Física 2 - Práctico 3
Ondas mecánicas

Instituto de Física, Universidad de la República

3.1. Onda en una cuerda I

Como sabes del teórico, una onda viajera es descrita por una función de la forma:

$$f(x - vt)$$

Cuando la onda se propaga en una cuerda, muchas veces se modela como una onda sinusoidal, esto es una onda representada matemáticamente por una función seno o coseno. Grafica y escribe la ecuación para una onda sinusoidal en una cuerda y define:

i) Período

ii) Frecuencia

iii) Frecuencia Angular

iv) Longitud de Onda

v) Número de Onda

vi) Fase

vii) Velocidad de Propagación

viii) Velocidad Transversal

3.2. Onda en una cuerda II

Una onda sinusoidal viaja a lo largo de una cuerda. El tiempo para que un punto en particular se mueva desde el desplazamiento máximo hasta el desplazamiento cero es de 178 ms. La longitud de onda es 1,38 m.

a) Halla el período de la onda.
b) Halla la frecuencia de la oscilación.
c) Bosqueja la variación temporal de la deformación de la cuerda en un punto x_0 dado, $y(x_0, t)$.
d) Halla la velocidad de la onda.

3.3. Desfasaje

Una onda viajera de 493 Hz de frecuencia tiene una velocidad de propagación de 353 m/s:

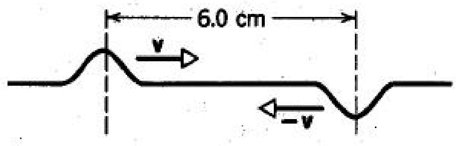
a) ¿A qué distancia entre sí están dos puntos cuyas fases difieran en 55°?
b) Halla la diferencia de fase entre dos desplazamientos en el mismo punto pero en tiempos que difieren en 1,12 ms.

3.4. Pulsos en un alambre

Un alambre de 10,3 m de longitud y una masa de 97,8 g se estira bajo una tensión de 248 N. Se generan dos pulsos, separados en el tiempo por 29,6 ms, uno en cada extremo del alambre. ¿A qué distancia se encuentran los pulsos?

3.5. Pulsos en cuerdas

Dos pulsos viajan a lo largo de una cuerda en direcciones opuestas, como se muestra en la figura. Si la velocidad de onda es 2 m/s y las pulsaciones tienen una separación inicial de 6 cm,



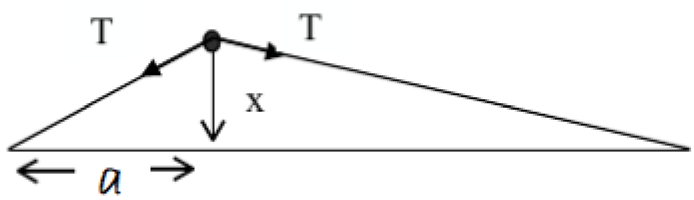
a) Bosqueja el perfil de la cuerda ideal después de 5 ms, 10 ms, 15 ms y 20 ms;
b) Bosqueja el perfil de velocidades transversales en la cuerda en $t = 0$ ms y $t = 15$ ms.
c) ¿Qué le ha sucedido a la energía en $t = 15$ ms?

3.6. Trabajo y energía

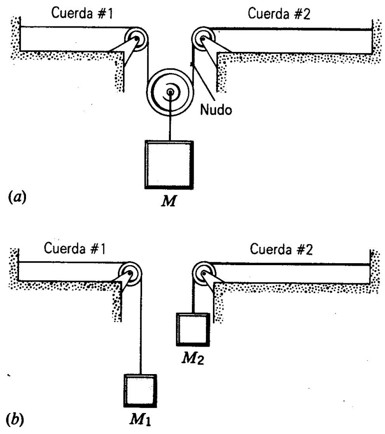
Considera una cuerda ideal de densidad de masa μ, tensa y muy larga. Se mueve transversalmente un extremo de la cuerda a velocidad constante $v_y > 0$ durante un tiempo τ. Luego se lo vuelve a llevar a su punto de partida con velocidad $-v_y$ en el siguiente intervalo τ. Como resultado se produce un pulso triangular que se propaga por la cuerda con velocidad v. Calcula las energías cinética y potencial asociadas al pulso y muestra que su suma es igual al trabajo total realizado por la fuerza transversal que lo generó.

3.7. Frecuencia natural

Una cuerda de longitud L, la cual está fija en ambos extremos bajo una tensión T, tiene enhebrada una cuenta de masa m a una distancia a de uno de sus extremos. Suponga que a la masa m se le imprime un pequeño desplazamiento transversal, apartando la cuerda de su posición de equilibrio de forma tal que la tensión permanece aproximadamente constante. Para oscilaciones pequeñas encuentra la frecuencia natural de la vibración transversal.



3.8. Velocidad de onda



Las cuerdas (1 y 2) de la figura **(a)** tienen densidades de masa lineal μ_1 y μ_2, respectivamente. Ambas se encuentran bajo tensión debido al peso del bloque colgante de masa M.

a) Calcula las velocidades de propagación de una onda en cada una de las cuerdas.
b) El bloque se divide ahora en dos bloques, tales que $M_1 + M_2 = M$, y el dispositivo se modifica como se muestra en la figura **(b)**. Halla M_1 y M_2 de modo que las velocidades de onda de las cuerdas sean iguales.
c) Evalúa la velocidad (b) para el caso $M = 511\ g$, $\mu_1 = 3{,}31\ g/m$ y $\mu_2 = 4{,}87\ g/m$.

3.9. Ondas estacionarias

Una cuerda de guitarra de nylon tiene una densidad de masa lineal de 7.16 g/m y está bajo una tensión de 152 N. Los soportes fijos están separados por 89.4 cm y la cuerda vibra según el patrón de onda estacionaria sinusoidal que se muestra en la figura.

a) Halla la velocidad de fase, longitud de onda y frecuencia.
b) Indica las funciones de onda de dos ondas viajeras $y_1(x,t)$ e $y_2(x,t)$ cuya superposición genere esta onda estacionaria.
c) Obtén la función de onda estacionaria $y(x,t)$ a partir de la suma $y_1(x,t) + y_2(x,t)$.

3.10. Ondas estacionarias en dos medios

Un alambre de aluminio de longitud L_1 está unido a una pared en un extremo y conectado a un alambre de acero de igual sección transversal. El otro extremo del alambre de acero pasa por una polea y de su extremo se carga con un bloque. La distancia entre la unión de los alambres y la polea es L_2. La densidad del aluminio es de 2,60 g/cm^3 y la del acero es de 7,80 g/cm^3. Se desea que el punto de unión sea un nodo.

a) Halla la condición general que deben satisfacer L_1, L_2 y las densidades, para obtener las ondas estacionarias deseadas en cada uno de los tramos del alambre, tomando en consideración que las ondas transversales sinusoidales son inducidas por una única fuente externa (no mostrada en la figura).
b) Supón que $L_1 = 60{,}0\ cm$ y $L_2 = 86{,}6\ cm$. Para estos valores, halla la frecuencia de excitación más baja posible, si la sección transversal es 0,01 cm^2 y la masa del bloque $M = 10\ kg$.
c) ¿Cuál es el número total de nodos observado a esta frecuencia, excluyendo los dos de los extremos del alambre? Bosqueja la forma del alambre compuesto.

Qué el punto de unión sea un nodo, es una condición adicional que se impone al sistema. Las ondas estacionarias en dos cuerdas no tienen que cumplir necesariamente esta condición.

3.11. Ejercicio 1 - Examen Julio 2013

La ecuación de una onda transversal que viaja en una cuerda de longitud infinita está dada por:

$$y_1(x,t) = Asen(1{,}40x + 0{,}60t)$$

donde x es una coordenada expresada en metros medida desde un punto arbitrario de la cuerda y A vale 5 cm. La cuerda se encuentra a una tensión $T = 100N$.

a) Halle la velocidad de propagación de esta onda en la cuerda.

b) Calcule la potencia media transmitida.
Se genera otra onda transversal en la cuerda, cuya ecuación está dada por:

$$y_2(x,t) = Asen(1{,}40x - 0{,}60t + \pi/2)$$

c) Halle la onda resultante. Realice un dibujo de la forma de la cuerda en $t = 0$, e indique y calcule los parámetros más relevantes.

d) Calcule la máxima posición transversal de un punto de la cuerda ubicado en $x = 0{,}25m$.

e) Dé los tres menores valores de $x > 0$ donde se ubican los antinodos de la onda resultante.

Preguntas para saber más:

P1: ¿Cómo depende de la distancia la intensidad (flujo de energía por unidad de área y por unidad de tiempo) de (a) una onda plana y (b) una onda esférica?

P2: Cuando dos ondas interfieren entre sí, ¿altera una el progreso de la otra?

P3: ¿Por qué no observamos efectos de interferencia entre los haces de luz emitidos por dos linternas o entre las ondas de sonido emitidas por dos violines?.

P4: Si dos ondas difieren únicamente en amplitud y se propagan en direcciones opuestas a través de un medio, ¿producirán ondas estacionarias? ¿Se transporta energía? ¿Existen nodos?