1 Enunciado

El campo eléctrico de una onda electromagnética plana es $\vec{E}(y,t) = \vec{E}_0\,\mathrm{sen}\,(ky+\omega t)$, con $\vec{E}_0 = E_0\,\vec{k}$ (E_0 es positivo). La frecuencia de la onda es $f = 40.0\,\mathrm{MHz}$ y el valor máximo del campo eléctrico es $E_0 = 750\,\mathrm{N/C}$.

1. ¿Cuál es la dirección y sentido de propagación de la onda?
2. ¿Cómo es el campo magnético de la onda?
3. ¿Cuánto vale la longitud de onda, el número de onda y el período de la onda?

2 Solución

2.1 Dirección y sentido de propagación

De la fase en la expresión del campo eléctrico vemos que la dirección de propagación de la onda es el eje Y y el sentido es el negativo del eje Y. Es decir, el vector unitario que indica la dirección y sentido de propagación de la onda es

$$\vec{u} = -\vec{\jmath}$$

2.2 Campo magnético

Al ser una onda plana, el campo magnético ha de ser perpendicular al campo eléctrico y a la dirección de propagación. Como el enunciado nos dice que el campo es paralelo al vector $\vec{k}$ y del apartado anterior sabemos que la dirección de propagación es la del eje Y, el campo magnético ha de ser de la forma

$$\vec{B} = \vec{B}_0\,\mathrm{sen}\,(ky+\omega t)$$

con $\vec{B}_0 = B_{0x}\,\vec{\imath}$. El signo de B_{0x} se obtiene del hecho de que el producto vectorial $\vec{E}\times\vec{B}$ ha de ser paralelo a $\vec{u}$. Entonces

$$\vec{E}\times\vec{B} \parallel \vec{E}_0\times\vec{B}_0 = \left(E_0\,\vec{k}\right)\times(B_{0x}\,\vec{\imath}) = E_0 B_{0x}\,\vec{\jmath}$$

Debe cumplirse $\vec{E}_0\times\vec{B}_0 = -A\,\vec{\jmath}$ con A positivo. Por tanto

$$B_{0x} = -B_0$$

con B_0 positivo. El campo magnético es

$$\vec{B} = (-B_0\,\vec{\imath})\,\mathrm{sen}\,(ky+\omega t)$$

El módulo del campo magnético es

$$B_0 = \frac{E_0}{c} = 2.50\,\mu\mathrm{T}$$

2.3 Longitud de onda, número de onda y período

El período de la onda es

$$T = \frac{1}{f} = 2.50 \times 10^{-8}\,\mathrm{s}$$

La longitud de onda es

$$\lambda = \frac{c}{f} = 7.50\,\mathrm{m}$$

Y el número de onda es

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = 0.838\,\mathrm{m}^{-1}$$