



## ONDAS MECÁNICAS:

P1.

Una cuerda de densidad de masa lineal  $\mu$  y largo  $L$  tiene uno de sus extremos fijo a una pared y el otro unido a una argolla de masa despreciable que puede deslizarse sin roce por una varilla vertical. Determine la longitud de onda de las ondas estacionarias (modos normales) en la cuerda. Dibuje las ondas con las 3 longitudes de onda más grandes.

P2.

Un pescador nota que su bote sube y baja periódicamente a causa de las olas en la superficie del agua. El bote tarda 2,5 s en moverse del punto más alto al más bajo, recorriendo una distancia vertical de 0,62 m. El pescador ve que la distancia entre las crestas de las olas es de 6 m.

- i) ¿Con qué rapidez viajan las olas?
- ii) ¿Qué amplitud tiene una ola?
- iii) Si la distancia vertical total recorrida por el bote fuera de 0,3 m, con todos los demás datos iguales, ¿cómo cambiarían sus respuestas a las partes i) y ii)?

P3.

Ondas transversales de amplitud  $A = 0,07$  m y longitud de onda  $\lambda = 0,32$  m se propagan a 8 m/s en una cuerda. Si en  $t = 0$  el extremo  $x = 0$  de la cuerda tiene su máximo desplazamiento hacia arriba y las ondas viajan en la dirección  $-x$ .

- i) Calcule la frecuencia, periodo y número de onda de estas ondas.
- ii) Calcule el desplazamiento transversal de una partícula en  $x = 0,36$  m en el instante  $t = 0,15$  s.
- iii) ¿Cuánto tiempo debe pasar después de  $t = 0,15$  s para que la partícula en  $x = 0,36$  m vuelva a tener su desplazamiento máximo hacia arriba?

P4.

Un extremo de una cuerda horizontal se conecta a la punta de un diapasón eléctrico que vibra a 120 Hz. El otro extremo pasa por una polea (sin roce) y sostiene un bloque de masa de 1,5 kg que cuelga verticalmente. La densidad lineal de masa de la cuerda es de 0,055 kg/m.

- i) ¿Qué rapidez tiene una onda transversal en la cuerda?
- ii) ¿Qué longitud de onda tiene?
- iii) ¿Cómo cambian estas respuestas si la masa del bloque aumenta a 3 kg?

P5.

Una cuerda de 10 m de largo y 0,8 kg de masa se ata a un poste y luego es mantenida en posición horizontal con tensión de 140 N.

- i) Calcule la rapidez de las ondas transversales en la cuerda.
- ii) Si el extremo libre de la cuerda sube y baja con una frecuencia de 1,2 Hz, ¿qué longitud de onda tendrán las ondas transversales en la cuerda?
- iii) Si ahora, la tensión se duplica ¿con qué frecuencia deberá subir y bajar el extremo libre para producir ondas transversales con la misma longitud de onda que en la parte i)?

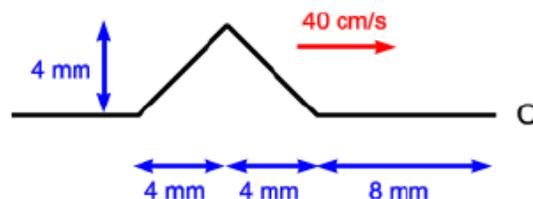
P6.

Un extremo de un tubo de hule de 14 m de longitud, con una masa total de 0,8 kg, se sujeta a un soporte fijo. Un cordel atado al otro extremo pasa por una polea y sostiene un objeto de 7,5 kg. Se golpea transversalmente el tubo en un extremo. Calcule el tiempo que tarda el pulso en llegar al otro extremo.

P7.

Un pulso de onda con forma triangular se mueve con una velocidad de 40 cm/s en una cuerda.

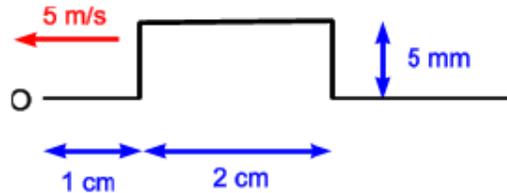
- i) Si el punto O es un extremo fijo, dibuje la onda total en  $t = 15$  ms, 20 ms, 25 ms, 30 ms, 35 ms, 40 ms y 45 ms.
- ii) Repita la parte i) para el caso en que O es un extremo libre.



P8.

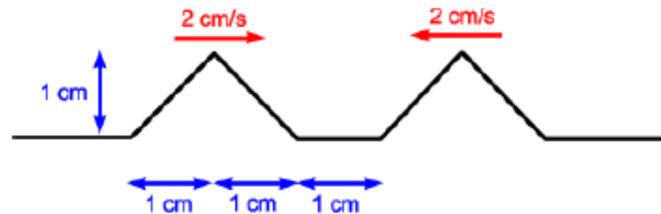
Un pulso con forma rectangular se desplaza con velocidad 5 m/s en una cuerda.

- Si el punto O es un extremo libre, dibuje la onda total en  $t = 1 \text{ ms}$ ,  $2 \text{ ms}$ ,  $3 \text{ ms}$ ,  $4 \text{ ms}$ ,  $5 \text{ ms}$ ,  $6 \text{ ms}$  y  $7 \text{ ms}$ .
- Repita la parte i) para el caso en que el punto O es un extremo fijo.



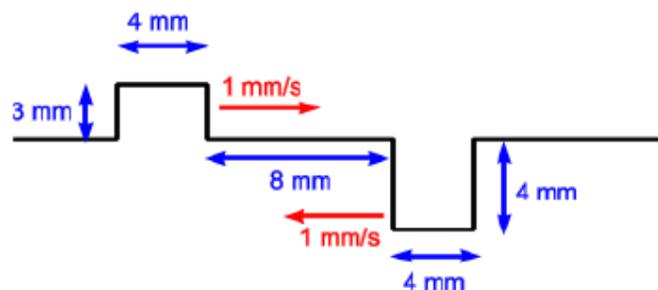
P9.

Dos pulsos triangulares idénticos viajan en direcciones opuestas a 2 cm/s por una cuerda estirada. Si los bordes delanteros de los pulsos están inicialmente a una distancia de 1 cm, dibuje la forma de la cuerda en  $t = 0,25 \text{ s}$ ,  $t = 0,5 \text{ s}$ ,  $t = 0,75 \text{ s}$ ,  $t = 1 \text{ s}$  y  $t = 1,25 \text{ s}$ .



P10.

Dos pulsos rectangulares viajan en direcciones opuestas con velocidad 1 mm/s. En  $t = 0$ , los bordes delanteros de los pulsos están a 8 mm de distancia. Dibuje la forma de la cuerda en  $t = 4 \text{ s}$ ,  $t = 6 \text{ s}$  y  $t = 10 \text{ s}$ .



**P11.**

Para las ondas estacionarias en un alambre con amplitud  $A = 2,5 \text{ mm}$ , frecuencia  $\omega = 942 \text{ rad/s}$  y número de onda  $k = 0,75\pi \text{ rad/m}$ , ¿a qué distancias de uno de los extremos del alambre están los nodos y los antinodos?

**P12.**

Los antinodos adyacentes de una onda estacionaria en una cuerda están separados 15 cm. Una partícula en un antinodo oscila en movimiento armónico simple con amplitud de 0,85 cm y periodo de 0,075 s. Si la cuerda tiene un extremo fijo en  $x = 0$ :

- i) Obtenga el desplazamiento de un punto de la cuerda en función de su posición y el tiempo.
- ii) Calcule la rapidez de propagación de una onda transversal en la cuerda.
- iii) Calcule la amplitud en un punto 3 cm a la derecha de un antinodo.

**P13.**

Se produce una sucesión continua de pulsos ondulatorios sinusoidales en un extremo de una cuerda muy larga. La onda viajera generada tiene una frecuencia de 40 Hz, amplitud de 5 mm y longitud de onda de 0,6 m.

- i) ¿Cuánto tarda la onda en recorrer una distancia de 8 m a lo largo de la cuerda?
- ii) ¿Cuánto tarda un punto de la cuerda en recorrer verticalmente una distancia de 8 m, una vez que el tren de ondas ha llegado al punto y lo ha puesto en movimiento?
- iii) En las partes i) y ii), ¿cómo cambia el tiempo si la amplitud se aumenta al doble?

**P14.**

Dos cuerdas de densidades de masa  $\mu_1$  y  $\mu_2 = 3\mu_1$  están conectadas entre sí, sometidas a la misma tensión. Cuando ambas cuerdas oscilan con una frecuencia  $\nu$  una onda de longitud  $\lambda$  recorre la cuerda de densidad  $\mu_1$ .

- i) ¿Cuál es la velocidad de onda en cada una de las cuerdas?
- ii) ¿Cuál es la longitud de la onda en la cuerda de densidad  $\mu_2$ ?

P15.

Dos pulsos en una cuerda están dados por

$$y_1 = \frac{5}{(3x-4t)^2 + 2} \quad \text{e} \quad y_2 = -\frac{5}{(3x+4t-6)^2 + 2}.$$

- i) ¿En qué dirección viaja cada uno de los pulsos?
- ii) ¿En qué instante se cancelarán las ondas en todos los puntos?
- iii) ¿En cuál punto siempre se cancelan las ondas?

P16.

Dos cuerdas de densidades de masa distintas están conectadas entre sí, sometidas a la misma tensión. La velocidad de propagación de una onda en la primera cuerda es el doble que en la segunda. Cuando una onda armónica que se transmite por la primera cuerda se refleja en la unión de las cuerdas, la onda reflejada tiene la mitad de la amplitud de la onda transmitida.

- i) Si la amplitud de la onda incidente es  $A$ , ¿cuáles son las amplitudes de las ondas reflejada y transmitida?
- ii) Suponiendo que la unión de las cuerdas es suave, es decir, no hay pérdida de energía, ¿qué fracción de la potencia incidente se refleja en la unión y qué fracción se transmite?

P17.

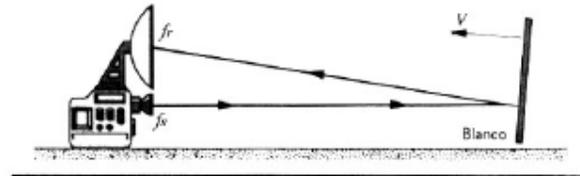
Los murciélagos "herradura" emiten sonido por las fosas nasales y luego escuchan la frecuencia del sonido reflejado de su presa para determinar la velocidad de ésta. Un murciélago que vuela con una rapidez  $v_m$  emite sonidos de frecuencia  $f_m$ . Si la frecuencia que oye reflejada de un insecto que vuela hacia él tiene un valor más alto  $f_r$ , demuestre que la rapidez del insecto es

$$v_{insecto} = v \left[ \frac{f_r(v - v_m) - f_m(v + v_m)}{f_r(v - v_m) + f_m(v + v_m)} \right],$$

donde  $v$  es la velocidad del sonido.

P18.

El aparato mostrado en la figura consiste de un emisor de ondas de sonido de frecuencia  $f_s$  y un receptor.



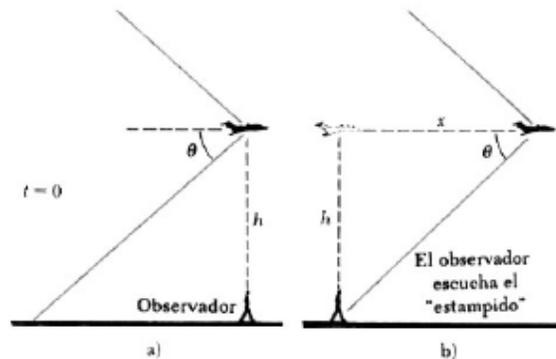
Demuestre que las ondas reflejadas por un blanco que se mueve con velocidad  $V$  hacia la izquierda, son recibidas con una frecuencia  $f_r$  dada por

$$f_r = f_s \left( \frac{v - V}{v + V} \right),$$

donde  $v$  es la velocidad del sonido.

P19.

Un avión supersónico que viaja a Mach 3 a una altitud de 20.000 m se encuentra directamente sobre un observador en  $t=0$ . ¿Qué tiempo pasará antes que el observador sienta la onda de choque? ¿Dónde se encontrará el avión cuando la onda de choque alcance al observador?



P20.

Dos trenes A y B tienen un silbato con una frecuencia de 392 Hz. El tren A está estacionario, mientras que el tren B se mueve hacia la derecha a 35 m/s, alejándose de A. Un trabajador se encuentra entre los dos trenes moviéndose hacia la derecha con una velocidad de 15 m/s. Si no sopla viento, ¿cuáles son las frecuencias de A y B que escucha el trabajador? ¿Qué frecuencia de pulsación escucha?