



## Guía 15

### ONDAS

- Un pulso que se mueve a la derecha a lo largo del eje  $x$ , está representado por la función de onda  
$$y(x,t) = \frac{4}{(x/3t)^2 + 1}$$
 $x$  e  $y$  se miden en centímetros y  $t$  se mide en segundos.
  - Grafique la función de onda en  $t=0$  s,  $t=1$  s y  $t=2$  s.
  - Que pasaría si la función de onda fuera.
- Una onda sinusoidal que se desplaza en la dirección de  $x$  positiva tiene una amplitud de 15 cm, una longitud de onda de 40 cm y una frecuencia de 8 Hz: La posición vertical de un elemento del medio en  $t=0$  y  $x=0$  es también 15 cm. Encuentre
  - el número de onda  $k$ , el período  $T$ , la frecuencia angular  $\omega$ , y la rapidez  $v$  de la onda.  
**R:  $k=0,157$  rad/cm,  $T=0,125$  s,  $\omega=50,3$  rad/s y  $v=320$  cm/s.**
  - Determine la constante de fase  $\phi$  y escriba una expresión general para la función de onda.  
**R:  $\phi=\pi/2$ ,  $y=15 \cos(0,157x - 50,3 t)$  cm.**
- Una cuerda es pulsada a una frecuencia de 5 Hz. La amplitud del movimiento es 12 cm y la rapidez de la onda es 20 m/s. Determine la frecuencia angular  $\omega$  y el número de onda  $k$  para esta onda, y escriba una expresión para la función de onda.  
**R:  $31,4$  rad/seg,  $1,57$  rad/m,  $y=12 \sin(1,57x - 31,4 t)$  cm.**
- Un pulso que se mueve a lo largo del eje  $x$  está descrito por  $y(x,t) = 5e^{-(x+5t)^2}$ , donde  $x$  está en metros y  $t$  es en segundos. Determine
  - La dirección del movimiento **R: izquierda.**
  - la rapidez del pulso. **R: 5 m/s.**
- Una onda sinusoidal está viajando a lo largo de una cuerda. El oscilador que genera la onda produce 40 vibraciones en 30 seg. También, un máximo dado viaja 425 cm a lo largo de la cuerda en 10 seg. ¿Cuál es la longitud de onda? **R: 0,319 m.**
- Una onda está descrita por  $y=2 \sin(kx - \omega t)$  cm, donde  $k=2,11$  rad/m,  $\omega=3,62$  rad/s,  $x$  es en metros y  $t$  en segundos. Determine la amplitud, longitud de onda, frecuencia y rapidez de la onda.  
**R: 2 cm; 2,98 m; 0,576 Hz; 1,72 m/s.**
- Una onda transversal en una cuerda está descrita por la función de onda  
 $y=0,12 \sin(\pi x/8 + 4\pi t)$ 
  - Determine la rapidez transversal y la aceleración en  $t=0,2$  s para el punto de la cuerda situado en  $x=1,6$  m. **R: -1,51 m/s, 0.**
  - ¿Cuál es la longitud de onda, período y rapidez de propagación de esta onda?  
**R: 16 m; 0,5 s; 32 m/s.**
- Una cuerda uniforme tiene una masa de 0,3 kg y longitud de 6 m. La cuerda pasa sobre una polea y sostiene un cuerpo de 2 kg (montaje similar al del laboratorio). Hallar la rapidez de un pulso que viaje a lo largo de la cuerda. **R: 19,8 m/s.**
- Un excursionista de 80 kg está atrapado en un cornisa de una montaña después de una tormenta. Un helicóptero rescata al excursionista al volar sobre él y bajar un cable. La masa del cable es de 8 kg y su longitud 15 m. Una silla de 70 kg de masa está unida al extremo del cable. El excursionista se amarra a la silla y el helicóptero entonces acelera hacia arriba. Aterrado por colgar del cable en la altura, el excursionista trata de hacer señas al piloto enviándole pulsos

transversales por el cable. Un pulso tarda 0,25 s para recorrer el largo del cable. ¿Cuál es la aceleración del helicóptero? **R: 3 m/s<sup>2</sup>.**

10. Una cuerda tensa para la que  $\mu = 5 \times 10^{-2}$  Kg/m está bajo tensión de 80 N
  - a) ¿Cuánta potencia debe ser suministrada para generar ondas sinusoidales a una frecuencia de 60 Hz y una amplitud de 6 cm? **R: 512 W**
  - b) ¿Cuál sería la amplitud si se quiere transferir energía a 1000 W? **R: 8,39 cm**
  
11. La función de onda para una onda viajera en una cuerda tensa es  $y(x, t) = 0,35 \sin(10\pi t - 3\pi x + \pi/4)$  m
  - a) Cuales son la rapidez y el sentido de propagación de la onda. **R: 3,33 m/s, a la derecha.**
  - b) Cual es la posición vertical de un elemento de la cuerda en  $t=0$  y  $x=0,1$  m. **R: - 5,48 cm**
  - c) Cuales son la frecuencia y la longitud de onda. **R: 0,667 m , 5 Hz**
  - d) Cual es la máxima magnitud de la rapidez transversal de la cuerda. **R: 11 m/s.**
  
12. Un cable de teléfono mide 4 m de largo. El cable tiene una masa de 2 kg. Se produce un pulso transversal al pulsar un extremo del cable tenso. El pulso hace 4 recorridos en un sentido y otro a lo largo del cable en 0,8 s. Calcule la tensión del cable. **R: 800 N.**
  
13. Viajan pulsos transversales con una rapidez de 200 m/s a lo largo de un alambre tenso de cobre cuyo diámetro es 1,5 mm. Calcule la tensión del alambre. La densidad del cobre es de 8,92 g/cm<sup>3</sup>. **R: 631 N**
  
14. Dos ondas que se desplazan en direcciones opuestas producen una onda estacionaria. Las funciones de onda individuales son  $y_1 = 4 \sin(3x - 2t)$  cm,  $y_2 = 4 \sin(3x + 2t)$  cm.
  - a) Encuentre la amplitud del movimiento armónico simple del elemento del medio localizado en  $x = 2.3$  cm. **R: 4,6 cm**
  - b) Encuentre la posición de los nodos y antinodos si un extremo de la cuerda está en  $x=0$ . **R:  $x=n\pi/3$  cm  $n = 0, 1, 2, 3, \dots$ ;  $x = n\pi/6$  cm  $n = 1, 3, 5, \dots$**
  - c) Cual es el máximo valor de la posición en el movimiento armónico simple de un elemento situado en un antinodo. **R: 8 cm.**
  
15. Una nota Do mayor en un piano tiene una frecuencia fundamental de 262 Hz, y la primera nota La arriba de la de Do mayor tiene una frecuencia fundamental de 440 Hz.
  - a) Calcule las frecuencias de los siguientes dos armónicos más altos de la cuerda Do. **R: 524 Hz, 786 Hz.**
  - b) Si las cuerdas de las notas la y do tienen la misma densidad de masa  $\mu$  y longitud L, determine la razón entre las tensiones de las dos cuerdas. **R: 2,82.**
  - c) En realidad en un piano las densidades de las cuerdas son iguales pero la longitud de la cuerda de la nota La es un 64 % de la longitud de la nota Do. Calcule la razón entre sus tensiones. **R: 1,16.**
  
16. La cuerda de la nota Mi alta (sexta cuerda) en una guitarra mide 64 cm de largo y tiene una frecuencia fundamental de 330 Hz. Al presionar para que la cuerda esté en contacto con el primer traste, la cuerda se acorta para que emita una nota Fa que tiene una frecuencia de 350 Hz.
  - a) Calcular la distancia del traste al extremo del cuello de la cuerda. **R: 3,7 cm**
  - b) La frecuencia de la nota Fa sostenido es 370 Hz, que corresponde a presionar para el contacto con el segunda traste de la sexta cuerda. Calcular la distancia que se encuentra este traste del primero. **R: 3,2 cm.**
  
17. Se forman vibraciones de onda estacionaria en una copa de cristal con 4 nodos y 4 antinodos igualmente espaciados alrededor de la circunferencia de 20 cm de su borde. Si las ondas transversales se mueven alrededor del vaso a 900 m/s, ¿con qué frecuencia tendría que producir una armónica alta un cantante de ópera para romper la copa con una vibración resonante? **R: 9 kHz.**
  
18. La rapidez del sonido en agua es 1,4 km/s. Los delfines usan ondas de sonido para localizar alimento. Experimentos han demostrado que un delfin puede detectar un blanco de 7,5 cm a 110 m de distancia, incluso en agua turbia. Para un trozo de comida a esa distancia, calcule el tiempo que

pasa entre el momento en que el delfín emite un pulso de sonido y el momento en que escucha su reflexión y detecta el blanco distante. **R: 0,16 s.**

19. Dos máquinas idénticas se colocan a la misma distancia de un trabajador. LA intensidad del sonido producido por cada máquina es de  $2 \times 10^{-7} \text{ W/m}^2$ . Encuentre el nivel de sonido escuchado por el trabajador
- Quando opera una máquina **R: 53 dB**
  - Quando operan las dos máquinas. **R: 56 dB.**
20. Un macetero cae de un balcón de 20 m hacia un hombre desprevenido de 1,75 m de estatura que está de pie. Calcule hasta que distancia del suelo puede caer el macetero antes de que sea demasiado tarde para que un grito de aviso desde el balcón llegue a tiempo al hombre. Suponga que el hombre necesita 0,3 s para responder al grito de aviso. **R: 7,82 m.**
21. En una pista cerrada de patinaje en hielo se lleva a cabo un espectáculo para familias. Los patinadores actúan con música a un nivel de 80 dB, lo cual es demasiado fuerte para una guagua que llora a 75 dB.
- Calcule la intensidad del sonido que rodea a la guagua (espectáculo + llanto)  
**R:  $1,32 \times 10^{-4} \text{ w/m}^2$ .**
  - Calcule el nivel combinado de los sonidos en dB. **R: 81,2 dB.**
22. Un martillo neumático, operado continuamente en una construcción se comporta como una fuente puntual de ondas de sonido esféricas. La intensidad de las ondas esféricas emitidas por una fuente puntual esta dada
- $$I = \frac{P_{av}}{A} = \frac{P_{av}}{4\pi r^2}$$
- es decir la potencia se distribuye en sobre un esfera y la intensidad decae como  $1/r^2$ . Una supervisora de construcción esta de pie a 50 m al norte de esta fuente de sonido y empieza a caminar al oeste. Calcule cuanta distancia tiene que caminar para que la amplitud de la función de onda decaiga en un factor 2. **R: 86,6 m.**
23. Demuestre que la diferencia entre niveles de decibeles  $\beta_1$  y  $\beta_2$  para dos fuentes puntuales de sonido, está relacionado con la razón entre las distancias  $r_1$  y  $r_2$ , desde la fuente de sonido por
- $$\beta_2 - \beta_1 = 20 \text{Log}(r_1 / r_2)$$

#### BIBLIOGRAFIA

- J. D. Cutnell, K. W Johnson, *Physics*, Wiley, 7<sup>th</sup> edición, 2007.
- R. A. Serway, J. W. Jewett Jr., *Física para Ciencias e Ingenierías*, Thomson, 6<sup>th</sup> edición, 2005.
- D. Halliday, R. Resnick, K. S. Krane, *Física*, 4<sup>th</sup> edición, 1994