

Tema 05: Ondas mecánicas.

HOJA DE EJERCICIOS 05.

ACTIVIDADES

0501. El movimiento ondulatorio.

A-1. ¿Qué le ocurre a cada partícula de una cuerda por la que se propaga una onda transversal?

A-2. ¿En qué se distingue una onda longitudinal de una onda transversal?

A-3. Entre dos ondas que tienen distinta frecuencia, ¿cuál se propaga a mayor velocidad por el mismo medio?

A-4. Supón que duplicamos la frecuencia de una onda que se propaga por una cuerda, sin cambiar la tensión de ésta. Razona qué le ocurrirá a la longitud de onda.

A-5. La longitud de onda de cierta onda armónica es de 20 cm y su frecuencia vale 1750 Hz. ¿Cuál es la velocidad de la onda?

0502. Ecuación de las ondas armónicas

A-6. Una onda armónica viene dada por la ecuación, expresada en unidades S. I.:

$$y = 0,001 \operatorname{sen} 20\pi(5t + x)$$

Determina: a) La velocidad de la onda; b) la longitud de onda, el periodo y la frecuencia; c) las ecuaciones de la velocidad y la aceleración en función del tiempo para una partícula que se encuentra en el punto $x = -3$ cm.

A-7. La función $y = 0,3 \operatorname{sen}(4\pi t - 8\pi x)$ (S.I.) describe el movimiento ondulatorio en una cuerda. A) ¿Qué puntos de la cuerda estarán en fase con el punto que se encuentra en $x = 3$ m? B) ¿Para qué instantes el estado de vibración de un punto será el mismo que para $t = 2$ s?

0503. Energía de las ondas

A-8. Un foco sonoro emite con una potencia de 20 W. Calcula la intensidad sonora en dos puntos situados a 10 m y 20 m del foco emisor. ¿Cuál será la relación que existe entre las amplitudes de la onda sonora en ambos puntos?

A-9. La intensidad de una onda plana se reduce en un 25% al atravesar 5 cm de cierto material. Calcular la distancia que necesitará recorrer la onda en dicho material para reducir la intensidad inicial a la mitad.

0504. Propagación de las ondas. Principio de Huygens. Reflexión, refracción y difracción.

A-10. Un rayo de luz incide con un ángulo de 30° desde el aire sobre el agua y se refracta con un ángulo de refracción de 22° . ¿Cuál es la velocidad de la luz en el agua?

A-11. Escoge la respuesta correcta y razónalo. "Una onda, al experimentar el fenómeno de la refracción, mantiene su: velocidad de propagación, frecuencia, longitud de onda o dirección de propagación."

A-12. ¿Cuál debe ser el tamaño aproximado de un obstáculo para que un sonido de 250 Hz experimente el fenómeno de la difracción?

0505. Interferencias

A-13. Se produce la interferencia de las ondas de ecuaciones: $y_1 = 0,2 \operatorname{sen}(200t - 0,5x_1)$; $y_2 = 0,2 \operatorname{sen}(200t - 0,5x_2)$; en unidades S.I. Determina: a) La función de onda resultante. B) La amplitud resultante en un punto que dista 8 m y 10 m de los focos emisores. C) La condición que cumplen los nodos.

A-14. Una persona escucha el sonido procedente de dos altavoces alineados con él. Los dos altavoces que vibran en fase, están situados el uno a 3,5 m de la persona y el otro a 2,8 m. Si la mínima frecuencia a la cual se produce la interferencia destructiva es 240 Hz. Calcula la velocidad del sonido.

0506. Ondas estacionarias

A-15. Una cuerda se estira entre dos soportes fijos distantes 1 m entre sí y se ajusta la tensión hasta que la frecuencia fundamental de la cuerda es de 440 Hz. ¿Cuál es la velocidad de las ondas transversales en dicha cuerda?

A-16. Si la velocidad de las ondas en una cuerda tensa es de 200 m/s. Si la cuerda tiene 5 m de largo, hallar la frecuencia fundamental de vibración y las del segundo y tercer armónico.

A-17. Al pulsar una cuerda de 2 m de longitud sujetada por ambos extremos, vibra formándose 8 nodos y la amplitud máxima es de 60 mm. Si la velocidad de propagación es de 4 m/s, determina la ecuación de la onda estacionaria formada.

0507. Ondas sonoras.

A-18. Cierta fuente puntual emite ondas sonoras de 80 W de potencia. A) Calcula la intensidad de las

ondas sonoras a 3,5 m de la fuente. B) ¿A qué distancia de la fuente el sonido se reduce a un nivel de 40 dB?

A-19. El nivel medio de intensidad sonora de un aparato de radio es de 45 dB. Si dos aparatos de radio iguales están funcionando al mismo tiempo, ¿cuál es el nivel medio de intensidad sonora?

EJERCICIOS DEL TEMA

VERDADERO O FALSO

- La potencia transmitida por una onda es proporcional al cuadrado de la amplitud de la onda.
- La velocidad de una onda armónica sobre una cuerda es proporcional a su longitud de onda.
- La ecuación de una onda siempre es doblemente periódica.
- El periodo de una onda que se propaga por un medio se duplica si se duplica la longitud de onda.
- La difracción sólo se produce en las ondas transversales.
- Cuando una cuerda de violín se pulsa con el arco vibra con una frecuencia que es la fundamental.
- Cuando una onda se refracta y pasa a un medio con mayor índice de refracción se aleja de la normal.
- La frecuencia con la que se percibe un sonido no depende de la velocidad del foco emisor.
- En las ondas estacionarias se transporta energía.

CUESTIONES

1. Dibujar, superponiendo en la misma figura, dos ondas de modo que una de ellas tenga la mitad de amplitud y el doble de frecuencia que la otra. Además su diferencia de fase inicial debe ser de 180° .
2. Explica qué significa que dos partículas de un medio por el que se propaga una onda estén en fase.
3. Si el nivel de intensidad sonora de un violín es de 40 dB, ¿cuántos violines serán necesarios para aumentar este nivel hasta 60 dB?
4. Explica como se forman ondas estacionarias en una cuerda sujetada por ambos extremos. Dibuja la vibración fundamental así como el segundo y quinto armónicos.
5. ¿Qué le ocurre a una onda que llega perpendicularmente a la superficie de separación de dos medios?
6. ¿Por qué se aprecia fácilmente la difracción de las ondas sonoras y, por el contrario, resulta mucho más difícil percibir la difracción de la luz?
7. Dos focos emiten ondas de la misma frecuencia y distinta amplitud. ¿Existirá algún punto del medio en que se produzca una interferencia destructiva completa? Razona la respuesta.

PROBLEMAS

1. La función de una onda armónica que se propaga por una cuerda es: $Y(x,t) = 0,03 \operatorname{sen}(2,2x - 3,5t)$ donde x e y se miden en metros y t en segundos. Hallar la amplitud, la longitud de onda, la frecuencia, el periodo y la velocidad de la onda.
2. Un bote en movimiento produce ondas superficiales en un lago tranquilo. El bote realiza 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 superficiales.
3. Una vibración de frecuencia 10^{-2} s^{-1} tarda 2 s en llegar a un punto situado a 50 m del foco. Calcular:
a) La velocidad de propagación del movimiento ondulatorio. b) El periodo y la longitud de onda.
4. Una onda se mueve hacia la derecha a lo largo de una cuerda con una velocidad de 5 m/s. Su frecuencia es de 60 Hz y su amplitud 0,2 m. a) Encontrar una función de onda adecuada para esta onda. b) ¿Puedes encontrar otra función diferente que describa esta onda?
5. La ecuación de cierta onda es $y = 10 \operatorname{sen} 2\pi(2x-100t)$ donde x se mide en metros y t en segundos. Hallar la amplitud, la longitud de onda, la frecuencia y la velocidad de propagación de la onda.
6. Una onda transversal sinusoidal de 3 m de amplitud se propaga de derecha a izquierda y a una velocidad de 100 m/s. La longitud de onda es de 10 m. Calcular: A) La velocidad transversal máxima de un punto del medio. B) La aceleración transversal máxima de un punto del medio.
7. El periodo de un movimiento ondulatorio que se propaga por el eje de abscisas es de $3 \cdot 10^{-3} \text{ s}$ y la distancia que hay entre dos puntos consecutivos cuya diferencia de fase es $\pi/2$, vale 30 cm. Calcular:
a) La longitud de onda. b) La velocidad de propagación. c) La distancia entre dos puntos consecutivos cuya diferencia de fase sea $3\pi/2$.
8. Cada kilómetro cuadrado de superficie terrestre recibe una irradiación de 1,36 kW. La distancia media Tierra-Sol es $1,5 \cdot 10^8 \text{ km}$. Calcula la energía emitida por el Sol cada segundo.
9. Una onda plana está definida por la función: $y = 3 \operatorname{sen}[2\pi(x/10 - t/2)]$, en unidades SI. Calcular la diferencia de fase entre dos puntos alineados con el foco y en el mismo sentido que distan entre sí 40

cm.

10. Una onda de frecuencia 500 ciclos/segundo tiene una velocidad de 350 m/s ¿Qué distancia hay entre dos puntos que tienen una diferencia de fase de 60° ? ¿Cuál es la diferencia de fase entre dos desplazamientos que ocurren en cierto punto con un intervalo de 10^{-3} s?

11. Un movimiento ondulatorio que se propaga a través de un medio absorbente reduce su intensidad inicial a la mitad después de atravesar una capa de 6,93 cm ¿Qué grosor deberíamos poner para conseguir reducir la intensidad hasta el 10% del valor inicial?

12. Sobre el extremo izquierdo de una cuerda tensa y horizontal se aplica un movimiento vibratorio armónico simple, perpendicular a la cuerda, que tiene una elongación máxima de 0,01 m y una frecuencia de 50 Hz. Como consecuencia, en la cuerda se produce una onda transversal que se propaga hacia la derecha con una velocidad de 40 m/s. [a] Calcula la longitud de onda. [b] Escribe la ecuación de la onda. [c] ¿Cuánto vale la velocidad máxima que alcanza un punto cualquiera de la cuerda?

13. Una pequeña fuente sonora emite en el espacio con una potencia uniformemente distribuida en todas las direcciones. [a] Si nos vamos alejando de la fuente, la intensidad sonora que percibimos disminuye. Explica este fenómeno. ¿Cómo depende de la distancia a la fuente la amplitud de la onda? ¿Y la intensidad? [b] Si la fuente sonora emite con 10 W de potencia, ¿a qué distancia tendrá la onda una intensidad de 0,1 W/m²?

14. Una onda armónica transversal se propaga en el sentido positivo del eje OX y tiene las siguientes características: amplitud, 3 cm; longitud de onda, 2 cm; velocidad de propagación, 2 m/s; la elongación del punto $x = 0$ en el instante $t = 0$ es de 3 cm. [a] Calcula el número de onda y la frecuencia angular de esta onda, y escribe su ecuación. [b] Dibuja el perfil de la onda en $t = 0,01$ s. Indica un punto en el que sea máxima la velocidad de movimiento y otro en el que sea máxima la aceleración.

15. Uno de los extremos de una cuerda tensa, de 6 m de longitud, oscila transversalmente con un movimiento armónico simple de frecuencia: 60 Hz. Las ondas generadas alcanzan el otro extremo de la cuerda en 0,5 s. Determine: a) la longitud de onda y el número de onda de las ondas en la cuerda; b) la diferencia de fase de oscilación existente entre dos puntos de la cuerda separados 10 cm.

16. La expresión matemática que representa una onda armónica en unidades SI es:

$$y(x,t) = 0,04 \operatorname{sen}(2\pi t - \pi x/4)$$

Determine: a) la frecuencia de la onda y su velocidad de propagación; b) la distancia mínima entre dos puntos que vibran con una diferencia de fase de 120° .

17. La ecuación de una onda tiene la expresión: $y(x,t) = A \operatorname{sen}[2\pi bt - cx]$. a) ¿Qué representan los coeficientes b y c ? ¿Cuáles son sus unidades en el Sistema Internacional? b) ¿Qué interpretación tendría que el signo de dentro del paréntesis fuese positivo en lugar de negativo?

18. Una onda se propaga por una cuerda según la ecuación: $y(x,t) = 0,2 \operatorname{sen}(6\pi t + \pi x + \pi/4)$ en unidades del S.I. Calcula:

a) La frecuencia, el periodo, la longitud de onda y la velocidad de propagación.

b) El estado de vibración (elongación), velocidad y aceleración de una partícula situada en $x = 2$ m en el instante $t = 0,3$ s.

c) Diferencia de fase entre dos puntos separados 0,3 m.

19. Un observador se encuentra a 10 m de un altavoz. Averigua a qué distancia del altavoz debe situarse un segundo observador para percibir el sonido. a) Con mitad de intensidad que el primero. b) Con la cuarta parte de la intensidad.

20. Dos ondas de ecuaciones: $y_1 = 6 \operatorname{sen}(1.500t - 250x)$; $y_2 = 6 \operatorname{sen}(1.500t + 250x)$ en unidades S.I., interfieren. Calcular: a) la ecuación de las ondas estacionarias resultantes; b) la amplitud de los nodos; c) la distancia entre dos vientres consecutivos.

21. Una cuerda vibra según la ecuación: $y(x,t) = 5 \operatorname{sen}\pi x/3 \cos 40\pi t$ (x e y en cm, t en s). Calcular: a) la amplitud y la velocidad de las ondas que originan la onda estacionaria; b) la velocidad en un punto que dista $x = 1,5$ cm del origen en el instante $t = 1,25$ s; c) la distancia entre dos nodos.

22. Un tubo abierto de órgano tiene una longitud de 80 cm. ¿Cuál es la frecuencia fundamental y los dos primeros sobretonos del tubo, si a la temperatura ambiente la velocidad del sonido es 340 m/s?

23. Para poder detectar objetos mediante ondas, la longitud de onda ha de ser, como mínimo, del orden de la dimensión del objeto. Utilizando este criterio ¿cuál debe ser la frecuencia de los ultrasonidos de un murciélagos para detectar insectos cuyas dimensiones son del orden de 1 mm? (velocidad del sonido = 340 m/s)

- 24.** Una cuerda de guitarra de 1 m de larga fija por ambos extremos vibra formando 4 nodos. Los puntos centrales de la cuerda tienen un desplazamiento máximo de 4 mm. Si la velocidad de las ondas en la cuerda es 660 m/s, determina la frecuencia de vibración de la cuerda.
- 25.** La distancia que separa dos nodos consecutivos de un sistema de ondas estacionarias sonoras en el aire es de 75 cm. Calcula la frecuencia de dicho sonido.
- 26.** Un tren se mueve con una velocidad de 50 m/s y la frecuencia del silbato es de 50 Hz. Calcula la longitud de onda que perciben 2 observadores inmóviles situados uno delante de la locomotora y el otro detrás.
- 27.** Encontrar la ecuación de una onda estacionaria sabiendo que la onda directa y la reflejada se propagan a 1500 m/s y 300 Hz con una amplitud de 2 cm. Encontrar también la condición de los nodos y de los vientos.
- 28.** Encontrar la longitud de una cuerda sujeta por ambos extremos, si presenta siete nodos; siendo la velocidad de propagación de la onda por la cuerda de 150 cm/s y la frecuencia de 50 Hz.
- 29.** La ecuación de una onda que se propaga por una cuerda es $y = 0,4 \operatorname{sen}(0,07 \cdot x - 13 \cdot t)$. ¿Qué onda habrá que añadirle para que resulte una onda estacionaria? ¿Cuál es la velocidad de propagación de la onda? ¿Cuál es la distancia entre dos nodos consecutivos? ¿Y entre dos vientos?
- 30.** Una cuerda tensa de longitud $L = 1$ m, situada a lo largo del eje OX y fija por sus extremos, se excita transversalmente de modo que se produce un onda estacionaria de ecuación: $y = 0,01 \operatorname{sen}(2\pi x) \cos(200\pi t)$, donde todas las magnitudes se expresan en unidades del S.I. y el origen de coordenadas se ha tomado en el extremo izquierdo de la cuerda. [a] Calcula la longitud de onda y la velocidad de propagación de las ondas que viajan por la cuerda. [b] Representa la onda estacionaria, indicando la posición de nodos y vientos.
- 31.** Considera dos tubos de la misma longitud, $L = 0,68$ m, el primero con sus dos extremos abiertos a la atmósfera y el segundo con uno abierto y el otro cerrado. [a] Calcula, para cada tubo, la menor frecuencia de excitación sonora para la que se formarán ondas estacionarias en su interior. Calcula la longitud de onda correspondiente en cada caso. La velocidad de propagación del sonido en el aire es $v = 340$ m/s. [b] Representa la onda estacionaria que se forma dentro de cada tubo, indicando la posición de nodos y vientos.
- 32.** Una pequeña fuente sonora emite en el espacio con una potencia de 10 W, uniformemente distribuida en todas las direcciones (onda esférica). [a] Calcula la intensidad del sonido a 10 m de dicha fuente, en unidades del S.I. [b] La intensidad de un sonido también puede medirse en decibelios (dB). Explica en qué consiste la escala decibélica de medida de intensidad acústica. [c] ¿Cuál es la intensidad acústica, en dB, producida por nuestra fuente a 10 m de distancia? La intensidad umbral del oído humano es $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$.
- 33.** La potencia de la bocina de un automóvil, que se supone foco emisor puntual, es de 0,1 W. a) Determine la intensidad de la onda sonora y el nivel de intensidad sonora a una distancia de 8 m del automóvil. b) ¿A qué distancias desde el automóvil el nivel de intensidad sonora es menor de 60 dB? Dato: Intensidad umbral de audición: $I_0 = 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.
- 34.** Un búho que se encuentra en un árbol a una altura de 20 m emite un sonido cuya potencia sonora es de $3 \cdot 10^{-8}$ W. Si un ratón se acerca a las proximidades del árbol: a) Determine a qué distancia del pie del árbol el ratón comenzará a oír al búho. b) Halle el nivel de intensidad sonora percibido por el ratón cuando esté junto al árbol. Suponga que la intensidad umbral de audición del ratón es: $I_0 = 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.