


ONDAS



Fenómenos ondulatorios

- Perturbaciones en el agua (olas)
 - Cuerda oscilante
 - Sonido
 - Radio
 - Calor (IR)
 - Luz / UV
 - Radiación EM / X / Gamma
- 

Fenómenos ondulatorios

- Todos ellos realizan transporte de energía sin transportar materia

PARTICULAS MATERIALES

- Energía y materia viajan juntas
- Son entes localizados
- Al chocar contra un blanco suman sus efectos

ONDAS

- No transportan materia
- Ocupan todo el espacio
- Presentan fenómenos de interferencia

Propagación de ondas en medios materiales

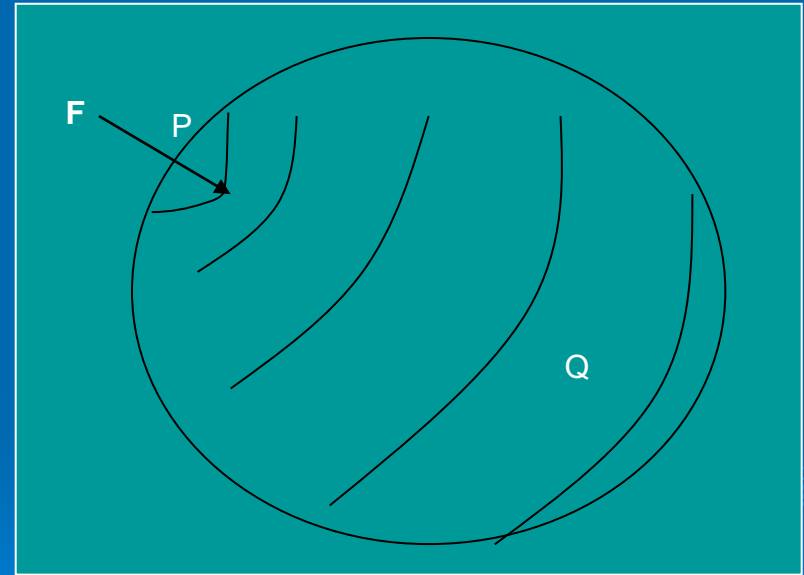
Al golpear una pelota de goma maciza en P, con una fuerza F, se propaga una deformación

Cada punto de la pelota oscila alrededor de su posición de equilibrio, sin transportarse más allá

La perturbación “señal” llega al punto Q, después de un tiempo

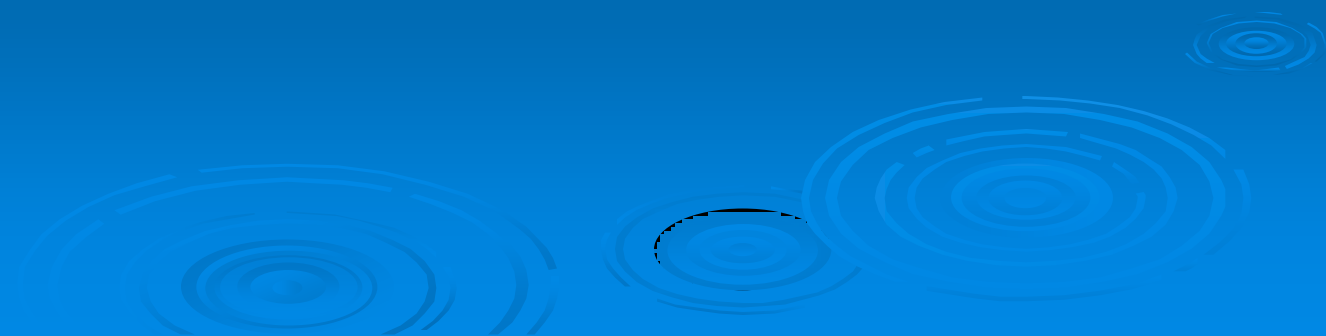
No hay transporte de materia

Hay transporte de energía

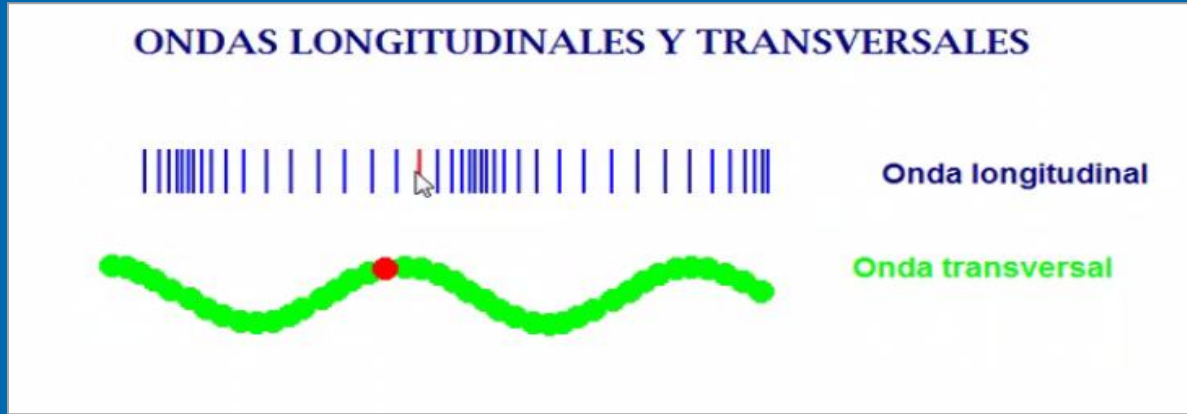


Ondas Planas

- Es un tipo especial de ondas que se propagan en una única dirección.
- La Amplitud de la oscilación, o perturbación, depende de una sola dimensión espacial y del tiempo:
- $A = A(x, t)$



Ondas Longitudinales y Transversales



- Onda longitudinal:
el movimiento del medio material es paralelo a la dirección de avance de la onda (ejemplo onda en un resorte)
- Onda transversal:
el movimiento del medio material es perpendicular a la dirección de avance de la onda (ejemplo onda en una cuerda)

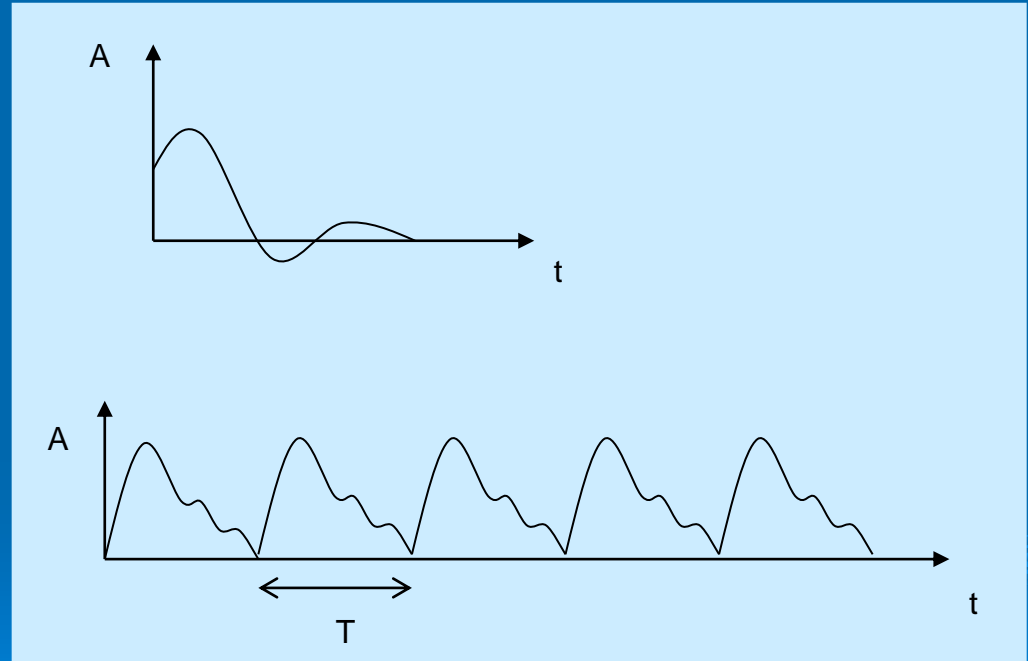
Ondas Periódicas y No periódicas

No periódicas:

Se repiten una o más veces, pero en forma esporádica

Periódicas:

Se repiten a un ritmo constante

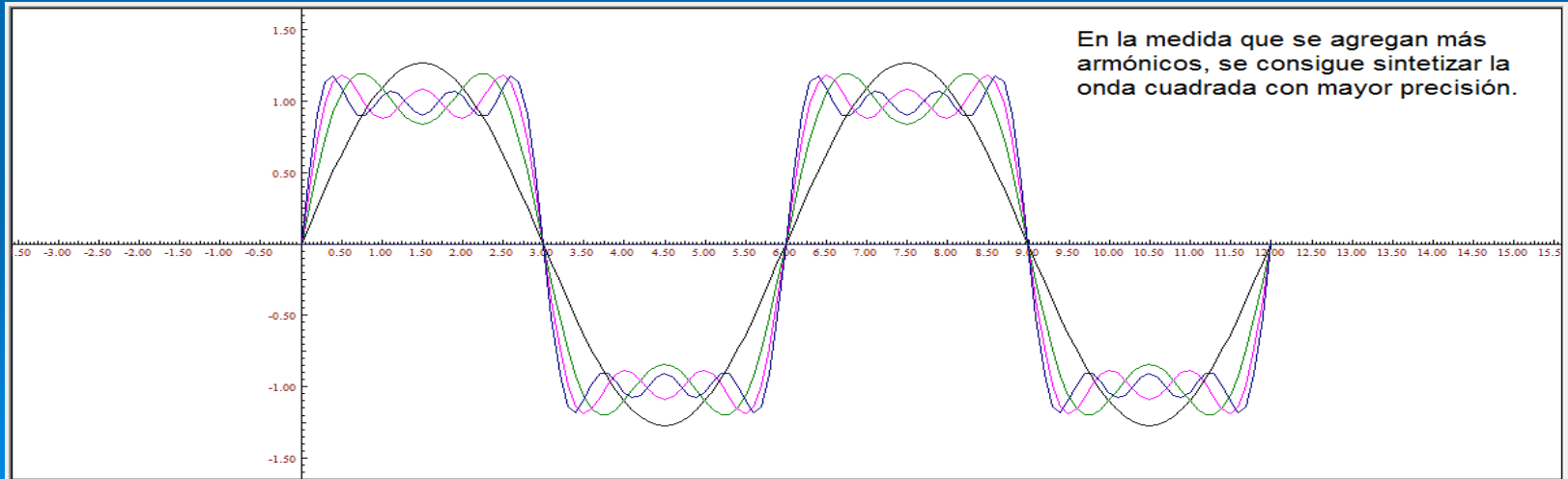


Superposición – Teorema de Fourier

Sea una onda periódica $y(t)$ tal que $y(t+T) = y(t)$, el Teorema de Fourier establece que, dentro de ciertos límites, las ondas periódicas pueden representarse como suma de ondas sinusoidales: $y(t) = \sum(a_n \text{ Sen}(2\pi f_n t) + b_n \text{ Cos}(2\pi f_n t))$

donde: $f_1 = 1/T$ es la frecuencia fundamental
 $f_n = n * f_1$ son los armónicos de f_1

Esto permite tanto analizar como sintetizar formas de onda periódicas.

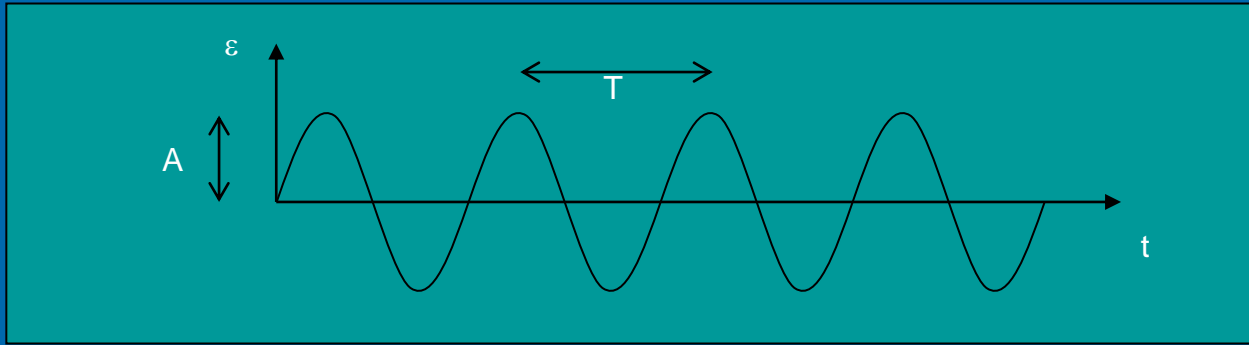


Ondas Sinusoidales

Forma de onda plana periódica de importancia fundamental, ya que:

- Una enorme cantidad de procesos naturales se encuentran asociados con ondas sinusoidales (oscilaciones de péndulos, resortes, movimientos circulares, ondas sonoras, electromagnéticas, etc.)
- A partir del Teorema de Fourier, una onda periódica, no sinusoidal, puede representarse como suma de ondas de tipo sinusoidal (suma de Senos y Cosenos)

Onda Sinusoidal: Representación Temporal



La figura representa para un **punto (x) fijo**, la evolución de la perturbación en función del tiempo

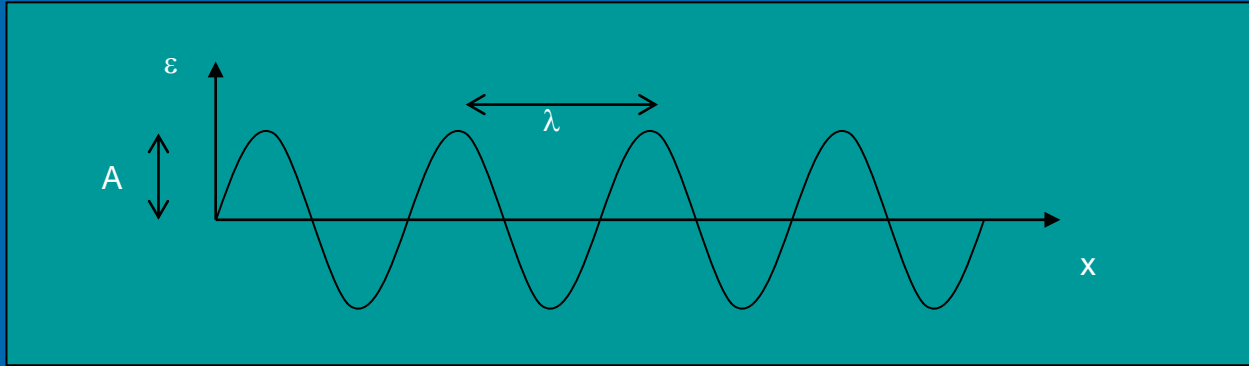
A: Amplitud de la onda

T: Período (duración de cada ciclo completo) en segundos [s]

Se denomina Frecuencia (f) a la cantidad de ciclos que se cumplen en un segundo, resultando la Frecuencia:

$f = 1/T$, expresada en 1/s, unidad denominada Hertz

Onda Sinusoidal: Representación Espacial



La figura representa para un **tiempo (t) fijo**, la evolución de la perturbación en función de la posición

A : Amplitud de la onda

λ : Longitud de onda, en metros [m]

La velocidad de propagación de la onda resulta:

$$c = f \lambda, \text{ expresada en [m/s]}$$

Características de Ondas Sinusoidales

Una onda plana sinusoidal viajera está representada por la siguiente función:

$$\varepsilon(x,t) = A \text{ Sen}(k x - \omega t + \varphi)$$

donde, A: amplitud de la oscilación

φ : fase inicial

k: número de onda, con $k = 2 \pi / \lambda$, en [1/m]

ω : pulsación, con $\omega = 2 \pi f = c k$, en [1/s]

Transporte de Energía

La *densidad de energía* total (cinética + potencial) media de una onda sinusoidal está dada por:

$$K = \frac{1}{2} \rho \omega^2 A^2 = 2 \pi^2 \rho f^2 A^2 , \text{ en [J/m}^3\text{]}$$

ρ : densidad del medio material en el cual se propaga la onda, en [kg/m³]

La potencia que la onda transporta a través de la unidad de superficie perpendicular a su dirección de propagación, denominado *vector flujo de energía* o *intensidad de onda*, resulta:

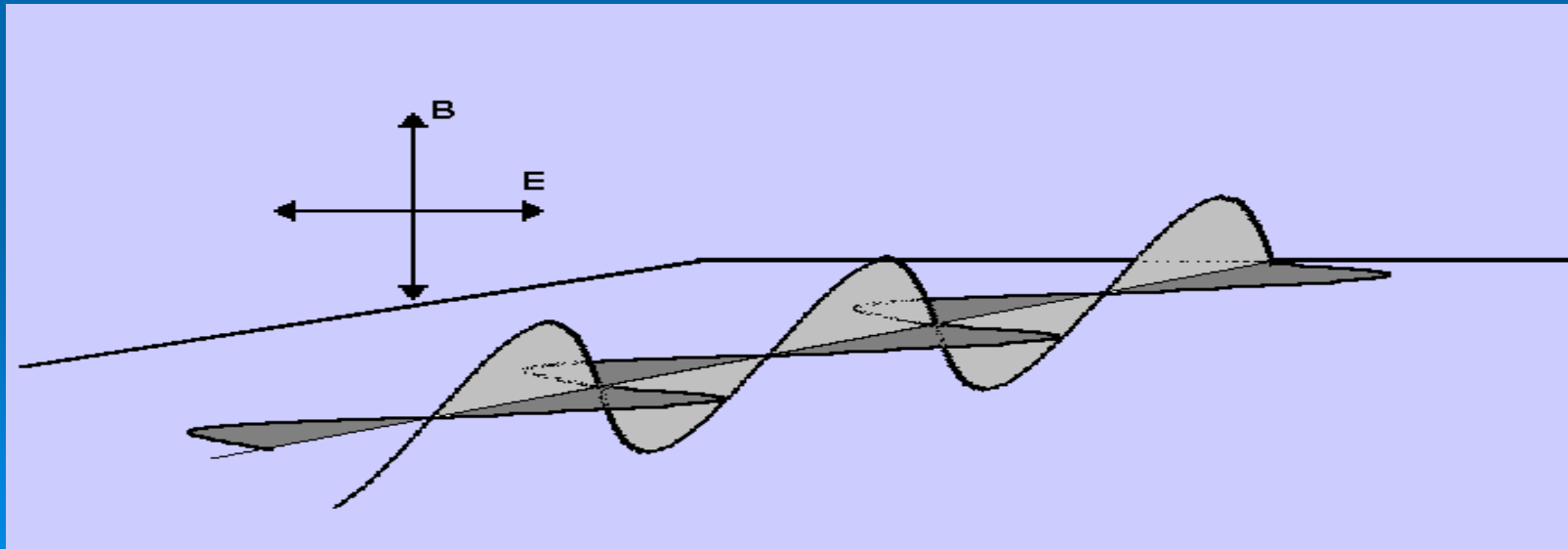
$$\mathbf{j} = K \mathbf{c} , \text{ medido en [W/m}^2\text{]}$$



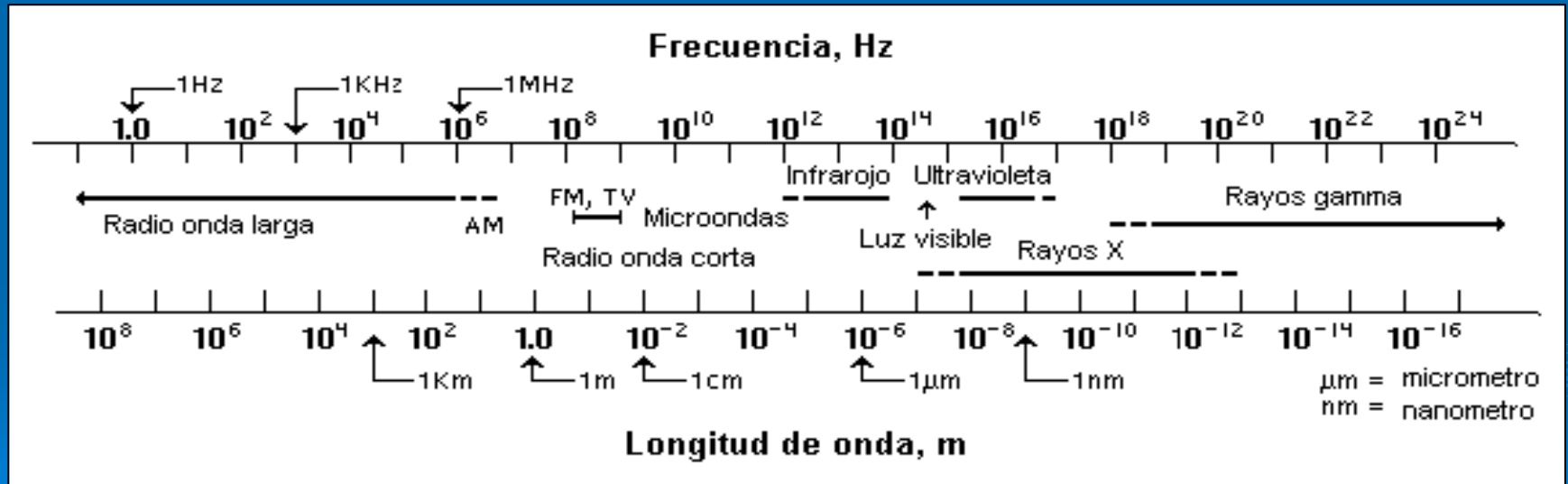
Propagación de Ondas en el Vacío

Existen ondas que no requieren de la vibración de un medio material para propagarse (*ondas electromagnéticas*, responsables de las transmisiones de radio, televisión, microondas, luz, rayos X, etc.)

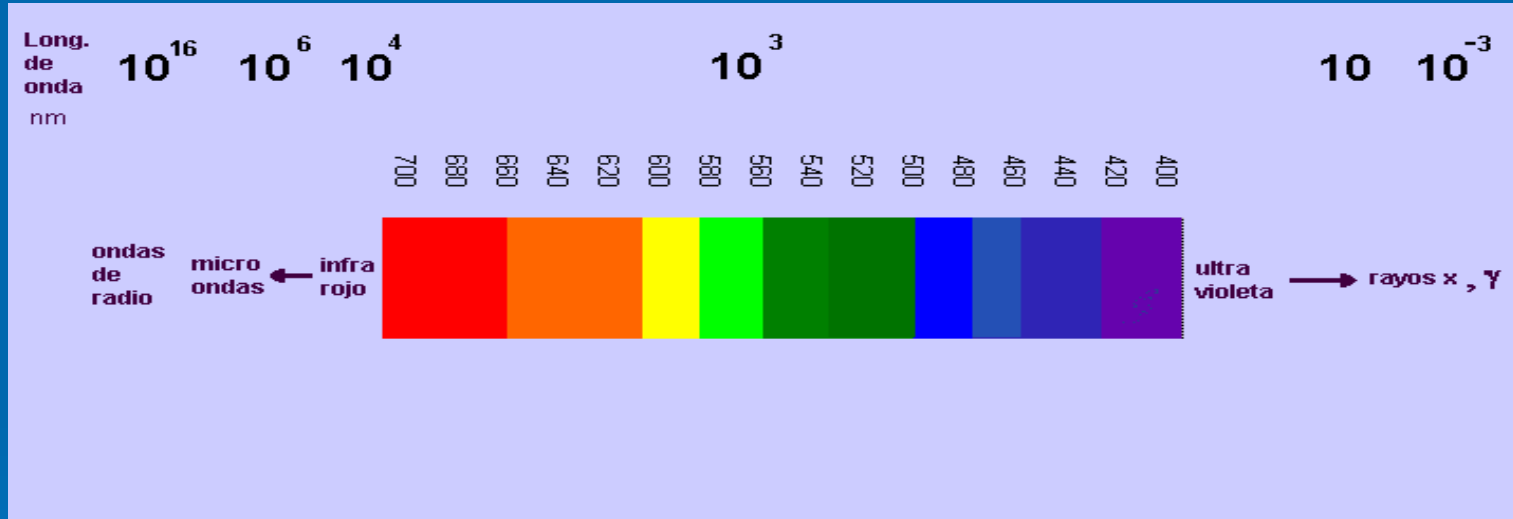
En este tipo de radiaciones lo que “vibra” es el *campo electromagnético*



Espectro de la Radiación Electromagnética



Radiación Electromagnética en las Frecuencias de la Luz visible



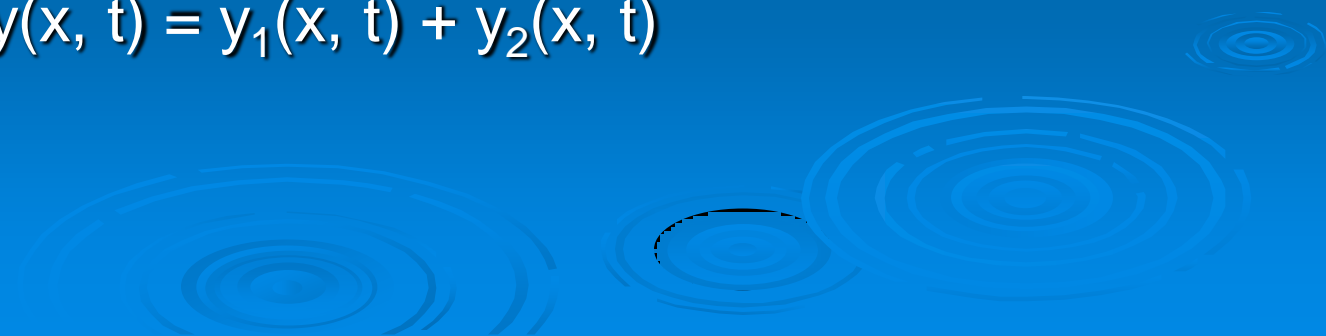
- La velocidad de propagación de la luz (y la radiación EM) en el vacío vale aproximadamente $c = 3 \times 10^8$ m/s
- Longitud de onda y frecuencia están relacionadas según: $c = f \lambda$

Interferencia de Ondas

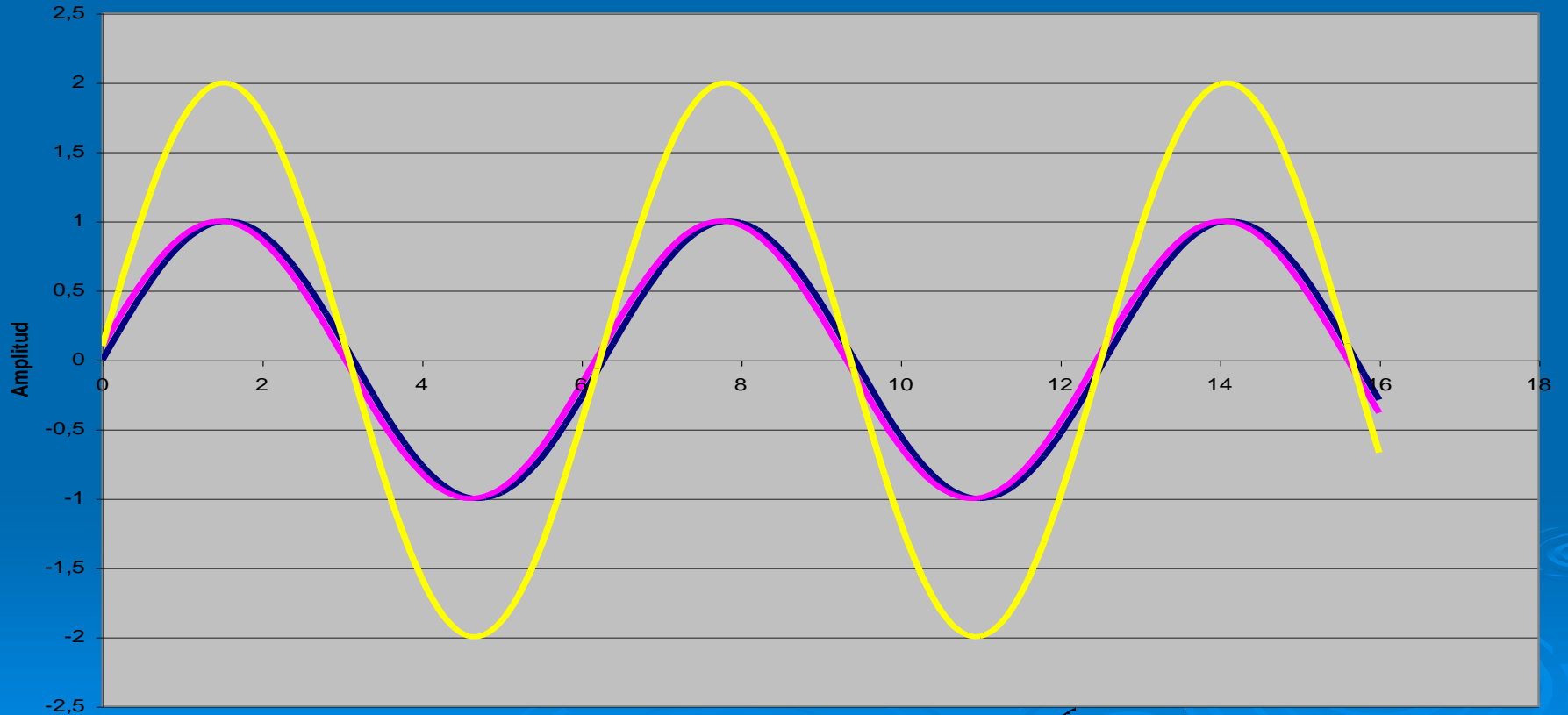
Cuando dos o más ondas se mueven en un medio, la onda resultante se obtiene sumando las perturbaciones producidas por cada onda individual en cada punto

La onda resultante para un dado instante t , será:

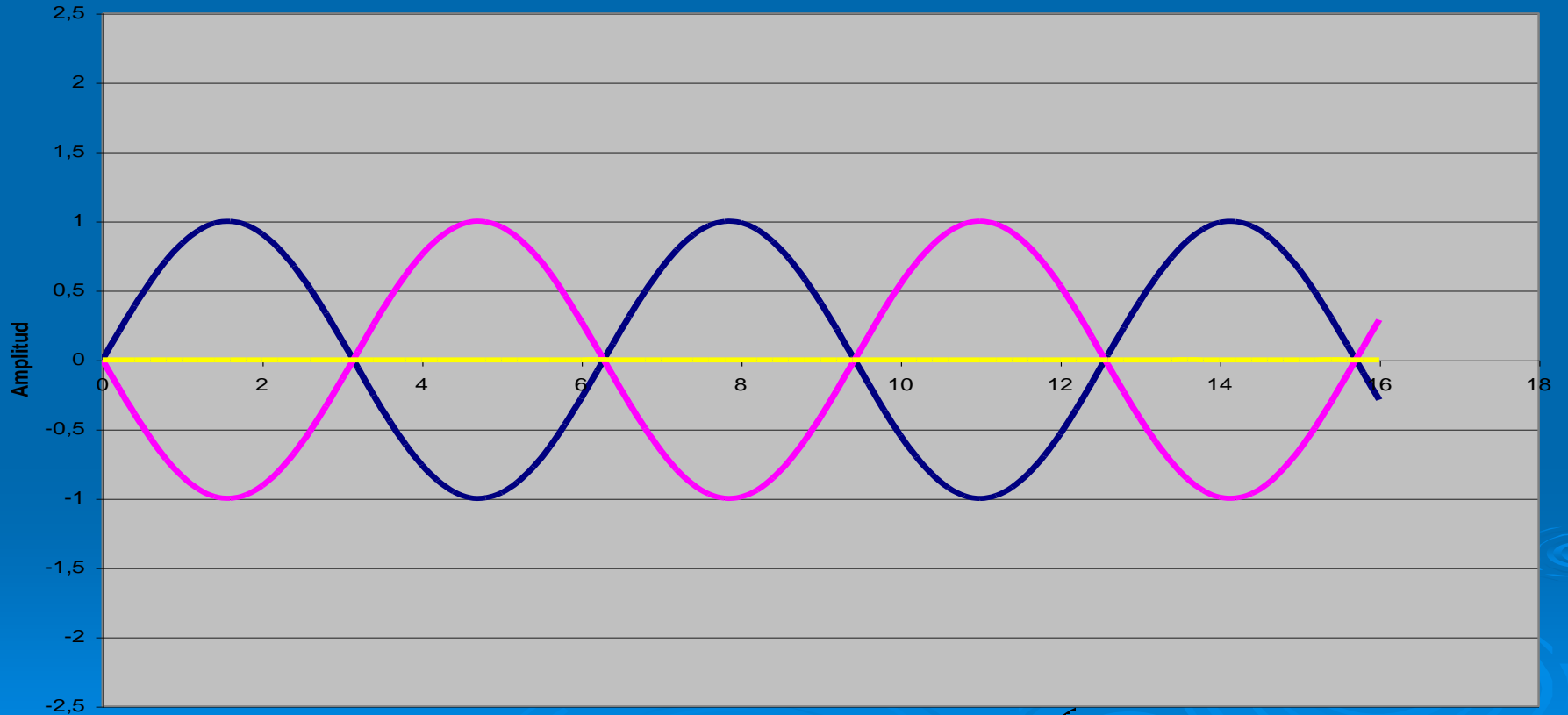
$$y(x, t) = y_1(x, t) + y_2(x, t)$$



Interferencia de Ondas en Fase



Interferencia de Ondas en Contrafase



y1
y2
y

Caso general de Interferencia de Ondas

