

Universidad Tecnológica de Bolívar

Física Calor Y Ondas

Grupo 1

H1

Laboratorio 2- Ondas estacionarias en una cuerda:

Resonancia

German E. De Armas Castaño – T00068765

Revisado por:

Duban Andrés Paternina Verona

28 de agosto 2023

Introducción

La resonancia es un fenómeno físico que ocurre cuando un sistema vibratorio u oscilatorio se ve influenciado por una fuerza externa que actúa en su frecuencia natural o frecuencias naturales de vibración. En otras palabras, cuando un objeto o sistema está diseñado para vibrar a una cierta frecuencia. Por otro lado, las ondas estacionarias se generan cuando interfieren dos ondas de igual amplitud y frecuencia y que viajan en direcciones contrarias.

En este laboratorio se abordará el fenómeno de resonancia de modo que se estudiarán la formación de dichas ondas y sus respectivas características, además de buscar posibles relaciones entre sus propiedades físicas al momento de realizar una fuerza a cierto ritmo, con cierta tensión y hasta considerando cierta densidad lineal de la cuerda.

Objetivos

General

Explicar de manera precisa que son las ondas estacionarias que se generan en una cuerda fija en sus extremos y analizar el fenómeno de resonancia.

Específicos

1. Analizar cada uno de los factores que actúan sobre las oscilaciones estacionarias.
2. Establecer los principios o situaciones que generan a las ondas estacionarias.
3. Señalar los puntos donde la cuerda nunca se mueve (nodos) y donde la amplitud de la cuerda en movimiento es la máxima (antinodo).
4. Detallar las formulas que describen el comportamiento y principios de las ondas estacionarias.

Preparación de la practica

1. ¿Qué es una onda?

Una onda es una perturbación que se propaga a través de un medio, transportando energía sin que la materia en sí misma se desplace de manera significativa. Las ondas se encuentran en una variedad de contextos, como en la superficie de un líquido hasta la luz, que es en sí un tipo de onda al igual que el sonido, y las ondas electromagnéticas.

2. ¿Qué es una función de onda?

Conforme su denominación sugiere, se trata de una función que posibilita la descripción de la configuración de la onda en cualquier momento dado. Esta función está influenciada por la ubicación de cada punto, las propiedades del medio en el que se propaga y el lapso temporal. La expresión matemática que define dicha función ondulatoria es la siguiente:

$$Y(x,t) = A \cos(kx - \omega t + \phi)$$

3. ¿Qué es una onda senoidal y defina sus características: Amplitud, frecuencia, periodo, constante de fase, fase inicial, longitud de onda, numero de onda angular, frecuencia angular, ¿rapidez de propagación?

Una onda senoidal o sinusoidal es aquella que describe los parámetros de la función matemática seno; consiste en una frecuencia única con amplitud constante.

$$y(t) = A \sin(2\pi f t + \phi)$$

Donde:

- Amplitud [A]: Es la magnitud máxima del desplazamiento con respecto al equilibrio, es decir, es la distancia existente entre la posición de equilibrio y cualquiera de las posiciones extremas. Su unidad de medidas en el Sistema Internacional es el metro (m).
- Periodo [T]: Es el tiempo que tarda una oscilación completa (ciclo), y siempre es positivo. La unidad del periodo en el SI es el segundo (s), aunque a veces se expresa como “segundos por ciclo”.
- Frecuencia [f]: Es el número de ciclos en la unidad de tiempo, y siempre es positiva. La unidad de la frecuencia en el SI es el Hertz (Hz).

$$1 \text{ Hz} = 1 \text{ oscilacion/segundo} = 1s^{-1}$$

- Frecuencia cíclica o angular [ω]: Representa la velocidad de cambio de la fase del movimiento. Se trata del número de periodos comprendidos en 2π segundos. Su unidad de medida en el sistema internacional es el radián por segundo (rad/s).

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

- Fase inicial [ϕ]: Se trata del ángulo que representa el estado inicial de vibración, es decir, la elongación x del cuerpo en el instante $t = 0$. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el radián (rad).

$$\phi = \tan^{-1}\left(-\frac{v_0}{\omega x_0}\right)$$

- Constante de fase [ϕ]: Determina la posición horizontal inicial de la onda senoidal en relación con su posición estándar, que normalmente comienza en el punto más bajo de la oscilación. La constante de fase ϕ se mide en radianes y puede tener un valor positivo o negativo. Un valor positivo adelanta la onda horizontalmente, mientras que un valor negativo la retrasa.
- Longitud de onda [λ]: En una onda periódica la longitud de onda es la distancia física entre dos puntos a partir de los cuales la onda se repite (por lo general de cresta a cresta o de valle a valle). Su unidad de medidas en el Sistema Internacional es el metro (m).
- Numero de onda angular [k]: Es una magnitud que representa el número de ciclos completados por la onda por unidad de distancia. Se mide en ($\frac{Hz}{m}$)
- Rapidez de propagación [v]: Es la velocidad a la que una onda viaja a través de un medio específico. Es una medida de qué tan rápido se desplaza una perturbación o una señal a lo largo del medio en el que se propaga la onda.

$$V = \lambda \cdot f$$

4. ¿Cuál es la expresión general de una onda senoidal viajera? Identifique cada una de sus características en la expresión

La expresión general de una onda senoidal viajera es:

$$x = A \cos (\omega t + kx + \phi)$$

Donde

A: Amplitud

ω : Frecuencia angular o pulsación

t: Tiempo

k: Número de onda

z: Apartamiento en cualquier posición

ϕ : Fase inicial

5. ¿Qué es una onda mecánica?

Es una perturbación que se propaga a través de un medio material, transportando energía sin que las partículas individuales del medio se desplacen de manera significativa en la dirección de la propagación. En otras palabras, las partículas del medio vibran u oscilan alrededor de sus posiciones de equilibrio, transmitiendo la energía de una región a otra sin que las partículas se desplacen de manera continua con la onda.

La presencia de una onda mecánica requiere la existencia de una fuente generadora de perturbaciones y un medio a través del cual estas perturbaciones puedan extenderse. Adicionalmente, se hace necesario contar con un entorno material que posibilite la interacción mutua de los componentes.

6. ¿De qué depende la rapidez de una onda mecánica?

La rapidez con que se propaga la perturbación estará condicionada por la cercanía entre las partículas del medio y las fuerzas que las mantienen unidas, lo que significa que su valor está ligado a las características elásticas del medio de propagación.

7. ¿Cuál es la expresión para calcular la rapidez de una onda sinusoidal en una cuerda?

En el caso de una cuerda estirada, puede demostrarse que la rapidez de la onda (v) es:

$$V = \sqrt{\frac{Ft}{\mu}}$$

Donde Ft es la fuerza de tensión y μ es densidad lineal ($\frac{m}{l}$)

8. ¿Cómo se calcula la rapidez de transferencia de energía (potencia) por ondas sinusoidales en una cuerda?

La rapidez de transferencia de energía, también conocida como potencia, por ondas sinusoidales en una cuerda se puede calcular utilizando la relación entre la potencia y la energía transportada por la onda en un período de tiempo dado. La fórmula general para calcular la potencia P de una onda sinusoidal en una cuerda es:

$$P = \frac{1}{2} \mu \cdot v \cdot A^2 \cdot \omega^2 \cdot \sin(kx - \omega t + \phi)^2$$

Donde

P es la potencia de la onda.

μ es la masa lineal de la cuerda (masa por unidad de longitud).

v es la velocidad de propagación de la onda en la cuerda.

A es la amplitud de la onda.

ω es la frecuencia angular de la onda ($\omega=2\pi f$, donde f es la frecuencia)

k es el número de onda.

x es la posición en la cuerda.

t es el tiempo.

ϕ es la fase de la onda

9. ¿En qué consiste el principio de superposición de ondas?

El principio de superposición de ondas es un concepto fundamental en el estudio de las ondas que establece que cuando dos o más ondas se superponen en un punto en el espacio, las perturbaciones individuales se suman algebraicamente para formar una única perturbación resultante en ese punto. En otras palabras, cuando diferentes ondas se encuentran en el mismo lugar al mismo tiempo, sus efectos se combinan y se observa una única perturbación que es la suma de todas las perturbaciones individuales.

10. ¿Cuál es la resultante de la superposición de dos ondas senoidales viajeras? ¿En qué casos la interferencia es constructiva y en qué casos destructiva?

La superposición de dos ondas senoidales viajeras da lugar a una nueva onda resultante cuya forma depende de las amplitudes, frecuencias y fases relativas de las dos ondas originales. La interferencia constructiva y destructiva ocurren cuando estas ondas se combinan en diferentes maneras.

Interferencia Constructiva: Sucede cuando las partes más altas de una onda coinciden con las partes más altas de otra, o cuando las partes más bajas coinciden con las partes más bajas. En esta situación, las magnitudes de las ondas se suman, lo que da lugar a una magnitud resultante mayor en la onda resultante combinada.

$$\Delta x = n \cdot \lambda$$

Interferencia Destructiva: Ocurre cuando las crestas de una onda coinciden con los valles de la otra onda. En este caso, las amplitudes de las ondas se restan, resultando en una amplitud resultante menor en la onda combinada.

$$\Delta x = (2 \cdot n + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$$

11. ¿Qué es una onda estacionaria y cómo resulta?

Es un patrón de oscilación que se forma cuando dos ondas idénticas en frecuencia, amplitud y dirección se superponen, pero viajan en direcciones opuestas. A diferencia de una onda viajera, en la que la perturbación se propaga a través del medio, en una onda estacionaria los nodos y los antinodos permanecen fijos en el espacio.

12. ¿Qué son los modos normales de oscilación?

Constituyen configuraciones particulares de oscilación presentes en un sistema físico o estructura, las cuales pueden manifestarse como respuesta a una estimulación. Los modos normales, a veces referidos como frecuencias naturales o resonantes, son únicos para cada estructura y se componen de un conjunto específico de estas frecuencias.

13. Para una onda estacionaria fija en ambos extremos encuentre:

– La longitud de onda de modos normales: La longitud de onda correspondiente al n -ésimo modo normal de vibración en una cuerda sujeta en ambos extremos está definida por:

$$\lambda_n = \frac{2 \cdot L}{n}$$

– La frecuencia de modos normales como función de la rapidez de la onda y longitud de la cuerda:

La frecuencia f_n del n -ésimo modo normal está relacionada con la rapidez de la onda (v) y la longitud de onda (λ_n).

$$f_n = \frac{v}{\lambda_n} = \frac{nv}{2L}$$

– La frecuencia de modos normales como función de la tensión de la cuerda y la densidad lineal de masa:

La frecuencia del n -ésimo modo normal también está relacionada con la tensión en la cuerda T y la densidad lineal de masa (μ).

$$f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{Ft}{\mu}}$$

– La frecuencia fundamental:

Es la frecuencia más baja a la que un objeto o sistema puede vibrar de manera natural y generar una onda estacionaria o un modo normal de oscilación. Es el primer modo normal y generalmente es el más intenso en sistemas vibratorios.

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

14. ¿En qué consiste el fenómeno de resonancia?

Es un fenómeno que amplifica una vibración. Se produce cuando una vibración se transmite a otro objeto **cuya frecuencia natural es igual o muy cercana a la de la fuente**

15. ¿Qué son las frecuencias de resonancia?

Cada sistema tiene una frecuencia natural de vibración, también conocida como frecuencia de resonancia. Esta es la frecuencia a la cual el sistema vibra con la máxima amplitud cuando se excita en esa frecuencia específica.

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

Resumen de procedimiento

El objetivo de este experimento en el entorno de laboratorio es realizar cálculos tanto teóricos como experimentales de los cuatro primeros armónicos (incluyendo la frecuencia fundamental de resonancia y los tres armónicos subsiguientes) en una cavidad construida a partir de una cuerda de longitud L . A continuación, se proporciona una descripción detallada de la metodología a seguir para analizar cada uno de estos armónicos.

1. Pesar (en Kg) el tramo de cuerda (entre 5 y 10 metros) que se va a utilizar para esta experiencia de laboratorio.
2. Se arma el montaje que represente una cavidad resonante con la cuerda fijada en ambos extremos, acompañado de un oscilador mecánico y un generador de señales.
3. Solicita al profesor una longitud específica (L) para la cuerda y dos valores de masa ($M1$ y $M2$) que la tensionaran.
4. Calcula la densidad lineal (μ) y tensión de la cuerda con los datos anteriores de masa y longitud.
5. Se calcula la rapidez de propagación de las ondas en la cuerda utilizando la relación entre la tensión y la densidad lineal antes obtenidas para cada uno de los valores de masa.
6. Se calcula de forma teórica la frecuencia fundamental de resonancia y los tres modos o armónicos que le siguen para la tensión correspondiente con ambas masas.
7. Adjuntar los datos registrados en una tabla.

Bibliografía

¿Qué Es Una Onda? - Las Ondas." <https://Radio-Waves.orange.com/>, radio-waves.orange.com/es/que-es-una-onda/.

Sears, F.W., Zemansky, M.W., Young, H. D., Freedman. R. A. *Física universitaria, con física moderna volumen 2*. México: PERSON EDUCACIÓN.

Zapata, F. (2019, 22 agosto). *Onda senoidal: características, partes, cálculo, ejemplos*. Lifeder. <https://www.lifeder.com/onda-senoidal/>

Ondas Estacionarias. (s. f.). Fisicalab. <https://www.fisicalab.com/apartado/ondas-estacionarias>

Erbessd, Thierry. "Resonancia Y Frecuencia Natural." ERBESSD INSTRUMENTS, 5 Feb. 2019, www.erbessd-instruments.com/es/articulos/resonancia-y-frecuencia-natural/#:~:text=La%20Resonancia%20es%20un%20fen%C3%B3meno. Accessed 27 Aug. 2023.