

PROBLEMAS DE FÍSICA II. ÓPTICA GEOMÉTRICA

Soluciones del Boletín 1

Problemas

1.1. El ojo humano posee una elevada sensibilidad a la luz amarilla y verde, donde la mayor sensibilidad corresponde a una longitud de onda en el vacío de $\lambda = 555 \text{ nm}$. Si la velocidad de la luz es de $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$, determínese la frecuencia de estas ondas.

$$c = \frac{\lambda}{T} = \lambda \nu \Rightarrow \nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{555 \times 10^{-9} \text{ m}} = 540 \times 10^{12} \text{ Hz}$$

$$\nu = 540 \text{ THz}$$

Problemas

1.2. La velocidad de la luz en el vacío es aproximadamente $c = 3 \times 10^8$ m/s. Encuéntrese la longitud de onda de la radiación luminosa roja de frecuencia $\nu = 500$ THz.

$$c = \frac{\lambda}{T} = \lambda \nu \Rightarrow \lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{500 \times 10^{12} \text{ Hz}} = 600 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$\lambda = 600 \text{ nm}$$


Problemas

1.3. Considérese una onda plana que, en el Sistema Internacional de unidades, viene dada por la expresión

$$E_y(z, t) = 2 \cos \left[2 \pi \times 10^{14} \left(t - \frac{z}{c} \right) \right]$$

Determinéense la frecuencia, longitud de onda y amplitud.

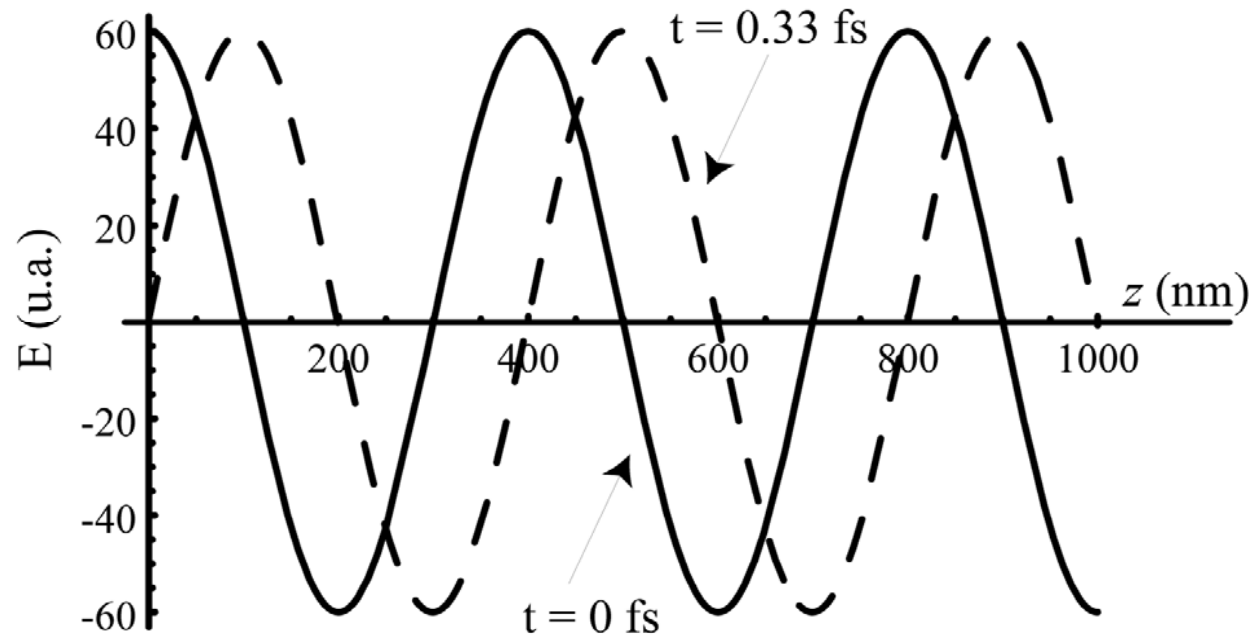
$$E_y(z, t) = 2 \cos \left[2 \pi \left(t \times 10^{14} - \frac{z}{c} \times 10^{14} \right) \right] \quad \left\{ \begin{array}{l} A = 2V/m \\ \frac{1}{T} = \nu = 10^{14} \text{ Hz} = 100 \text{ THz} \\ \frac{1}{\lambda} = \frac{10^{14} \text{ Hz}}{c} = \frac{10^{14} \text{ Hz}}{3 \times 10^8 \text{ m/s}} \end{array} \right.$$



$$\lambda = 3 \times 10^{-6} \text{ m} = 3 \mu\text{m}$$

Problemas

1.4. Escribese una expresión para la onda armónica que se muestra en la figura. Encuéntrase su longitud de onda, velocidad de fase, frecuencia y periodo.



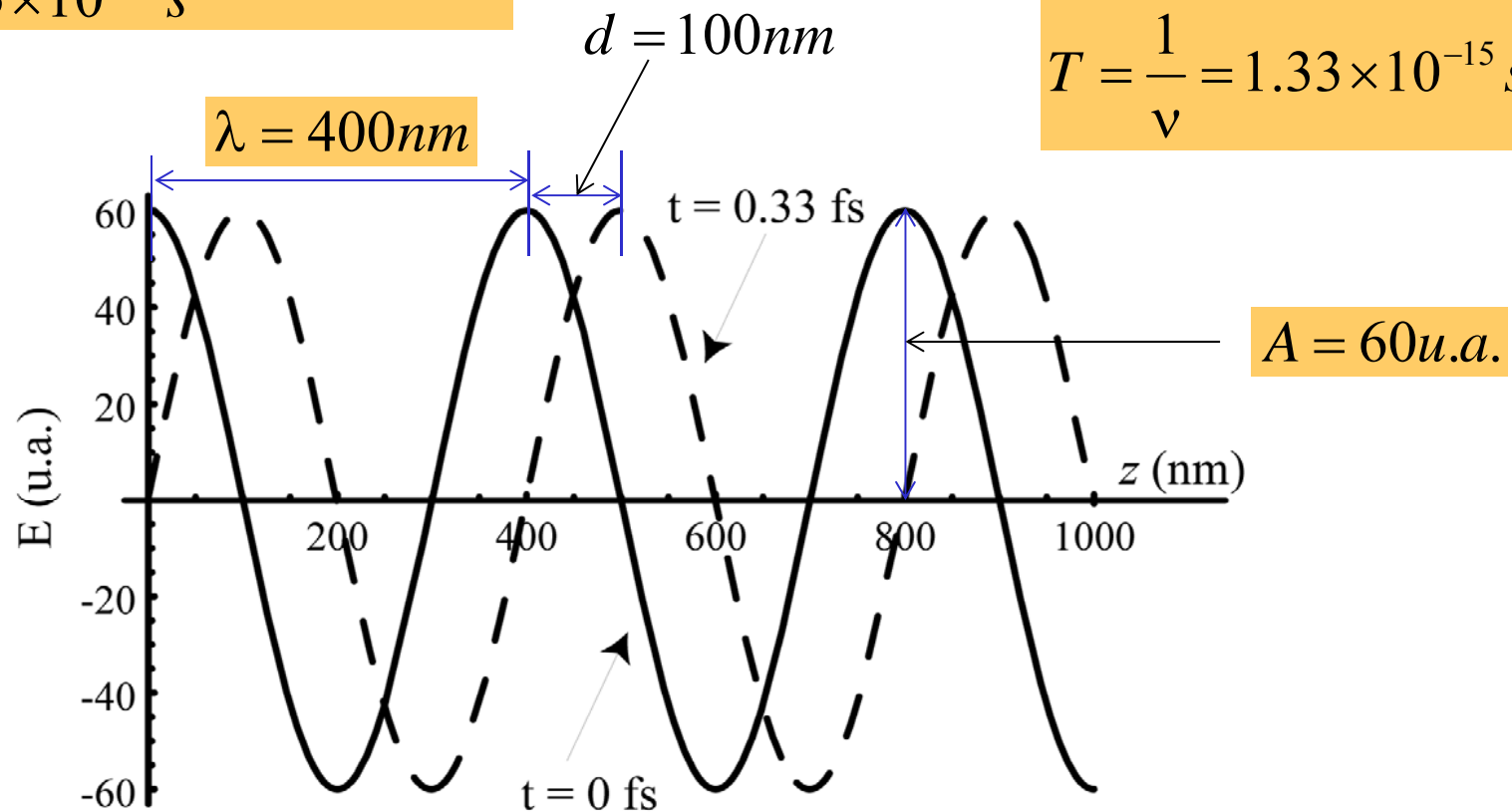
Problemas

Encuéntrese su longitud de onda, velocidad de fase, frecuencia y periodo.

$$c = \frac{d}{t} = \frac{100 \times 10^{-9} \text{ m}}{0.33 \times 10^{-15} \text{ s}} = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$v = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{400 \times 10^{-9} \text{ m}} = 750 \times 10^{12} \text{ Hz}$$

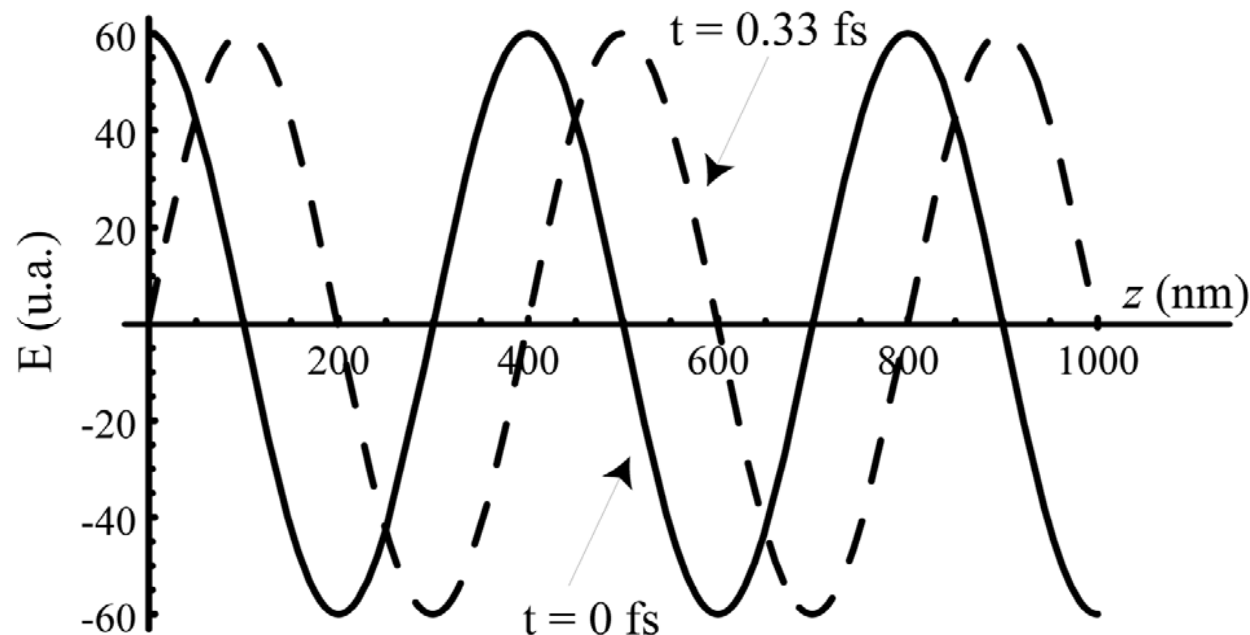
$$T = \frac{1}{v} = 1.33 \times 10^{-15} \text{ s}$$



Problemas

Escríbase una expresión para la onda armónica que se muestra en la figura.

$$E_y(z, t) = A \cos \left[2 \pi \left(\frac{t}{T} - \frac{z}{\lambda} \right) \right] \Rightarrow E_y(z, t) = 60 \cos \left[2 \pi \left(\frac{t}{1.3 \text{ fs}} - \frac{z}{400 \text{ nm}} \right) \right]$$



Problemas

1.7. Un cristal de cuarzo tiene índices de refracción de 1.5572 y 1.5482 para las longitudes de onda de 404.7 nm y 508.6 nm, respectivamente. Usando solamente los dos primeros términos de la ecuación de Cauchy, evalúense sendos coeficientes y determinénse el índice de refracción para $\lambda = 643.8$ nm y el número de Abbe del cuarzo.

ECUACION DE CAUCHY (con dos términos)

$$n(\lambda) = A + \frac{B}{\lambda^2}$$

$$\left. \begin{aligned} 1.5572 &= A + \frac{B}{(404.7 \text{ nm})^2} \\ 1.5482 &= A + \frac{B}{(508.6 \text{ nm})^2} \end{aligned} \right\}$$

$$A = 1.5327$$

$$B = 4018.2 \text{ nm}^2 = (63.39 \text{ nm})^2$$

Problemas

Determinense el índice de refracción para $\lambda = 643.8 \text{ nm}$ y el número de Abbe del cuarzo.

$$n_{\text{cuarzo}}(\lambda) = 1.5327 + \frac{4018.2 \text{ nm}^2}{\lambda^2} = 1.5327 + \left(\frac{63.39 \text{ nm}}{\lambda} \right)^2$$

$$n_{\text{cuarzo}}(643.8 \text{ nm}) = 1.5424$$

$$v_D = \frac{n_D - 1}{n_F - n_C} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} n_C = n_{\text{cuarzo}}(656.3 \text{ nm}) = 1.5420 \\ n_D = n_{\text{cuarzo}}(589.3 \text{ nm}) = 1.5443 \\ n_F = n_{\text{cuarzo}}(486.1 \text{ nm}) = 1.5497 \end{array} \right\} \Rightarrow v_D = 70.7$$

El resultado es muy próximo al valor experimental $v_D = 67.8$