

## Trabajo Práctico N° 8: Ondas (en cuerdas, en resortes, sonoras y electromagnéticas)

### Conceptos básicos para el desarrollo del Trabajo Práctico:

- Ecuación de onda. Ondas mecánicas y ondas electromagnéticas. Ondas longitudinales y transversales. Ondas estacionarias y viajeras.
- Parámetros de una onda: Longitud de onda, período, frecuencia, amplitud, velocidad, energía.

### Problemas Introdutorios

#### Problema 1

Una onda viajera, armónica, en una cuerda vibrante, viene dada por la expresión:

$$y(x,t) = (5,5\text{mm}) \cdot \text{sen} \left\{ \frac{2\pi}{1,6\text{m}} \left[ x - \left( 0,8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right) t \right] \right\}$$

¿Cuánto valen: (a) su amplitud, (b) su longitud de onda, (c) su velocidad, (d) su período, (e) su número de onda, (f) su frecuencia, (g) su frecuencia angular? (h) ¿Cuál es su dirección de propagación? (i) Determine el valor de  $y$  para el elemento de cuerda situado en  $x = 0.5$  m en el instante  $t = 2,4$  s.

#### Objetivo 1 (sogas y resortes):

- Generar diferentes tipos de ondas mecánicas (transversales o longitudinales; viajeras o estacionarias) en sogas y resortes.
- Describir cualitativamente los parámetros característicos de las ondas mecánicas: período, frecuencia, longitud de onda, amplitud, velocidad de propagación.

#### Material y Método

*Materiales: Sogas, resortes, Simulación “Ondas en cuerdas.”*

(a) Genere **pulsos** en sogas y resortes. Describa *qué es* lo que viaja por la soga o el resorte.

(b) Genere una **onda viajera** (aproximadamente sinusoidal) en la cuerda. ¿Puede mantener la forma de la onda viajera en el tiempo? Explique lo que observa.

Utilizando la simulación “Ondas en cuerdas” (instaladas en las PC del laboratorio), también disponible en: <https://phet.colorado.edu/es/simulation/wave-on-a-string>

(c) Genere un pulso. Varíe la amplitud y el ancho del mismo.

(d) Genere ondas. Modifique la amplitud ¿puede determinarla? y la frecuencia, ¿puede determinarla?

(e) Escriba la ecuación que representa a la onda viajera sinusoidal, tanto en su evolución en el tiempo, como en su desplazamiento espacial.

(f) Coloque la soga en el piso a lo largo de la unión de las baldosas (dirección  $x$ ). Genere pulsos y ondas en las mismas haciendo oscilar su mano con una cierta frecuencia y una cierta amplitud.

Compare: (i) la *amplitud de la onda* con la *amplitud del movimiento de su mano* al generar la onda; (ii) la *frecuencia de la onda* con la *frecuencia de sacudimiento de la soga* con su mano.

(g) Genere una onda en la soga y déjela en una posición tal, como si le hubiera sacado una foto ( $t = \text{cte}$ ). Escriba la ecuación de la onda para este caso. ¿Puede identificar sobre la soga, la amplitud y la longitud de onda que aparecen en la ecuación de la onda?

(h) Genere una onda en la soga (en el piso) y siga atentamente la evolución del elemento de la soga pintado de negro ( $x = \text{cte}$ ). Escriba la ecuación de la amplitud de oscilación de este elemento de cuerda en función del tiempo. ¿Puede identificar sobre la soga, la amplitud y la frecuencia de la onda, que aparecen en la ecuación de la onda?

(i) Discuta si las ondas son capaces de transportar materia y/o energía. ¿Serán capaces de transportar materia (de una punta a la otra de la cuerda)? ¿Cómo nos podemos dar cuenta si transportan energía?

(j) Genere ondas viajeras transversales y longitudinales en el resorte. ¿Puede generar ondas longitudinales con las cuerdas?

### Resultados y discusión

Describa lo observado y responda las consignas en cada caso, haciendo los esquemas necesarios.

### Objetivo 2 (Ondas sonoras y su espectro en frecuencias)

- Estudiar las características de las ondas sonoras

#### Material y Método

##### Material a utilizar

- *Micrófono conectado a PC (software: Audacity).*
- *Diapasones.*
- *Instrumento musical.*
- *Simulación Ondas acústicas*

(a) Busque un alumno que cante en un coro (o que al menos sepa cantar) y solicítele que cante una nota musical (sostenida durante un cierto intervalo de tiempo). Utilizando el programa *Audacity* podrá visualizar la forma de la onda.

(b) Pruebe a continuación con los dos diapasones y con el instrumento musical. (PREGUNTA: Si todos emiten la misma nota musical, ¿por qué podemos distinguirlos entre sí?

(c) Pruebe emitiendo el mismo sonido (en frecuencia), pero con mayor intensidad sonora. ¿Qué observa en la pantalla del osciloscopio? En general, cuando emite un sonido de mayor intensidad sonora, ¿cómo es la amplitud de la onda resultante?

(d) ¿Cómo mediría la amplitud y la frecuencia principal del sonido emitido?

(e) Las ondas sonoras son ondas de presión **longitudinales**. Describa el movimiento del aire e identifique: la amplitud, la longitud de onda y la frecuencia. ¿Podríamos oír nuestras voces si en vez de aire hubiera vacío entre nosotros?

Utilice la simulación Ondas acústicas (instaladas en las PC del laboratorio), también disponible en: <https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/sound> . Compruebe qué sonido se percibe:

(g) para diferentes presiones de aire,

(h) para ondas de diferente frecuencia,

(i) para una dada frecuencia con distinta amplitud.

(j) Si las ondas sonoras son longitudinales ¿por qué las vemos como transversales en el osciloscopio?

### Resultados y discusión

Describa lo observado y responda las consignas en cada caso, haciendo los esquemas necesarios.

### Objetivo 3 (Ondas estacionarias en cuerdas)

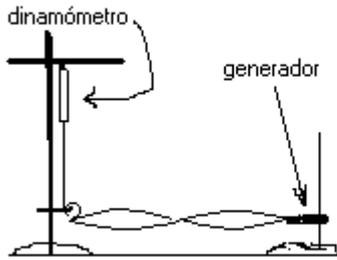
- Analizar la relación de los modos de vibración de ondas estacionarias con la longitud de onda y con la tensión aplicada.

#### Material y Método

##### Material a utilizar

- *Vibrador mecánico alimentado por una fuente de tensión alterna.*
- *Cuerdas de diferentes tipos.*
- *Polea.*
- *Dinamómetro.*

**(Cuidado: respete el voltaje máximo indicado y no tenga mucho tiempo encendido el vibrador, ya que se puede quemar la bobina del mismo).**



**Figura 1**

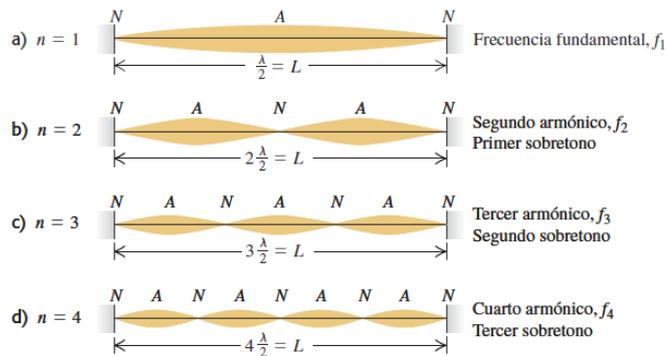
Se dispone de una cuerda atada en un extremo a un vibrador mecánico. El otro extremo queda libre, pero pasa primero por un dinamómetro que permite medir la tensión aplicada a la cuerda (Ver figura 1). La frecuencia ( $\nu$ ) del vibrador se mantiene fija y es igual a la suministrada por la tensión alterna de la red domiciliaria (50 Hz).

- Tire del extremo libre de la cuerda variando la tensión.
- Identifique visualmente los diferentes modos de vibración.
- Determine en forma cualitativa como varía la cantidad de antinodos generados con la tensión aplicada.

Ahora vuelva a aplicar distintas tensiones a la cuerda, de modo de obtener distintas ondas estacionarias.

- Por comparación con la Figura 2, identifique el  $n$  que corresponde a cada onda obtenida.
- determine con ayuda de una regla el valor de  $\lambda_n$  para los distintos  $n$ .
- Realice gráfico de:  $\lambda_n$  vs.  $n$  y de  $\lambda_n$  vs.  $1/n$
- Compare sus resultados con la ecuación

$$\lambda_n = \frac{2L}{n} \quad (n = 1, 2, 3, \dots) \quad (\text{cuerda fija en ambos extremos})$$



**Figura 2:** Primeros cuatro modos normales de una cuerda fija en ambos extremos

### Resultados y discusión

Enuncie los resultados cualitativos observados. Imprima el gráfico que considere más adecuado para realizar la comparación con la ecuación propuesta. Realice el ajuste e identifique parámetros. Discuta los resultados obtenidos.

### Objetivo 4 (Ondas Electromagnéticas)

- Analizar las características y propiedades del espectro electromagnético en la región visible.
- Observar el funcionamiento de un panel solar fotovoltaico

#### Materiales a utilizar

- Panel de celdas solares.
- Lámpara de 500W.
- Lámparas leds.
- Motor

- Ventilador de PC.
- Multímetro
- Acrílico con papel; material semi transparente.

Para poner de manifiesto que las ondas electromagnéticas transportan energía y esa energía es aprovechable (mecánicamente u de otra forma), ilumine el **panel de celdas solares** con una lámpara (todo el panel debería estar uniformemente iluminado).

El panel solar utiliza la energía luminosa en el rango visible para separar cargas eléctricas en el material, generando una diferencia de potencial con la que podemos alimentar de corriente a un circuito externo.

- Mida con un tester o multímetro, la diferencia de potencial entre los cables del panel solar *sin* y *con* iluminación.
- Coloque un elemento capaz de atenuar la iluminación del panel solar y mida nuevamente la diferencia de potencial entre los cables del panel solar.
- Con el panel completamente iluminado, alimente el pequeño motorcito y verifique que gira (agregue un corcho con los escarbadiantes al eje del motorcito). Con una carpeta vaya ensombreciendo paulatinamente el panel solar y vea que ocurre con el motorcito.
- Repita la prueba con el ventilador de PC.
- Pruebe si es posible encender diferentes lámparas leds dispuestas en serie y en paralelo
- En la región visible del espectro, determine cuáles colores tienen las longitudes de onda mínima y máxima. Calcule frecuencia y energía correspondientes.

### Resultados y discusión

Enuncie y discuta los resultados observados.

### Bibliografía:

Gettys, W.E., Keller, F.J. y Skove, M.J.: “Física Clásica y Moderna”, McGraw Hill Interamericana, 1991. Cap. 32 y 34.

(última revisión: LO, octubre 2019)

Longitudes de onda de la región visible del espectro electromagnético	
Rango de longitudes de onda (nm)	Color percibido
340-400	Ultravioleta cercano (UV; Invisible)
400-430	Violeta
430-500	Azul
500-570	Verde
570-620	Amarillo a anaranjado
620-670	Rojo brillante
670-750	Rojo oscuro
Más de 750	Infrarrojo cercano (IR; Invisible)

