Laboratorio de Ondas y Fluidos

**Ondas mecánicas en una cuerda**

**Juan David Prada**, † **Tatiana Gómez**2, ‡

*1 Departamento de Física*

*2 Departamento de Geociencias*

*Universidad de los Andes, 17-03-16, Bogotá, Colombia*

1. **Introducción**

Dentro de los distintos tipos de ondas encontrados en la naturaleza, aparecen aquellas denominadas ondas mecánicas, las cuales serán objeto de estudio en esta practica. Estas se desplazan a través de un medio elástico o deformable, a diferencia de aquellas que no necesitan de ningún medio para propagarse. Las ondas mecánicas se caracterizan por viajar de un lugar a otro por medio de un medio material, propiciando una perturbación temporal en este medio, sin que el medio se transporte de un lugar a otro.

Ahora bien, si el movimiento de las partículas es perpendicular a la dirección de propagación de la onda, se trata de una onda transversal. En una cuerda tensa cualquier perturbación aplicada en determinado instante, provoca un pulso que se propaga a lo largo de esta y comúnmente se refleja al llegar al extremo. Los pulsos reflejados interactúan entre sí, superponiéndose en forma tanto constructiva como destructiva, reforzándose o anulándose. Una cuerda de longitud L y masa M sometida a una tensión T puede perturbarse en unos de sus extremos empleando un oscilador mecánico como se trabajo en la practica. La perturbación ocasiona desplazamientos transversales que se propagan en dirección horizontal a través de la cuerda.

Por otro lado, si los extremos de la cuerda no están fijos, se dice que la onda es progresiva y transporta energía constantemente de un punto a otro, oscilando así todos los puntos con la misma amplitud. Si uno o los extremos están fijos se obtiene una onda estacionaria localizada en algún punto de la cuerda. Dicha onda es el producto de la interferencia entre ondas emitidas y ondas reflejadas en el sistema teniendo igual frecuencia pero distinta dirección. En este caso algunos puntos de la cuerda separados por la misma distancia permanecen en reposo, a lo que se le llama nodos. Finalmente, los puntos intermedios entre dos nodos oscilan con una amplitud máxima, estos son llamados antinodos.

1. **Procedimiento experimental**

Se calcula la densidad lineal de la cuerda donde *m* es la masa total de esta y l su respectiva longitud.

* Longitud cuerda: 1,168m
* Masa: 0,5g

Densidad lineal: M/L= 0,00042

PRIMERA PARTE:

De acuerdo al monataje experimental (Figura 1) se ubico la polea a en un extremo de la mesa y oscilador con la inductancia en el otro extremo unidos por una cuerda que en el extremo cercano a la polea tenia un peso, que constaba de un recipiente con cantidad de agua variable. Obteniendo las medidas para la masa colgante de la cuerda y la distancia entre el oscilador y la polea.

Se ajusto la tensión de la cuerda, variando la cantidad de agua en el recipiente agregandola o quitándola con la jeringa tal que la tensión se puede calcular a partir de la cantidad de agua en el recipiente, de tal manera que se obtengan los modos normales de . Por cada modo se midio la longitud entre nodos, para calcular la longitud de onda para cada modo normal. Y en base a esto comparar con el modelo teorico.

|  |  |
| --- | --- |
| Vaso + agua | 109,8 |
| Frasco | 16,8 |
| L polea-oscilador | 117,6 |
| g (m/s2) | 9,81 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nodos | Antinodos | V H2O (ml) | lambda/2 (cm) | Promedio l/2 | Masa (g) |
| 7 | 6 | 0 | 17 | 17,5 | 16,8 |
| 18 |
| 6 | 5 | 4 | 22 | 22 | 16.8 |
| 22 |
| 5 | 4 | 17 | 28 | 28,5 | 16,8 |
| 29 |
| 4 | 3 | 42 | 35 | 35,5 | 16,8 |
| 36 |
| 3 | 2 | 66 | 57 | 57,5 | 16.8 |
| 58 |
| 2 | 1 | 100 | 112 | 112 | 101,68 |
| 112 |

SEGUNDA PARTE:

Finalmente, se ajusto la tensión de la cuerda hasta tener antinodos. Con este peso constante ubicado en un extremo de la cuerda variando la tensión de la misma aumentando o disminuyendo su longitud para encontrar los modos normales . Para cada uno de estos modos se midio la distancia entre nodos, la longitud de la cuerda y la masa de agua en el recipiente. Con estos datos se analizo la tendencia o el comportamiento de las entre las variables de longitud de onda, longitud de cuerda y modos normales.

A partir de la *Ecuacion 1*, se establece una relación entre el numero de antinodos n y la longitud L.

***Ecuacion 1.*** Relacion lineal entre n y L.

A partir de los datos de longitud y antinodos tomados experimentalmente se obtiene la *Grafica 1*. Donde la pendiente de la tendencia lineal representa el valor de . Con la *Ecuacion 2* se calcula el valor de la frecuencia donde . Con una incertidumbre asociada a las mediciones de masa y longitud respectivamente, de acuerdo a la *Ecuacion 3.* De esta manera se calculo la frecuencia experimental del oscilador, Tabla 1.

***Ecuacion 2.*** Frecuencia del oscilador.

***Ecuacion 3.*** Propagacion de error.

***Grafica 1.*** Longitud en función de antinodos.

|  |  |
| --- | --- |
| Frecuencia Teorica (Hz) | Frecuencia Experimental (Hz) |
| 60 | 69.50.0005 |

***Tabla 1.*** Frecuencia teorica y experimental del oscilador.

Para verificar los resultados de se tomaron los datos de longitud y antinodos, se remplazaron en la Ecuacion 4 para obtener valores teóricos y se compararon con las medidas experimentales*,* los resultados están en la Tabla 2.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| antinodos | L | teo | exp |
| 6 | 118 | 39,3333333 | 18 |
| 5 | 98 | 39,2 | 19 |
| 4 | 82 | 41 | 20 |
| 3 | 63 | 42 | 21 |
| 2 | 47 | 47 | 22,5 |
| 1 | 32 | 64 | 23,2 |

Tabla 2. Longitud de onda teorica y expermiental.

1. **Análisis de resultados**

PRIMERA PARTE:

***Grafica 2.*** Ln de en función de ln de T

***Grafica 3.***  en función T

De la grafica se puede se puede concluir que la relacion entre estas dos medidas arroja una parabola. Se sabe que relacion existente entre la tension electrica y la longitud de onda es de naturaleza cuadratica de esta manera se puede establecer que asi es como se presenta el comportamiento de la frecuencia en ondas estacionarias. Dado que la recta obtenida en la grafica predice el comportamiento de un fenomeno se puede decir que es es mediante esta que se conoce la frecuencia de las ondas oscilatorias.

Según el dato arrojado por la regresión lineal, se tiene un valor de 88,047 Hz para la frecuencia del oscilador. Comparandolo con el dato teorico (esperado) de 60 Hz, se puede decir que que hay una diferencia notable en tanto que los datos de tension no fueron medidos de manera precisa debedido a los instrumentos usados en el laboratorio con respecto a la longitud de onda. De acuerdo a la formula de error, se obtuvo un margen de discrepancia de 46.66 %

SEGUNDA PARTE:

La relación entre longitud de onda o numero de antinodos y la tensión coincide con el modelo teorico planteado, debido a que la tensión es directamente proporcional a la longitud de onda e inversamnte proporcional al numero de antinodos, por ende la longitud es directamente proporcional al numero de antinodos, lo cual fue comprobado experimentalmente, pues existe una relación lineal entre ambas variables, Grafica 1.

De acuerdo con el calculo realizado para la frecuencia del oscilador por medio de la relación entre longitud y numero de antinodos, debido a que la pendiente de esta función es la longitud de onda, se obtiene el valor de la frecuencia experimental para el oscilador. Al comparar este valor experimental con el valor teorico, no existe una gran diferencia entre ambos valores pues hay un porcentaje de error de 15.8%, sin embargo el valor teorico no esta dentro del rango de incertidumbre calculado para el valor experimental lo cual quiere decir que talvez existe un error en el modelo planteado debido a que carece de exactitud.

Al variar la longitud de la cuerda, se hizo evidente el modelo teorico planteado para la relación entre n, L y longitud de onda. Pues, el numero de antinodos es directamente proporcional a la longitud e inversamente proporcional a la longitud de onda. Teniendo en cuenta los valores teóricos y experimentales para la longitud de onda Tabla 2 se ve que existe la misma tendencia pero hay una diferencia significativa entre los datos.

1. **Conclusiones**

Se pudo concluir que las ondas transversales mecanicas producidas por la cuerda impulsadas por el vibrador electrico tienen una tension mecanica ejercida sobre el cable. Al encontrarse ambas ondas viajando en direcciones opuestas se genera un fenomeno de interfrencia de ondas. Cuando se tensiono apropiadamente la cuerda y se mantuvo la distancia entre el pulsador y la polea se produjo ondas estacionarias en las cuales se evidenciarion puntos de su trayectoria denominados nodos que permanecian inmoviles.

Se verifico la relación lineal creciente entre la longitud y el numero de antinodos, de la misma manera que el numero de antinodos es directamente proporcional a la longitud e inversamente proporcional a la longitud de onda. De acuerdo a los datos teóricos y experimentales de la longitud de onda se puede decir que estos datos son precisos debido a que muestran una tendencia pero se salen del rango de la exactitud.

Teniendo en cuenta el valor experimental calculado para la frecuencia del oscilador se puede decir que este es preciso y exacto debido que cumple con el comportamiento de los demás datos y se acerca al teorico. Sin embargo, puede existir algun error en el modelo porque el rango de la incertidumbre no cubre el dato teorico.

1. **Referencias**

[Sears Francis W.](http://www.amazon.com/s/ref=ntt_athr_dp_sr_1?_encoding=UTF8&sort=relevancerank&search-alias=books&field-author=SEARS%20FRANCIS%20W.), [Freedman Roger A.](http://www.amazon.com/s/ref=ntt_athr_dp_sr_2?_encoding=UTF8&sort=relevancerank&search-alias=books&field-author=FREEDMAN%20ROGER%20A.), Young Hugh, [Zemansky HYPERLINK "http://www.amazon.com/s/ref=ntt\_athr\_dp\_sr\_4?\_encoding=UTF8&sort=relevancerank&search-alias=books&field-author=ZEMANSKY%20MARK%20W." Mark W.](http://www.amazon.com/s/ref=ntt_athr_dp_sr_4?_encoding=UTF8&sort=relevancerank&search-alias=books&field-author=ZEMANSKY%20MARK%20W.) *Física Universitaria Volumen 2 (*Pearson Educación, 11 Edición, 2004)

[Sears Francis W.](http://www.amazon.com/s/ref=ntt_athr_dp_sr_1?_encoding=UTF8&sort=relevancerank&search-alias=books&field-author=SEARS%20FRANCIS%20W.), [Freedman Roger A.](http://www.amazon.com/s/ref=ntt_athr_dp_sr_2?_encoding=UTF8&sort=relevancerank&search-alias=books&field-author=FREEDMAN%20ROGER%20A.), Young Hugh, [Zemansky HYPERLINK "http://www.amazon.com/s/ref=ntt\_athr\_dp\_sr\_4?\_encoding=UTF8&sort=relevancerank&search-alias=books&field-author=ZEMANSKY%20MARK%20W." Mark W.](http://www.amazon.com/s/ref=ntt_athr_dp_sr_4?_encoding=UTF8&sort=relevancerank&search-alias=books&field-author=ZEMANSKY%20MARK%20W.) *Física Universitaria Volumen 1 (*Pearson Educación, 11 Edición, 2004)

Es útil citar la guía de laboratorio y las guías que vienen con el equipo que se este usando.