

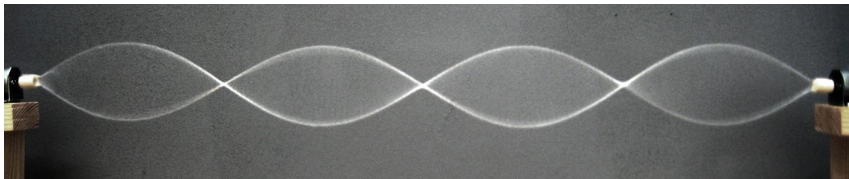
Ondas estacionarias en una cuerda

Objetivos de la Clase

- ▶ Definir qué es una onda estacionaria y cómo se genera en una cuerda.
- ▶ Describir la relación entre velocidad de propagación, longitud de onda y frecuencia.
- ▶ Explicar las condiciones de borde para obtener la frecuencia fundamental y los armónicos.
- ▶ Comprender cómo los modos de vibración se relacionan con las frecuencias.

Introducción a las Ondas Estacionarias

- ▶ Las ondas estacionarias se producen cuando dos ondas de igual frecuencia y amplitud se propagan en direcciones opuestas.
- ▶ En una cuerda, las ondas estacionarias se generan cuando la cuerda está fija en ambos extremos.
- ▶ La interferencia de las ondas produce nodos (puntos fijos) y antinodos (puntos de máxima amplitud).



Velocidad de Propagación

- ▶ La velocidad de propagación de la onda en la cuerda está dada por:

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

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

- ▶ Esta velocidad es constante para una cuerda bajo la misma tensión.

Longitud de Onda y Frecuencia

- ▶ La longitud de onda λ de la onda estacionaria está relacionada con la longitud de la cuerda L y las condiciones de borde.
- ▶ La frecuencia f de la onda se relaciona con la velocidad de propagación y la longitud de onda:

$$f = \frac{v}{\lambda}$$

Condiciones de Borde

- ▶ Las condiciones de borde dependen de que los extremos de la cuerda estén fijos, lo que implica que debe haber nodos en esos puntos.
- ▶ La longitud de la cuerda L debe ser un múltiplo de la mitad de la longitud de onda:

$$L = \frac{n\lambda}{2} \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

Frecuencia Fundamental y Armónicos

- ▶ La frecuencia fundamental f_1 corresponde al primer modo de vibración ($n = 1$) y está dada por:

$$f_1 = \frac{v}{2L}$$

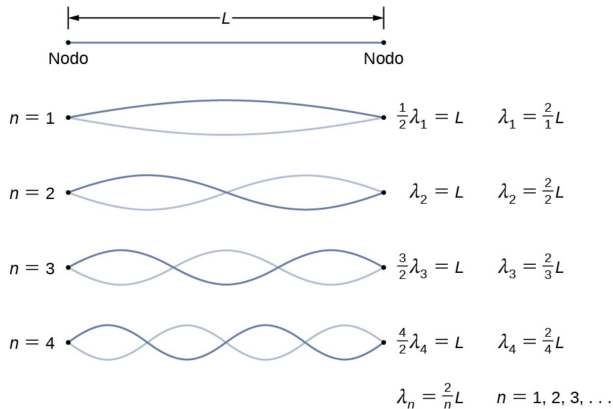
- ▶ Los armónicos son múltiplos de la frecuencia fundamental:

$$f_n = nf_1 \quad n = 2, 3, 4, \dots$$

- ▶ El segundo armónico, por ejemplo, tiene una frecuencia de $f_2 = 2f_1$.

Modos de Vibración

- ▶ Los diferentes modos de vibración corresponden a diferentes números de nodos y antinodos en la cuerda.
- ▶ A medida que aumenta el número de nodos, la frecuencia de la onda también aumenta.



Aplicación: Instrumentos Musicales

- ▶ Los principios de las ondas estacionarias son fundamentales en el diseño de instrumentos de cuerda.
- ▶ Las diferentes frecuencias de vibración producen diferentes notas musicales.

EJERCICIO

Considere una cuerda de longitud $L = 2,00 \text{ m}$ atada a un vibrador de cuerda de frecuencia ajustable, como se muestra en la figura. Las ondas producidas por el vibrador se desplazan por la cuerda y son reflejadas por la condición de frontera fija en la polea. La cuerda, que tiene una densidad lineal de masa de $\mu = 0,006 \text{ kg/m}$, se hace pasar por una polea sin fricción de masa insignificante, y la tensión es proporcionada por una masa colgante de $2,00 \text{ kg}$.

(a) ¿Cuál es la velocidad de las ondas en la cuerda?

(b) Dibuje un esquema de los tres primeros modos normales de las ondas estacionarias que se pueden producir en la cuerda e identifique cada uno con la longitud de onda.

(c) Enumere las frecuencias a las que debe estar sintonizado el vibrador de la cuerda para producir los tres primeros modos normales de las ondas estacionarias.

