



1. La ecuación de un cierta onda es: $\xi = 10 \sin 2\pi (2x - 100t)$ [m, s]. Determinar a) la amplitud, b) la longitud de la onda, c) la frecuencia y d) la velocidad de propagación de la onda. Dibujar la onda, mostrando la amplitud y la longitud de onda.

SOL: a) 10 m; b) 0,5 m; c) 100 Hz; d) 50 m/s

2. En un cierto material, cuyo módulo de Young vale 12700 kgf/mm^2 , la velocidad de propagación de las ondas transversales es de 2445 m/s y la de las ondas longitudinales es de 3620 m/s. Calcular: a) La densidad del material. b) Su módulo de cizalla.

SOL: a) $9497,57 \text{ kg/m}^3$; b) $5793,54 \text{ kgf/mm}^2$

3. Un extremo de un tubo de goma está fijo a un soporte y el otro pasa por una polea, de masa despreciable, situada a 5 m del extremo fijo y que sostiene una carga de 2 kg. La masa del tubo entre el extremo fijo y la polea es 0,6 kg. a) Hallar la velocidad de propagación de las ondas transversales a lo largo del tubo.

Si una onda armónica de 0,1 cm de amplitud y 0,3 m de longitud de onda se propaga a lo largo del tubo, b) hallar la velocidad transversal máxima de cualquier punto del tubo. c) Escribir la ecuación de la onda.

SOL: a) 12,78 m/s; b) 0,268 m/s; c) $\xi = 10^{-3} \sin 2\pi \left(\frac{x}{0,3} - 42,6t \right)$ (m, s)

4. Una cuerda tiene una longitud L y una densidad lineal de masa ρ_L . La cuerda cuelga verticalmente sujeta por uno de sus extremos. Demostrar que la velocidad de propagación de una onda transversal en la cuerda es: $v = \sqrt{g(L-y)}$, donde y es la distancia desde el extremo fijo al punto de la cuerda en que la velocidad es v . ¿Cuánto tiempo tardará una perturbación en recorrer la cuerda completa? **SOL:** $t = 2\sqrt{L/g}$

5. Una barra de acero, de 4 mm de diámetro, transmite ondas longitudinales por medio de un oscilador acoplado a uno de sus extremos. La amplitud de las oscilaciones es de 0,1 mm, siendo su frecuencia de 10 oscilaciones por segundo. Hallar a) la ecuación de las ondas que se propagan a lo largo de la barra, b) la energía por unidad de volumen, c) el promedio de flujo de energía por unidad de tiempo a través de una sección cualquiera de la barra. DATOS: $Y_{\text{acero}} = 2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$; $\rho_{\text{acero}} = 7800 \text{ kg/m}^3$

SOL: a) $\xi = 10^{-4} \sin 2\pi (1,98 \cdot 10^{-3} x - 10t)$ [S.I.]; b) $1,56 \pi^2 10^{-2} \text{ J/m}^3$; c) $3,16 \pi^3 10^{-4} \text{ W}$

6. Un alambre homogéneo de acero de 2 m de longitud y 0,5 mm de radio, cuelga del techo. Si un cuerpo de 100 kg de masa se suspende del extremo libre, hallar a) la elongación del alambre, b) el desplazamiento del punto medio y el esfuerzo hacia abajo sobre él, c) la velocidad de las ondas longitudinales y transversales que se propagan a lo largo del alambre. DATOS: $Y_{\text{acero}} = 2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$; $\rho_{\text{acero}} = 7800 \text{ kg/m}^3$

SOL: a) 12,48 mm; b) 6,24 mm; $F = 980 \text{ N}$; c) $v_L = 5063,7 \text{ m/s}$; $v_T = 400 \text{ m/s}$

7. a) ¿Cómo varía la velocidad de propagación de una onda transversal a lo largo de una cuerda si la tensión se duplica?, b) ¿y si se reduce a la mitad? c) ¿En cuánto debe modificarse la tensión de la cuerda para duplicar la velocidad de propagación? d) ¿Y para reducirla a la mitad?

SOL: a) $v = \sqrt{2} v_0$; b) $v = v_0 \sqrt{2}/2$; c) $F = 4 F_0$; d) $F = F_0/4$

8. Un bote en movimiento produce ondas superficiales en un lago tranquilo. El bote efectúa 12 oscilaciones en 20 s; cada oscilación produce una cresta de onda. La cresta de la onda tarda 6 s en alcanzar la orilla distante 12 m. Calcular la longitud de onda de las ondas de superficie.

SOL: 3,3 m

9. Una onda sinusoidal que viaja en una cuerda tensa, en la dirección positiva del eje x , tiene una amplitud de 2 cm, una longitud de onda de 1 m y una velocidad de propagación de 5 m/s. Inicialmente ($t = 0$) en $x = 0$ se sabe que $y = 0$ y que $\partial y / \partial t < 0$. a) Encontrar la expresión de la función de la onda $y = y(x, t)$. b) Calcular la velocidad de un punto de la cuerda situado en $x = 3 \text{ m}$ cuando pasa por su posición de equilibrio.

SOL: a) $y = 0,02 \sin 2\pi (x - 5t)$; b) 0,628 m/s

10. En una cuerda larga y horizontal, que está sometida a una tensión de 10 N y cuya densidad lineal de masa es de 0,25 kg/m, se genera una onda sinusoidal transversal de 2 Hz de frecuencia y 0,5 m de amplitud. Calcular a) la velocidad del movimiento ondulatorio, b) la longitud de onda, c) la función del movimiento ondulatorio y d) la velocidad y aceleración de un punto de la cuerda situado a 3,16 m del extremo.

SOL: a) 6,325 m/s; b) 3,162 m; c) $y = 0,5 \sin(1,987x - 4\pi t)$;
d) $v = -2\pi \cos(6,279 - 4\pi t)$; $a = -8\pi^2 \sin(6,279 - 4\pi t)$

11. Dos movimientos ondulatorios que se propagan simultáneamente a través del mismo medio tienen por ecuaciones: $\varphi_1 = 4 \cos(8t - x)$, $\varphi_2 = 4 \cos(7t - 0,8x)$, en las que t se expresa en segundos, x en metros y φ en milímetros. Determinar: a) sus longitudes de onda y frecuencias, b) la ecuación del movimiento resultante de la superposición de ambos, c) las velocidades de fase y de grupo del movimiento resultante. d) ¿Es dispersivo el medio de propagación?

SOL: a) $\lambda_1 = 2\pi$ m; $f_1 = 4/\pi$ s⁻¹; $\lambda_2 = 2,5\pi$ m; $f_2 = 3,5/\pi$ s⁻¹; b) $\varphi = 8 \cos(7,5t - 0,9x) \cos(0,5t - 0,1x)$;
c) $v = 8,33$ m/s; d) Sí, porque $v \neq v_g$

12. Dos fuentes sincronas emiten vibraciones de igual amplitud ($A = 2$ cm) y frecuencia ($f = 50$ Hz) que se propagan con una velocidad de 1 m/s. Determinar: a) la ecuación que describe el estado de vibración de un punto P que dista 2,5 cm de la primera fuente y 4,5 cm de la segunda. b) ¿En qué instantes se anula el desplazamiento del punto P?

SOL: a) $y = 0,04 \cos 100\pi t$; b) $t = 0,01n + 0,005$ s ($n = 2, 3, 4, \dots$)

13. Una onda estacionaria tiene por ecuación: $y = 6 \cos\left(\frac{\pi x}{6}\right) \sin 30\pi t$ (C.G.S.). Calcular a) la amplitud y velocidad de las ondas componentes, b) la distancia entre dos nodos y c) la expresión en función del tiempo de la velocidad de una partícula de abscisa $x = 2$ cm.

SOL: a) $A = 3$ cm; b) 6 cm; c) $v = 90\pi \cos 30\pi t$

14. En un tubo de Kundt, que contiene aire, la distancia entre varios nodos es de 25 cm. Cuando el aire se reemplaza por un gas desconocido la distancia entre el mismo número de nodos se amplía hasta 35 cm. Tomando la velocidad del sonido en el aire como 340 m/s, determinar la velocidad del sonido en el gas desconocido.

SOL: 476 m/s

15. Una fuente sonora que emite a 1000 Hz de frecuencia se mueve con una velocidad de 30 m/s respecto al aire. Suponiendo que la velocidad del sonido, también respecto al aire, es de 340 m/s, determinar la frecuencia percibida por un observador, en reposo respecto al aire, que ve a la fuente a) alejarse de él, b) acercarse a él. c) Repetir los apartados (a) y (b) considerando que es la fuente la que se halla en reposo y es el observador quien se mueve a la velocidad de 30 m/s.

SOL: a) 918,9 Hz; b) 1096,8 Hz; c) [a'] 911,8 Hz; [b'] 1088,2 Hz

16. El radar que emplea la policía de tráfico mide la velocidad de un vehículo a partir de la desviación de la frecuencia Doppler que experimenta la onda que se refleja en él. ¿Cuál es la desviación de la frecuencia de una onda electromagnética ($\Delta f = f_{\text{recibida}} - f_{\text{emitida}}$), de 12 cm de longitud de onda, reflejada por un coche que se acerca en línea recta, a 24 m/s, hacia el radar situado en el interior del vehículo policial estacionado?

DATO: la velocidad de las ondas electromagnéticas es de $3 \cdot 10^8$ m/s.

SOL: 400 Hz