

Física General III – Año 2015
TP 9: Ecuaciones de Maxwell. Ondas electromagnéticas.

1. Demostrar que para un condensador de láminas planas y paralelas la corriente de desplazamiento de Maxwell viene dada por $I_d = CdV/dt$, donde C es la capacidad y V la tensión entre sus placas.
2. Un condensador de placas paralelas con $C = 5$ nF se conecta a una fem $V = V_0 \cos(\omega t)$, siendo $V_0 = 3$ V y $\omega = 500\pi$ rad/s. Hallar la corriente de desplazamiento entre las placas en función del tiempo.
3. Un condensador tiene placas plano-paralelas horizontales circulares de 2.3 cm de radio separadas 1.1 mm y sin material entre ellas. En la placa superior está entrando corriente al mismo tiempo que sale de la placa inferior a un ritmo de 5 A. (a) Hallar la variación por unidad de tiempo del campo eléctrico entre las placas. (b) Calcular la corriente de desplazamiento entre las placas. (c) Calcular el campo magnético \mathbf{B} en un punto entre las placas a una distancia $r = 1$ cm del eje de las mismas. (d) Calcular el campo magnético \mathbf{B} en un punto entre las placas a una distancia $r = 4$ cm del eje de las mismas.
4. Hallar la longitud de onda correspondiente a (a) una onda de radio AM con una frecuencia de 1000 kHz, (b) una onda de radio FM típica con 100 MHz. (c) ¿Cuál es la frecuencia de una microonda de 3 cm?
5. El campo eléctrico de una onda electromagnética en el vacío se representa como: $E_x = E_z = 0$; $E_y = 100$ (V/m) $\text{sen}[10^7 (\text{m}^{-1})x - \omega.t]$. Determinar: a) la longitud de onda, la frecuencia f y la dirección de propagación, b) las componentes x , y , z del campo magnético, c) el vector de Poynting y d) la potencia media por unidad de superficie (intensidad) transmitida por la onda.
6. Para campos que se propagan en un medio isótropo, mostrar que el término de desplazamiento en la ley de Ampere es despreciable frente al de la corriente de conducción si los campos oscilan con frecuencias suficientemente bajas. Para el caso del cobre (resistividad a temperatura ambiente $\rho = 1.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$), calcular el orden de magnitud de las frecuencias para las que $\mathbf{j}_{\text{despl}} \approx \mathbf{j}_{\text{cond}}$. ¿A qué región del espectro corresponden estas frecuencias? Sugerencia: considerar un campo eléctrico que varía con el tiempo en forma sinusoidal, y comparar las amplitudes para las densidades de corriente de conducción y desplazamiento.
7. Mostrar que para una onda electromagnética plana y monocromática la densidad de energía $\epsilon_0 E^2 / 2$ asociada con el campo eléctrico es igual a la densidad de energía magnética $B^2 / 2\mu_0$. Si E_0 es la amplitud del campo eléctrico, mostrar que la densidad de energía electromagnética total promedio es $\epsilon_0 E_0^2 / 2$.
8. La intensidad de la luz solar que incide sobre la parte superior de la atmósfera terrestre se denomina constante solar y vale 1.35 kW/m^2 . (a) hallar las amplitudes de los campos eléctrico y magnético en dicha zona. (b) hallar la potencia emitida por el Sol. La distancia Sol-Tierra es 1.5×10^8 km.
9. El filamento de una lámpara incandescente tiene una resistencia de 50Ω y consume una corriente de 1 A. (a) ¿Cuál es la potencia emitida por la lámpara en forma de ondas e. m.? (b) Suponga que un 5 % de la potencia se emite en el visible donde la longitud de onda representativa se considera igual a 555 nm. Encuentre las amplitudes de \mathbf{E} y \mathbf{B} (suponga una onda esférica) para el visible a 1 m del filamento. (c) ¿Cuál es la intensidad de radiación visible a 10 m de la lámpara?
10. Por un cable cilíndrico de radio a , longitud $L \gg a$ y resistividad ρ fluye una corriente I continua. (a) Demuestre que el vector de Poynting \mathbf{S} en la superficie del conductor se dirige en forma normal hacia el interior del mismo. (b) Demuestre que el flujo total de \mathbf{S} en la superficie es igual a la potencia consumida por la resistencia del conductor.