

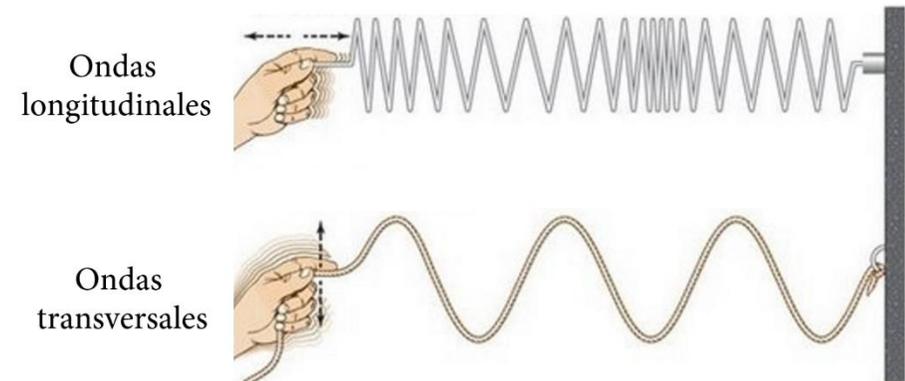
Las Ondas y la Luz

Las Ondas

Una **onda** consiste en la propagación de una perturbación física en un medio que puede ser material (aire, agua, tierra, etc) o inmaterial (vacío), según la cual existe transporte de energía, pero no de materia.

Ejemplos de ondas

- Olas en un estanque al tirar una piedra.
- Propagación del sonido (ondas sonoras).
- Propagación de pulsos en cuerdas.
- Propagación de la luz (ondas electromagnéticas).



Naturaleza física de la perturbación

Mecánicas: Perturbación física de naturaleza mecánica (presión, densidad).

Electromagnéticas: Perturbación física es un campo electromagnético.

Distintas clasificaciones de las ondas

Direcciones relativas de perturbación y onda

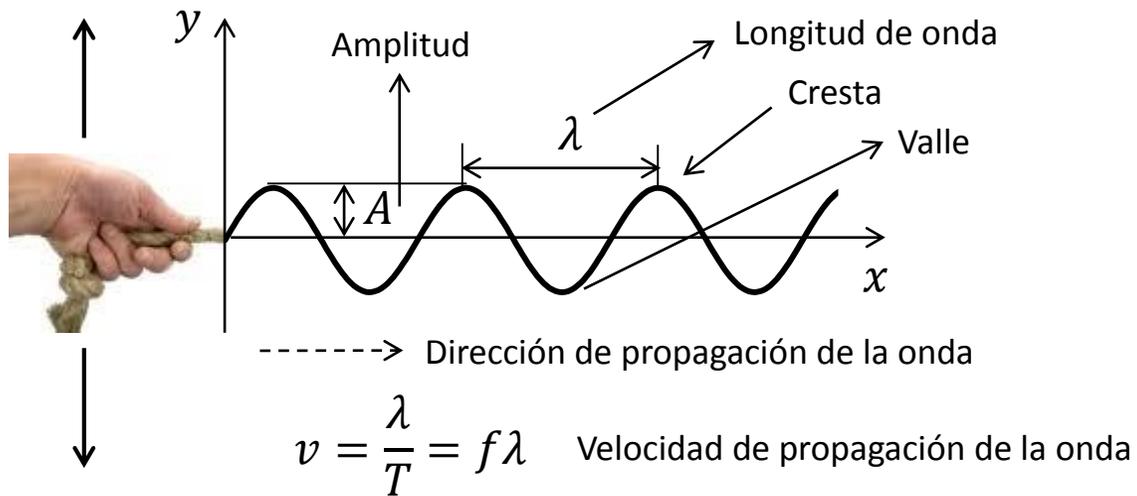
Longitudinales: Las direcciones de perturbación y propagación coinciden.

Transversales: La perturbación física se produce en un plano transversal a la dirección de propagación de la onda.

Las Ondas y la Luz

Las Ondas

Si la perturbación que origina la onda se repite en el tiempo se forma una onda periódica.



Longitud de onda: Distancia entre dos crestas (o dos valles).

Amplitud: Magnitud de la perturbación.

Velocidad de la onda: velocidad a la que se propaga la onda.

Periodo: Tiempo que tarde en completar un ciclo completo.

Frecuencia: Número de ciclos por unidad de tiempo (Hz o s^{-1}).

Las Ondas y la Luz

Las Ondas (velocidad de la onda)

La velocidad de las ondas depende de las propiedades del medio en el que se mueven, independientemente del movimiento de la fuente que las genera.

Ondas en una cuerda

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

T : Tensión de la cuerda
 μ : Densidad lineal de masa

Ondas en un fluido

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$$

B : Módulo de compresibilidad
 ρ : Densidad volumétrica de masa

Ondas sonoras en un gas

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

γ : Coeficiente adiabático (5/3, 7/5)
 R : Constante de los gases
 T : Temperatura absoluta
 M : Masa molar

Ondas de gravedad superficiales

$$v = \sqrt{gh}$$

g : Aceleración de la gravedad
 h : Profundidad

Ondas electromagnéticas

$$v = \frac{1}{\sqrt{\mu\epsilon}}$$

μ : Permeabilidad magnética del medio
 ϵ : Permitividad dieléctrica del medio

Las Ondas y la Luz

Las Ondas

Cambio de medio

Si no hay cambio de medio, las ondas se propagan con movimiento rectilíneo.

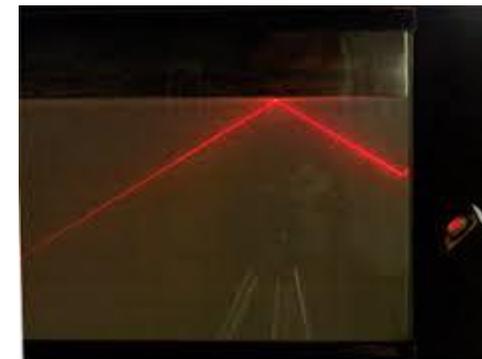
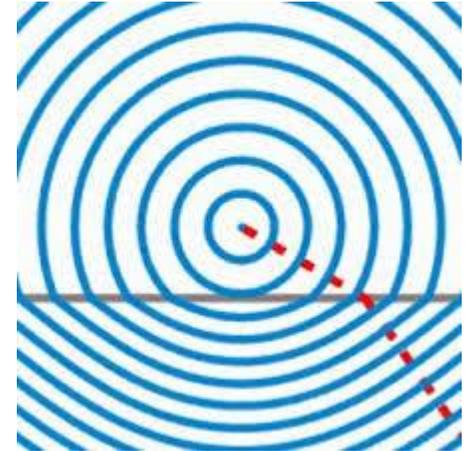
Cuando una onda cambia de medio, puede ir a más velocidad o menos velocidad. En esta situación, la frecuencia de la onda no cambia, pero sí lo hace la longitud de onda.

Parte de la onda se refleja y parte atraviesa la interfase. La onda reflejada siempre tiene la misma dirección con respecto a la interfase.

La dirección de la onda transmitida depende del ángulo de incidencia (con respecto a la normal a la interfase) y la velocidad de la onda en el nuevo medio.

Refracción de la luz: Se puede usar para controlar trayectorias (lentes). El rayo cambia de dirección.

Un medio también puede absorber la onda: Disipación de la energía.



Las Ondas y la Luz

Las Ondas

Dos ondas:

Cuando dos ondas se encuentran en el espacio la resultante es la superposición de las perturbaciones.

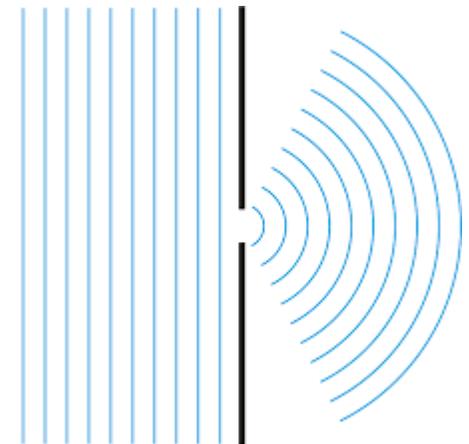
Interferencia constructiva: la resultante se refuerza.

Interferencia destructiva: la resultante se debilita.

Al encontrarse un obstáculo una onda, ésta se propaga desde allí, llegando a sitios que en principio están apantallados.

Difracción – Fenómeno ondulatorio.

Puede interferir consigo misma si encuentra varios obstáculos o si el tamaño del obstáculo es comparable con la longitud de onda λ .



Las Ondas y la Luz

Las Ondas (el sonido)

El sonido es una onda mecánica longitudinal que se propaga en un medio elástico. Consiste en una serie de compresiones (regiones con mucha densidad de moléculas) y rarefacciones (regiones con baja densidad de moléculas) del medio en que se propagan. Para producir sonido deben existir dos factores: una fuente de vibración mecánica y un medio de propagación.

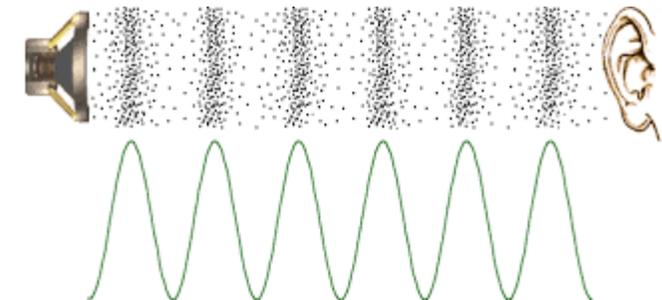
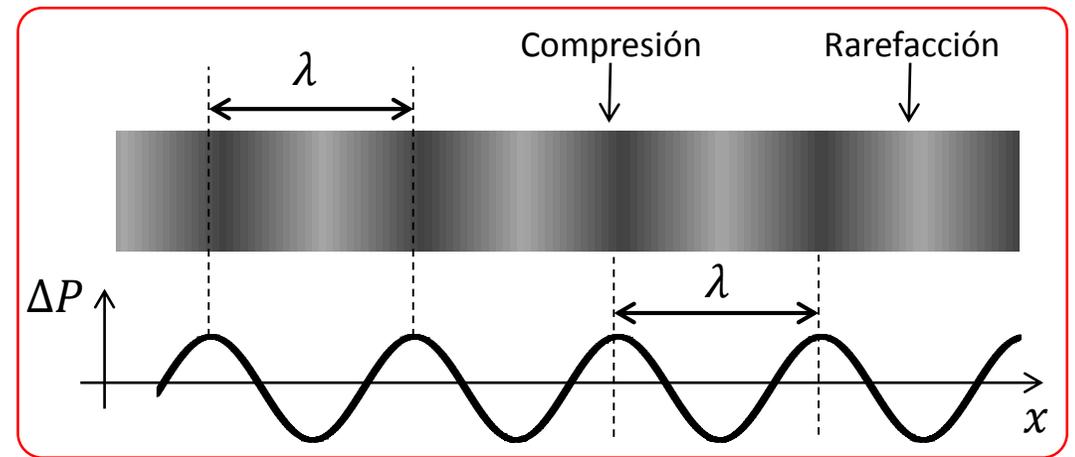
Longitudes de onda menores/mayores \Rightarrow frecuencias mayores/menores \Rightarrow sonidos más agudos/graves.

El oído humano sólo alcanza hasta cierta frecuencia (~ 20000 Hz).

Más frecuencia, más energía. Más amplitud, más energía.

La velocidad de un sonido depende del medio.

En general medios sólidos dan mayor velocidad del sonido.



Las Ondas y la Luz

Las Ondas (velocidad de las ondas sonoras)

Varillas/alambres

$$v = \sqrt{\frac{Y}{\rho}}$$

Y → Módulo de Young
 ρ → Densidad

Fluidos

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$$

B → Módulo de compresibilidad
 ρ → Densidad

Gases

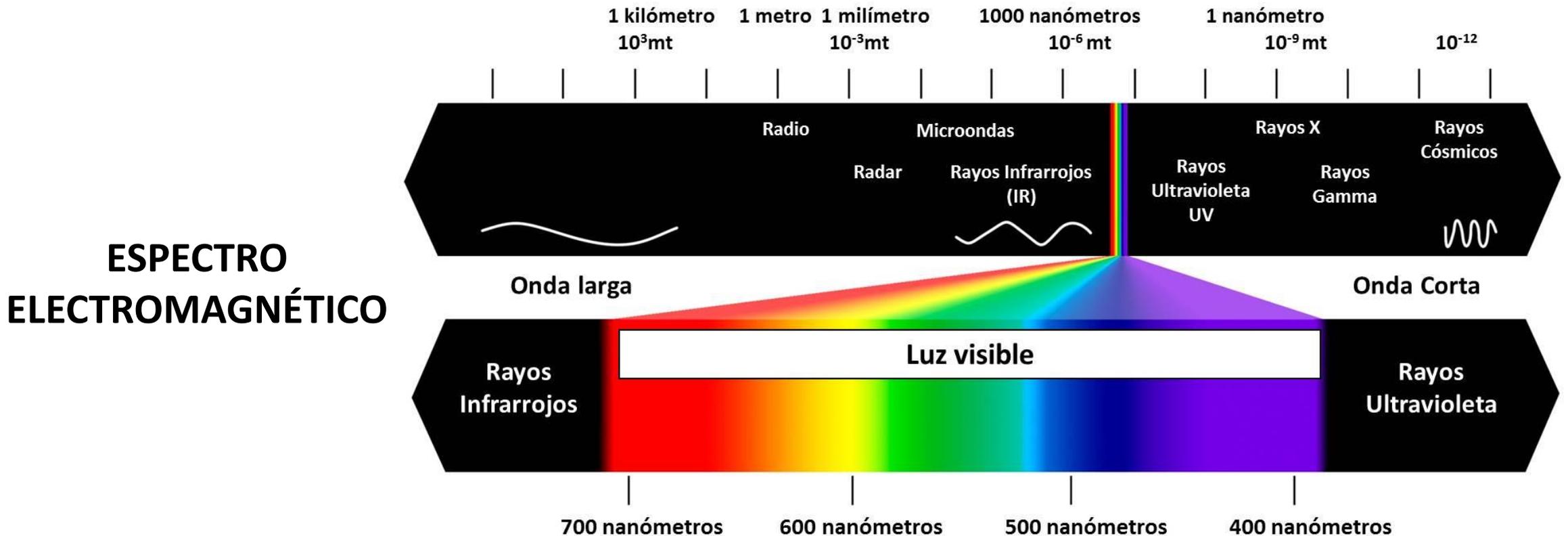
$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

γ : Coeficiente adiabático
 R : Constante de los gases
 T : Temperatura (absoluta)
 M : Masa molecular

Las Ondas y la Luz

Las Ondas Electromagnéticas

La energía radiante electromagnética es energía electromagnética que se transporta en forma de ondas a la velocidad de la luz. La energía de estas ondas depende de su frecuencia. La frecuencia de las ondas electromagnéticas determina el color (en el rango visible). Las ondas electromagnéticas (perturbaciones del campo eléctrico–magnético) son ondas transversales.



**ESPECTRO
ELECTROMAGNÉTICO**

Las Ondas y la Luz

Las Ondas Electromagnéticas

Rayos de luz: transportan la información y forman imágenes en sensores. Si ven si llegan, o rebotan y llega el “rebote”.

Espectro electromagnético: Es la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas.

Frecuencias altas \Rightarrow más energía \Rightarrow longitudes de onda cortas ($E = hf$).

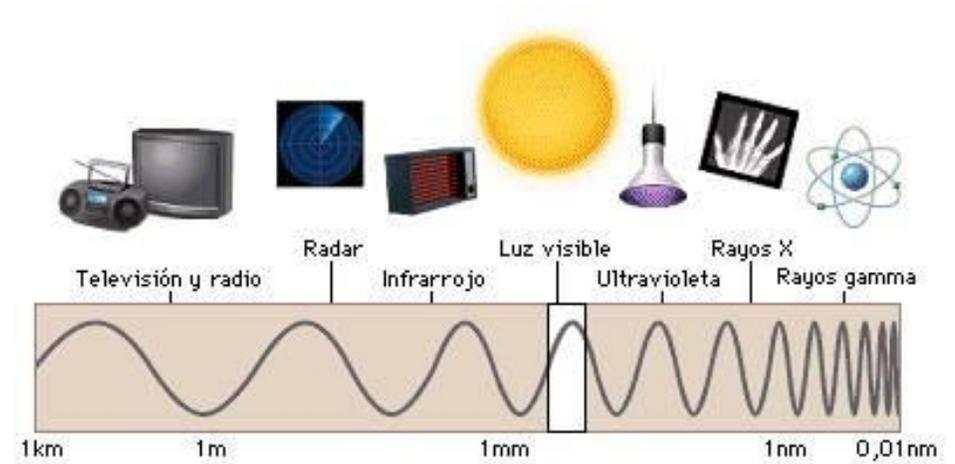
Luz visible: azul λ más corta – rojo λ más larga. El ojo percibe un color en función de mezcla.

La velocidad de la luz depende del material: índice de refracción $n = c/v$.

La Óptica es la rama de la Física que se dedica al estudio de los fenómenos de propagación de la luz (reflexión, refracción, interferencia, difracción, etc).

Diferentes cuerpos pueden absorber o reflejar diferentes energías de la luz en diferente grado: Metales, tintes, etc.

Depende de la luz bajo la que estén iluminadas y lo que absorban y reflejen: colores de transmisión y de reflexión.



$$E = hf = \frac{h}{T} = \frac{hc}{\lambda}$$

$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \times \text{s}$ Constante de Planck.

$c \approx 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ Velocidad de la luz.

Las Ondas y la Luz

La Luz

Se denomina luz visible a la radiación del espectro electromagnético con longitudes de onda entre 400 y 700 nm.

Diferentes colores son diferentes frecuencias (o longitudes de onda):
violeta-azul ~ 400 nm, verde ~ 500 nm, amarillo-naranja ~ 550-580 nm, rojo ~ 600 nm.

La luz blanca consiste en la mezcla de todas estas longitudes de onda (tipo arco iris).

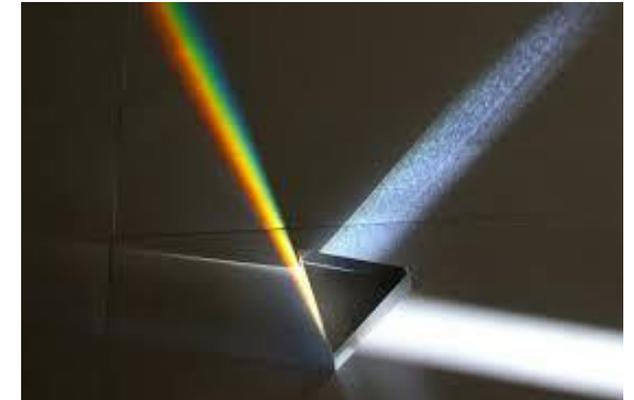
Se puede considerar que la luz de una fuente se propaga en forma de rayos de luz, en línea recta. Sólo se ve una luz si un rayo de luz forma la imagen en el ojo. El ojo tiene diferente sensibilidad a diferentes colores, pero no a las ondas de radio, microondas, rayos X, infrarrojos, etc.

Se denomina luz visible a la radiación del espectro electromagnético con longitudes de onda entre 400 y 700 nm.

Diferentes colores son diferentes frecuencias (o longitudes de onda):
violeta-azul ~ 400 nm, verde ~ 500 nm, amarillo-naranja ~ 550-580 nm, rojo ~ 600 nm.

La luz blanca consiste en la mezcla de todas estas longitudes de onda (tipo arco iris).

Se puede considerar que la luz de una fuente se propaga en forma de rayos de luz, en línea recta. Sólo se ve una luz si un rayo de luz forma la imagen en el ojo. El ojo tiene diferente sensibilidad a diferentes colores, pero no a las ondas de radio, microondas, rayos X, infrarrojos, etc.



Las Ondas y la Luz

La Luz

Cambiando el medio y el ángulo de incidencia se puede controlar la dirección de los rayos: De esta forma se pueden crear lentes.

Mediante un espejo u otras superficies reflectantes también se pueden cambiar las direcciones de los rayos.

Dispositivos ópticos:

Lentes, espejos, microscopios, telescopios....

Se puede hacer a otras longitudes de onda.



En un medio también se puede producir dispersión (si la luz rebota en objetos en suspensión).

La absorción de luz implica que los colores absorbidos desaparecen, la energía se queda en el material (incluye a veces calentamiento): el sol calienta los colores oscuros (absorben mucho).

Todos estos procesos dependen de la longitud de onda: diferentes energías sufren diferentes procesos en un mismo medio. Ejemplo: Arco Iris.



Las Ondas y la Luz

Cuestiones

Calcular la velocidad del sonido en:

- a) Una varilla de acero.
- b) Agua.
- c) Aire a 15°C.

Datos: Módulo de Young del acero $Y = 2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$, Densidad del acero $\rho = 7.85 \text{ g/cm}^3$.

Módulo de compresibilidad del agua $B = 2.2 \times 10^9 \text{ N/m}^2$, densidad del agua $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$.

Coef. adiabático aire $\gamma = 7/5$, cte. de los gases $R = 8.31 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$, masa molecular del aire $M = 28.9 \text{ g/mol}$.

Si los valores de la permitividad dieléctrica y de la permeabilidad magnética del aire son $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}$ y $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$ respectivamente, ¿cuál será la velocidad de propagación de la luz en el aire?

La luz roja tiene una frecuencia de $4.3 \times 10^{14} \text{ Hz}$. ¿Cuál es la longitud de onda de la luz roja? ¿Cuál es la energía asociada a un fotón de luz roja?

¿Qué es el Espectro Electromagnético? ¿Qué bandas o segmentos conoces del espectro electromagnético?