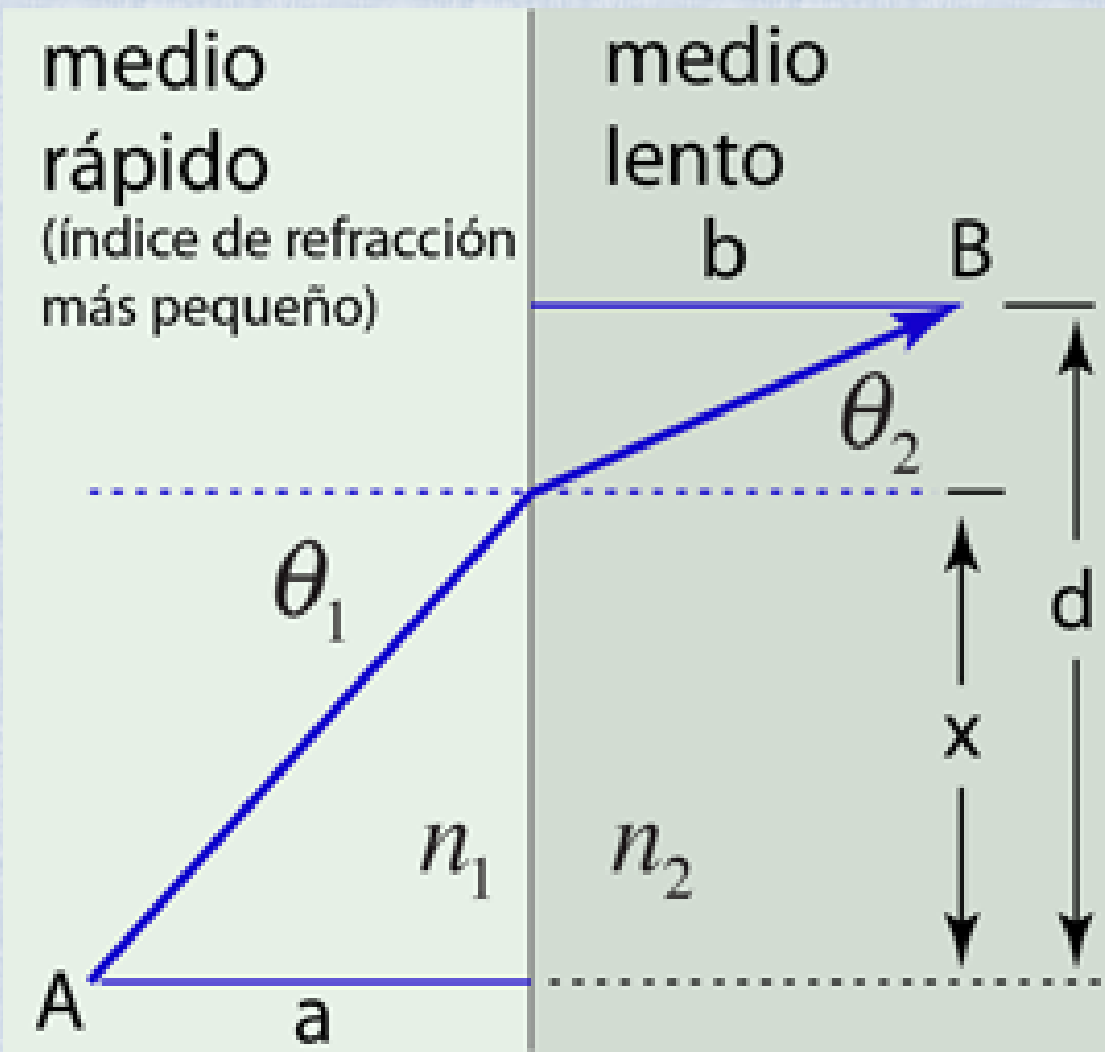
a

x

d

Ley de
Snell

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1}$$



Refracción. Ley de Snell



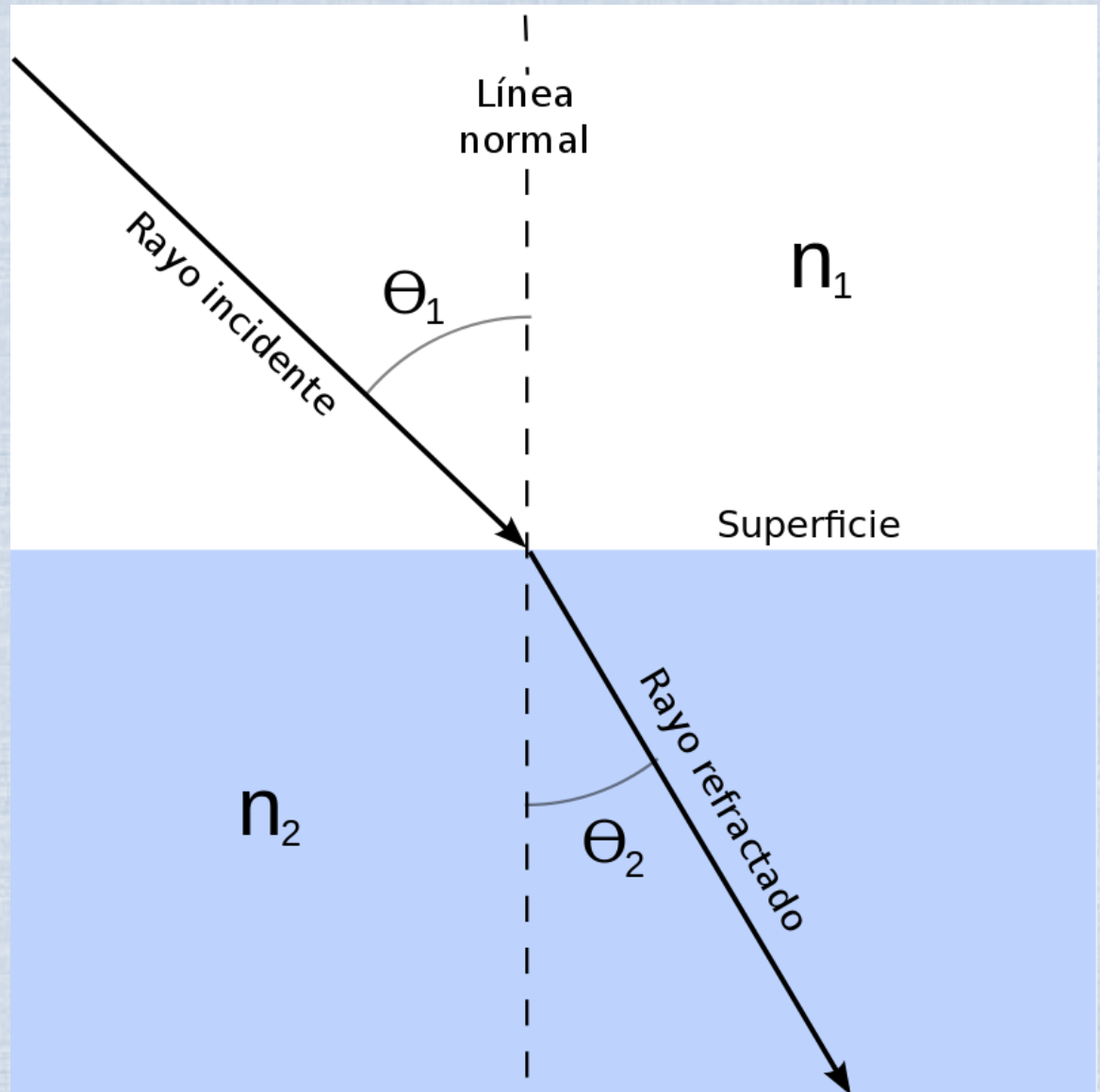
Refracción. Ley de Snell

Ejemplo:

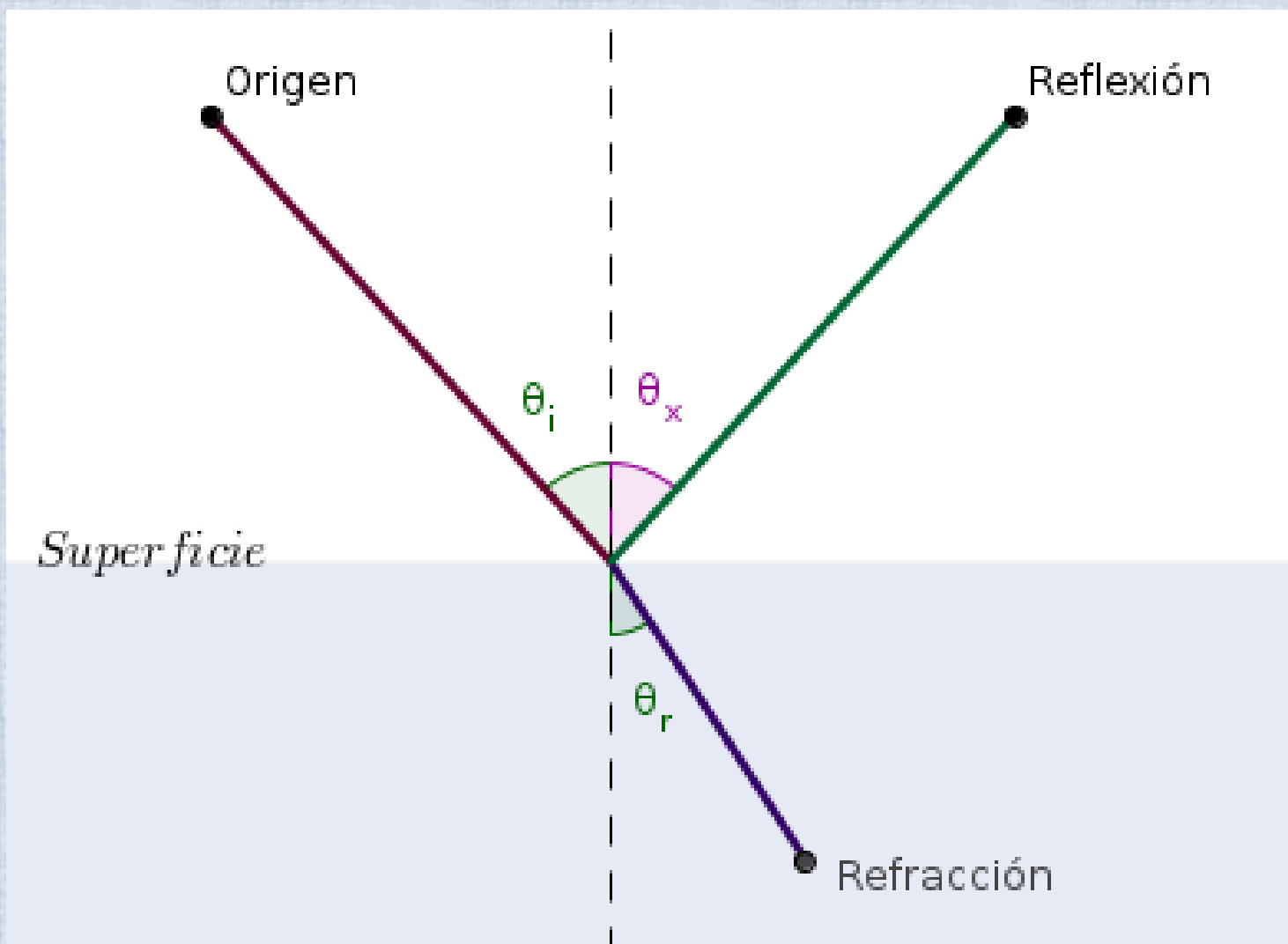
aire y agua

$$n_{\text{aire}} = 1.0003$$

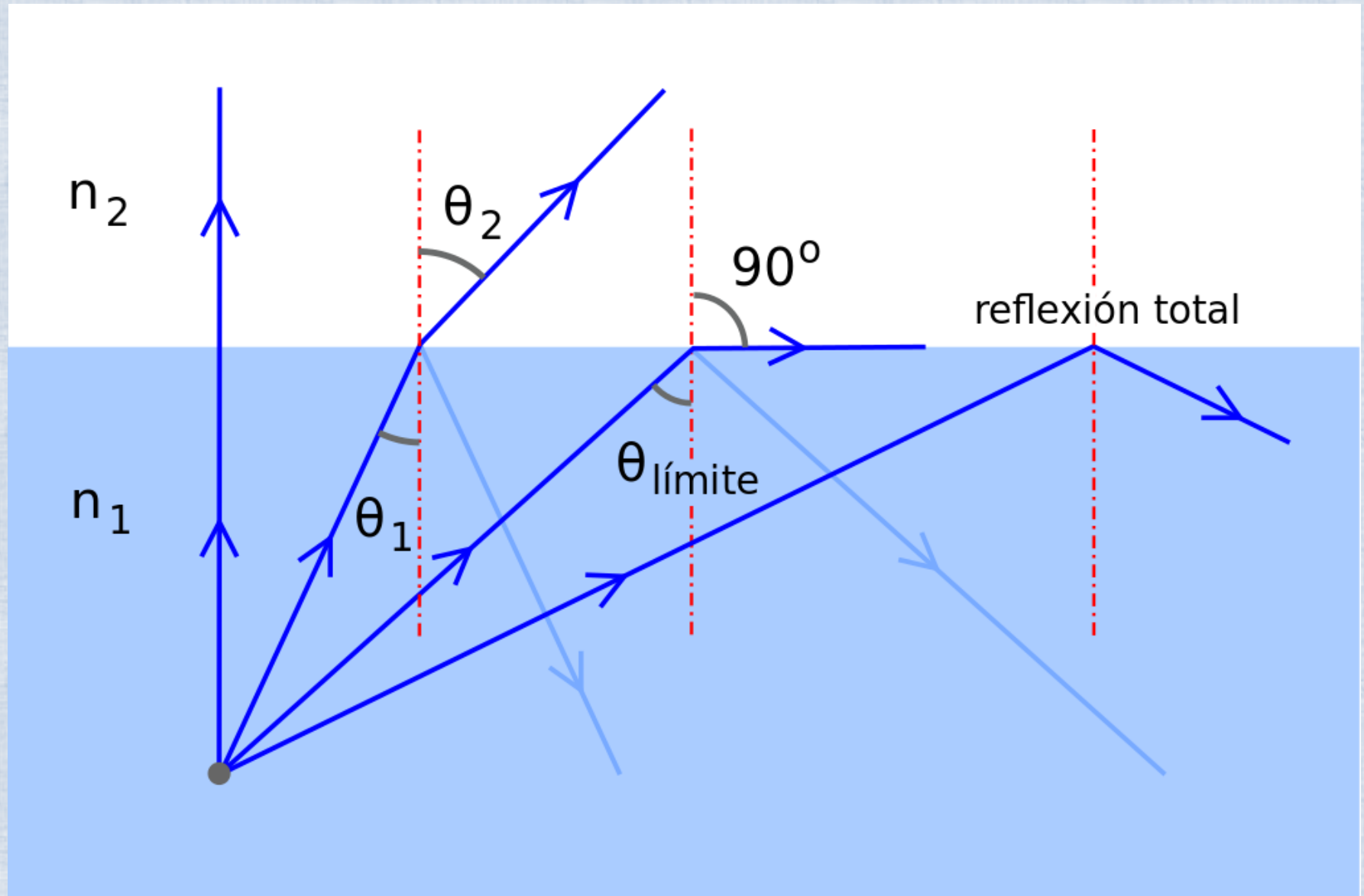
$$n_{\text{agua}} = 1.33$$



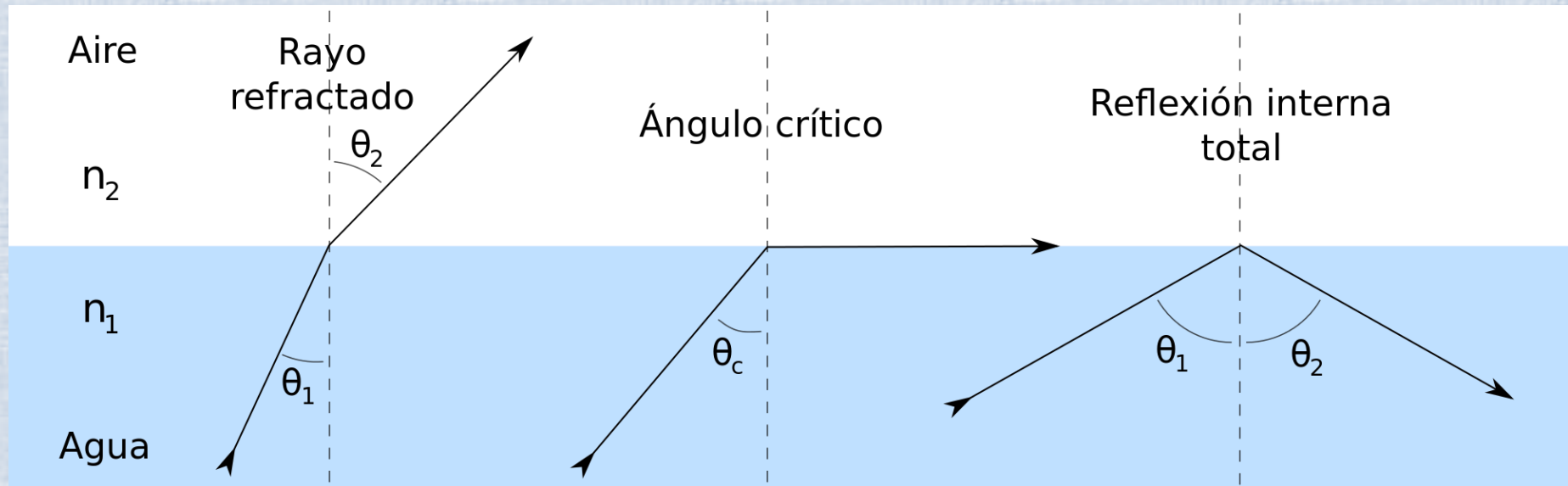
Fenómenos con una onda electromagnética: Cuando ocurre todo junto...



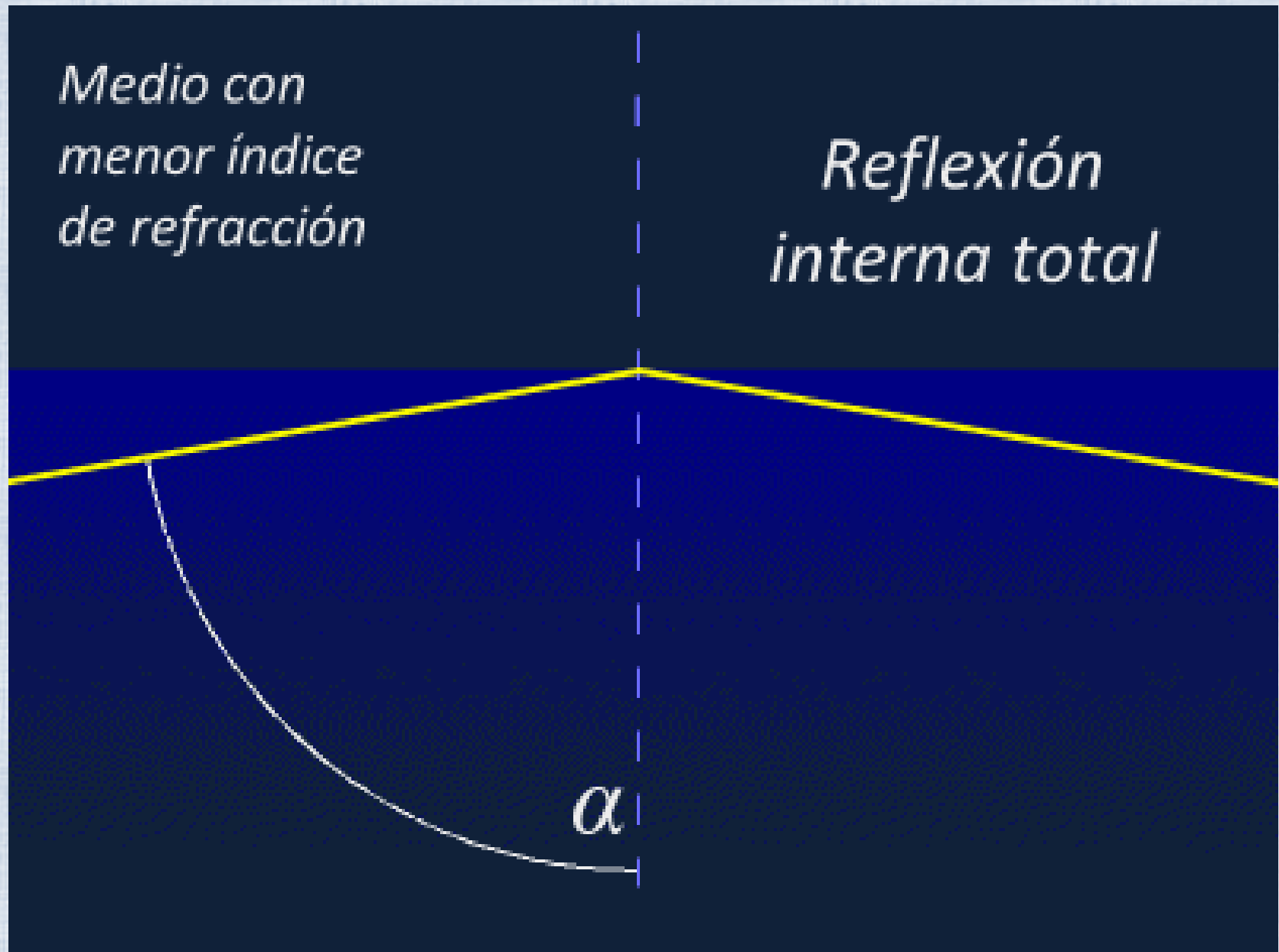
Una reflexión muy especial: la reflexión total interna



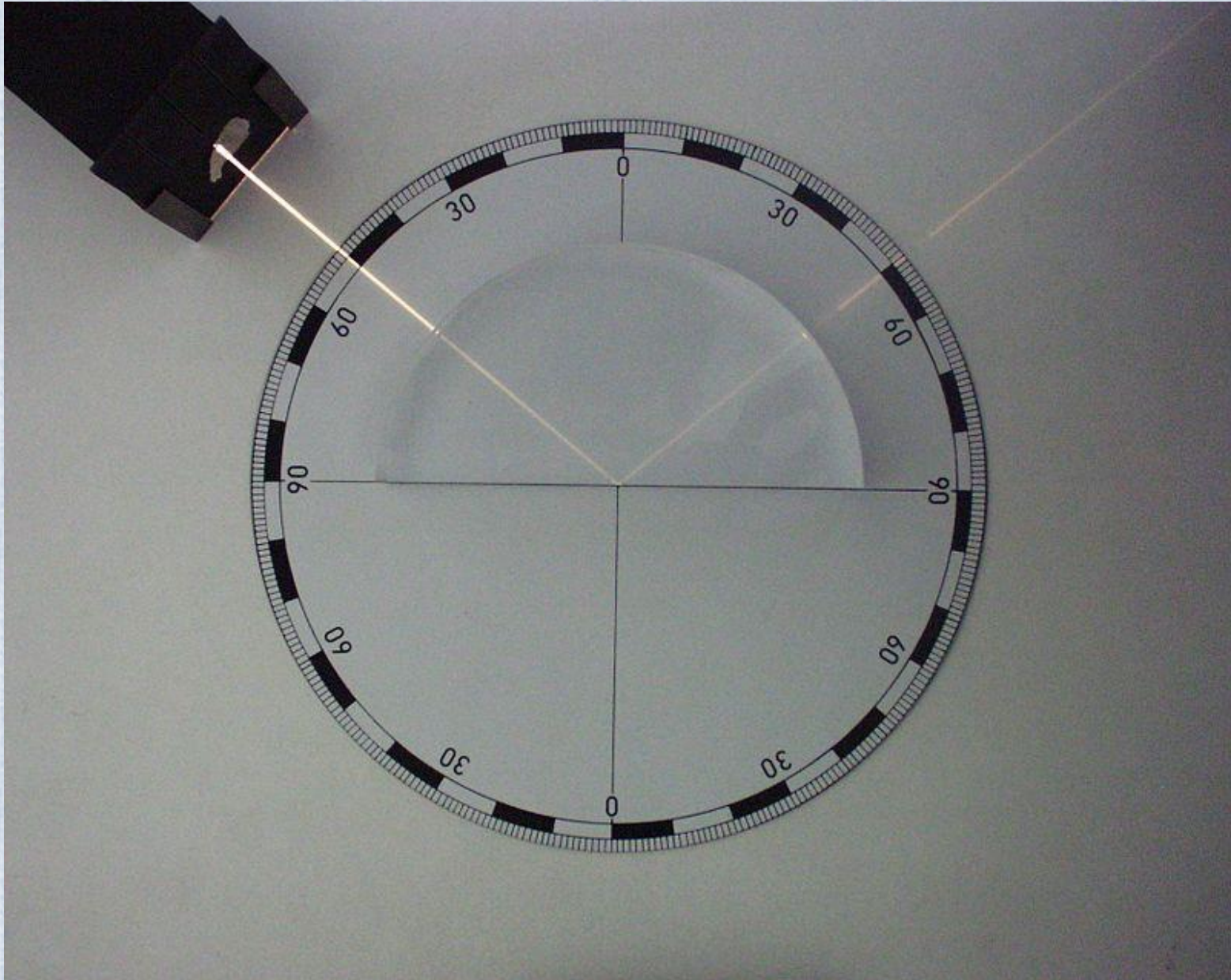
Una reflexión muy especial: la reflexión total interna



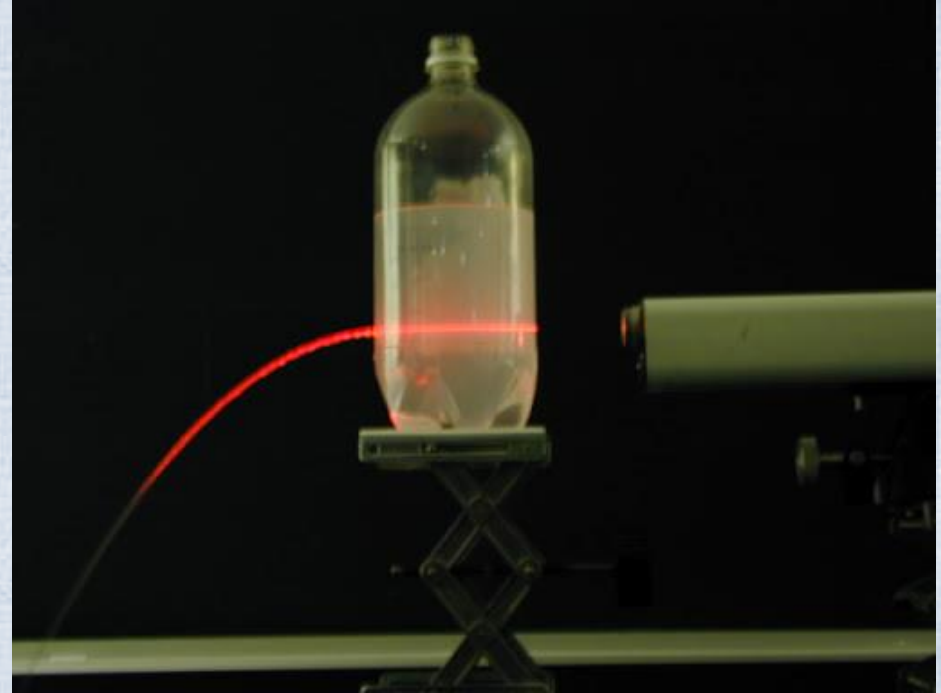
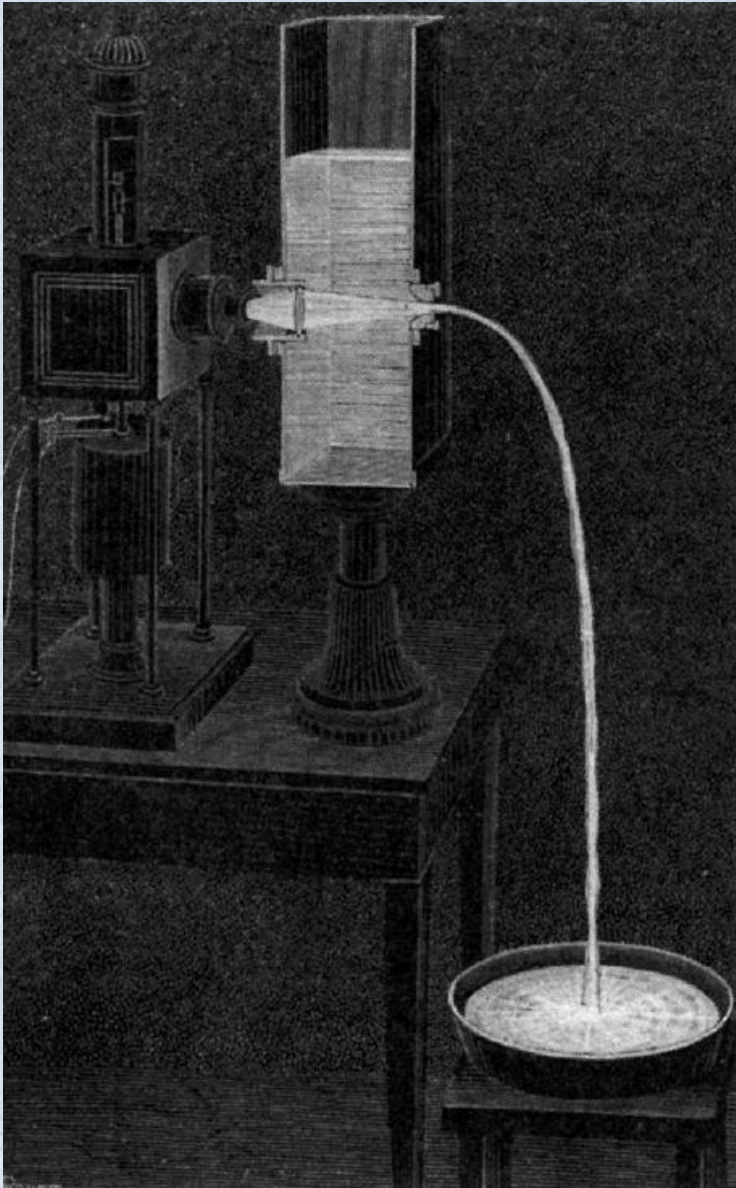
Una reflexión muy especial: la reflexión total interna



Una reflexión muy especial: la reflexión total interna



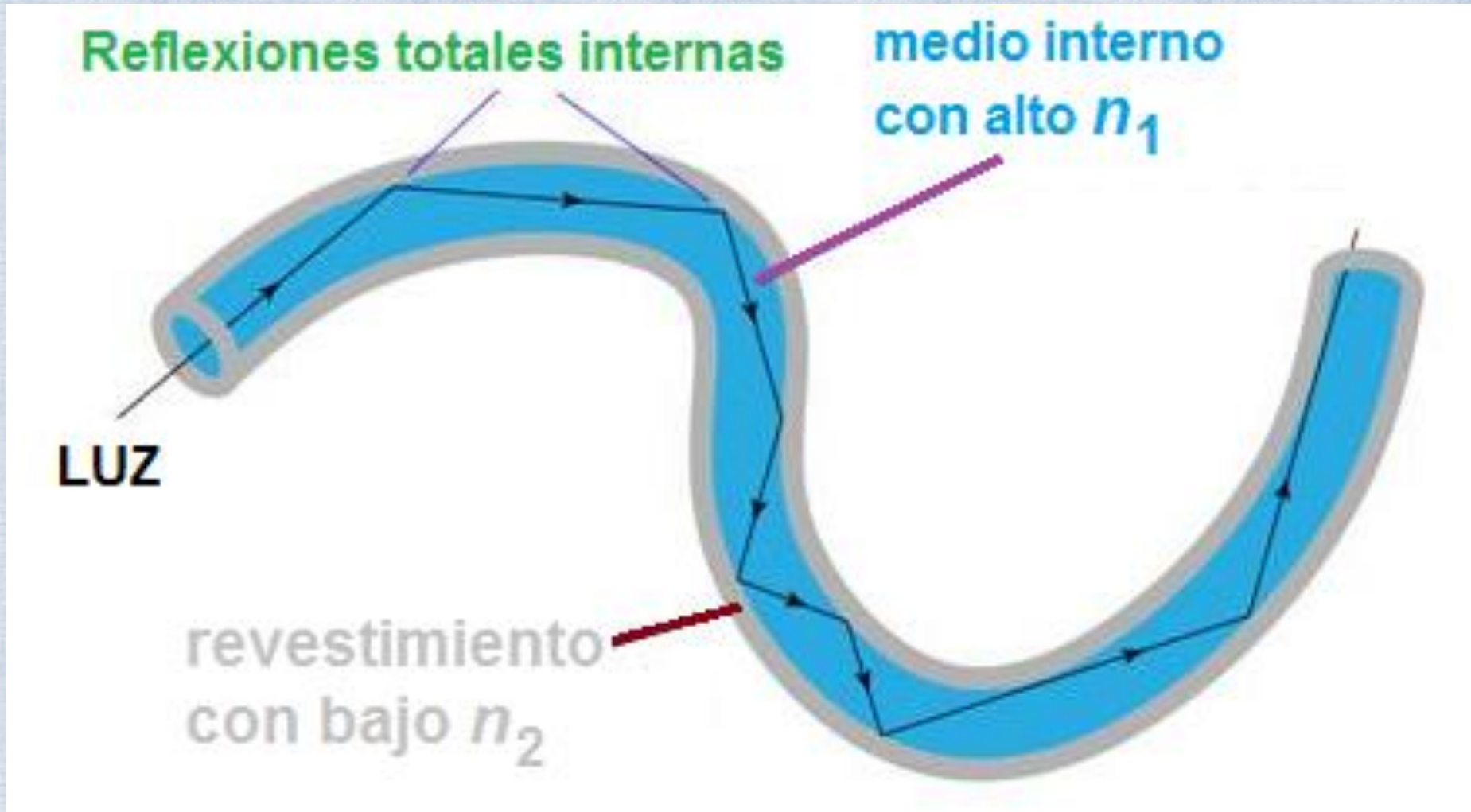
Una reflexión muy especial: la reflexión total interna



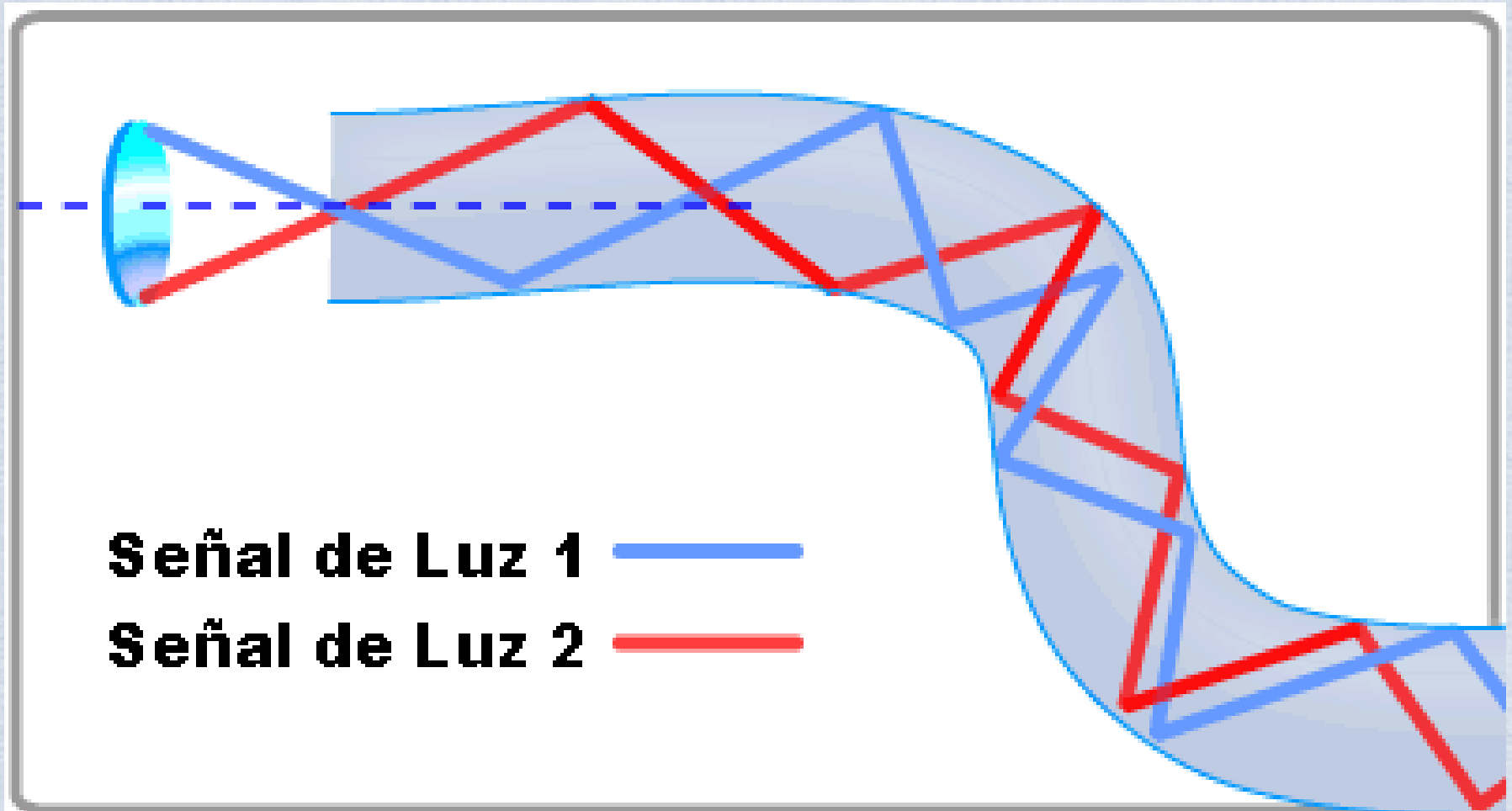
Experiencia de Colladon
(1802-1893)

Una reflexión muy especial: la reflexión total interna

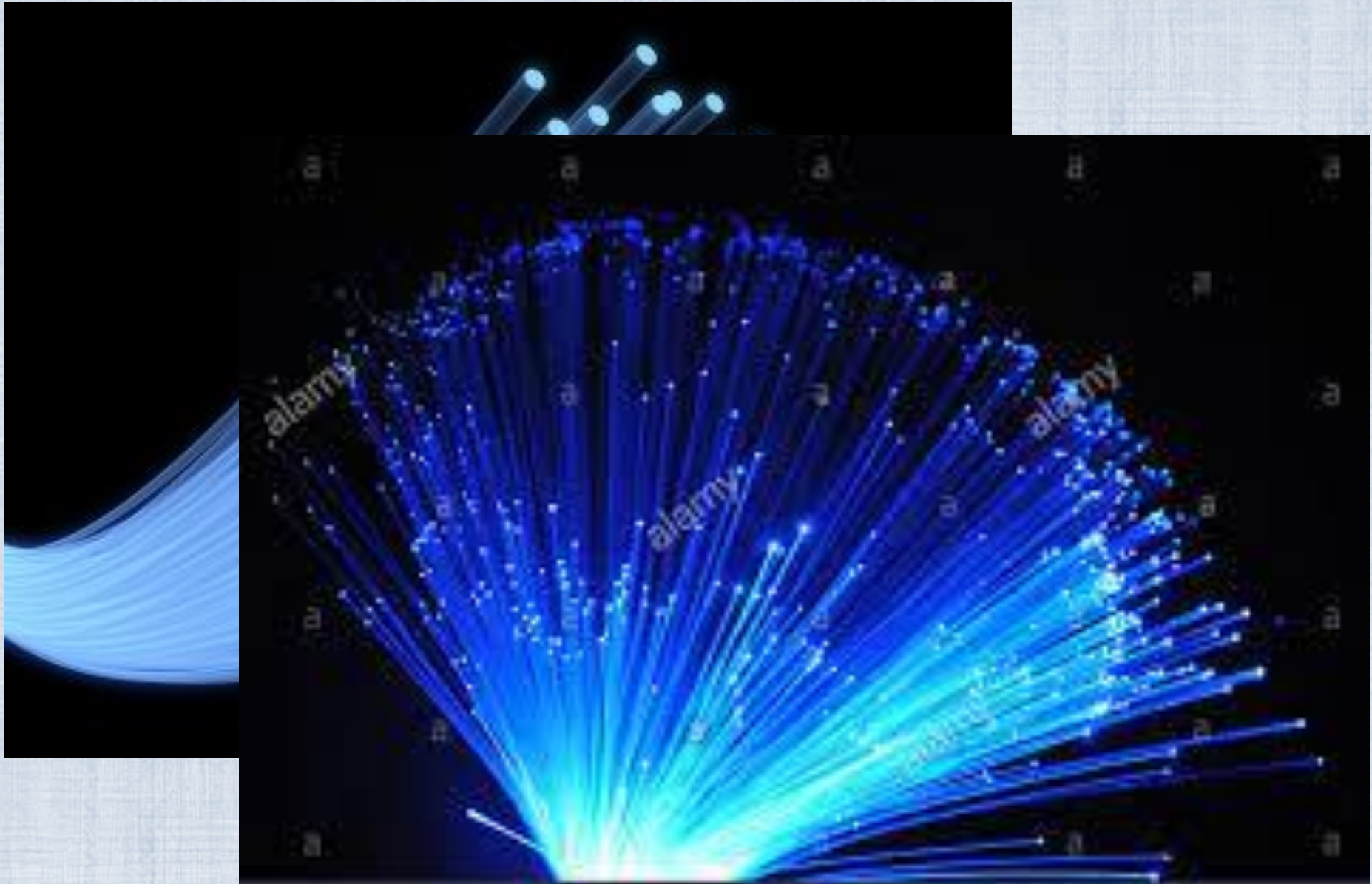
Aplicación que nos interesa... fibra óptica



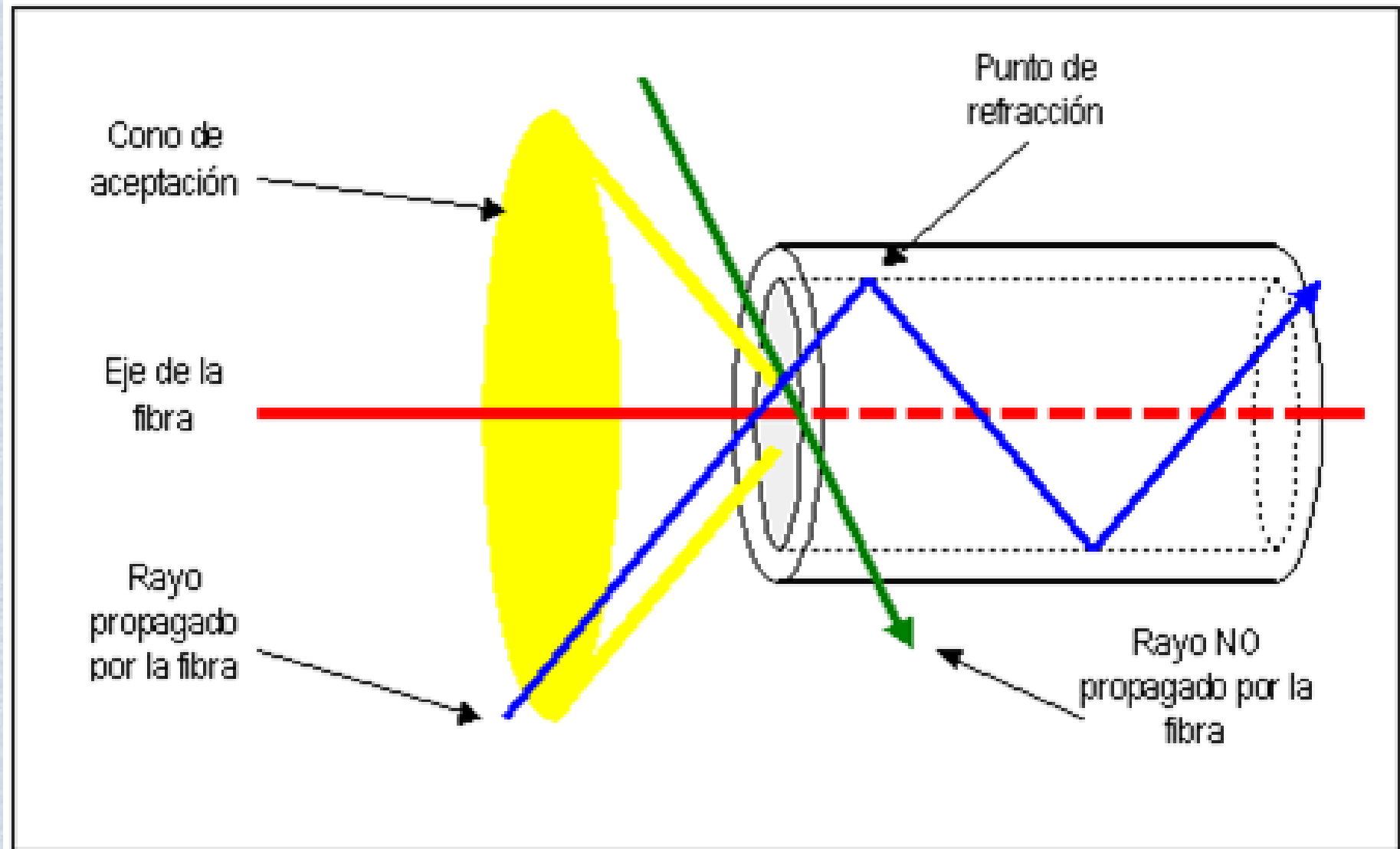
Una reflexión muy especial: la reflexión total interna



Una reflexión muy especial: la reflexión total interna

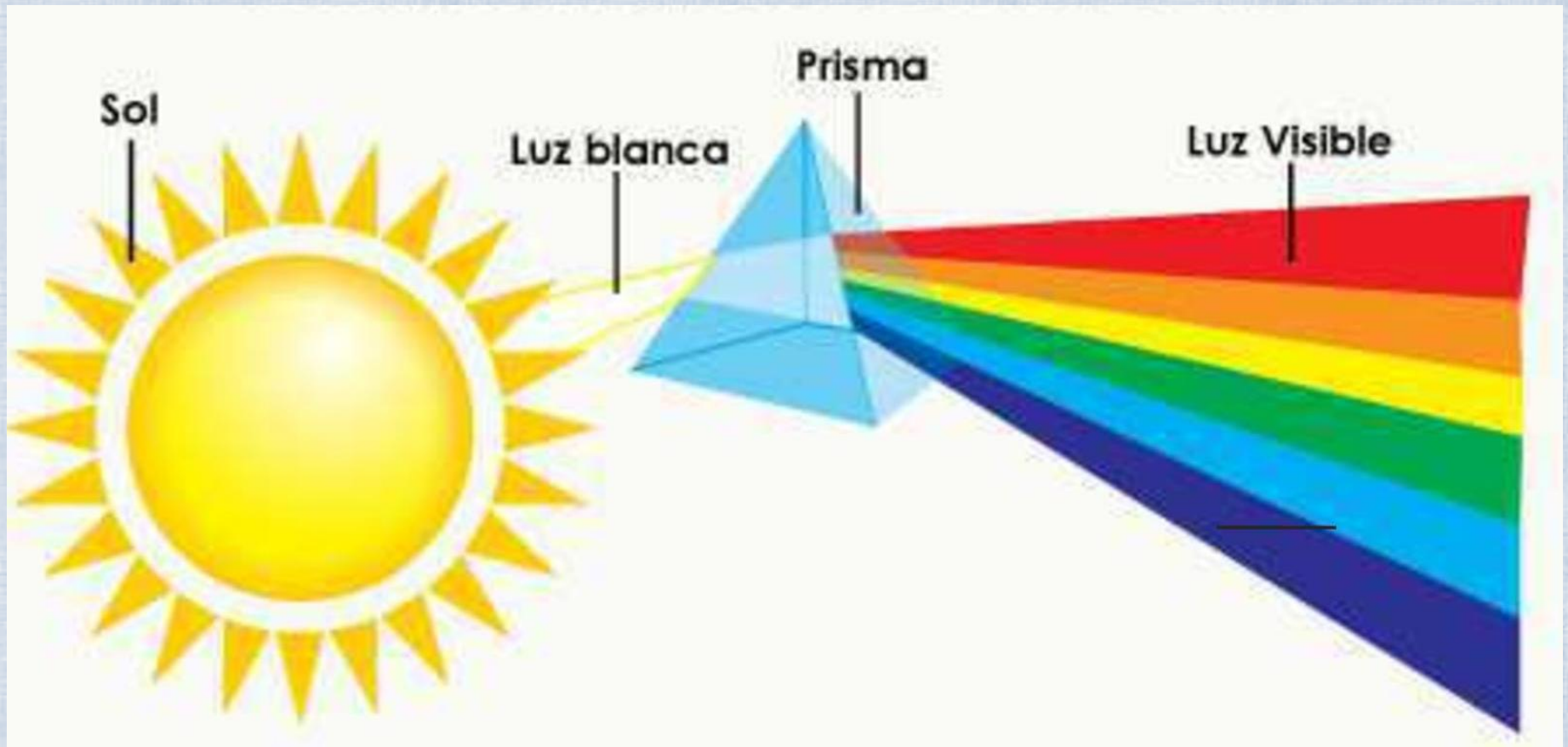


Una reflexión muy especial: la reflexión total interna



Extra

Una aplicación de la refracción: descomposición de la luz



Una aplicación de la refracción: descomposición de la luz



Una aplicación de la refracción: descomposición de la luz



Una aplicación de la refracción: descomposición de la luz

Aunque no parezca a simple vista... esto tiene aplicación en el envío de información, y su posible filtrado y manejo de datos

Bibliografía recomendada

Arthur Kip. **Fundamentos de Electricidad y Magnetismo.**
Ed. Mc Graw Hill.

Eugene Hecht. **Óptica.** Ed. Pearson Addison Wesley

Imágenes sacadas de internet