Ondas

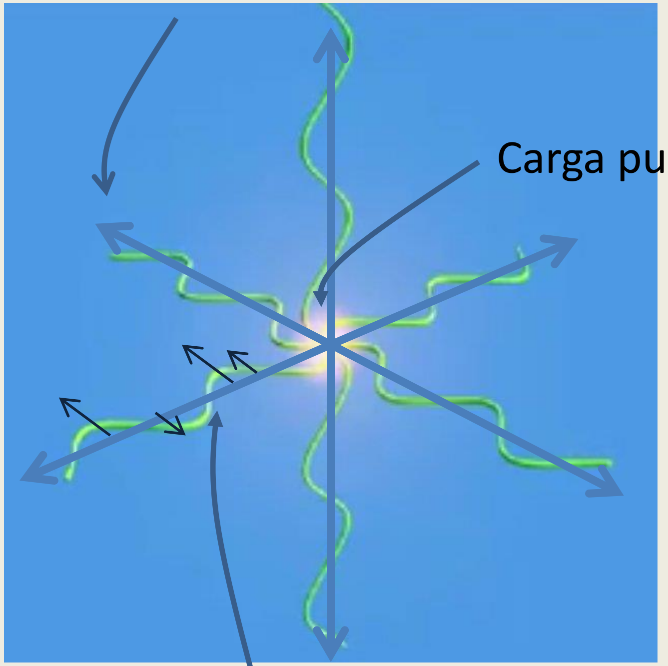
Descripcion matematica

Polarizacion

En serio...qué es la luz?

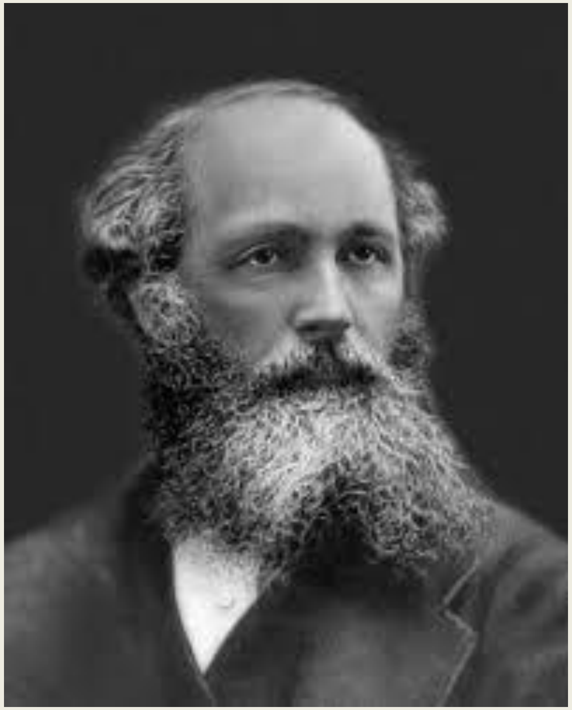
$$\vec{\psi}(x,t) = \overrightarrow{E_0}\ \cos(kx - w\,t + \varphi_0)$$

direccion de propagación (rayo)



Carga puntual acelerada

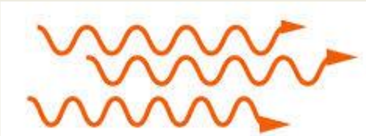
direccion de $\overrightarrow{E_0}$



James Maxwell

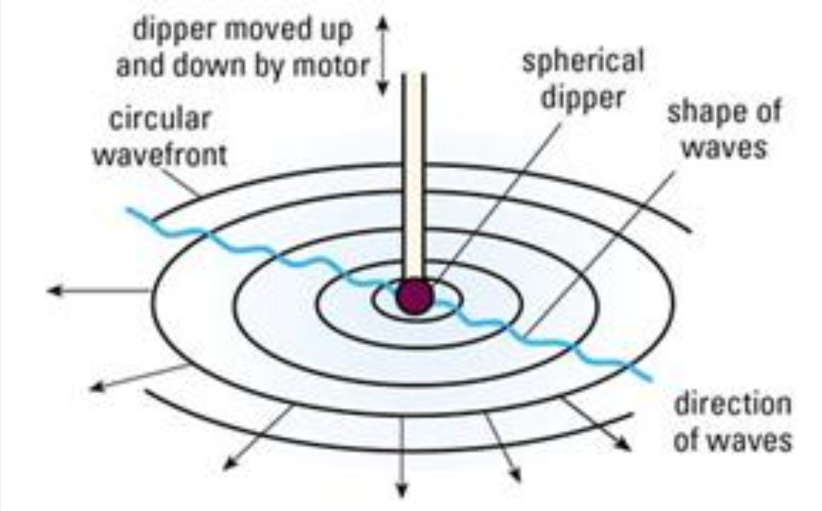
La luz es una onda, i.e. una perturbación que se propaga.

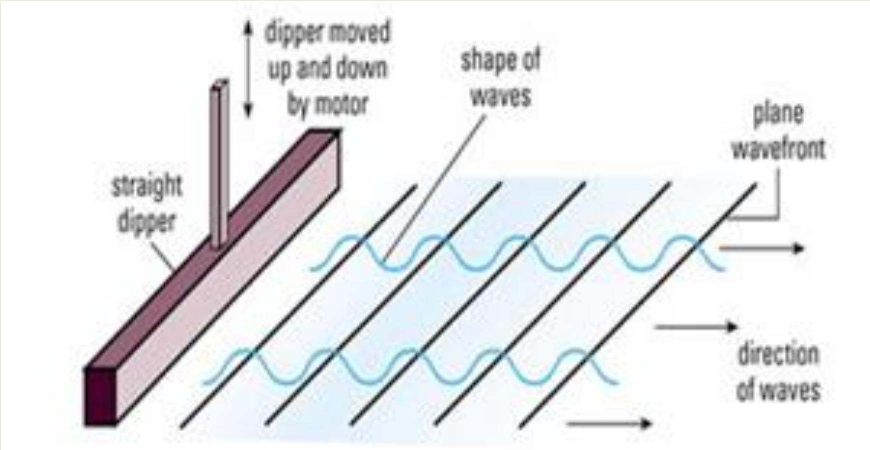
En cada punto del espacio la perturbación es el campo **E,** que hay que entenderlo como el apartamientos del valor basal (que es nulo) del campo electrico en ese punto.



Teoría ondulatoria

- ✓ La luz es una onda $\vec{\psi}(x,t) = \overrightarrow{E_0}\,\cos(kx - w\,t + \varphi_0)$





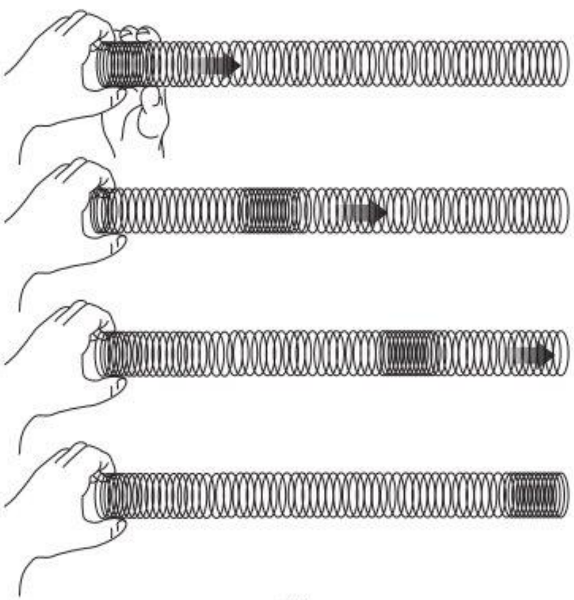
- La forma de la onda describe la perturbación instante a instante.
- Es posible reconocer puntos en el espacio que oscilan en fase. Definen lo que se conoce como **frente de onda.**
- La onda (i.e. la perturbación) viaja en el tiempo a una dada velocidad. Los frentes de onda se desplazan.
- Es posible describir la dirección de la propagación utilizando el concepto de **rayo**: dirección de propagación. Siempre resulta perpendicular a los frentes de onda.

Descripción de una onda 1D

Involucra describir **espacial** y **temporalmente** el comportamiento de una cantidad de interés Ψ que se aleja de su valor de equilibrio transitoriamente. En ese sentido describe cómo una **perturbación** atraviesa un **medio**

Onda longitudinal

desplazamiento del medio // dirección de propagación

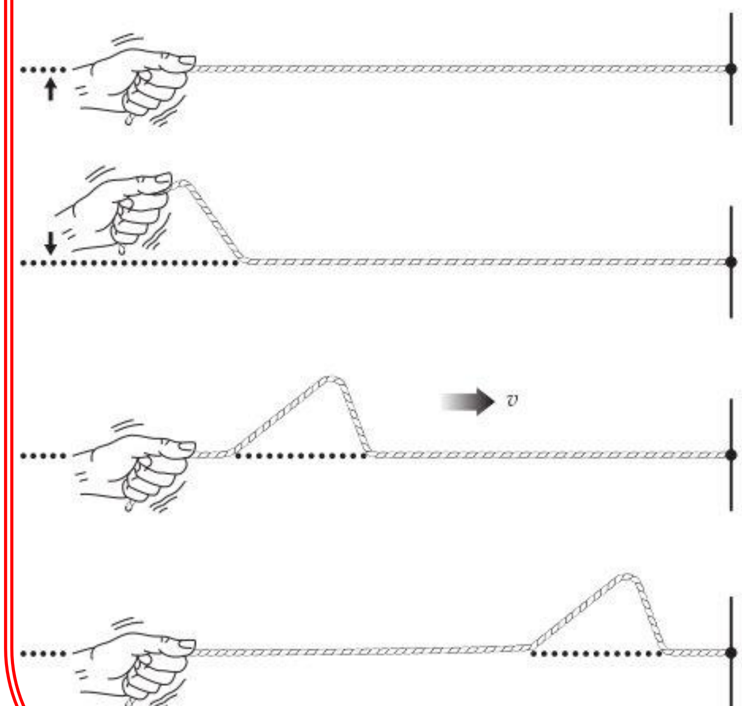


(a)

Ψ: densidad local de espiras

Onda transversal

desplazamiento del medio $\perp$ dirección de propagación



Ψ: altura local de la soga

$\vec{\psi}(x,t) = \overrightarrow{E_0}\ \cos(kx - w\,t + \varphi_0)$

Descripción de una onda 1D

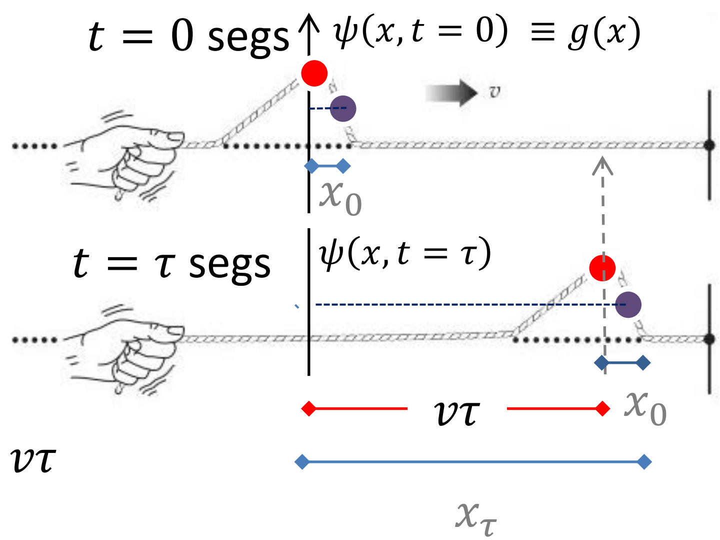
- Describir matemáticamente la onda es especificar $\psi(x,t)$ como función de *x* y *t:* $\psi(x,t) = f(x,t)$

- Para una onda que **se propaga a velocidad *v*** **<u>sin deformarse</u>**, el perfil de perturbaciones que veo a tiempo *t=0* lo veré desplazado en una cantidad *v.t*

  Sea x la posicion del pto azul en el tiempo que estoy mirando

  Si la onda se propaga sin deformarse $x_\tau = x_0 + v\tau$

  y debe valer que:



$$\psi(x_\tau,\tau) = \psi(x_0, t = 0) = g(x_0)$$

$$\psi(x_\tau,\tau) = g(x_\tau - vt)$$

y en gral: $\psi(x,t) = g(x - vt)$

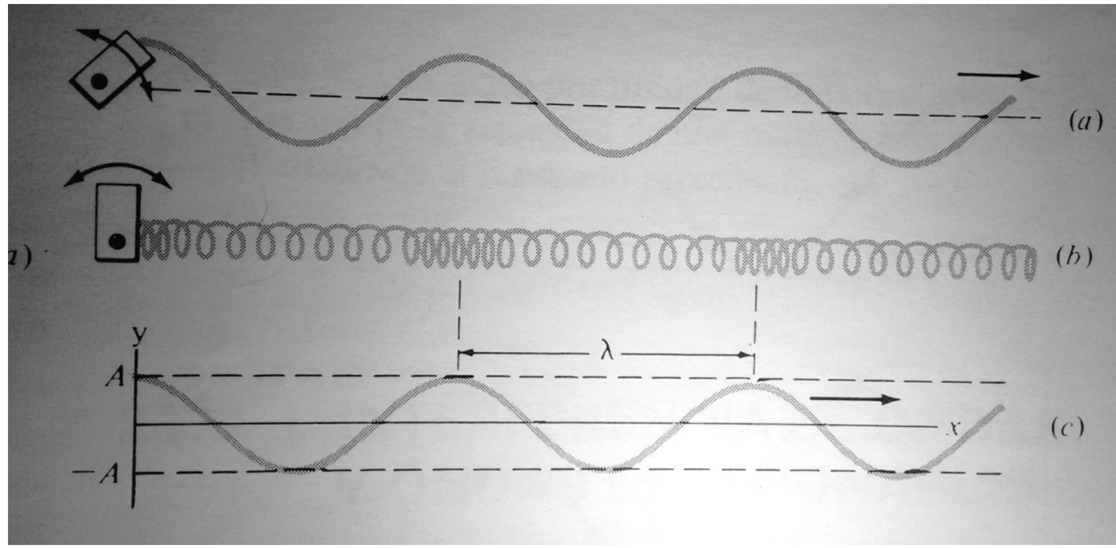
La perturbacion que veo en *x* a tiempo *t* es la que a tiempo *0* estaba 'mas atras' (en x-vt)

$$\psi(x,t) = g(x - vt)$$

Para describir un perfil que se desplaza sin deformarse $f(x,t) = g(x - vt)$

Onda armonica

- Perturbación armónica



Esta forma funcional permite describir ondas de diferentes **longitudes de onda** (periodos espaciales) y **frecuencias** (periodos temporales)

$$\psi(x,t) = f(x - v\,t)$$

$$= E_0\ \cos(k(x - vt) + \varphi_0)$$

$$= E_0\ \cos(kx - \underline{kv}\,t + \varphi_0)$$

kv=w

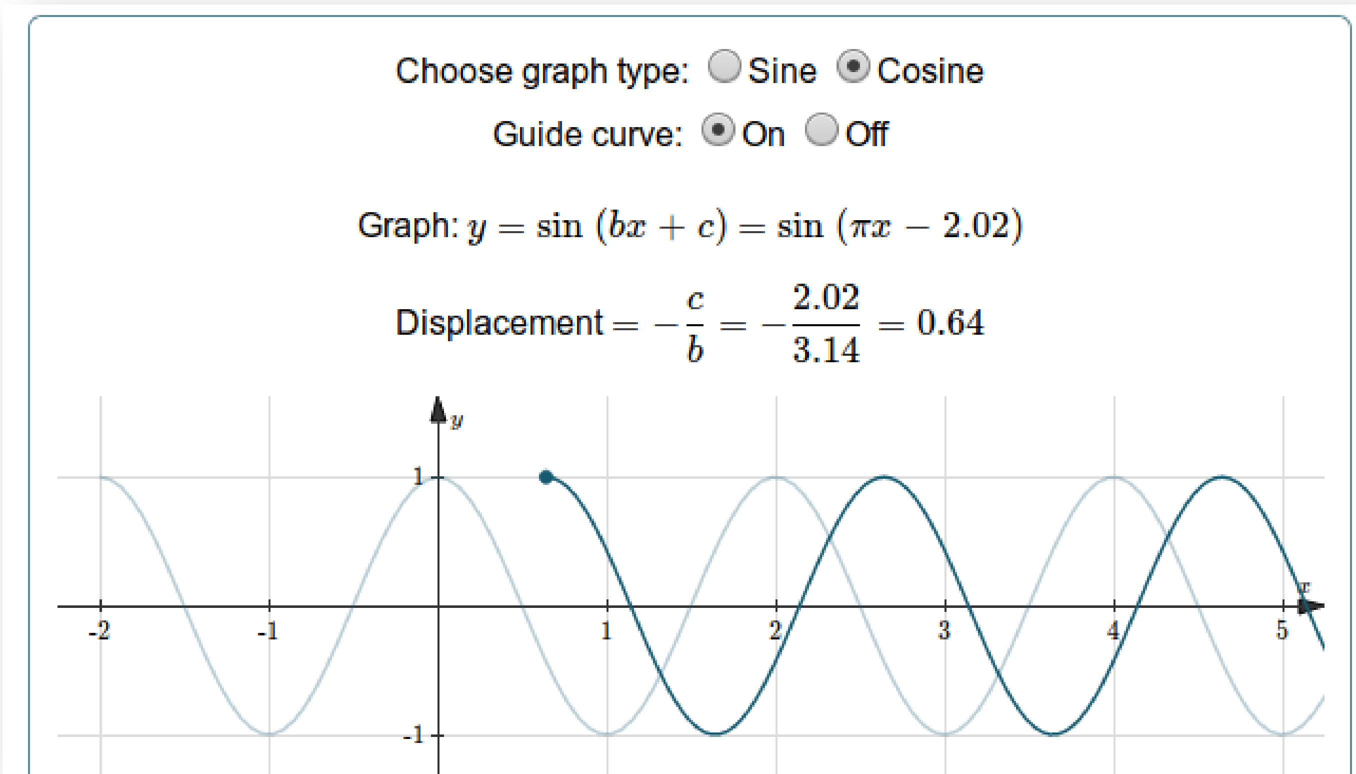
$$= E_0\ \cos(kx - w\,t + \varphi_0)$$

$$\psi(x,t) = E_0\ \cos(kx - w\,t + \varphi_0)$$

[k]=rad/[longitud] [w]=rad/[tiempo]

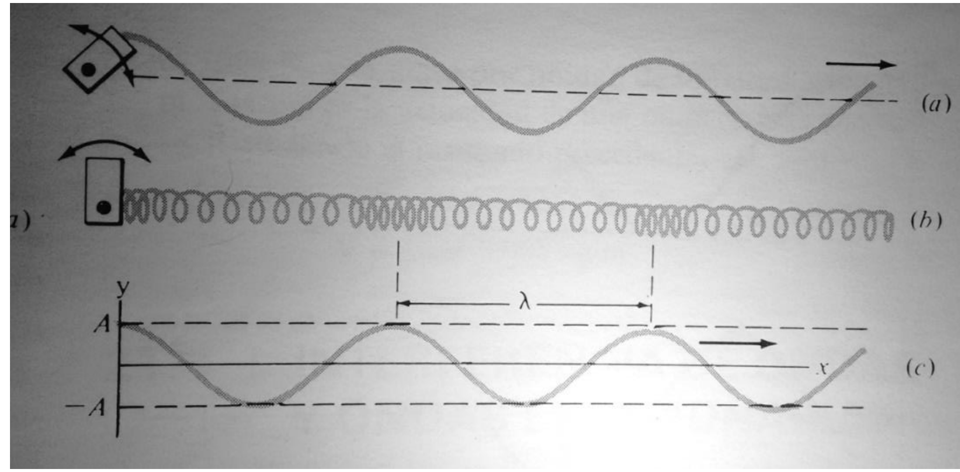
Veamos como funciona cos(bx+c)

Que onda?



https://www.intmath.com/trigonometric-graphs/3-graphs-sin-cos-phase-shift.php

Onda armonica



$$\psi(x,t) = \underbrace{E_0 \cos(kx - w\,t + \varphi_0)}$$

φ :fase de la onda

Periodicidad espacial

$$\lambda = \frac{2\pi}{k}$$

Long de onda (periodo espacial)

Nro de onda

Periodicidad Temporal

$$T = \frac{2\pi}{w} = \frac{1}{f}$$

Periodo temporal

Frecuencia angular

Fase inicial

$$\varphi_0$$

$$v = \frac{w}{k} = \frac{\lambda}{T}$$

$$v = \lambda\, f$$

$$\psi(x,t) = E_0 \cos(\frac{2\pi}{\lambda} x - \frac{2\pi}{T} t + \varphi_0)$$

Fase angular vs desfasaje
Dos caras de la misma moneda

$$\psi(x,t) = E_0 \cos(\underbrace{kx - w\,t + \varphi_0}_{\varphi\text{: fase de la onda}})$$

Analicemos el caso de t=0 $\quad \psi(x) = E_0 \cos(kx + \varphi_0)$

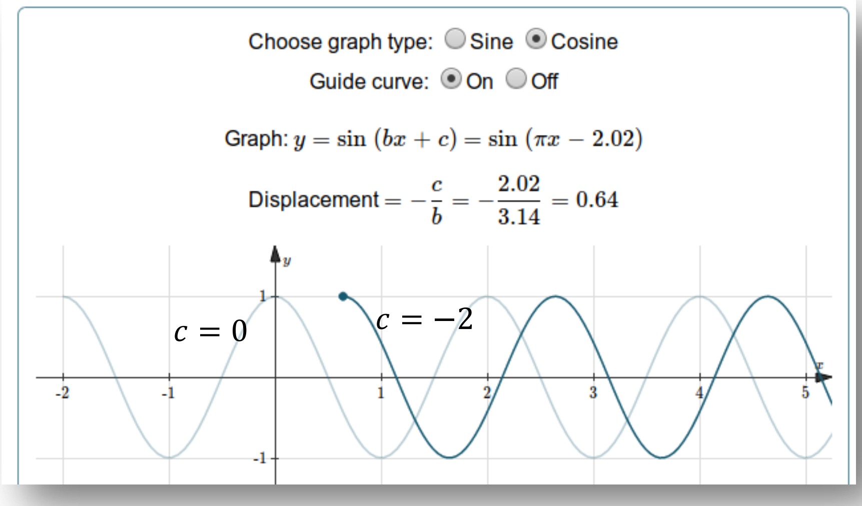
$\boldsymbol{\delta x}$

$$\psi(x) = E_0 \cos(kx + \varphi_0)$$

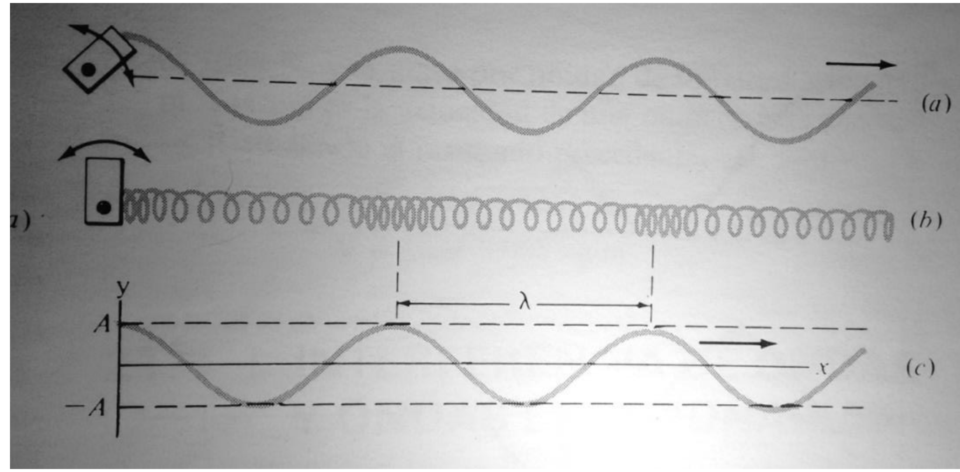
fase inicial
(angular)

$$= E_0 \cos(k(x + \boldsymbol{\delta x}))$$

desfasaje

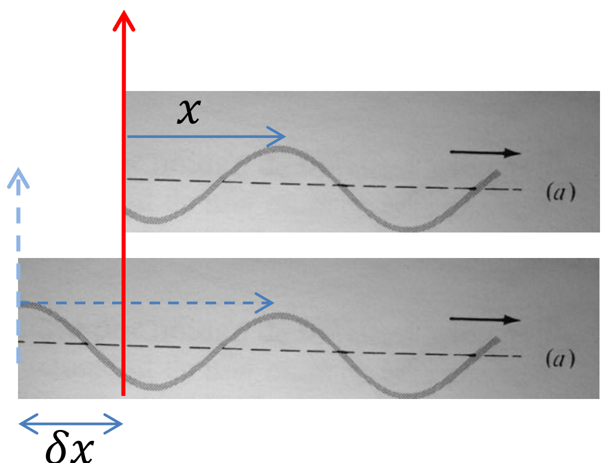


Onda armonica



$$\psi(x,t) = E_0\ \cos(\underbrace{kx - w\,t + \varphi_0}_{})$$

φ :fase de la onda



La perturbacion que veo en x cuando $\varphi_0 \neq 0$ es la que veria en x si la onda se hubiera originado un poco mas lejos ($x + \delta x$) con $\varphi_0 = 0$

$$\psi(x,t) = E_0\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}x - \frac{2\pi}{T}t + \varphi_0)$$

$$\delta x = \frac{\lambda}{2\pi}\varphi_0$$

$$\psi(x,t) = E_0\ \cos(\frac{2\pi}{\lambda}(x + \delta x) - \frac{2\pi}{T}t)$$

Recordando a Jaime…

$$\vec{\psi}(x,t) = \overrightarrow{E_0}\,\cos(kx - w\,t + \varphi_0)$$

direccion de propagación (rayo)

Carga puntual **acelerada**

direccion de $\overrightarrow{E_0}$

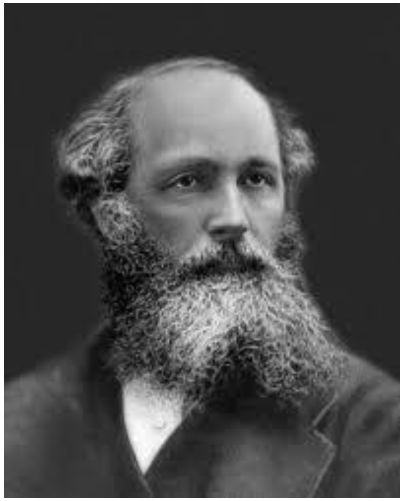
radiating-charge applet

James Maxwell

"…Esta velocidad es tan cercana a la de la luz* que tenemos razones para concluir que **la luz** en sí misma es una **perturbación electromagnética** que tiene la forma de una onda que se propaga a través del espacio siguiendo las leyes del electromagnetismo…¨

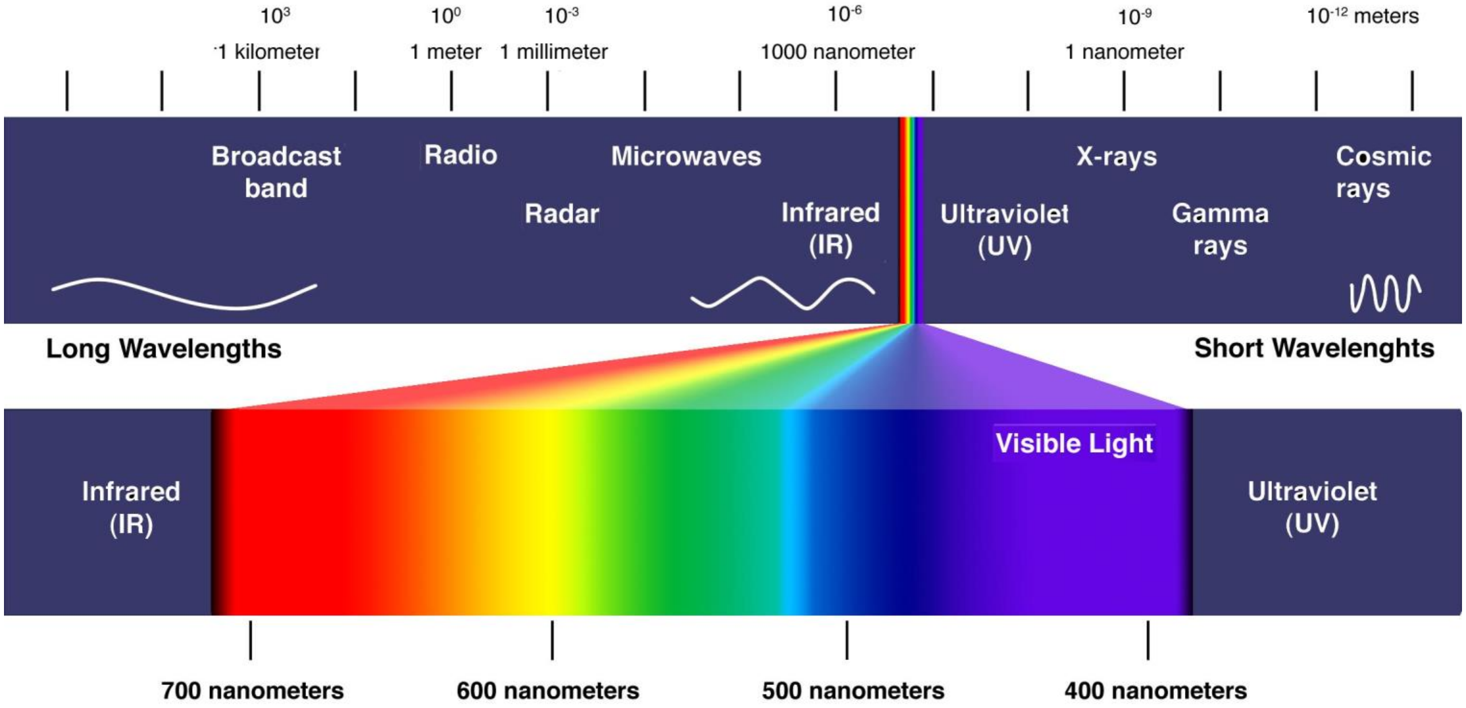
* $c = 300000\ km/s$

Espectro electromagnético



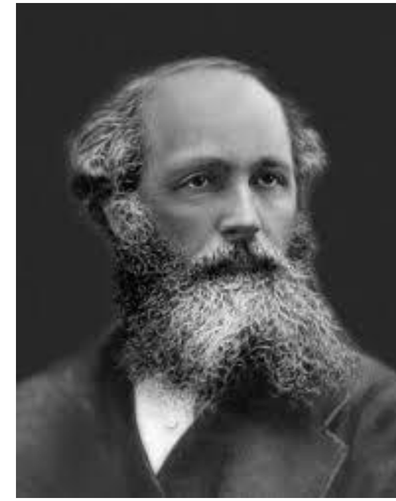
Descripción matemática de la onda que se propaga

$$\vec{\psi}(x,t) = \overrightarrow{E_0}\ \cos(kx - w\,t + \varphi_0)$$



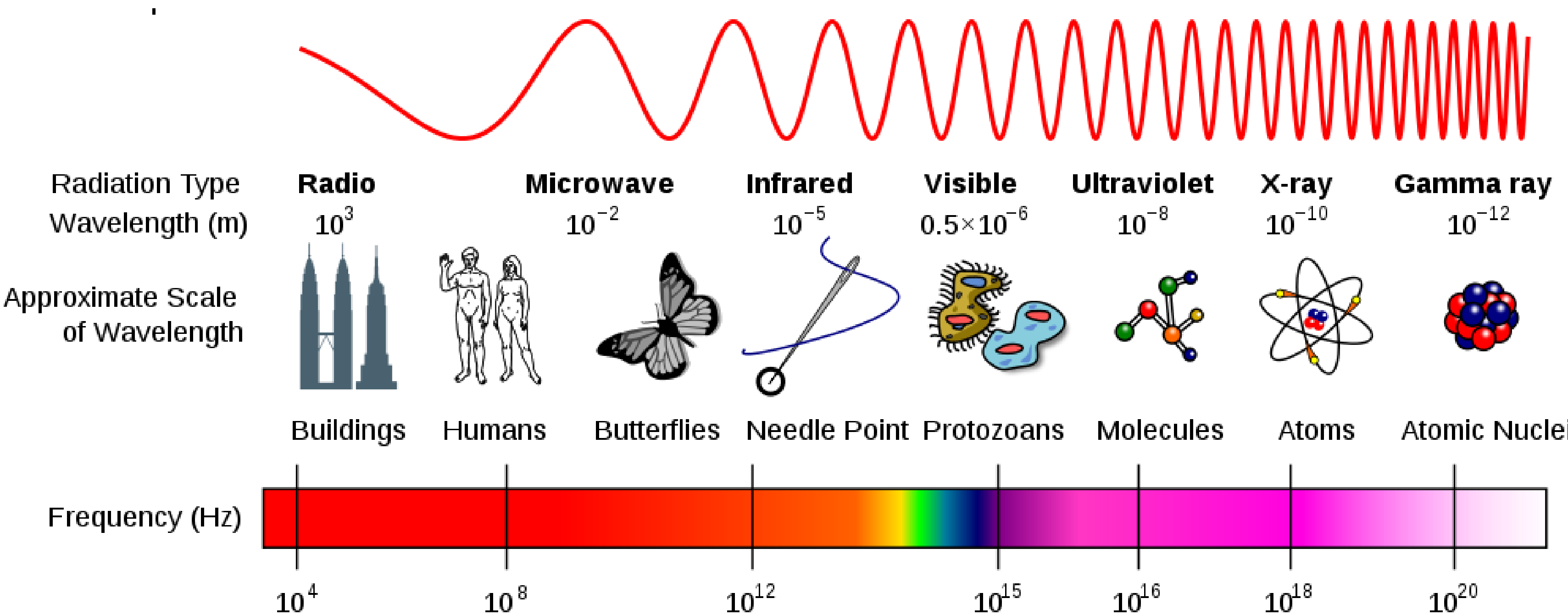
$$c = \lambda\, f$$

Espectro electromagnético



Descripción matemática de la onda que se propaga
(la vamos a ver en detalle más adelante)

$$\vec{\psi}(x,t) = \overrightarrow{E_0}\ \cos(kx - w\,t + \varphi_0)$$



$$c = \lambda\, f$$