Lab #1 ondas: Ondas Armónicas

Juan Pablo Arcila Castaneda

August 2025

Introducción

Este documento es del entregable al primer laboratorio de física de ondas sobre ondas armonicas. El experimento consiste en una cuerda fija, por un lado atada a un oscilador y por el otro sosteniendo diversos pesos. Posteriormente se activa el oscilador para hallar primero la frecuencia fundamental y así los respectivos sobretonos armónicos asociados al peso que mantiene la cuerda. Este experimento tiene asociado a el un código que julia que sirve de calculadora y graficador. Adicionalmente se agregaron un par de simulaciones que ejemplifican el comportamiento de las ondas armónicas.

1 Montaje inicial:

La variable fundamental al experimento es la masa ubicada en el extremo de la cuerda, pues esta rige la tensión, afectando la velocidad de la onda. Para este experimento fueron las siguientes:

$$m = 93.34 \pm 0.01\,\mathrm{g} \qquad T = 0.92 \pm 0.001\,\mathrm{N}$$

2 Oscilaciones libres

Dentro de los pimeros análisis sobre el comportamiento de las ondas en nuestro montaje se observa la variabilidad de la onda con respecto al punto inicial de presión que la genera.
Adicionalmente, cuando fijamos nuestro punto de preción en el centro de la cuerda, podemos notar como predomina la frecuencia fundamental.

3 Oscilaciones forzadas

Para encontrar nuestro ΔL tenemos dos métodos. El primero es "a ojo", donde se aproxima $\Delta L \approx 0.0050$m. Sin embargo, proponemos un método un poco más interesante, seguido de los siguientes pasos:

1. Cuando tenemos una onda transversal de oscilaciones pequeñas podemos aproximar la figura formada entre el punto de mayor desplazamiento y el extremo fijo como una recta. De donde obtenemos un triángulo rectángulo como en la Figura 1.

2. Luego, encontramos la relación $L_{real} = \sqrt{(L_{medido} + \Delta L_{medido})^2 + \xi_0^2}$.

3. Luego, $\Delta L_{real} = \frac{L_{real} - L_{medido}}{L_{medido}}$

4. Remplazando valores, $\Delta L_{real} \approx 0.0021$

Ahora nos referiremos a la tabla 1 para analizar los valores experimentales encontrados:

Modo	**f (Hz)**	λ **(m)**	**v (m/s)**
Fundamental (f_f)	26.1 ± 0.1	1.529 ± 0.004	39.907 ± 0.131
Primer sobretono (f_1)	51.2 ± 0.1	0.7645 ± 0.002	39.142 ± 0.131
Segundo sobretono (f_2)	78.3 ± 0.1	0.5097 ± 0.001	39.910 ± 0.131

Table 1: Tabla de datos para primeros armónicos

Primeramente se nota como los sobretonos son armónicos, ya que son multiplos entreros de la frecuencia. específicamente $f_f = f_1/2 = f_2/3$.

Ahora nos preguntamos, ¿Será que la velocidad de nuestra onda depende de la frecuencia y la longitud de onda? La respuesta es no, y tenemos dos formas de probarlo. La primera es que los datos experimentales sugieren que los cambios en la frecuencia y la longitud de onda no representan un cambio significativo en la velocidad. En adición, sabemos que la velocidad para una onda transversal sobre una cuerda es $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$, donde T y μ no dependen ni de la frecuencia ni de la longitud de onda, por lo que no hay razón lógica para considerar estas como variables que afecten la velocidad de propagación.

4 Calculo de la velocidad usando la tensión y la densidad lineal de masa

Sabemos que $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$, entonces $v = \sqrt{\frac{0.9147}{0.0006}}$

$$\therefore v = 37.647\text{m/s} \pm 0.7810$$

Notamos valores congruentes con los resultados de la Tabla 1, sin embargo se aprecia un error del 6%, probablemente debido a errores humanos en la contrucción del experimento o la misma imperfección de la cuerda.

5 Dependencia de la frecuencia con la tensión

Masa Total (g)	**f (Hz)**	**T (N)**	**f^2 (Hz^2)**
93.28	26.1	0.91	681.21
83.51	25.2	0.81	635.04
63.51	22.8	0.62	519.84
42.95	20.0	0.42	400.00

Table 2: Relación frecuencia cuadrada y la tensión

De los datos podemos notar una relación lineal entre la frecuencia al cuadrado y la tensión ($f^2 = \frac{T}{\lambda^2 \mu}$).

Mediante una regresión lineal (Figura 1), encontramos la ecuación que describe dicha relación. esta es

$$f^2 = 0.575T + 160.026$$

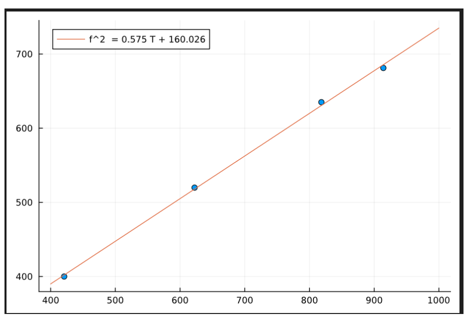

Figure 1: f^2 vs T

Ahora, sabemos que $f^2 = \frac{T}{\lambda^2 \mu} = 0.575T + 160.026$. Entonces,

$$\mu = \frac{T}{\lambda^2 (0.575T + 160.026)},$$

evaluando,

$$\mu = 0.00079 \text{ kg/m}$$

Por lo que concluimos un error de $e = 22.7\%$

6 Conclusiones

Los resultados del experimento fueron satisfactorios. Es notorio como ligeros erorres en la medición pueden magnificarse hacia el final del experimento, como sucedió con el error del 22.7% de μ.

También, es profundamente interesante notar la relación entre la velocidad de la onda, la frecuencia y la longitud de onda. Nos podemos preguntar entonces, qué ocurre con las ondas electromagnéticas. Será que podemos medir la velocidad de la luz solo conociendo la f y λ de una onda particular? El experimento sugiere que si, sin embargo, hay que analizar si las ondas electromagnéticas mantienen implicaciones adicionales.

Luego están las repercusiones de los armónicos y su naturaleza. Un poco de conocimiento en teoría musical puede ayudar a afianzar como, por ejemplo, los sobretonos de las notas musicales son más agudos que su frecuencia fundamental, debido a que tienen mayores frecuencias, todo descrito mediante las ecuaciones de onda que se dedujeron en el experimento.

7 Código

Todo el código será entregado de manera impresa para el análisis del profesor.