Factores de Conversión

1 Å (angstrom) = 10^{-8} cm = 10^{-10} m

1 μm (micron) = 10^{-6} cm

1 eV = 1.6 10^{-19} J

1 J = 10^{7} erg

1 cal = 4.186 J

Constantes Físicas

N_A	Número Avogadro = 6.02 x 10^{23} átomos/gram mol
k	Cte. de Boltzmann = 1.38 x 10^{-23} J/K = 8.62 x 10^{-5} eV/K
b	Cte. de Wien 2.898 10^{-3} K m
e	Carga del electrón = 1.60 10^{-19} C
m_0	Masa en reposo del electrón = 9.1 10^{-31} kg
m_P	Masa en reposo del protón = 1.67 10^{-27} kg
μ_0	Permeabilidad del vacío = 4 $\pi 10^{-7}$ H/m
ε_0	Permitividad del vacío = 8.85 10^{-14} F/cm = 8.85 10^{-12} F/m
h	Cte. de Planck = 6.625 x 10^{-34} J s = 4.135 10^{-15} eV s
c	Velocidad de la luz en el vacío = 2.998 x 10^{8} m/s
λ_C	Longitud de onda de Compton = 2.42 10^{-12} m
kT	Energía Térmica (T = 300 K) = 0.0259 eV

Las ecuaciones de Maxwell

$$\vec{\nabla}.\vec{E} = \rho$$

$$\vec{\nabla} x \vec{B} = \vec{J} + \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

$$\vec{\nabla} x \vec{E} + \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} = 0$$

$$\vec{\nabla}.\vec{B} = 0$$

SERIE nº. 0: Propagación de Ondas & Electromagnetismo

0.1) La ecuación diferencial de la onda en medios lineales es:

$$\frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2}\frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial t^2} \tag{0.1}$$

Verifique que cualquier función real o compleja de la forma y = f (x ± v t) satisface la ecuación (0.1).

0.2) Demuestre que una perturbación de la forma: $E(x,t) = E(x)e^{-iwt}$ satisface:

$$\frac{\partial^2 E(x)}{\partial x^2} = -k^2 E(x) \tag{0.2}$$

Donde *k* y *w* son constantes.

0.3) Pruebe que una onda esférica $\psi(\vec{r},t) = \frac{A}{r}e^{i(\vec{k}.\vec{r} \pm wt)}$ satisface a la ecuación de onda:

$$\nabla^2\psi(r,t) = \frac{1}{v^2}\frac{\partial^2\psi(r,t)}{\partial t^2} \tag{0.3}$$

Donde la dependencia radial del operador laplaciano en coordenadas esféricas es

$$\nabla^2\psi = \frac{1}{r^2}\frac{\partial}{\partial r}\left[r^2\frac{\partial\psi}{\partial r}\right] \tag{0.4}$$

0.4) Demuestre que $Y = Y_m\, Sen\ (k \cdot x - w \cdot t)$ puede escribirse también de alguna de las maneras siguientes:

$Y = Ym\ Sen[k.(x - v.t)]$ $\quad$ $Y = Ym\ Sen\ [2\pi(x/\lambda - f\,t)]$

$Y = Ym\ Sen[\omega(x/v - t)]$ $\quad$ $Y = Ym\ Sen\ [2\pi(x/\lambda - t/T)]$

0.5) Determine en cada caso la frecuencia, $\boldsymbol{f}$, el período, $\boldsymbol{T}$, la amplitud, $\boldsymbol{Y_m}$, la longitud de onda, λ, y el sentido de propagación de las siguientes funciones de onda:

Y = 4 Sen [2(0.2x + 3t)] $\quad$ Y = 2.5 Sen [7 x + 3.5t]

0.6) Una onda de frecuencia 500 Hz. tiene una velocidad de fase de 350 m/seg.
a) ¿Qué distancia hay entre dos puntos que tienen una diferencia de fase de 60º?
b) ¿Cuál es la diferencia de fase entre dos desplazamientos que ocurren en cierto punto con un intervalo de 1 Seg.?

0.7) Halle la resultante de la superposición de ondas, utilizando notación compleja (***fasores***):

$Y_1 = Y_0 * Cos\ [kx + \omega\, t]$ $\quad$ con $Y_2 = Y_0 * Cos[kx - \omega\, t]$

0.8) Verifique que la superposición de una onda progresiva y otra regresiva de igual amplitud y frecuencia da origen a una onda estacionaria, cualquiera sea la diferencia de fase entre ellas.

0.9) Una cuerda atada en ambos extremos vibra según la siguiente ecuación:

$Y = 5 * Sen\ [\pi/3 \cdot x]\ Cos\ [40\pi \cdot t]$

a) ¿Cuáles son la amplitud y la velocidad de las ondas componentes cuya superposición puede dar lugar a ésta vibración?
b) Si la longitud de la cuerda es de 6 m. ¿en qué modo de vibración está vibrando?

0.10) La perturbación de una cuerda viene dada por

$$Y = 15.Sen\,[(2\pi/\lambda)\,x]\cdot Cos\,[(2\pi/\lambda)vt] - 5.Cos\,[(2\pi/\lambda)\,x\,]\cdot Sen\,[(2\pi/\lambda)\,vt]$$

a) Muestre que se puede descomponer en una onda progresiva superpuesta a otra regresiva, obteniendo la expresión de ambas.
b) Indique las amplitudes de las ondas progresiva (incidente) $\mathbf{Y_i}$**,** y regresiva (reflejada) $\mathbf{Y_r}$,
c) Calcule el cociente *Relación de Onda Estacionaria*:

$$(\mathbf{Y_i}, +\mathbf{Y_r})/.\ (\mathbf{Y_i}, -\mathbf{Y_r}) = \mathbf{R.O.E.} \qquad (0.5)$$

d) Verifique

$$\mathbf{R.O.E.} = \mathbf{Y}_{\text{total máxima}} / \mathbf{Y}_{\text{total mínima}}$$

e) ¿Cuánto valdría R.O.E. si hubiera reflexión total?

f) ¿Cuánto valdría R.O.E. si no hubiera reflexión?

0.11) A una onda progresiva de amplitud Y_m y frecuencia f se le superpone otra de igual naturaleza con la misma dirección, sentido y amplitud pero de frecuencia $(f + \Delta)$ y con una diferencia de fase, φ**.**
a) Demuestre que la expresión del movimiento resultante es:

$$Y\,(x,t) = 2\,Y_m\,Cos[\,2\,\pi\,(\Delta/2)(x/v\text{-}t)\text{-}(\varphi/2)\,Sen\,[2\,\pi\,(f+\Delta/2)(x/v\text{-}t)\text{-}(\varphi/2)]$$

b) Interprete físicamente.

0.12) Para una onda electromagnética plana, los módulos de los campos eléctrico y magnético están relacionados por $\boldsymbol{E = c.B}$.
a) Muestre que la densidad de energía de la onda viene dada por $\varepsilon_0\,\mathbf{E^2}$.
b) El flujo de energía (W/m^2) queda expresado como $\boldsymbol{c\varepsilon_0.E^2}$.

0.13) La densidad de cantidad de movimiento para una onda electromagnética puede escribirse como: $\vec{p} = \varepsilon_0 \vec{E} x \vec{B}$
Muestre que la densidad de energía es igual a ***p.c*** para una onda plana

0.14) Demuestre que la presión de radiación para una onda electromagnética plana es igual al flujo de energía dividido por la velocidad de la luz.