

Ayudantía N° 1: Ondas Electromagnéticas

Problema 1 Una onda electromagnética con longitud de onda de 435 [nm] viaja en el vacío en la dirección $-z$. El campo eléctrico tiene una amplitud de $2.70 \cdot 10^{-3} [V/m]$ y es paralelo al eje x .

- (a) ¿Cuál es la frecuencia de la onda?
- (a) ¿Cuál es la amplitud del campo magnético?
- (b) Escriba las ecuaciones vectoriales para $\vec{E}(z, t)$ y $\vec{B}(z, t)$.

Problema 2 Una onda electromagnética tiene un campo magnético dado por:

$$\vec{B}(x, t) = 8.25 \cdot 10^{-9} \sin [1.38 \cdot 10^4 \text{ rad/m} x + \omega t] \hat{j} \quad [T] \quad (1)$$

- (a) ¿En qué dirección viaja la onda?
- (b) ¿Cuál es la frecuencia f de la onda?
- (c) Escriba la ecuación vectorial para $\vec{E}(x, t)$

Problema 3 Considere cada una de las siguientes orientaciones de los campos eléctricos y magnéticos. En cada caso indique cuál es la dirección de propagación de la onda.

- (a) $\vec{E} = E\hat{i}$, $\vec{B} = -B\hat{j}$.
- (b) $\vec{E} = E\hat{j}$, $\vec{B} = B\hat{i}$.
- (c) $\vec{E} = -E\hat{k}$, $\vec{B} = -B\hat{i}$.
- (d) $\vec{E} = E\hat{i}$, $\vec{B} = -B\hat{k}$.

Problema 4 La intensidad de un rayo láser cilíndrico es de $0.800 W/m^2$. El área de sección transversal del haz es de $3.0 \cdot 10^{-4} m^2$, y la intensidad es uniforme en toda la sección transversal del rayo.

- (a) ¿Cuál es la potencia de salida media del láser?
- (b) ¿Cuál es el valor rms(eficaz) del campo eléctrico en el rayo?

Problema 5 La estación de televisión pública KQED de San Francisco emite una señal de radio sinusoidal con potencia de 316 [kW]. Suponga que la onda se difunde de manera uniforme en un hemisferio sobre el terreno. En una casa localizada a 5.00 [km] de la antena.

- (a) ¿Qué presión media ejerce esta onda sobre una superficie totalmente reflejante?
- (b) ¿Cuáles son las amplitudes de los campos eléctrico y magnético de la onda?
- (c) ¿Cuál es la densidad media de la energía que transporta esta onda?
- (d) Para la densidad de energía del inciso c), ¿Qué porcentaje se debe al campo eléctrico y qué porcentaje al campo magnético?

Problema 6 Un satélite que se encuentra a $575[km]$ sobre la superficie terrestre transmite ondas electromagnéticas sinusoidales con frecuencia de $92.4[MHz]$ uniformemente en todas direcciones, con una potencia de $25.0[kW]$.

- (a) ¿Cuál es la intensidad de estas ondas cuando alcanzan un receptor en la superficie terrestre directamente abajo del satélite?
- (b) ¿Cuáles son las amplitudes de los campos eléctricos y magnético en el receptor?
- (c) Si el receptor tiene un panel totalmente absorbente que mide $15.0[cm]$ por $40.0[cm]$, orientado con su plano perpendicular a la dirección en que viajan las ondas, ¿cuál es la fuerza media que ejercen estas ondas sobre el panel? ¿Esta fuerza es suficientemente grande para provocar efectos significativos?

Problema 7 Dos reflectores cuadrados, cada uno con $1.50[cm]$ de lado y masa de $4.00[g]$, están ubicados en los extremos opuestos de una varilla delgada de $1.00[m]$, extremadamente ligera, que puede girar sin fricción en un vacío alrededor de un eje perpendicular que pasa por su centro (figura 1). Estos reflectores son suficientemente pequeños como para ser tratados como masas puntuales en los cálculos de momento de inercia. Los dos reflectores están iluminados en una cara por una onda luminosa sinusoidal que tiene un campo eléctrico con amplitud de $1.25[N/C]$ y que cae uniformemente en ambas superficies y siempre llega a ellas en forma perpendicular al plano de las superficies. Un reflector tiene un recubrimiento perfectamente absorbente, y el otro tiene un recubrimiento perfectamente reflejante. ¿Cuál es la aceleración angular de este dispositivo?

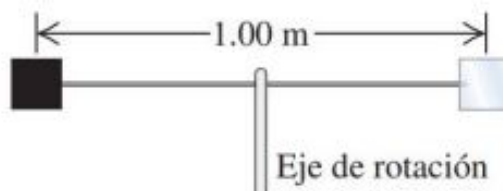
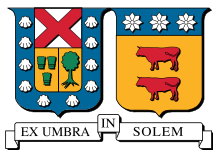


Figura 1: Problema 7



Soluciones

1. (a) $6.90 \cdot 10^{14} [Hz]$
(b) $9.00 \cdot 10^{-12} [T]$
(c) $\vec{E}(z, t) = 2.70 \cdot 10^{-3} \cos [(1.45 \cdot 10^7 m^{-1})z + (4.34 \cdot 10^{15} rad/s)t] \hat{i} [V/m]$
 $\vec{B}(z, t) = -9.00 \cdot 10^{-12} \cos [(1.45 \cdot 10^7 m^{-1})z + (4.34 \cdot 10^{15} rad/s)t] \hat{j} [T]$
2. (a) Viaja en dirección $-x$
(b) $6.59 \cdot 10^{11} Hz$
(c) $\vec{E}(x, t) = 2.48 \sin [(1.38 \cdot 10^4 rad/m)x + (4.14 \cdot 10^{12} rad/s)t] \hat{k} [V/m]$
3. (a) $-\vec{k}$
(b) $-\vec{k}$
(c) \vec{j}
(d) \vec{j}
4. (a) $2.4 \cdot 10^{-4} W$
(b) $17.4 V/m$
5. (a) $1.34 \cdot 10^{-11} [Pa]$
(b) $E_{max} = 1.23 [N/C]$ y $B_{max} = 4.10 \cdot 10^{-9} [T]$
(c) $u_{av} = 6.69 \cdot 10^{-12} [J/m^3]$
(d) 50 %
6. (a) $0.00602 [W/m^2]$
(b) $E_{max} = 2.13 [N/C]$ y $B_{max} = 7 \cdot 10^{-9} [T]$
(c) $F = 1.20 \cdot 10^{-12} [N]$
7. $3.89 \cdot 10^{-13} [rad/s^2]$