

3.9 ONDAS. (33 Problemas)

1.- La ecuación de una cierta onda es $\xi=10 \text{ sen } 2\pi (2x - 100t)$, donde x se mide en metros y t en segundos. Hallar:

- La amplitud.
- La longitud de onda.
- La frecuencia.
- La velocidad de propagación de la onda.

Dibujar la onda, mostrando la amplitud y la longitud de onda.

2.- Dada la ecuación $\xi = 0.03 \text{ sen } (3x-2t)$, donde ξ y x están en metros y t en segundos, contestar lo siguiente:

- Para $t = 0$, ¿cuál es el desplazamiento cuando $x = 0.1 \text{ m}$, 0.2 m y 0.3 m ?
- Para $x = 0.1 \text{ m}$, ¿cuál es el desplazamiento cuando $t = 0$, 0.1 y 0.2 s ?
- ¿Cuál es la velocidad de oscilación de las partículas de la cuerda?. ¿Cuál es la velocidad máxima de oscilación?
- ¿Cuál es la velocidad de propagación de la onda?

3.- Un resorte que tiene una longitud normal de 1m y una masa de $0,2 \text{ Kg}$ se estira 4 cm cuando se aplica una fuerza de 10 N . Hallar la velocidad de propagación de las ondas longitudinales a lo largo del resorte.

4.- Una onda se propaga de acuerdo con la ecuación: $y=0.20 \text{ sen } 2\pi (20t-2x)$. ¿Cuál es la aceleración de un punto situado a 50 m del origen del movimiento ondulatorio al cabo de 5 s , de iniciado éste?. ¿Cuáles son las características del movimiento en cuestión?

5.- A uno de los extremos de una cuerda tensa se le aplica un movimiento transversal periódico de 10 Hz de frecuencia. La cuerda de 50 m de longitud, tiene una masa total de $0,5 \text{ Kg}$ y se estira con una tensión de 400 N .

- Hállese la velocidad de la onda y la longitud de onda.
- Si se duplica la tensión, ¿cuánto ha de variar la frecuencia para conservar la misma longitud de onda?

6.- Cuando una tubería de acero de 100 m de longitud es golpeada en un extremo, una persona situada en el otro extremo oye dos sonidos, procedentes de dos ondas longitudinales, una que se propaga en la tubería y la otra en el aire. ¿Cuál es el intervalo de tiempo entre ambos sonidos? Tómese el módulo de Young del acero como $2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$ y la velocidad del sonido en el aire como $345 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. $\rho_{\text{acero}} = 7,8 \text{ g/cc}$.

7.- Una cuerda de 2 m de longitud y de 4 g de masa se mantiene horizontalmente con un extremo fijo y el otro soportando una masa de 2 Kg . Hallar la velocidad de las ondas transversales en la cuerda.

8.- Cierta cuerda tiene una densidad de masa lineal de $0,25 \text{ Kg m}^{-1}$ y se estira aplicando una tensión de 25 N . Se comunica a un extremo un movimiento sinusoidal de 5Hz de frecuencia $0,01 \text{ m}$ de amplitud. En el instante $t=0$, el extremo tiene desplazamiento cero y se mueve en la dirección $+y$.

- Hallar la velocidad de la onda, la amplitud, la frecuencia angular, el periodo, la longitud de onda y el número de onda.
- Escribir una función de onda que describa la onda.
- Hallar la posición del punto en $x=0,25 \text{ m}$ en el instante $t=0,1 \text{ s}$.
- Hallar la velocidad transversal del punto en $x=0,25 \text{ m}$ en el instante $t=0,1 \text{ s}$.
- Hallar la pendiente de la cuerda en el punto $x=0,25 \text{ m}$ en el instante $t=0,1 \text{ s}$.

3.9 ONDAS. (33 Problemas)

9.- Un foco puntual realiza un movimiento periódico representado por la ecuación: $y = 4 \cos 2\pi (t/6 + x/240)$ cm. Se pide: a) La velocidad de la onda. b) La diferencia de fase para dos posiciones de la misma partícula cuando el intervalo de tiempo transcurrido es de 15 s. c) La diferencia de fase en un instante dado de dos partículas separadas 210 cm. d) Si el desplazamiento y , de una determinada partícula en un instante determinado es de 3 cm, determinar cuál será su desplazamiento 2 s más tarde.

10.- a) Escribir la expresión que representa a una onda esférica sinusoidal de longitud de onda λ y frecuencia ν .

b) ¿Por qué en este caso la amplitud de la onda no es la misma en todos los puntos y varía con la posición? Discutirlo y justificar matemáticamente la forma en que varía dicha amplitud.

Un altavoz de 100 W está emitiendo una onda sinusoidal esférica, calcular:

c) La intensidad de dicha onda a 100 m de distancia, la distancia a la que nos podemos acercar a dicho altavoz sin sobrepasar el umbral del dolor de 120 decibelios.

11.- La ecuación de una onda transversal que se propaga en una cuerda es: $y = 25 \sin \pi (0,80t - 1,25 x)$ donde x se expresa en cm y t en segundos. Determinar la amplitud, longitud de onda, frecuencia y velocidad de propagación de la onda. Determinar la velocidad transversal de un punto sobre dicha cuerda.

12.- Una onda estacionaria tiene por ecuación: $y = 10 \cos \frac{\pi}{6} x \cos 10\pi t$ donde x e y se

miden en cm y t en s. Hallar:

a) La amplitud y la velocidad de las ondas componentes.

b) Distancia entre dos nodos y entre un nodo y un vientre

c) Velocidad de un partícula situada en el punto $x=3$ cm, en cualquier instante.

13.- Al hacer sonar simultáneamente un tubo abierto de órgano y un diapasón que da el $La_3(440)$ y cuyo tono es más bajo que el de aquel, se producen 8 pulsaciones por segundo. ¿Cuánto debe alargarse el tubo para que esté al unísono con el diapasón siendo $c=340$ m/s?

14.- Una cuerda de longitud 30 cm. y un tubo sonoro abierto vibran al unísono. Si se alarga la cuerda 2 cm. se producen 5 pulsaciones por segundo. ¿Cuál es la frecuencia del sonido que produce el tubo y la longitud de éste?.

15.- Una cuerda de 1 gr de masa y 50 cm de longitud, se tensa con una fuerza de 440 N. Se coloca próxima al extremo de una probeta que contiene agua y se hace vibrar con su frecuencia fundamental. El nivel del agua de la probeta se hace bajar hasta que se produce por primera vez la resonancia a 18 cm por debajo de la parte superior de la probeta.

a) Hallar la frecuencia fundamental de la cuerda.

b) Hallar la velocidad de propagación del sonido en el aire.

c) Si la intensidad de la onda sonora es de 10^{-2} W/m², hallar la sensación sonora producida.

16.- Una embarcación se dirige perpendicularmente hacia una costa que consideraremos plana y vertical. A una cierta distancia se emite con la sirena del barco un sonido de 15 Hz. que después de reflejado en la costa, se percibe en el barco 5 sg, más tarde y con frecuencia de 16 Hz. Calcular la velocidad del barco y la distancia a que se encontraba de la costa cuando hizo sonar la sirena.

3.9 ONDAS. (33 Problemas)

17.- Una avioneta vuela horizontalmente con movimiento uniforme. Cuando pasa a 200m sobre la vertical de un campanario recibe una frecuencia de 533,75 Hz y después de recorrer $200/\sqrt{3}$ m. recibe una frecuencia de 478,12 Hz. ¿ Qué distancia debe recorrer todavía para percibir una frecuencia de 426,6 Hz ?

18.- A 100 m del cruce de una carretera hay un observador. Un automóvil se acerca al cruce haciendo sonar su bocina. Su velocidad es de 80 Km/h. Cuál es el valor de la relación de frecuencias que percibirá el observador entre las siguientes posiciones del automóvil?.

- A 100 m del cruce.
- Pasando por el cruce. El observador está en una carretera perpendicular a aquella por la que se mueve el automóvil.

19.- Un viajero de tren que marcha a $v_0 = 54$ Km/h observa que viene un tren en sentido contrario y comprueba:

- Que la frecuencia del silbato de la locomotora contraria disminuye, al pasar él y alejarse, a $5/6$ del valor que oye antes de pasar.
- Que el tren contrario tarda en pasar por su ventanilla $t = 3$ s. Calcular la longitud L del tren contrario y la velocidad v de dicho tren.

20.- Desde una canoa situada entre un barco anclado y un acantilado de oye perfectamente la sirena del primero así como el eco producido en el acantilado. ¿ Cuál será la velocidad de la canoa que se dirige hacia el barco si en ella se perciben pulsaciones de frecuencia 5 Hz sabiendo que la frecuencia de la sirena es realmente de 400 Hz ?

21.- Un hombre se encuentra en lo alto de una torre de altura h . A una distancia d del pie de ésta, un automóvil que se dirige hacia ella con una velocidad v emite un bocinazo con una frecuencia ν . El aire se mueve con una velocidad v' y en dirección contraria al coche. Calcular en función de estos datos la frecuencia percibida por el hombre de la torre (velocidad del sonido : c).

22.- Una persona avanza hacia una pared en dirección perpendicular a la misma, con una velocidad de 4,5 m/s, emitiendo, mediante un silbato, un sonido de 500 Hz. Estudia tanto el sonido directo como el reflejado por la pared. ¿ Cuántas pulsaciones recibe por segundo?

23.- Una ambulancia avanza por una carretera a 108 Km/h haciendo sonar su sirena. Un coche avanza por una carretera perpendicular a una determinada velocidad. Cuando los dos vehículos se encuentran a una cierta distancia (ver fig) , el conductor del coche percibe que la frecuencia de la sirena es de 608 Hz y recibe una sensación sonora. Al cabo de 12 s, el aumento de sensación es de 20 db. ¿Cuál es la frecuencia de la sirena?

24.- Una locomotora se acerca en línea recta desde 1 Km de distancia de un observador. Desde allí silba y el observador recibe una nota de 704 Hz y a la vez recibe una sensación sonora. En ese instante empieza a frenar y los frenos le imprimen una aceleración negativa de $-0,5$ m/s². En el momento de parar ha recibido un aumento de sensación de 20 db. ¿Cuál es la frecuencia real del sonido?.

25.- Un observador situado en un coche en movimiento rectilíneo y uniforme, pasa junto a un foco sonoro y percibe su sonido con una sensación sonora de 80 db a la distancia de 1 m. Al alejarse del foco, observa que la frecuencia aparente ha disminuido en un 5% con respecto a la real. ¿Durante cuánto tiempo percibe el sonido del foco?

3.9 ONDAS. (33 Problemas)

26.- Con qué velocidad debe avanzar una persona para recibir un aumento de sensación sonora de 25 db en un segundo, sabiendo que parte de un punto situado a 100 m del foco sonoro.

27.- Un automóvil provisto de una sirena acelera en una autopista con una aceleración de 3600 m/min^2 . Calcular el valor de la sensación sonora que produce su sonido en un observador situado en el punto de partida, un segundo después de haber arrancado el coche. Sabiendo que cuando alcanza una velocidad de 36 km/h la sensación sonora es de 1 bel y la frecuencia 2000 Hz , calcular la nota percibida por el observador en $t = 1 \text{ s}$ si se aleja por un camino que forma un ángulo de 45° con la dirección primitiva a una velocidad de 5 km/h y la distancia máxima a la que dejará de percibir el sonido.

28.- Dos focos sonoros separados 5 m emiten sonidos de 300 Hz uniformemente y sus potencias respectivas son $3,14 \cdot 10^{-2}$ y $1,13 \cdot 10^{-3} \text{ W}$. En un punto P situado a 4 m del 1° y a 3 m del 2° , hallar:

- La diferencia de fase.
- Intensidad resultante en P.
- Sensación sonora producida por cada foco y sensación sonora resultante.
- Si un observador en P, camina con velocidad $1,8 \text{ km/h}$ en la dirección PF_1 ¿cuál es el número de pulsaciones que percibe 2 sg. después de empezar a caminar?

29.- Dos altavoces A y B radian sonido uniformemente en todas las direcciones. La potencia acústica emitida por A es de $80 \cdot 10^{-5} \text{ Watts}$. y la de B es de $1,35 \cdot 10^{-3} \text{ Watts}$. Ambos altavoces están vibrando en fase con una frecuencia de 170 Hz .

- Determinar la diferencia de fase de ambas señales en el punto C situado a 3 m de B y 4 m de A.
- ¿Cuál es la intensidad y el nivel de intensidad en C cuando funcionan ambos altavoces?
- Si queremos aumentar la sonoridad del altavoz A en 20 db mediante un amplificador de sonido. ¿Cuál será la potencia del sonido que emerge? $I_0 = 6 \cdot 10^{-14} \text{ W/cm}^2$

30.- a) Demostrar que una onda estacionaria verifica la ecuación de ondas.

En el acuario de la figura se provocan ondas en la superficie del agua por medio de un pistón P colocado en el centro del acuario y que se mueve arriba y abajo con una frecuencia que puede ser escogida por el experimentador.

- Si en los extremos del acuario se producen nodos, ¿qué tipo de ondas estacionarias se podrán formar? Dibujar sólo las tres primeras.
- ¿Para qué frecuencias del movimiento del pistón P se producirán dichas ondas estacionarias? Escribir la fórmula que daría todas las frecuencias y calcular numéricamente sólo las cinco primeras.

Datos: $L = 1 \text{ m}$, Tensión superficial del agua = $7 \cdot 10^{-2} \text{ N/m}$, densidad del agua = 1 gr/cm^3

31.- a) ¿A qué llamamos onda? ¿qué expresión matemática puede representarla?

- Demostrar que si tenemos dos ondas unidimensionales $\xi_1(x,t)$ y $\xi_2(x,t)$ que se desplazan en un medio a la misma velocidad v , la suma $\xi_1(x,t) + \xi_2(x,t)$ también es una onda. (La demostración debe ser general, utilizando ecuaciones que deben cumplir cualquier tipo de ondas y no suponiendo ondas de algún tipo particular: armónicas, etc...).
- En el caso de ondas superficiales en el agua, calcular la velocidad y la longitud de onda de estas ondas (en función de la frecuencia y de diversas propiedades del agua) en los casos en que sean ondas de gravedad u ondas de rizo.
- Si las ondas del apartado anterior pueden considerarse ondas cilíndricas, ¿cómo cambiaría su amplitud con la distancia al cilindro que las ha producido?

3.9 ONDAS. (33 Problemas)

32.- Sean dos ondas: $y_1 = A \sin(5x - 10t)$ e $y_2 = A \sin(4x - 9t)$

- Calcúlese los valores del vector de onda k , la longitud de onda λ , el periodo T , ω y v , así como la velocidad para cada una de las ondas.
- Encuéntrese la onda resultante de la superposición de ambas, indicando lo que significa. Señálese asimismo los valores de su amplitud, ω , T , λ y k .
- En un instante fijo t_0 , encuéntrese cuál es la distancia que existe entre dos puntos de amplitud cero consecutivos. En un punto fijo x_0 encuéntrese el tiempo transcurrido entre dos instantes de amplitud máxima consecutivos.
- Calcúlese el valor de A sabiendo que: $y_1 + y_2 = \psi(x, t) = \psi(\pi, \pi/2) = 10 \text{ m}$
- Supóngase ahora la superposición de dos ondas $y_1 = A \sin(5x + 10t)$ e $y_2 = A \sin(5x - 10t)$. ¿Cómo es ahora la onda resultante?
- Sabiendo que estas ondas corresponden a una cuerda, con sus extremos fijos a una distancia L . Calcúlese el valor de L de modo que k sea el valor correspondiente a un modo normal con $n = 2$

33.- La expresión $y(x, t) = 0,02 \sin \pi(x - vt)$ representar una onda transversal que se propaga en una cuerda de $0,1 \text{ kg/m}$ que se sometió a una tensión de $T = 40 \text{ N}$.

- Describase esta onda, determinando el valor de su velocidad de propagación, el vector de onda k , longitud de onda λ , periodo T , ω y v así como su amplitud
 - Dibújese la onda en el instante $t = 0$ y $t = 0,05 \text{ s}$. Dibújese el movimiento que realiza un punto de la cuerda situada en $x = 5 \text{ m}$. Dar el valor de la velocidad del movimiento que realiza dicho punto.
- c) Supóngase ahora un pulso representado por: $y(x, t) = \frac{b^3}{b^2 + (x - vt)^2}$
- Represéntese este pulso en $t=0$ (encuéntrese los valores en $x=0$, $x=\pm b/2$, $x=\pm b$, $x=\pm 2b$, etc...) y en un tiempo posterior t' (pequeño).
 - Dar el valor de la velocidad transversal $\frac{\partial y}{\partial t}$ en $t=0$.
 - Escribir la ecuación de ondas. Demuéstrese mediante la aplicación de la ecuación de ondas el significado de v en el pulso $y(x, t)$