

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

FÍSICA CALOR Y ONDAS

GRUPO 1

Informe de Laboratorio No. II

ONDAS ESTACIONARIAS EN UNA CUERDA. RESONANCIA: MOVIMIENTO ARMÓNICO SIMPLE.

Mauro González, T00067622

German De Armas Castaño, T00068765

Angel Vega Rodriguez, T00068186

Juan Jose Osorio Ariza, T00067316

Jorge Alberto Rueda Salgado, T00068722

Revisado Por

Duban Andres Paternina Verona

6 de septiembre de 2023

1. Introducción

Las ondas estacionarias son un tipo especial de ondas que se forman cuando dos ondas viajeras de igual frecuencia y amplitud se superponen y se mueven en direcciones opuestas. En una onda estacionaria, los puntos individuales que la componen experimentan oscilaciones alrededor de sus posiciones de equilibrio a medida que pasa el tiempo. Sin embargo, lo que distingue a una onda estacionaria es que su patrón general no se desplaza a lo largo del medio, de ahí su denominación.

En esta experiencia de laboratorio, nos centraremos en la exploración y comprobación de cada uno de los conceptos relacionados con la propagación de las ondas estacionarias en una cuerda. Para ello, se utilizará una cuerda flexible y una fuente de vibración controlable que nos permitirán observar y analizar cómo cambian los patrones de ondas estacionarias.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

- ▷ Explicar las propiedades de las ondas estacionarias en un contexto experimental específico, a partir del análisis de factores

como la frecuencia, la longitud de onda y la tensión en el medio.

2.2. Objetivos específicos

- ▷ Determinar las propiedades de una onda estacionaria tales como la longitud de onda, la amplitud, la frecuencia y la velocidad de una onda estacionaria en un medio específico.
- ▷ Identificar los puntos de formación de nodos (puntos de amplitud mínima) y antinodos (puntos de amplitud máxima).
- ▷ Estudiar la relación entre la frecuencia y la longitud de onda y el como afectan la formación y el patrón de las ondas estacionarias en una cuerda

3. Marco Teórico

3.1. Onda mecánica

Las ondas mecánicas avanzan a través de un medio elástico, cuyas partículas oscilan en torno a un punto fijo. El medio en cuestión puede ser gaseoso, líquido o sólido.

Para que exista una onda mecánica es necesario que haya una fuente que genere la perturbación y un medio por el cual dicha pertur-

bación pueda propagarse. Además se necesita un medio físico que permita a los elementos influirse entre sí. (J y Merino, 2022)

3.2. Expresión para calcular la velocidad de una onda en una cuerda

La velocidad de un pulso u onda en una cuerda bajo tensión se puede calcular con la ecuación:

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \quad (1)$$

donde F_T es la tensión de la cuerda y μ es la masa por longitud de la cuerda. (Moebs, 2021)

3.3. Formulas para ondas estacionarias en una cuerda

Para una cuerda fija en ambos extremos que forma una onda estacionaria, los modos normales de vibración se caracterizan por diferentes longitudes de onda y frecuencias.

- ▷ Longitud de onda de modos normales: La longitud de onda para el n -ésimo modo normal de vibración en una cuerda fija en ambos extremos está dada por:

$$\lambda_n = \frac{2 \cdot L}{n} \quad (2)$$

- ▷ Frecuencia de modos normales en 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).

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

- ▷ Frecuencia de modos normales en 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 Y la densidad lineal de masa (μ).

$$f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \quad (3)$$

- ▷ Frecuencia fundamental: La frecuencia fundamental (f_1) s la frecuencia del primer modo normal (modo fundamental), que es cuando la cuerda vibra en una única mitad de ciclo. Para el modo fundamental ($n = 1$):

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

Esta es la frecuencia más baja en la cual la cuerda puede vibrar. ▷ 86cm de cuerda.

3.4. Cálculo de errores

$$E_{absoluto} = |V_E - V_A|$$

$$E_{relativo} = \frac{E_A}{V_E} \quad (4)$$

4. Montaje Experimental

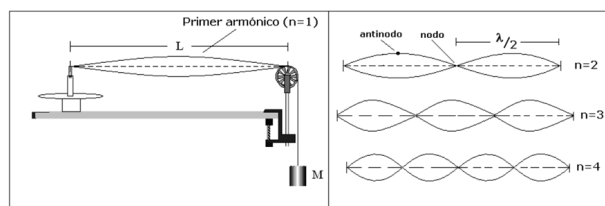


Figura 4.1

Equipo utilizado:

- ▷ Generador de señales.
- ▷ Vibrador mecánico.
- ▷ Soportes universales.
- ▷ Porta pesas.
- ▷ Balanza.
- ▷ Cinta métrica.
- ▷ Polea.

En esta práctica comprobamos experimentalmente los cuatro primeros armónicos de una cavidad resonante (*la frecuencia fundamental de resonancia y los tres siguientes armónicos*).

Dado el montaje visto en la imagen conformado por una cuerda, un oscilador, una polea y un soporte de poleas, tomamos la medida desde el vibrador mecánico hasta el extremo de la polea, lo que será nuestra longitud L (m).

Luego, con las distintas masas, en este caso 3 masas de peso conocido cada una, las vamos variando en el extremo de la cuerda, para posteriormente con el generador de señales hacer vibrar la cuerda hasta alcanzar una frecuencia en la que se capte un armónico y así con los tres siguientes armónicos. Hicimos este paso para cada una de las masas M_1 , M_2 y M_3 .

Finalmente registramos en sus respectivas tablas cada uno de los datos registrados que serán comparados con los datos teóricos más adelante.

5. Datos Experimentales

Constantes	
M_{cuerda}	$1 \times 10^{-3} Kg$
L_{cuerda}	$1,425m$
μ	$7,0175 \times 10^{-4} Kg/m$
L	$8,6 \times 10^{-1}m$

$M_3 = 0,0449Kg$	
No.	Frecuencia experimental (Hz)
1	13,56
2	28,50
3	43,04
4	58,38

$M_1 = 0,0349Kg$	
No.	Frecuencia experimental (Hz)
1	15,43
2	30,39
3	45,73
4	60,00

$M_2 = 0,0399Kg$	
No.	Frecuencia experimental (Hz)
1	12,98
2	26,00
3	39,24
4	52,20

6. Análisis de datos

6.1. Análisis

6.1.1. Calculo de errores

Usando la formula (3) y (4),

M_1		
No.	Frecuencia Teórica (Hz)	Error (%)
1	12,8418	20,1544
2	25,6836	18,3245
3	38,5254	18,7008
4	51,3672	16,8060

M_2		
No.	Frecuencia Teórica (Hz)	Error (%)
1	13,7309	5,4689
2	27,4619	5,3232
3	41,1928	4,7406
4	54,9237	4,9591

M_3		
No.	Frecuencia Teórica (Hz)	Error (%)
1	14,5659	6,9057
2	29,1318	2,1686
3	43,6976	1,5050
4	58,2635	0,1999

6.1.2. Rapidez de propagacion en funcion de la frecuencia

Usando la formula (2) y

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

λ_n (m)
1 : 1,7200
2 : 0,8600
3 : 0,5733
4 : 0,4300

M_1		
Velocidad Experi- mental (m/s)	Velocidad Teórica (m/s)	Error (%)
26,5396	22,0879	20,1544
26,1354	...	18,3245
26,2185	...	18,7008
25,8000	...	16,8060

M_2		
Velocidad Experi- mental (m/s)	Velocidad Teórica (m/s)	Error (%)
22,3256	23,6172	5,4689
22,3600	...	5,3232
22,4976	...	4,7406
22,4460	...	4,9591

M_3

Velocidad Experi- mental (m/s)	Velocidad Teórica (m/s)	Error (%)
23,3232	25,0533	6,9057
24,5100	...	2,1686
24,6763	...	1,5050
25,1034	...	0,1999

6.1.3.

Al obtener una frecuencia de resonancia mayor, dada la formula

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

Esto quiere decir que f y λ son inversamente proporcionales.

6.1.4.

No depende la velocidad de propagación de una onda en una cuerda de la frecuencia de la misma. Como establece (1), la velocidad dependerá solamente de la tensión de la cuerda, además de su densidad lineal.

6.1.5.

Al aumentar la tensión, también aumentará la velocidad de propagación, así como lo establece la ecuación (1)

6.1.6.

Al aumentar la densidad lineal de la cuerda, la velocidad de propagación disminuirá, debido a que son inversamente proporcionales como lo establece (1)

6.1.7.

Si se mantiene la misma tensión en la cuerda, pero se disminuye la distancia entre los dos extremos, la frecuencia fundamental aumentará.

Precisamente en la ecuación (3), se establece que la longitud y la frecuencia resultante son inversamente proporcionales.

7. Conclusiones

Esta experiencia de laboratorio nos ha brindado una comprensión más profunda de cómo funcionan las ondas estacionarias y la resonancia en una cuerda, así como su relevancia en contextos prácticos.

Estos conceptos son esenciales en el estu-

dio de la física de las ondas y pueden aplicarse en una variedad de campos científicos y tecnológicos.

Se ha comprendido que la resonancia es un principio fundamental en acústica y tiene aplicaciones prácticas en diversas áreas, como la música, la ingeniería de audio y la detección de vibraciones en estructuras, todo esto gracias a poder observar las ondas emitidas desde una bocina.

De igual forma se observó que la resonancia es un fenómeno altamente interactivo; pequeños ajustes en la longitud de la cuerda o en la frecuencia de la fuente pueden tener un impacto significativo en los patrones de ondas estacionarias y en la amplitud de las oscilaciones permitiendo identificar que las ondas estacionarias se forman en modos de resonancia específicos.

<https://openstax.org/books/f%C3%ADsica-universitaria-volumen-1/pages/16-3-rapidez-de-onda-en-una-cuerda-estirada>

Referencias

- J, P. P., & Merino, M. (2022). Ondas mecánicas - qué son, tipos, definición y concepto. *Definición.de*. <https://definicion.de/ondas-mecanicas/>
- Moebis, W. (2021). 16.3 Rapidez de onda en una cuerda estirada - Física universitaria Volumen 1 — OpenStax.