

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

FÍSICA CALOR Y ONDAS

GRUPO 1

***LAB 2 - ONDAS ESTACIONARIAS EN UNA
CUERDA. RESONANCIA: MOVIMIENTO
ARMÓNICO SIMPLE.***

Mauro González, T00067622

Revisado Por

Duban Andres Paternina Verona

27 de agosto de 2023

1. Introducción

Las ondas, fenómenos omnipresentes en la naturaleza, han capturado la atención de científicos y curiosos durante siglos. Estas oscilaciones que se propagan a través de un medio transportan energía y generan una amplia gama de efectos observables, desde el suave susurro del viento hasta la música que nos llega a través de los altavoces. Una comprensión sólida de las propiedades y el comportamiento de las ondas es esencial para desentrañar los misterios detrás de su funcionamiento y aplicaciones en diferentes campos.

A través de esta actividad, tendremos la oportunidad de investigar los conceptos clave relacionados con la naturaleza y el comportamiento de las ondas estacionarias, y en particular, abordaremos el fenómeno de resonancia. Estudiaremos cómo se forman las ondas estacionarias en una cuerda y cómo su frecuencia de resonancia está intrínsecamente relacionada con sus propiedades físicas, como la longitud de la cuerda, la tensión y la densidad lineal de masa.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

- ▷ Estudiar las ondas estacionarias generadas en una cuerda fija en sus extremos y analizar el fenómeno de resonancia en este contexto.

2.2. Objetivos específicos

- ▷ Familiarizarse con los conceptos básicos de las ondas, incluyendo la naturaleza de las ondas sinusoidales, su amplitud, frecuencia, longitud de onda y rapidez de propagación.
- ▷ Comprender los principios detrás de las ondas estacionarias y cómo se forman en una cuerda fija en ambos extremos, así como identificar los modos normales de vibración.
- ▷ Calcular y relacionar la longitud de onda, la frecuencia y la rapidez de la onda en función de las propiedades físicas de la cuerda, como su longitud, tensión y densidad lineal de masa.
- ▷ Explorar el fenómeno de resonancia, entendiendo cómo ciertas frecuencias pueden causar una transferencia de energía

más eficiente a través de la cuerda y cómo esto se relaciona con los modos normales de vibración.

3. Preparación de la practica

3.1. ¿Que es una onda?

En el ámbito de la física, el término “onda” se emplea para describir la propagación de energía sin la necesidad de un desplazamiento de materia. Esta propagación implica una alteración o perturbación que se mueve en un medio específico y que, una vez que ha pasado, no produce cambios permanentes en dicho medio. Este fenómeno abarca una amplia variedad de situaciones, que van desde las ondas en la superficie de un líquido hasta la luz, que en sí misma es un tipo de onda. («Las ondas», s.f.)

3.2. ¿Qué es una función de onda?

En mecánica cuántica, una función de onda (Ψ) es una forma de describir el estado físico de un sistema de partículas. Las propiedades mencionadas de la función de onda permiten

interpretarla como una función de cuadrado integrable. La ecuación de Schrödinger proporciona una ecuación determinista para explicar la evolución temporal de la función de onda y, por tanto, del estado físico del sistema en el intervalo comprendido entre dos medidas. («Funcion de Ondas», s.f.)

3.3. ¿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?

3.3.1. Onda senoidal

Una onda senoidal, o senoide es la gráfica de una función matemática seno de la trigonometría. Consiste en una frecuencia única con una amplitud constante. En su forma mas simple, una ecuación de voltaje senoidal es:

$$V = V_{\text{máx}} \sin q$$

Tomado de: Bibdigital, s.f.

3.3.2. Características

- ▷ Amplitud $[A]$ (**m**): La amplitud de las funciones seno y coseno es la distancia vertical entre el eje sinusoidal y el valor máximo o mínimo de la función. En relación con las ondas sonoras, la amplitud es una medida de lo fuerte que es algo. (Libretexts, 2022)
- ▷ Frecuencia $[f]$ (**Hz**): La frecuencia es el número de ciclos por segundo de una onda sinusoidal. Cuantos más ciclos ocurren por segundo, mayor será la frecuencia. (Fluke, s.f.)
- ▷ Periodo $[T]$ (**s**): Es el tiempo requerido para producir un ciclo completo de una forma de onda. (Fluke, s.f.)
- ▷ Constante de fase $[\phi]$: la fase indica la situación instantánea en el ciclo, de una magnitud que varía cíclicamente, siendo la fracción del periodo transcurrido desde el instante correspondiente al estado tomado como referencia. (colaboradores de Wikipedia, 2023)
- ▷ Fase inicial $[\phi]$: Podemos representar un ciclo en un círculo de 360° , diciendo que «fase» es la diferencia en grados entre un punto sobre este círculo y un punto de referencia, una rotación de 360° es equivalente a un ciclo. Gráficamente, el valor que esta fase toma en un instante cero se denomina: fase inicial. (colaboradores de Wikipedia, 2023)
- ▷ Longitud de onda $[\lambda]$ (**m**): En una onda periódica la longitud de onda es la distancia física entre dos puntos a partir de los cuales la onda se repite. (Spain, s.f.)
- ▷ Numero de onda $[\kappa]$ (**Hz/m**): El número de onda es una magnitud que representa el número de ciclos completados por la onda por unidad de distancia. (Ingenierizando, 2023b)
- ▷ Frecuencia angular $[\omega]$ (**$Hz \cdot rad$**): La frecuencia angular, también llamada pulsación, es la velocidad a la que una onda realiza las oscilaciones. Es decir, la frecuencia angular indica cuánto de rápido oscila un movimiento armónico simple. (Ingenierizando, 2023a)
- ▷ Rapidez de propagación $[v]$ (**m/s**): La velocidad de propagación en términos simples, es la velocidad a la que se propaga una onda, es decir, la velocidad de propagación es la velocidad a la que avanza una onda. Así pues, la velocidad

de propagación de una onda es la relación entre el espacio que avanza y el tiempo que necesita para recorrerlo. (Ingenierizando, 2023c) influirse entre sí. (J y Merino, 2022)

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

La expresión general es

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

Tomado de: «Ondas viajeras», s.f.

3.5. ¿Qué es una 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

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

Por ser una onda mecánica, la rapidez de su propagación depende del medio de propagación elástico. La velocidad de propagación de la perturbación, dependerá de la proximidad de las partículas del medio y de sus fuerzas de cohesión. («El sonido: Una onda longitudinal», s.f.)

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

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

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

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

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

La potencia promediada en el tiempo de una onda mecánica sinusoidal, que es la tasa media de transferencia de energía asociada a una onda cuando pasa por un punto, se puede hallar al tomar la energía total asociada a la onda dividida entre el tiempo que tarda en transferirse la energía.

$$P_{ave} = \frac{1}{2} \mu A^2 \omega^2 v$$

Tomado de: Moebs, 2021b

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

Cuando varias ondas se combinan en un punto, el desplazamiento de cualquier elemento de medio en un tiempo dado es la suma vectorial de los desplazamientos que produciría cada onda individual que actúe por sí sola, esto se denomina Principio de Superposición. (Cid, s.f.)

3.10. ¿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 resultante de la superposición de dos ondas senoidales es la suma de las ondas en el mismo sentido con la misma frecuencia y amplitud, esto resulta en una nueva onda viajera con un desfase que es la media de los desfases respectivos y cuya amplitud depende del desfase. («Superposición de ondas», s.f.)

▷ Interferencia constructiva: Decimos que se produce una interferencia constructiva en un punto P cuando la amplitud con la que vibra dicho punto es máxima. Esto ocurren en aquellos puntos del medio en los que las ondas están en fase, que son los mismos en los que la diferencia entre las distancias a los focos de cada onda es un número entero de longitudes de onda.

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

▷ Interferencia destructiva: Decimos que se

produce una interferencia destructiva en un punto P cuando la amplitud con la que vibra dicho punto es mínima. Esto ocurren en aquellos puntos del medio en los que las ondas están en oposición de fase, que son los mismos en los que la diferencia entre las distancias a los focos de cada onda es un número impar de semilongitudes de onda. Denominamos a estos puntos nodos.

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

Tomado de: Fernández, s.f.-a

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

Llamamos onda estacionaria a un caso particular de interferencia que se produce cuando se superponen dos ondas de la misma dirección, amplitud y frecuencia, pero sentido contrario. En una onda estacionaria los distintos puntos que la conforman oscilan en torno a su posición de equilibrio a medida que transcurre el tiempo pero el patrón de la onda no se mueve, de ahí su nombre. (Fernández, s.f.-b)

3.12. ¿Qué son los modos normales de oscilación?

Un modo normal de un sistema oscilatorio es la frecuencia a la cual la estructura deformable oscilará al ser perturbada. Los modos normales son también llamados frecuencias naturales o frecuencias resonantes. Para cada estructura existe un conjunto de estas frecuencias que es único. («Oscilaciones normales», s.f.)

3.13. Para una onda estacionaria fija en ambos extremos encuentre: (...)

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:

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

▷ 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).

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

- ▷ 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.

Tomado de: Fernández, s.f.-c

3.14. ¿En qué consiste el fenómeno de resonancia?

La 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. (Erbessd, 2022)

3.15. ¿Qué son las frecuencias de resonancia?

La frecuencia en la que la amplitud alcanza su máximo se conoce como frecuencia de resonancia. Todos los objetos y/o sistemas tienen una o más frecuencias de resonancia.

La frecuencia de resonancia se denota como (f_0) En el caso de una onda continua, podemos calcular la frecuencia de resonancia utilizando la siguiente fórmula:

$$v = \lambda f$$

Tomado de: s.f.

4. Resumen del procedimiento

Determinación de los primeros armónicos en una cuerda resonante

1. Medición de la Masa de la Cuerda:

Se mide la masa de un tramo de la cuerda a utilizar para la experiencia, con el propósito de calcular la densidad lineal de masa de la cuerda.

2. Configuración del Montaje:

Se arma un montaje que representa una cavidad resonante con la cuerda fijada en ambos extremos. Se solicita al profesor una longitud específica (L) para la cuerda y dos valores de masa (M_1) Y (M_2) que tensionarán la cuerda.

3. Cálculo de la Densidad Lineal de Masa:

Utilizando los datos de la masa de la cuerda y la longitud (L), se calcula la densidad lineal de masa (μ) de la cuerda.

4. Cálculo de la Rapidez de Propagación:

Se calcula la rapidez de propagación de las ondas en la cuerda utilizando la relación entre la tensión (T) y la densidad lineal de masa (μ), para cada uno

de los valores de masa (M_1) y (M_2)

5. Cálculo de Frecuencias de Resonancia:

Se determinan teóricamente la frecuencia fundamental de resonancia y tres modos de oscilación adicionales para las tensiones correspondientes a las masas (M_1) y (M_2), utilizando la fórmula relacionada con la longitud de la cuerda y la rapidez de propagación.

6. Registro de Datos y Resultados:

Todos los cálculos, valores obtenidos y resultados se registran en una tabla para su posterior análisis y comparación con los datos experimentales.

Referencias

(s.f.). <https://www.studysmarter.es/resumenes/fisica/mecanica-clasica/resonancia/>

Bibdigital. (s.f.). CD-0375. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2538/1/CD-0375.pdf>

Cid, M. A. (s.f.). Física II. http://ciencias.ubiobio.cl/fisica/wiki/uploads/AntonellaCid/F2_8.pdf

- colaboradores de Wikipedia. (2023). Fase (onda). *Wikipedia, la enciclopedia libre*. [https://es.wikipedia.org/wiki/Fase_\(onda\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Fase_(onda))
- El sonido: Una onda longitudinal. (s.f.). http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esofisicaquimica/4quincena11/4q11_contenidos_3b.htm
- Erbessd, T. (2022). Resonancia y frecuencia natural. <https://www.erbessd-instruments.com/es/articulos/resonancia-y-frecuencia-natural/>
- Fernández, J. L. (s.f.-a). Interferencias de ondas. <https://www.fisicalab.com/apartado/interferencias-ondas-armonicas>
- Fernández, J. L. (s.f.-b). Ondas estacionarias. <https://www.fisicalab.com/apartado/ondas-estacionarias>
- Fernández, J. L. (s.f.-c). Ondas estacionarias. <https://www.fisicalab.com/apartado/ondas-estacionarias>
- Fluke. (s.f.). ¿Qué es la frecuencia? <https://www.fluke.com/es-co/informacion/blog/electrica/que-es-la-frecuencia#:~>
- Funcion de Ondas. (s.f.). https://www.quimica.es/enciclopedia/Funci%C3%B3n_de_ondas.html
- Ingenierizando. (2023a). Frecuencia angular. *Ingenierizando*. <https://www.ingenierizando.com/cinematica/frecuencia-angular/>
- Ingenierizando. (2023b). Número de onda. *Ingenierizando*. <https://www.ingenierizando.com/cinematica/numero-de-onda/>
- Ingenierizando. (2023c). Velocidad de propagación. *Ingenierizando*. <https://www.ingenierizando.com/cinematica/velocidad-de-propagacion/>
- J, P. P., & Merino, M. (2022). Ondas mecánicas - qué son, tipos, definición y concepto. *Definición.de*. <https://definicion.de/ondas-mecanicas/>
- Las ondas. (s.f.). <https://radio-waves.orange.com/es/que-es-una-onda/>
- Libretexts. (2022). 5.3: Amplitud de funciones sinusoidales. *LibreTexts Español*. [https://espanol.libretexts.org/Educacion_Basica/Precalculo/05%3AFunciones_trigonometricas/5.03%3AAmplitud_de_funciones_sinusoidales#:~:text =](https://espanol.libretexts.org/Educacion_Basica/Precalculo/05%3AFunciones_trigonometricas/5.03%3AAmplitud_de_funciones_sinusoidales#:~:text=)

- La amplitud de las Superposición de ondas. (s.f.). http://tesla.us.es/wiki/index.php/Superposici%C3%B3n_de_ondas
- 20funciones , lo 20fuerte 20que 20es%20algo.
- Moebis, W. (2021a). 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>
- Moebis, W. (2021b). 16.4 La energía y la potencia de una onda - Física Universitaria Volumen 1 — OpenStax. <https://openstax.org/books/f%C3%ADsica-universitaria-volumen-1/pages/16-4-la-energia-y-la-potencia-de-una-onda>
- Ondas viajeras. (s.f.). https://ricuti.com.ar/no_me_salen/ondas/Ap_ond_06.html
- Oscilaciones normales. (s.f.). <https://congresos.cio.mx/memorias-congreso-mujer/archivos/extensos/sesion5/S5-FMCT05.pdf>
- Spain, E. (S. E. R. O. (s.f.). Longitud de onda y frecuencia — Decodifica imágenes enviadas desde la ISS. <https://esero.es/practicas-en-abierto/decodifica-imagenes-iss/longitud-de-onda-y-frecuencia.html>