

# Capítulo 1

## SEMINARIO MOVIMIENTO ONDULATORIO. EL SONIDO.

1. La ecuación de una onda armónica transversal que se propaga en una cuerda tensa de gran longitud es  $y(x, t) = 0,03 \sin(2\pi t - \pi x)$ , donde  $x$  e  $y$  se expresan en metros y  $t$ , en segundos. Calcula:
  - a) La velocidad de propagación de la onda, el periodo y la longitud de la onda.
  - b) La expresión de la velocidad de oscilación de las partículas de la cuerda y la velocidad máxima de oscilación.
  - c) En el instante  $t=2$  s, el valor del desplazamiento y la velocidad de un punto de la cuerda situado a  $x=0,75$  m.
2. La ecuación de una onda es  $y = 0,06 \sin(t + 2x)$  en unidades del SI. Obtén:
  - a) El primer valor de  $t$  en el que se anula la velocidad en el punto  $x=2$  m.
  - b) Determina los dos puntos más próximos a  $x=2$  m en oposición de fase con él.
3. Una onda periódica viene dada por la ecuación  $y(x, t) = 10 \sin 2\pi(50t - 0,20x)$  en unidades del SI. Calcula:
  - a) La frecuencia, la velocidad de fase y la longitud de la onda.
  - b) La velocidad máxima de una partícula del medio, y los valores del tiempo  $t$  para los que esa velocidad es máxima (en un punto que dista 50 cm del origen).

4. Considere la siguiente ecuación de onda:  $y(x, t) = A \sin(bt - cx)$ .
- ¿Qué representan los coeficientes A, b, c? ¿Cuáles son sus unidades?
  - ¿Qué interpretación tendría que la función fuera *coseno* en lugar de *seno*?, ¿y que el signo dentro el paréntesis fuera + en lugar de -?
5. En una discoteca la música suena con una intensidad sonora de 85 dB.
- Determina la potencia sonora que una persona debe generar para hacerse entender, con una intensidad tres veces mayor que la de la música, por otra persona cuya oreja está situada a 25 cm de la boca de la persona que habla.
  - Si la música cae repentinamente, ¿a qué distancia entenderán claramente lo que están diciendo (con una intensidad sonora de 60 dB)?
6. El sonido producido por la sirena de un barco alcanza un nivel de intensidad sonora de 80 dB a 10 m de distancia. Considerando la sirena como un foco sonoro puntual, determine:
- La intensidad de la onda sonora a esa distancia y la potencia de la sirena.
  - El nivel de intensidad sonora a 500 m de distancia.

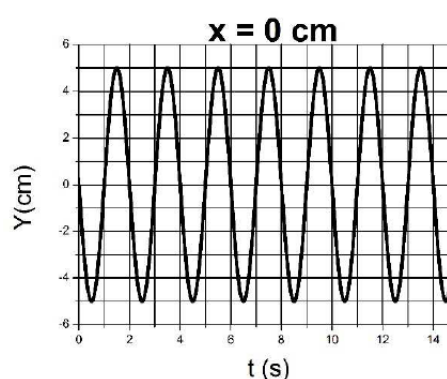
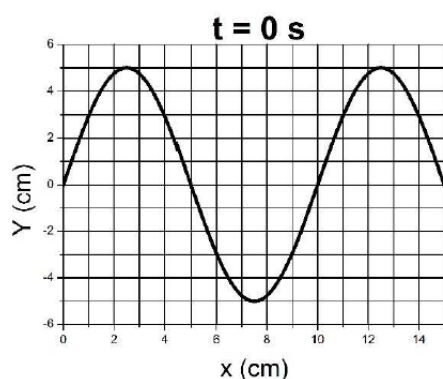
Dato:  $I_0 = 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$

7. Una onda armónica transversal se desplaza en el sentido positivo del eje X con una velocidad de  $5 \text{ m s}^{-1}$  y con una frecuencia angular de  $\pi/3 \text{ rads}^{-1}$ . Si en el instante inicial la elongación en el origen de coordenadas es  $3/\pi \text{ cm}$  y la velocidad de oscilación es  $-1 \text{ cm s}^{-1}$ , determine:
- La función de onda.
  - La velocidad de oscilación en el instante inicial a una distancia del origen igual a media longitud de onda.
8. Una onda transversal se propaga a lo largo de una cuerda tensa. En un cierto instante se observa que la distancia entre dos máximos consecutivos es de 1 m. Además, se comprueba que un punto de la cuerda pasa de una elongación máxima a nula en 0,125 s y que la velocidad máxima en un punto de la cuerda es  $0,24\pi \text{ m s}^{-1}$ . Si la onda se desplaza en el sentido positivo del eje X, y en  $t=0$  la velocidad del punto  $x=0$  es máxima y positiva, determine:
- La función de onda.
  - La velocidad de propagación de la onda y la aceleración transversal máxima de cualquier punto de la cuerda.

9. Una onda armónica transversal de 2 mm de amplitud y 250 Hz de frecuencia, se propaga con una velocidad de  $250 \text{ ms}^{-1}$  en el sentido positivo del eje X.
- Determine el período, la longitud de onda, número de onda y la frecuencia angular de la onda.
  - Si en el instante inicial la elongación de un punto de abscisa  $x=3 \text{ m}$  es  $y=-2 \text{ mm}$ , determine, en el mismo instante, el valor de la elongación de un punto de abscisa  $x=2,75 \text{ m}$ .
10. En un punto situado a igual distancia entre dos fábricas, que emiten como focos puntuales, se percibe un nivel de intensidad sonora de 40 dB proveniente de la primera y de 60 dB de la segunda. Determine:
- El valor del cociente entre las potencias de emisión de ambas fábricas.
  - La distancia a la que habría que situarse respecto de la primera fábrica para que su nivel de intensidad sonora fuese de 60 dB. Suponga en este caso que solo existe esta primera fábrica y que el nivel de intensidad sonora de 40 dB se percibe a una distancia de 100 m. máxima.

Dato:  $I_0 = 10^{-12} \text{ Wm}^{-2}$

11. Una onda armónica transversal se propaga en el sentido de las x positivas. A partir de la información contenida en las figuras y justificando su respuesta:
- Determine el periodo, la frecuencia, el número de onda y la longitud de onda.
  - Escriba la expresión de la función de onda.



12. Una onda elástica transversal de amplitud 3 cm se propaga en la dirección X, sentido negativo, a una velocidad de  $5 \text{ cms}^{-1}$ . La velocidad máxima de vibración es de  $6,28 \text{ cms}^{-1}$  y se sabe que, en el origen y en el instante  $t=0$ , la elongación es positiva y máxima. Determine:

- a) La expresión de la función de onda.
- b) El tiempo mínimo requerido para que en el origen se vuelva a alcanzar la elongación positiva máxima.
13. Una onda transversal que se propaga en una cuerda, coincidente con el eje X, tiene por expresión matemática:  $y(x, t) = 2 \sin(7t - 4x)$ , donde x e y están expresadas en metros y t en segundos. Determine:
- a) La velocidad de propagación de la onda y la velocidad máxima de vibración de cualquier punto de la cuerda.
- b) El tiempo que tarda la onda en recorrer una distancia igual a la longitud de onda.
14. Una onda armónica transversal viaja por una cuerda con una velocidad de propagación  $v = 12 \text{ cm s}^{-1}$ , una amplitud  $A=1 \text{ cm}$  y una longitud de onda  $\lambda = 6 \text{ cm}$ . La onda viaja en el sentido negativo de las X y en  $t=0 \text{ s}$  el punto de la cuerda de abscisa  $x=0 \text{ m}$  tiene una elongación  $y=-1 \text{ cm}$ . Determine:
- a) La frecuencia y el número de onda.
- b) La elongación y la velocidad de oscilación del punto de la cuerda en  $x=0,24 \text{ m}$  y  $t=0,15 \text{ s}$ .
15. Una onda armónica transversal, de longitud de onda  $1 \text{ m}$  y amplitud  $A$ , se propaga en el sentido negativo del eje X. En el instante inicial, para el punto situado en  $x=0$ , la elongación es  $y=-A$  y la velocidad de oscilación es nula y  $2 \text{ s}$  después, su velocidad alcanza (por primera vez) el valor máximo de  $0,5 \text{ m s}^{-1}$ .
- a) Calcule la frecuencia y la velocidad de propagación de la onda.
- b) Escriba la expresión matemática de la onda.
16. Una onda armónica transversal se propaga por un medio elástico a lo largo del eje X (sentido positivo) produciendo un desplazamiento en las partículas del medio a lo largo del eje Y. La velocidad de propagación de la onda es de  $30 \text{ m s}^{-1}$  siendo su longitud de onda igual a  $3 \text{ m}$ . En el instante  $t=0 \text{ s}$  el desplazamiento inducido por la onda en el origen de coordenadas es nulo, siendo la velocidad de vibración positiva. Si el desplazamiento máximo inducido por la onda es igual a  $0,2 \text{ cm}$ :
- a) Escriba la expresión matemática que describe la onda.
- b) Determine la máxima velocidad y aceleración de una partícula del medio.

17. Una onda transversal se propaga por un medio elástico con una velocidad  $v$ , una amplitud  $A_0$  y oscila con una frecuencia  $f_0$ . Conteste razonadamente a las siguientes cuestiones:
- Determine en qué proporción cambiarían la longitud de onda, la velocidad de propagación, el periodo y la amplitud, si se actúa sobre el foco emisor de ondas reduciendo a la mitad la frecuencia de oscilación.
  - Si se altera su frecuencia  $f_0$ , se modifica la amplitud de la onda haciendo que aumente al doble. ¿En qué proporción cambiarían la velocidad de la onda, la velocidad máxima de las partículas del medio y la longitud de onda?
18. Un espectador que se encuentra a 20 m de un coro formado por 15 personas percibe el sonido con un nivel de intensidad sonora de 54 dB.
- Calcule el nivel de intensidad sonora con que percibiría a un solo miembro del coro cantando a la misma distancia.
  - Si el espectador sólo percibe sonidos por encima de 10 dB, calcule la distancia a la que debe situarse del coro para no percibir a éste. Suponga que el coro emite ondas esféricas, como un foco puntual y todos los miembros del coro emiten con la misma intensidad.

Dato:  $I_0 = 10^{-12} \text{ Wm}^{-2}$

19. Un altavoz emite sonido como un foco puntual. A una distancia  $d$ , el sonido se percibe con un nivel de intensidad sonora de 30 dB. Determine:
- El factor en el que debe incrementarse la distancia al altavoz para que el sonido se perciba con un nivel de intensidad sonora de 20 dB.
  - El factor en el que debe incrementarse la potencia del altavoz para que a la distancia  $d$  el sonido se perciba con un nivel de intensidad sonora de 70 dB.

Dato:  $I_0 = 10^{-12} \text{ Wm}^{-2}$

20. Una onda armónica transversal se propaga en la dirección positiva del eje de las X con una velocidad de  $3 \text{ ms}^{-1}$ , siendo su amplitud de 2 cm y su longitud de onda de 1 m. En el instante inicial, un punto de la perturbación situado en  $x=0$  se encuentra 2 cm por encima del punto de equilibrio. Determine:
- La función matemática que representa dicha onda.
  - La velocidad y aceleración de la perturbación en el punto  $x=0,75$  m en el instante  $t=2$  s.

21. Una onda transversal, que se propaga en el sentido positivo del eje X, tiene una velocidad de propagación de  $600 \text{ ms}^{-1}$  y una frecuencia de 500 Hz. Determine:
- La mínima separación entre dos puntos del eje X que tengan un desfase de  $60^\circ$ , en el mismo instante.
  - El desfase entre dos elongaciones, en la misma coordenada x, separadas por un intervalo de tiempo de dos milésimas de segundo.
22. La función matemática que representa una onda transversal que avanza por una cuerda es  $y(x, t) = 0,3 \sin(\pi t - 0,4x + \phi_0)$ , donde todas las magnitudes están expresadas en unidades del SI. Calcule:
- La separación entre dos puntos cuya diferencia de fase, en un determinado instante, es de  $\pi/5$  radianes.
  - La diferencia de fase entre dos vibraciones de un mismo punto del espacio separadas por un intervalo de tiempo de 5 ms.
23. Una onda armónica transversal de frecuencia angular  $4\pi \text{ rads}^{-1}$  se propaga a lo largo de una cuerda con una velocidad de  $40 \text{ cms}^{-1}$ , en la dirección positiva del eje X. En el instante inicial  $t=0$ , en el extremo de la cuerda  $x=0$ , su elongación es de  $+2,3 \text{ cm}$  y su velocidad de oscilación es de  $27 \text{ cms}^{-1}$ . Determine:
- La expresión matemática que representa la onda.
  - El primer instante en el que la elongación es máxima en  $x=0$ .
24. En una cuerda se genera una onda armónica transversal de 20 cm de amplitud, velocidad de propagación  $5 \text{ ms}^{-1}$  y frecuencia 30 Hz. La onda se desliza en el sentido positivo del eje X, siendo en el instante inicial la elongación nula en la posición  $x=0$ .
- Escriba la expresión matemática que describe dicha onda si en  $t=0$  y  $x=0$  la velocidad de oscilación es positiva.
  - Calcule la velocidad y aceleración máximas de un punto de la cuerda.
25. La potencia sonora del ladrido de un perro es aproximadamente 1 mW y dicha potencia se distribuye uniformemente en todas las direcciones. Calcule:
- La intensidad y el nivel de intensidad sonora a una distancia de 10 m del lugar donde se produce el ladrido.
  - El nivel de intensidad sonora generada por el ladrido de 5 perros a 20 m de distancia de los mismos. Suponga que todos los perros emiten sus ladridos en el mismo punto del espacio.

Dato:  $I_0 = 10^{-12} \text{ Wm}^{-2}$

26. Una onda sinusoidal con una amplitud de 1,5 m y una frecuencia de 100 Hz viaja a una velocidad de propagación  $v = 200 \text{ m/s}$  en la dirección positiva del eje X y oscila en la dirección del eje Y. En el instante  $t=0$  la elongación es máxima y positiva en el punto  $x=+3 \text{ m}$ .
- Calcule la longitud de onda,  $\lambda$ , y el número de onda,  $k$ , de la onda.
  - Determine la expresión matemática que representa la onda.
27. Una onda armónica que se propaga en el sentido positivo del eje X tiene una amplitud de 2 cm, una longitud de onda de 4 cm y una frecuencia de 8 Hz. Determine:
- La velocidad de propagación de la onda.
  - La fase inicial sabiendo que para  $x=0$  y  $t=0$  la elongación es  $y=+1 \text{ cm}$  y la velocidad positiva.
  - La expresión matemática de la onda, como una función de  $x$  y  $t$ .
  - La distancia mínima de separación entre dos puntos que tienen un desfase de  $\pi/3$  radianes.
28. Una persona situada entre dos montañas dispara una escopeta y oye el eco procedente de cada montaña al cabo de 2 s y 3,5 s.
- ¿Cuál es la distancia entre las dos montañas?
  - Si la potencia sonora inicial producida en el disparo es de 75 W, y suponiendo que el sonido se transmite como una onda esférica sin fenómenos de atenuación o interferencia, calcule el nivel de intensidad sonora con el que la persona escuchará el eco del disparo procedente de la montaña más próxima.

Dato:  $I_0 = 10^{-12} \text{ Wm}^{-2}$ ;  $v_s = 343 \text{ ms}^{-1}$

29. Una onda transversal de amplitud  $A = 5 \text{ cm}$  que se propaga por un medio material tarda 2 s en recorrer una distancia de 50 cm, y sus puntos más próximos de igual fase distan entre sí 25 cm. Determine:
- La expresión matemática de la función de onda si en el instante  $t=0$  la elongación en el origen,  $x=0$ , es nula.
  - La aceleración de un punto de la onda situado en  $x=25 \text{ cm}$ , en el instante  $t=1 \text{ s}$ .

30. Un altavoz emite con una potencia de 80 W. Suponiendo que el altavoz es una fuente puntual y sabiendo que las ondas sonoras son esféricas, determine:
- La intensidad de la onda sonora a 10 m del altavoz.
  - ¿A qué distancia de la fuente el nivel de intensidad sonora es de 60 dB?

Dato:  $I_0 = 10^{-12} \text{ Wm}^{-2}$