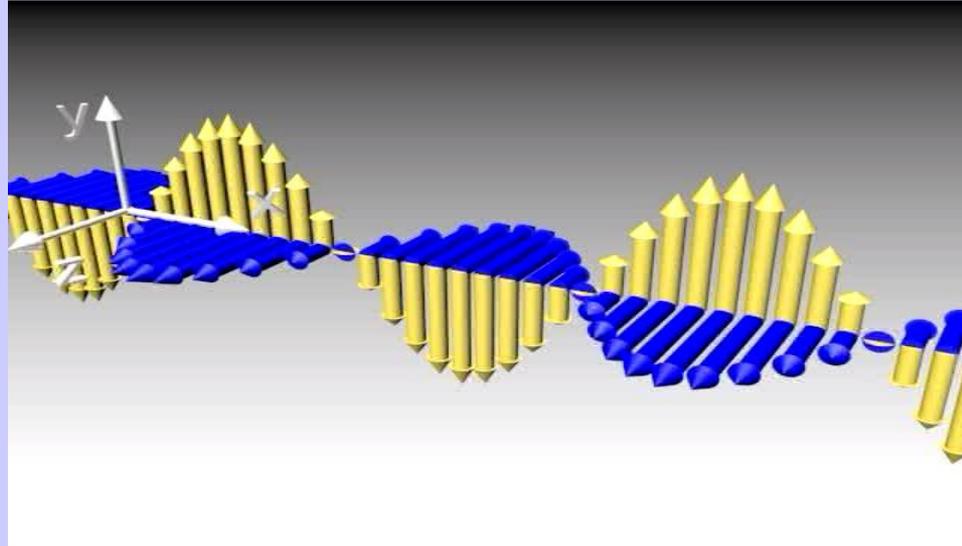
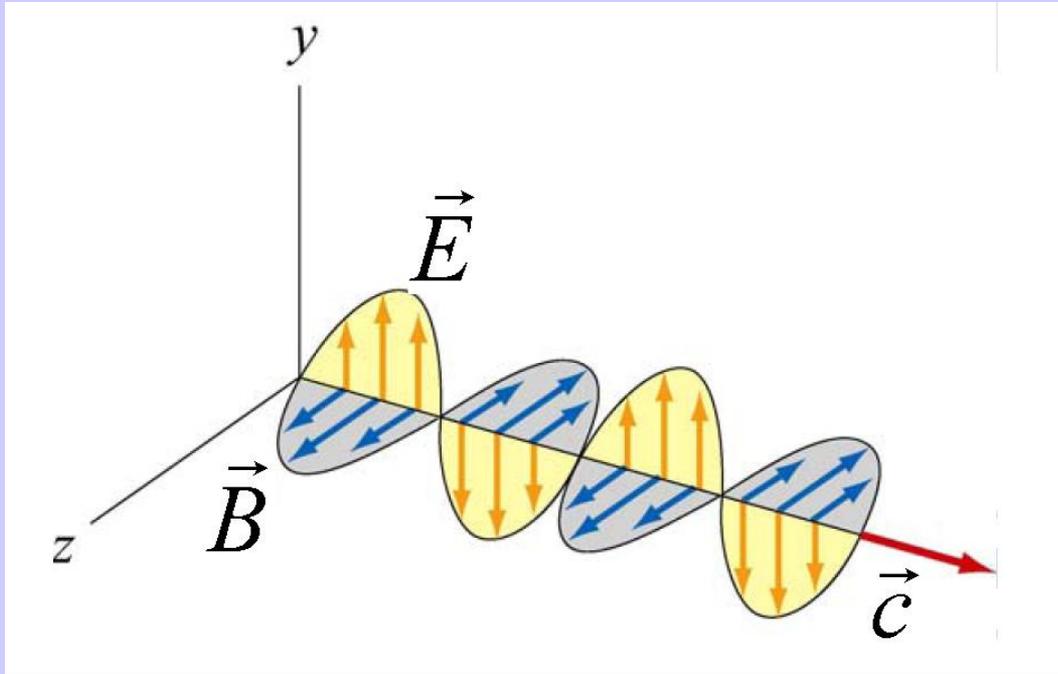


Ondas electromagnéticas (OEM)



Las ondas electromagnéticas son ondas transversales de un campo eléctrico y magnético acoplados que viajan a la velocidad de la luz $c=3 \cdot 10^8 \text{m/s}$

Propiedades de las ondas electromagnéticas (I)



$$E \equiv E_y = E_0 \cos(kx - \omega t + \varphi_0), \quad B \equiv B_z = B_0 \cos(kx - \omega t + \varphi_0)$$

Propiedades de las ondas electromagnéticas (II)

- Viajan (en el vacío) a la velocidad de la luz

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

- En cualquier punto de la onda y en cualquier instante

E y B están en fase el uno con el otro y además

$$\frac{E}{B} = \frac{E_0}{B_0} = c$$

- E y B son perpendiculares entre sí y perpendiculares a la dirección de propagación (son **ondas transversales**):

- Dirección de propagación = dirección de $\vec{E} \times \vec{B}$

o:
$$\vec{B} \times \vec{c} = \vec{E} \quad B \text{ por } c \text{ Da } E$$

Intensidad de una onda electromagnética ($I = \rho_u c$)

Densidad de energía de E y B : $\rho_E = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$ $\rho_B = \frac{1}{2\mu_0} B^2$

$$\rho_E = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 = \frac{1}{2} \epsilon_0 c^2 B^2 = \frac{1}{2} \epsilon_0 \frac{1}{\epsilon_0 \mu_0} B^2 = \frac{1}{2\mu_0} B^2 \Rightarrow \boxed{\rho_E = \rho_B}$$

Como $\langle \cos^2 \rangle = 1/2$:

$$I(t) = (\rho_E + \rho_B)c = 2\rho_E c = \epsilon_0 E^2 c = \epsilon_0 E B c^2 = \epsilon_0 E B \frac{1}{\epsilon_0 \mu_0}$$

$$\Rightarrow \boxed{I(t) = \frac{EB}{\mu_0} = \frac{1}{\mu_0} E_0 B_0 \cos^2(kx - \omega t + \varphi_0)}$$

$$\text{Como : } \langle \cos^2(\cdot) \rangle = \frac{1}{2} \Rightarrow$$

Intensidad promedio

$$\boxed{\langle I \rangle = \frac{E_0 B_0}{2\mu_0}}$$

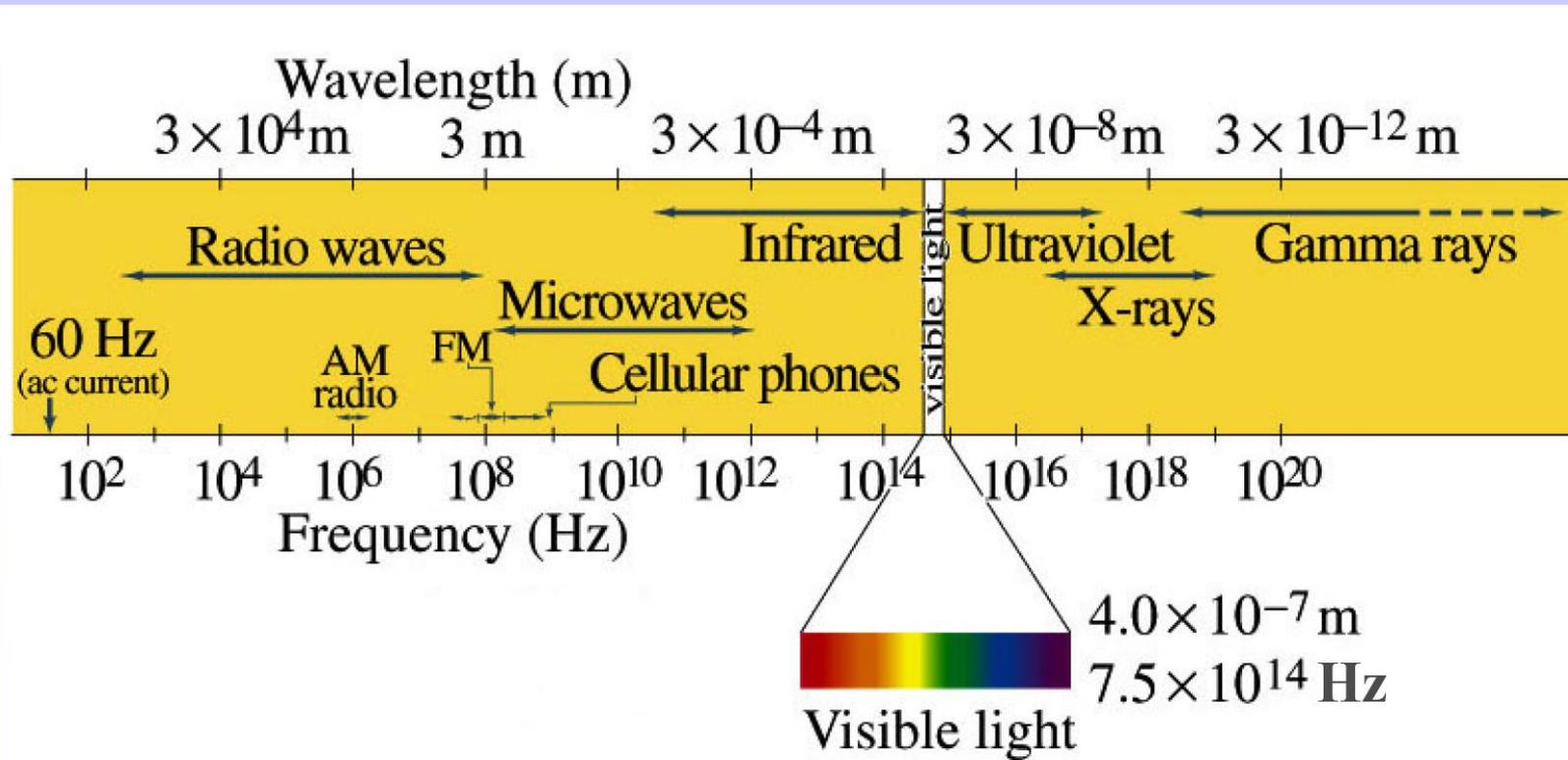
Vector de Poynting: módulo intensidad promedio y dirección la de propagación de la onda

$$\boxed{\vec{S}}$$

Recordatorio: Propiedades cuánticas de la luz

- Fotón: la luz interacciona con la materia como partículas de energía $E_f=hf$, llamadas fotones (Einstein: efecto fotoeléctrico)
 $h = 6.63 \times 10^{-34} = 4.14 \cdot 10^{-15} \text{eV}$. Constante de Planck
 f : frecuencia de la radiación electromagnética.
 λ : longitud de onda;
- Velocidad de la luz $c = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$ $c = \lambda/T = \lambda f$.
- Intensidad de la luz: $I = N_{tS} E_f = N_{tS} hf$ con N_{tS} el número de fotones por unidad de tiempo y área que atraviesa una superficie S perpendicular a la propagación de la luz.
- Potencia de la luz: $P = IS = N_t E_f = N_t hf$, con N_t el número de fotones por unidad de tiempo que atraviesa una superficie S perpendicular a la propagación de la luz.

Espectro electromagnético



Recordar $\lambda f = c$