



Experimento 1: Ondas Estacionarias en 1-D.

Objetivo:

Estudiar ondas estacionarias en un medio 1-D.

Materiales:

- Generador de señales
- Parlante
- Cuerdas
- Resortes
- Masas variadas
- Regla
- Balanza

Introducción:

El experimento consiste en el estudio de modos normales de vibración asociados a ondas estacionarias transversales y longitudinales en un medio 1-D.

Los modos normales de vibración asociados a ondas estacionarias en un medio 1-D de largo L , con ambos extremos fijos, tienen una elongación espacio-temporal de la forma:

$$y_n(x, t) = A \sin(k_n \cdot x) \sin(\omega_n t + \phi) \quad (1)$$

estando el número de onda k_n dado por

$$k_n = \frac{\pi}{L} n \quad (2)$$

y la frecuencia angular ω_n dada por la relación de dispersión

$$\omega_n = k_n v \quad (3)$$

siendo $n = 1, 2, 3, \dots$ y v la velocidad de fase. El número n define el modo normal de oscilación. La frecuencia temporal de oscilación es $\nu_n = \omega_n / 2\pi$, de donde se obtiene que

$$\nu_n = \frac{n}{2L} v \quad (4)$$

En una cuerda la velocidad de fase de ondas transversales coincide con la de propagación de la onda, que está dada por la relación

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad (5)$$

donde T es la tensión de la cuerda y μ su densidad lineal de masa.

La figura 1 muestra los tres primeros modos normales de oscilación de una cuerda con extremos fijos.

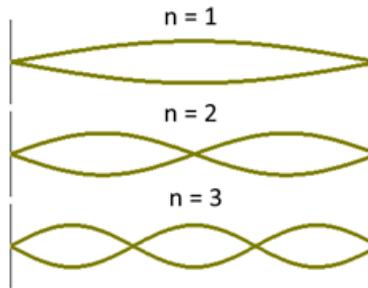


Figura 1:

Procedimiento Experimental

Ondas Transversales:

1. Las ondas son generadas en una cuerda excitada transversalmente por un parlante vibrando a frecuencia variable, como muestra la figura 2. La cuerda está unida por un extremo al centro del parlante, y en el otro extremo tiene un gancho para agregar masas, generando una tensión variable en el extremo libre.
2. La tensión de la cuerda se ajusta agregando golillas de masa conocida al gancho del extremo colgante. La tensión de la cuerda debe ser baja.
3. Mida la densidad lineal de masa de la cuerda.
4. Conecte el parlante al generador de funciones.

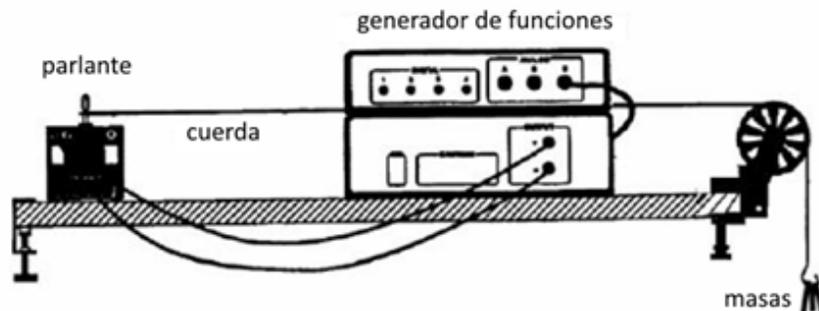


Figura 2:

- Para distintos valores de la tensión de la cuerda, encuentre las frecuencias correspondientes a los modos normales de vibración, caracterizados por el número n correspondiente.
- Usando gráficos de la forma ν vs n , determine para las distintas tensiones la velocidad de propagación de ondas transversales en la cuerda.
- Analice gráficamente la relación entre la tensión de la cuerda y la velocidad de propagación de las ondas.

Ondas Longitudinales:

- Las ondas son generadas en un resorte de constante elástica k conocida.
- Para determinar la constante elástica coloque una masa en el resorte colgando de uno de sus extremos. Defina la posición de esta masa como origen de sistema de coordenadas o posición de referencia. Luego agregue otra masa al resorte (aumentando la masa) y mida el desplazamiento que se produce con respecto a la posición de referencia, como se muestra en la figura 3. Utilizando la ecuación de equilibrio de fuerzas,

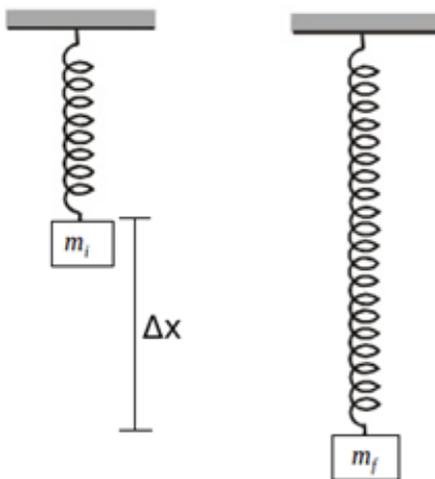


Figura 3:

$$(m_f - m_i)g = k\Delta x$$

y usando métodos gráficos, considerando las barras de error apropiadas en cada caso, determine la constante del resorte.

- Las ondas son generadas en un resorte excitado longitudinalmente por un parlante vibrando a frecuencia variable, como muestra la figura 4. El resorte está unido por un extremo al centro del parlante y el otro extremo está fijo. La tensión del resorte se ajusta variando su largo extendido. Al igual que en el caso anterior la tensión del resorte debe ser baja.
- Para distintos valores de la tensión del resorte, encuentre las frecuencias correspondientes a los modos normales de vibración, caracterizados por el número n correspondiente.

5. Usando gráficos de la forma ν vs n , determine para las distintas tensiones la velocidad de propagación de ondas longitudinales en el resorte.
6. Analice gráficamente la relación entre la tensión del resorte y la velocidad de propagación de las ondas.

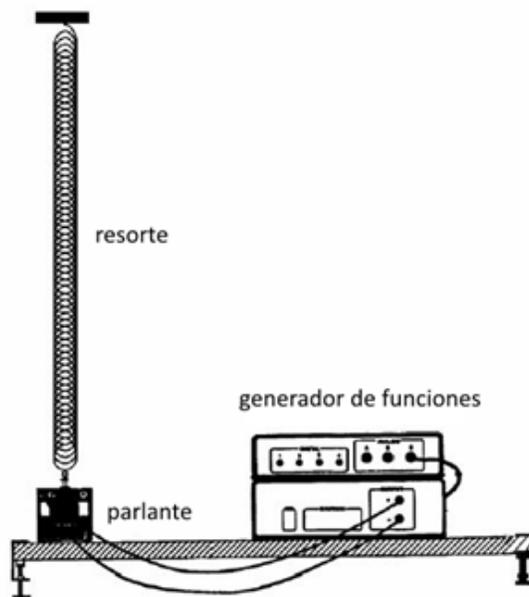


Figura 4:

Experimentos Adicionales:

Usando materiales asociados a los montajes previos, y algunos recursos extra disponibles en el laboratorio, usted podría estudiar:

1. Oscilaciones forzadas en un resorte o un péndulo.
2. Utilizando el parlante como fuerza externa y un montaje apropiado, podría estudiar los cambios en la amplitud en función de la frecuencia, $A = A(\omega)$, el ángulo de fase $\delta = \delta(\omega)$, y el efecto transiente de un resorte o un péndulo.
3. Batido entre las ondas estacionarias y una luz estroboscópica Utilizando una luz estroboscópica para iluminar la onda estacionaria y un cronómetro, podría medir las diferencias entre las frecuencias, $\Delta\omega$, de ambas fuentes (luz y generador de señales)
4. Propiedades de ondas estacionarias en cuerdas de densidad de masa variable. Utilizando distintas cuerdas unidas como medio de propagación (como hilos de pesca, disponibles en el laboratorio), puede estudiar los cambios en la longitud de onda y (si es posible) los coeficientes de reflexión y transmisión de una onda.

En esta sección, usted debe elegir al menos uno de estos fenómenos para estudiar. Debe registrar en su Acta lo que está analizando, cómo lo hace, los inconvenientes y resultados obtenidos, análisis, etc. Si usted se le ocurre algo interesante de medir, dentro del contexto del tema en estudio, puede agregarlo a la lista de "Experimentos Adicionales".