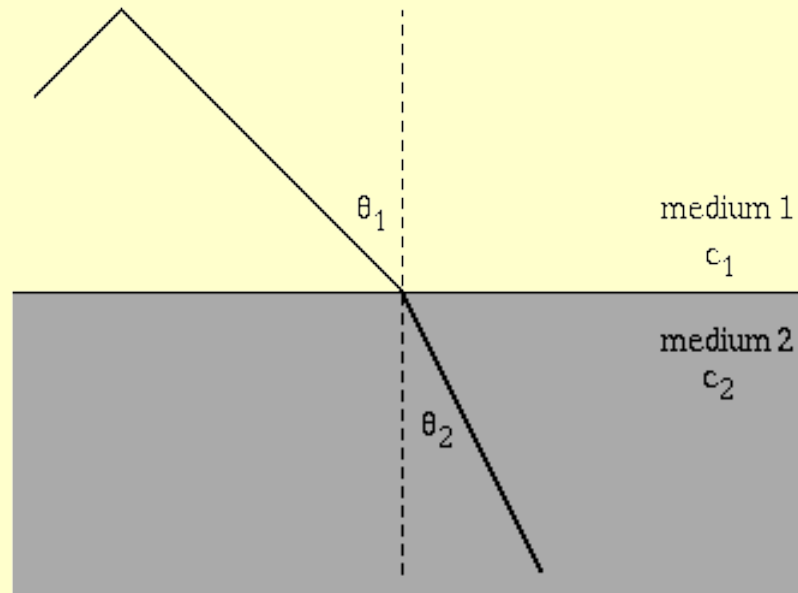


Física II, Ondas

Ondas Electromagnéticas



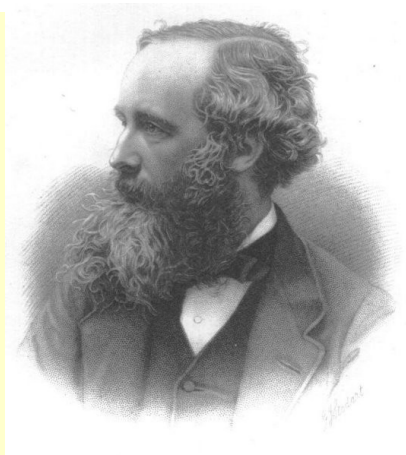
Profesor: Pedro Labraña
Departamento de Física,
Universidad del Bío-Bío

Carrera: Ingeniería Civil en Informática
Créditos: 5

Una historia y una moraleja

Ecuaciones de Maxwell

$$\begin{aligned}\nabla \cdot \vec{E} &= \frac{1}{\epsilon_0} \rho_q \\ \nabla \wedge \vec{E} &= -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \\ \nabla \cdot \vec{B} &= 0 \\ \nabla \wedge \vec{B} &= \mu_0 \left(\vec{J} + \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \right)\end{aligned}$$



Ecuaciones que gobiernan la electrodinámica

$$\vec{E} = E_x \hat{x} + E_y \hat{y} + E_z \hat{z}$$

$$\vec{B} = B_x \hat{x} + B_y \hat{y} + B_z \hat{z}$$



Maxwell descubrió que en el vacío podía describir
Sus ecuaciones de modo que estas se viera así:

$$\frac{\partial^2 E_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 E_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 E_x}{\partial z^2} = \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 E_x}{\partial t^2}$$

$$\frac{\partial^2 B_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 B_z}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 B_z}{\partial z^2} = \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 B_z}{\partial t^2}$$

Ecuación de onda para una onda
Que viaja con una velocidad C
dada por

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$$

¿Que son estas ondas?

$$C = 299.792 \text{ Km/s}$$

En la época de Maxwell ya se “sabía” que la luz es una onda
o mejor dicho presenta las características de un fenómeno
ondulatorio (Interferencia, difracción, refracción).

Mediciones de la velocidad de la luz decían que esta viaja a
 $V = 299.792 \text{ Km/s}$

Conclusión: Las ondas electromagnéticas y la luz son
representaciones de un mismo fenómeno. Son el mismo tipo
de ondas (oscilaciones de los campos eléctricos y magnéticos)

Algunas propiedades de estas ondas

1) Son ondas transversales:

Estudiemos un caso particular de solución a las ecuaciones de onda

Onda electromagnética plana y armónica viajando en la dirección de las x positivas

$$E_x = E_z = 0$$

$$E_y(x, y, z) = E_y(x)$$

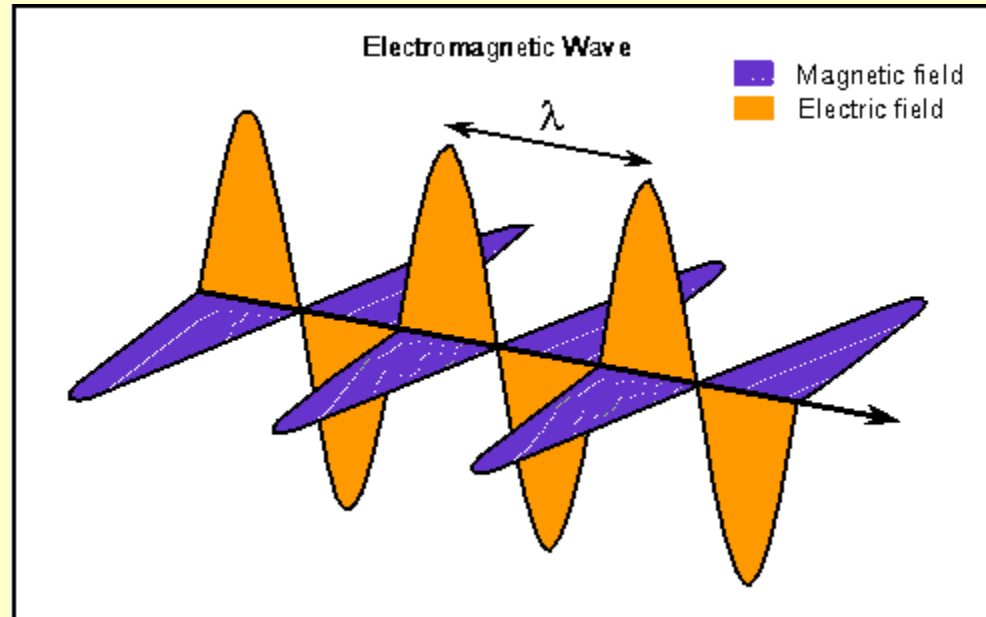
$$\frac{\partial^2 E_y}{\partial x^2} = \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 E_y}{\partial t^2}$$

$$E_y(x) = E_{0y} \cos[kx - \omega t + \phi]$$

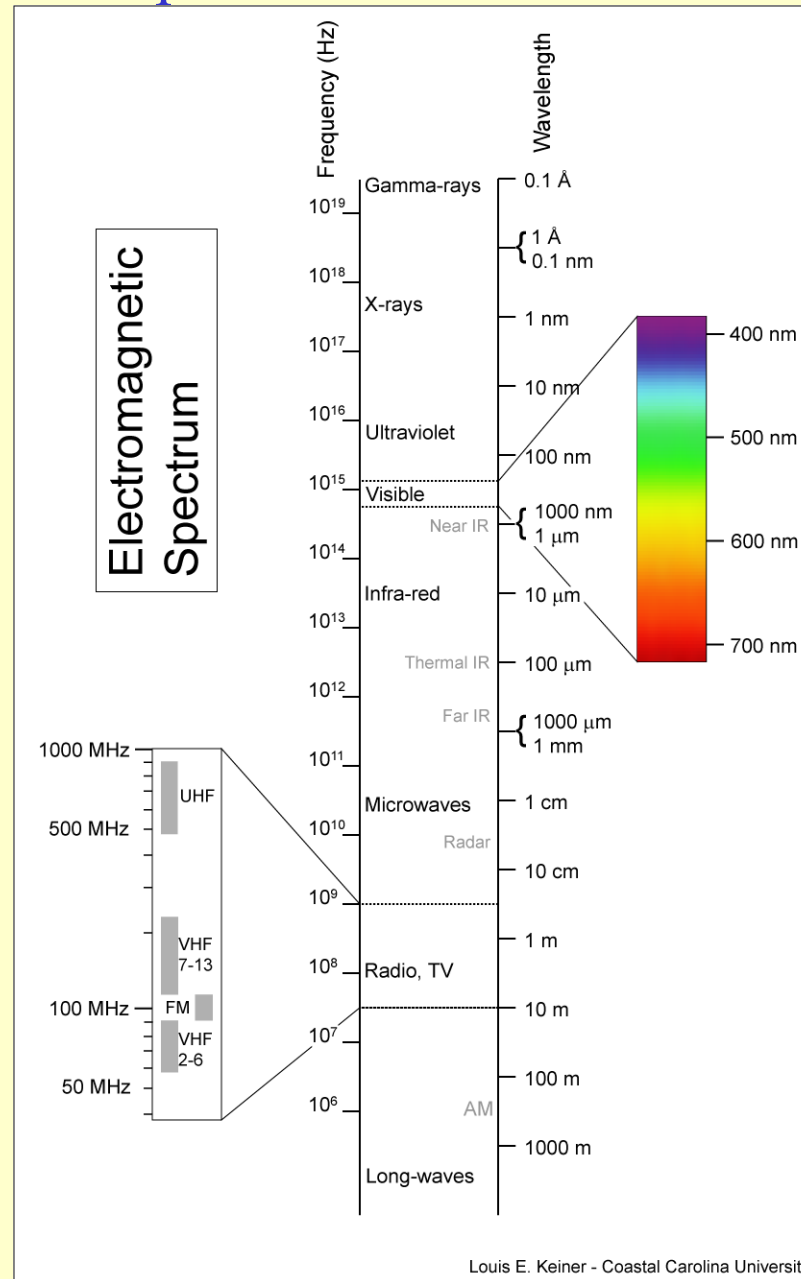
$$c = \frac{\omega}{k}$$

$$B_x = B_y = 0$$

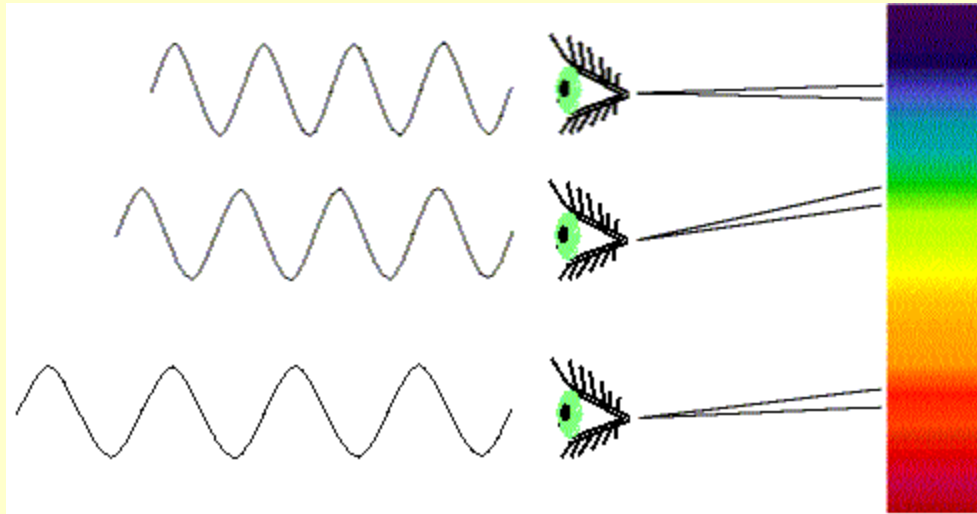
$$E_z(x) = cB_z(x)$$



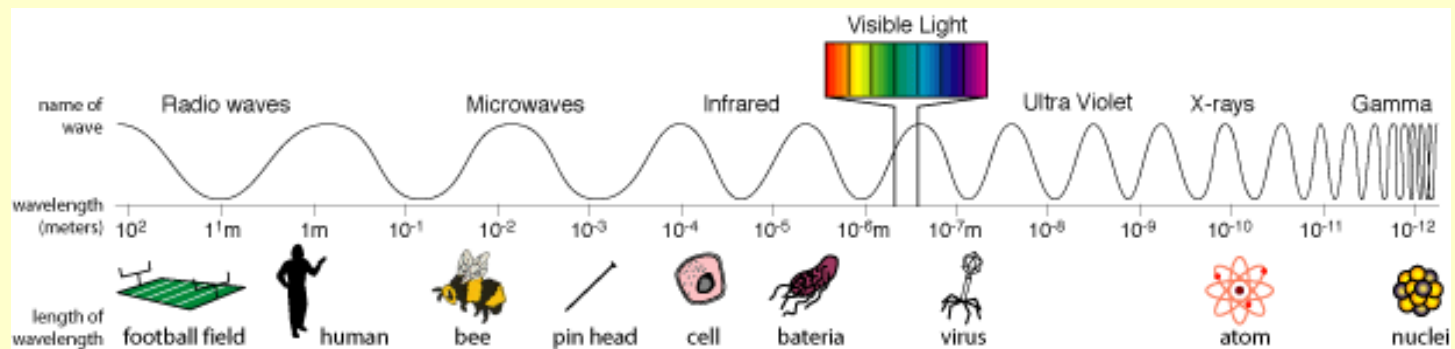
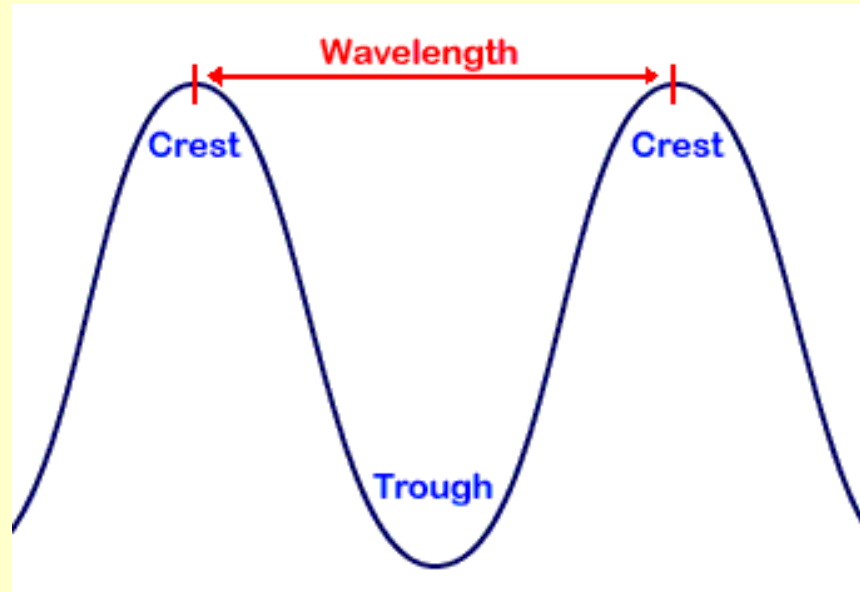
Espectro de las ondas EM



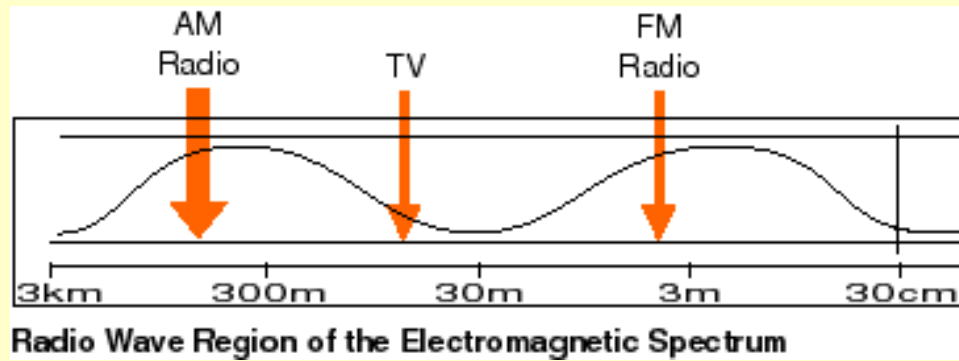
El espectro visible



Ondas electromagnéticas de diferentes longitudes de onda

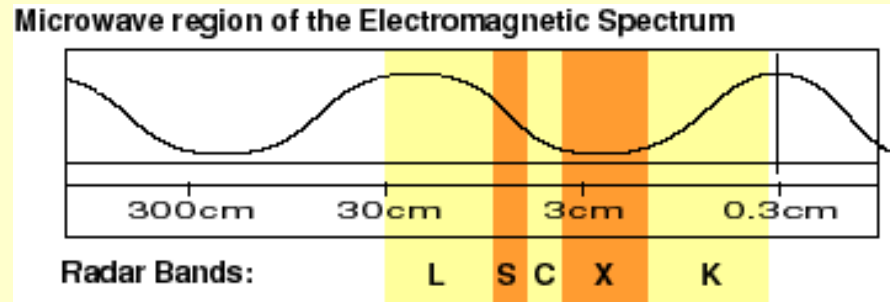


Ondas de radio



Radio astronomía

Microondas

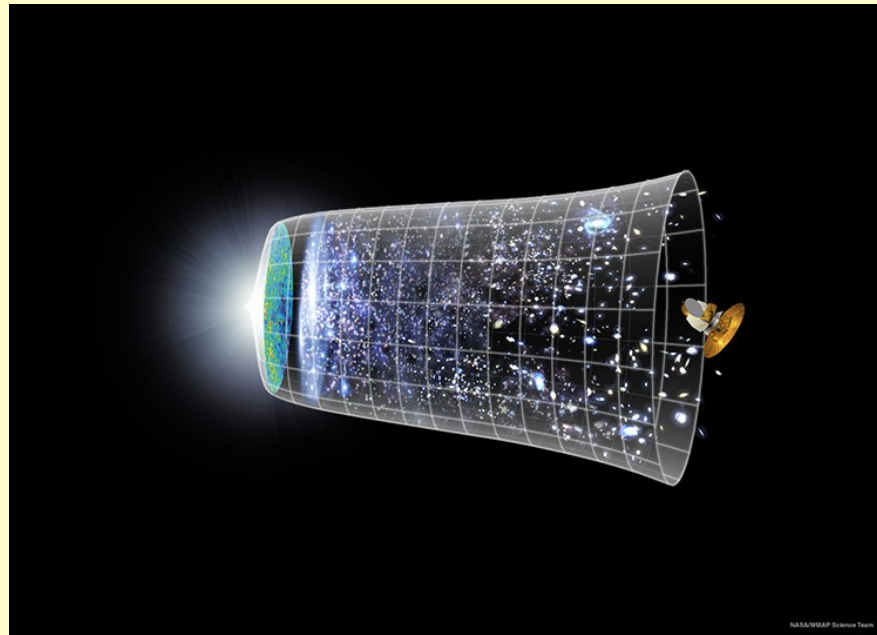
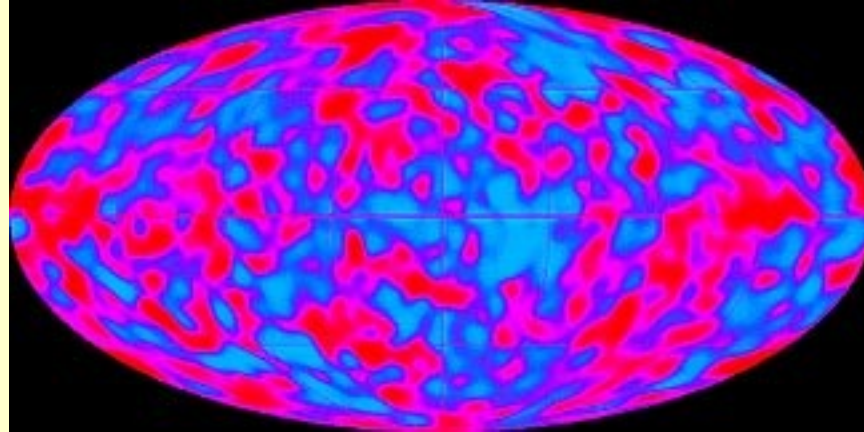


El microondas



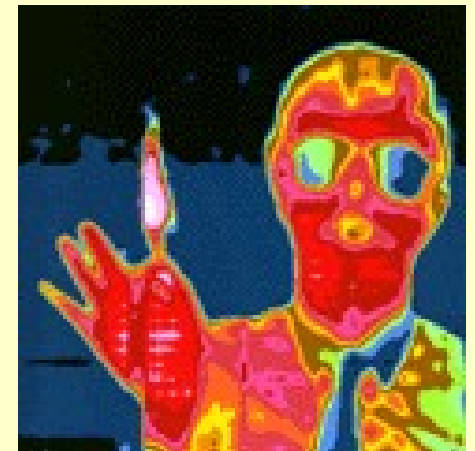
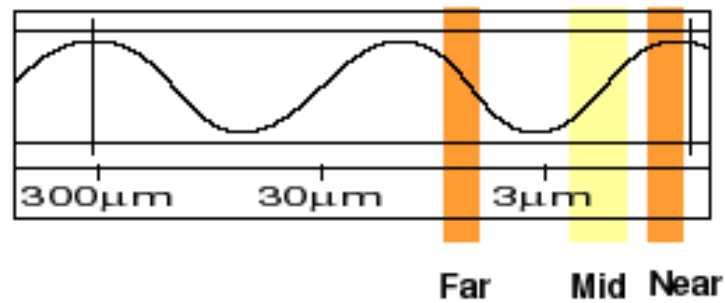
Antenas de microondas y radares

Radiación Cósmica de Fondo

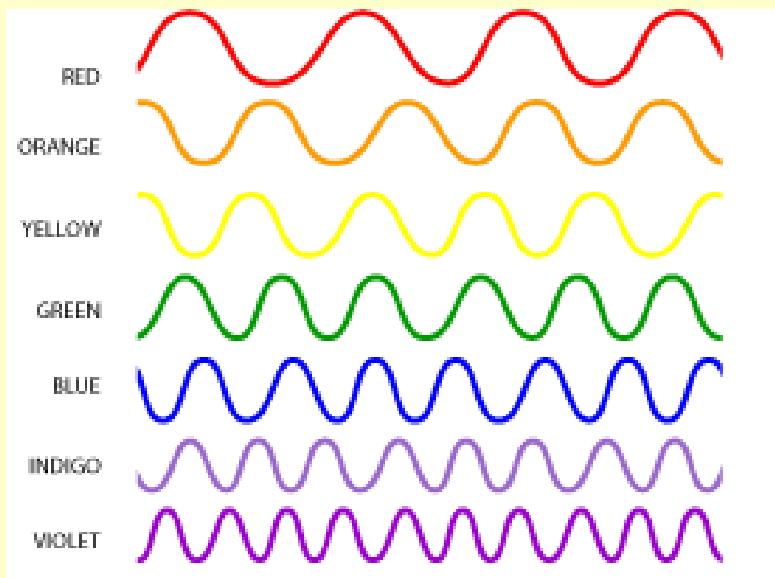
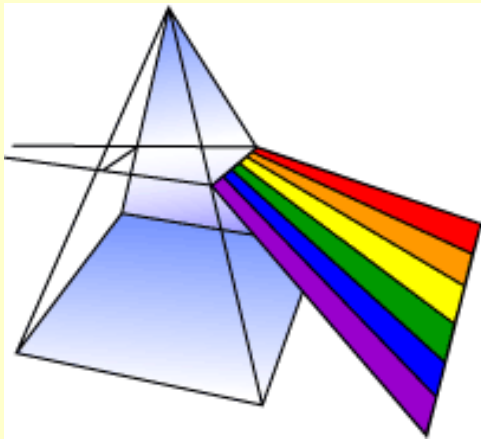
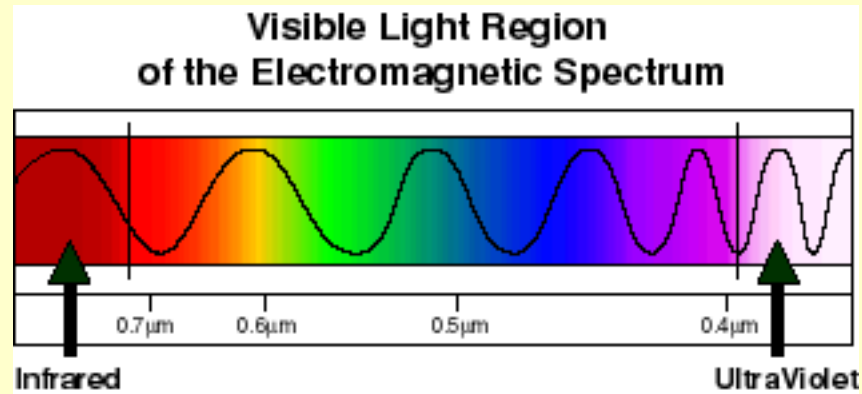


Infrarrojo (IR)

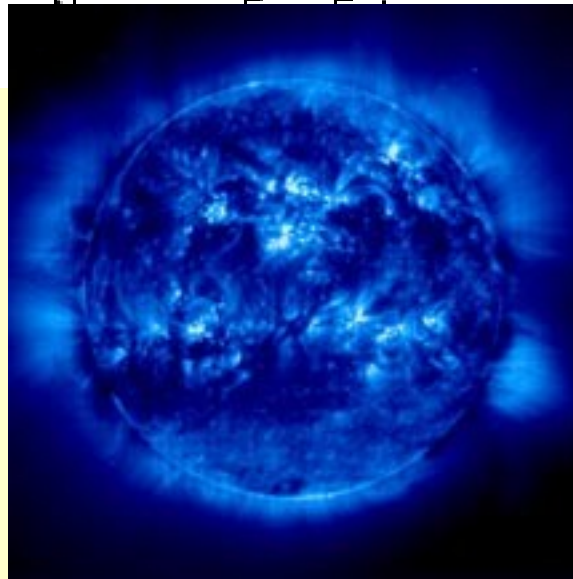
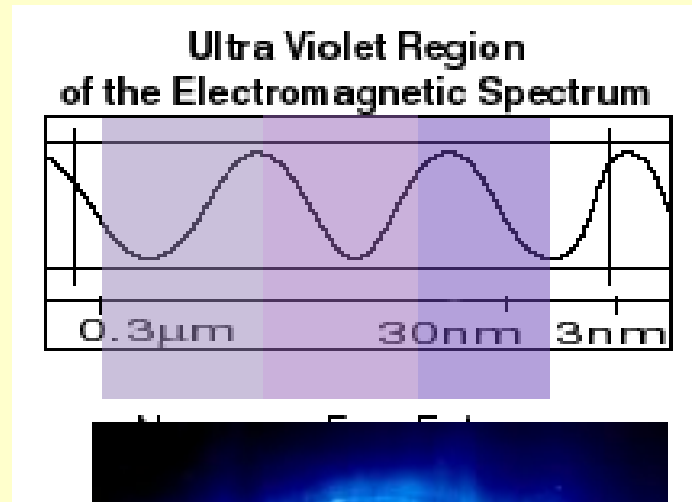
Infrared Region of the Electromagnetic Spectrum



Luz (Ondas electromagnéticas visibles)



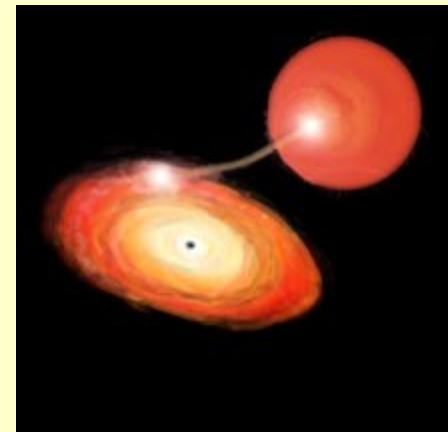
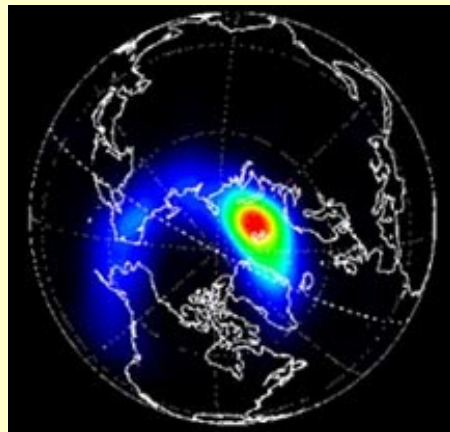
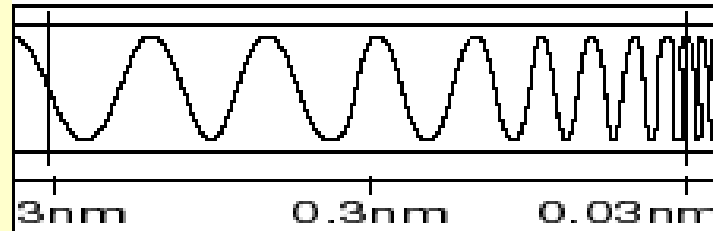
Ultravioleta (UV)



El sol emite radiación UV

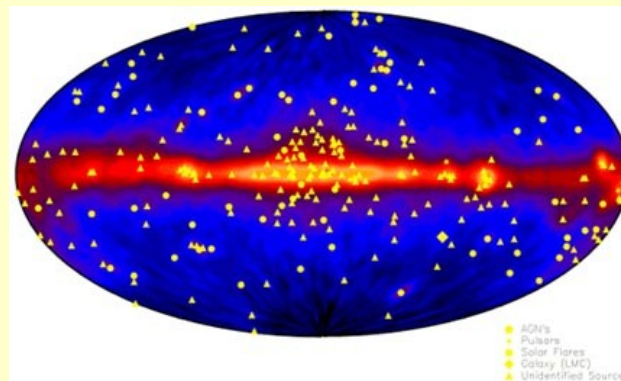
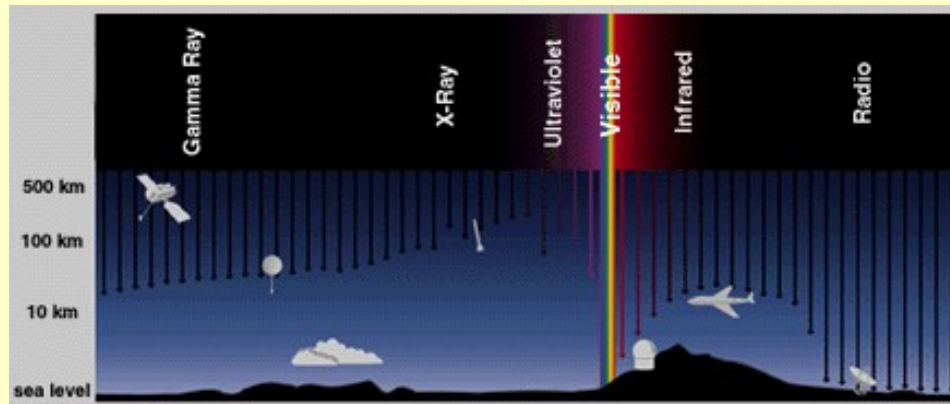
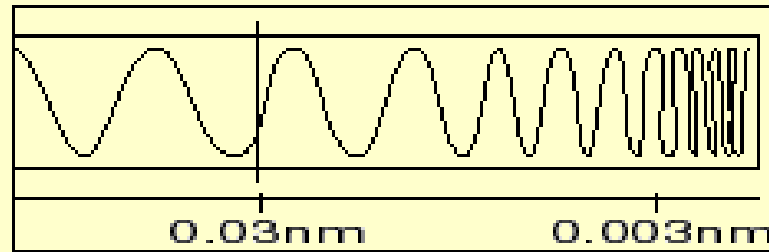
Rayos X

X-Ray Region of the
Electromagnetic Spectrum



Rayos Gamma

Gamma Ray Region of the Electromagnetic Spectrum



Fin