

# 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*

*3 de septiembre de 2023*

# 1. Introducción

## 2. Objetivos

### 2.1. Objetivo general

### 2.2. Objetivos específicos

## 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 perturbación 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  $\mu$  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 ( $\lambda_n$ ).

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

▷ 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 ( $\mu$ ).

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

▷ Frecuencia fundamental: La frecuencia fundamental ( $f_1$ ) es 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.

### 3.4. Cálculo de errores

$$\begin{aligned} E_{absoluto} &= |V_E - V_A| \\ E_{relativo} &= \frac{E_A}{V_E} \end{aligned} \quad (4)$$

## 4. Montaje Experimental

## 5. Datos Experimentales

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

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

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

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

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

| $M_2$ |                               |            |
|-------|-------------------------------|------------|
| No.   | Frecuencia<br>Teórica<br>(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<br>Teórica<br>(Hz) | Error ( %) |
| 1     | 14,5659                       | 6,9057     |
| 2     | 29,1318                       | 2,1686     |
| 3     | 43,6976                       | 1,5050     |
| 4     | 58,2635                       | 0,1999     |

## 6. Análisis de datos

### 6.1. Análisis

#### 6.1.1. Calculo de errores

Usando la formula (3) y (4),

### 6.1.2. Rapidez de propagacion en funcion de la frecuencia

Usando la formula (2) y

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

| $\lambda_n$ (m) |
|-----------------|
| 1 : 1,7200      |
| 2 : 0,8600      |
| 3 : 0,5733      |
| 4 : 0,4300      |

$M_1$

| Velocidad Experimental (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 Experimental (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 Experimental (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  $\lambda$  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

## Referencias

- J, P. P., & Merino, M. (2022). Ondas mecánicas - qué son, tipos, definición y concepto. *Definición.de*. <https://definicion.de/ondas-mecanicas/>
- Moebs, W. (2021). 16.3 Rapidez de onda en una cuerda estirada - Física universitaria Volumen 1 — OpenStax. <https://openstax.org/books/f%C3%ADsica-universitaria-volumen-1/pages/16-3-rapidez-de-onda-en-una-cuerda-estirada>