Física 2 - Práctico 1
Ondas mecánicas

Instituto de Física, Universidad de la República

1.1. Onda en una cuerda I

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. Grafiqué y escriba la ecuación entonces para una onda sinusoidal en una cuerda y defina:

i) Período

ii) Frecuencia

iii) Frecuencia Angular

iv) Longitud de Onda

v) Número de Onda

vi) Fase

vii) Velocidad de Propagación

viii) Velocidad Transversal

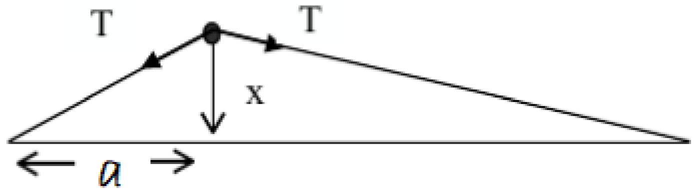
1.2. Onda en una cuerda II

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

1.3. 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 encontrar la frecuencia natural de la vibración transversal.

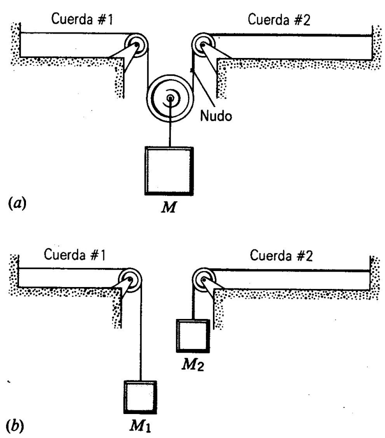


1.4. Desfasaje

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) Halle la diferencia de fase entre dos desplazamientos en el mismo punto pero en tiempos que difieren en 1,12 ms.

1.5. Velocidad de onda



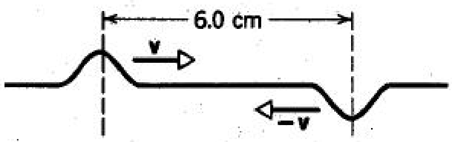
Las cuerdas (1 y 2) de la figura **(a)** tienen densidades de masa lineal μ_1 y μ_2, respectivamente. Ambas se encuentran bajo tensión debido al peso del bloque colgante de masa M.

a) Calcule 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)**. Halle M_1 y M_2 de modo que las velocidades de onda de las cuerdas sean iguales.
c) Evalúe la velocidad (b) para el caso $M = 511\ g$, $\mu_1 = 3{,}31\ g/m$ y $\mu_2 = 4{,}87\ g/m$.

1.6. 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. ¿Dónde se encuentran los pulsos?

1.7. 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,

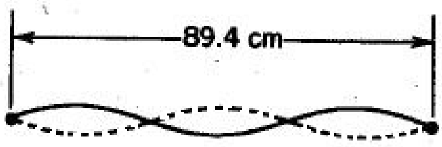
a) bosqueje el perfil de la cuerda ideal después de 5 ms, 10 ms, 15 ms y 20 ms;
b) bosqueje el perfil de velocidades transversales en la cuerda en $t = 0$ ms y $t = 15$ ms.
c) ¿Qué le ha sucedido a la energía en $t = 15$ ms?

1.8. Trabajo y energía

Considere 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. Calcular las energías cinética y potencial asociadas al pulso y mostrar que su suma es igual al trabajo total realizado por la fuerza transversal que lo generó.

1.9. 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.

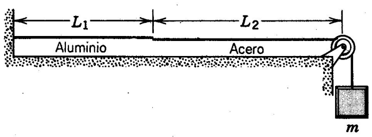


a) Hallar la velocidad de fase, longitud de onda y frecuencia.

b) Indicar las funciones de onda de dos ondas viajeras $y_1(x,t)$ e $y_2(x,t)$ cuya superposición genere esta onda estacionaria.

c) Obtenga la función de onda estacionaria $y(x,t)$ a partir de la suma $y_1(x,t) + y_2(x,t)$.

1.10. Ondas estacionarias en dos medios



Un alambre de aluminio de longitud L_1 está conectado a un alambre de acero de igual sección transversal. El alambre compuesto se carga con un bloque como se muestra en la figura. 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) Halle la condicion 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) Suponga que $L_1 = 60{,}0\ cm$ y $L_2 = 86{,}6\ cm$. Para estos valores, halle 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? Bosqueje la forma del alambre compuesto.

Que 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.

1.11. Interferencia de ondas

La figura 1 muestra dos cuerdas muy largas de igual densidad lineal de masa y sometidas a la misma tensión, mediante un mecanismo no mostrado en la figura. Un extremo de las cuerdas está unido a un soporte en los puntos O_1 y O_2 Se hace vibrar transversal y sinusoidalmente el soporte para generar ondas en las cuerdas.

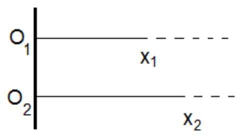


Figura 1

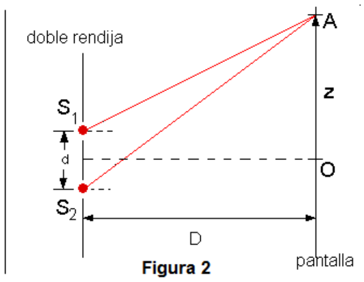


Figura 2

a) Indicar qué relaciones deben cumplir las posiciones $x_1 < x_2$ para que las perturbaciones transversales en esos puntos de las cuerdas estén: i) En fase. ii) En contrafase.

b) La figura 2 muestra dos fuentes S_1 y S_2, separadas una distancia d, emitiendo ondas transversales planas (de longitud de onda λ) hacia una pantalla que se encuentra a una distancia D de las fuentes. Sobre la pantalla, en el punto O ($z = 0$), las ondas que se detectan están en fase. En qué posiciones z, sobre la pantalla, hay que colocar el detector A para: i) No detectar ninguna señal. ii) Detectar la máxima señal. Considere que $d, z \ll D$.

Nota: El experimento mostrado en la figura 2 se llama "interferencia en doble rendija"

1.12. 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?