

# UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA



## ONDAS ESTACIONARIAS EN CUERDAS

<b>Guías de Prácticas de Laboratorio</b>	<b>Codificación:</b> <b>LAF-G-212</b>	
	<b>Número de Páginas:</b> 6	<b>Revisión No.:</b> 0
	<b>Fecha Emisión:</b> 07/11/30	
<b>Laboratorio de:</b> <b>Física Calor y Ondas</b>		
<b>Título de la Práctica de Laboratorio:</b>  <b>ONDAS ESTACIONARIAS EN CUERDAS</b>		

<b>Elaborado por:</b>  Angel M. Chaparro C.	<b>Revisado por:</b>  Profesores Dpto de Física	<b>Aprobado por:</b>  Comité Departamento de Física
---	---	---

# UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA



---

## ONDAS ESTACIONARIAS EN CUERDAS

### Control de Cambios

<b>Razones del Cambio</b>	<b>Cambio a la Revisión #</b>	<b>Fecha de emisión</b>
Guía de práctica de laboratorio inicial	0	30/11/07
Porcentajes de Evaluación	1	30/06/10
Evaluación y contenidos		15/06/12
Cambio de objetivos	Cambio de objetivos	15/03/18

# UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA



---

## ONDAS ESTACIONARIAS EN CUERDAS

**1. FACULTAD O UNIDAD ACADÉMICA:** Departamento de Física

**2. PROGRAMA:** Ingeniería

**3. ASIGNATURA:** Laboratorio de Física Calor y Ondas

**4. SEMESTRE:** Tercero

### **5. OBJETIVOS:**

#### **5.1. OBJETIVO GENERAL:**

Interpretar y analizar el comportamiento de las ondas estacionarias producidas en una cuerda tensa fija en ambos extremos y sus diferentes modos de oscilación.

#### **5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Caracterizar en términos de: longitud y densidad de la cuerda, frecuencia, y su estado de tensión, los diferentes modos de oscilación de una onda estacionaria
- Para unas condiciones dadas, halle y reproduzca el modo fundamental de oscilación
- Comprobar que la frecuencia de cualquier modo de oscilación de una cuerda fija en ambos extremos, es un múltiplo entero de la frecuencia fundamental
- Observar cómo actúa una cuerda oscilante cuando entra en resonancia con un sistema externo también oscilante.

### **6. COMPETENCIAS A DESARROLLAR**

- Que el estudiante aplique el conocimiento teórico de la física en la realización e interpretación de modelos experimentales.
- Construir y desarrollar argumentaciones validas, identificando hipótesis y conclusiones.
- Que el estudiante construya y desarrolle argumentos validos que le permitan entender la importancia del movimiento ondulatorio.



## ONDAS ESTACIONARIAS EN CUERDAS

- Demostrar destrezas experimentales y métodos adecuados de trabajo en el laboratorio.
- Utilizar software aplicativo para el procesamiento simulación y control de datos experimentales.
- Comunicar conceptos y resultados científicos en lenguaje oral y escrito

### 7. MARCO TEORICO:

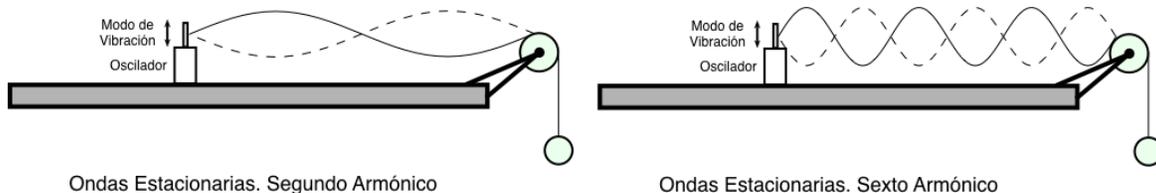


Fig. 1

El estudiante debe consultar los siguientes temas:

- Ondas armónicas en cuerdas. Modelo de ondas armónicas estacionarias producidas en cuerda fija en ambos extremos. Frecuencia, longitud de onda y velocidad de propagación de una onda armónica.
- ¿Qué es una onda estacionaria?
- ¿Qué es un modo de vibración?
- Explique las características de una onda armónica
- ¿Por qué a una onda “estacionaria” se le asigna el carácter de onda?
- Represente gráficamente los diferentes modos de vibración de una onda estacionaria en una cuerda tensa fija en ambos extremos

El modelo de onda estacionaria generado en una cuerda fija en ambos extremos es el resultado de la superposición de dos ondas, la onda incidente y la onda reflejada.



## ONDAS ESTACIONARIAS EN CUERDAS

Funcion de onda incidente  $\rightarrow y_i(x,t) = A \cos(kx - \omega t + \phi)$

Funcion de onda reflejada  $\rightarrow y_r(x,t) = A \cos(kx + \omega t + \phi')$

$$y_R = y_i + y_r = A \cos(kx - \omega t + \phi) + A \cos(kx + \omega t + \phi')$$

Aplicando procesos de superposición y condiciones de frontera desarrolle un modelo teorico que le permita encontrar la función de onda resultante.

- Muestre que la función de onda estacionaria, en una cuerda fija en ambos extremos es:

$$y_{R(x,t)} = 2A \text{sen}(kx) \text{sen}(\omega t - \phi) = A_R \text{sen}(\omega t - \phi)$$

Con  $A_R = 2A \text{sen}(kx)$

- Aplicando condiciones de frontera muestre que los diferentes modos normales de vibración están dados por:

$$\lambda_n = \frac{2L}{n} \quad \text{Con } (n = 1, 2, 3, \dots) \quad (1)$$

Donde  $\lambda_n$ , es la longitud de onda del modo  $n$  de oscilación,  $L$  es la longitud de la cuerda y  $n$ , es el modo normal de oscilación.

- Igualmente muestre que los estados de frecuencia para los diferentes modos de oscilacion de la cuerda en el modelo de onda estacionaria en una cuerda fija en ambos extremos esta dado por:

$$f_n = \frac{V}{\lambda_n} = \frac{nV}{2L} = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad \text{Donde } V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad (2)$$

Donde  $f_n$  es la frecuencia de oscilación del modo  $n$ ,  $V$  la velocidad de propagación de la onda,  $T$  es la tensión en la cuerda y  $\mu$  es la densidad lineal de la cuerda



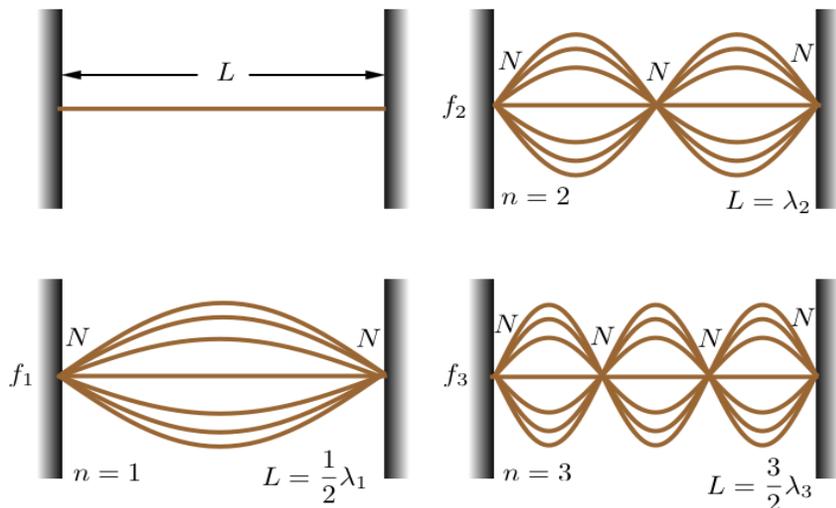
ONDAS ESTACIONARIAS EN CUERDAS

Para el modo fundamental de oscilacion con  $n = 1$  se tiene que

$$\lambda_1 = 2L \quad y \quad f_1 = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

De tal manera que cualquier modo de oscilacion de la cuerda se puede expresar como un multiplo entero  $n$  de la frecuencia fundamental

$$f_n = n f_1 \quad (3)$$



**Modos Normales de vibración en Cuerda Fija en ambos extremos**

Fig. 2

En la gráfica se observan los tres primeros modos de oscilación:

Modo 1	$\lambda_1 = \frac{2L}{1} = 2L$	$y$	$f_1 = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{F}{\mu}}$	modo fundamental
Modo 2	$\lambda_2 = \frac{2L}{2} = L$	$y$	$f_2 = \frac{2}{2L} \sqrt{\frac{F}{\mu}} = 2f_1$	
Modo 3	$\lambda_3 = \frac{2L}{3}$	$y$	$f_3 = \frac{3}{2L} \sqrt{\frac{F}{\mu}} = 3f_1$	
Modo n	$\lambda_n = \frac{2L}{n}$	$y$	$f_n = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F}{\mu}} = n f_1$	

# UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA



---

## ONDAS ESTACIONARIAS EN CUERDAS

Se recomienda:

- Lectura Capitulo 14 (Sección 14.4). Física. Vol. 1 SERWAY- JEWET Tercera Edición.
- Lectura Capitulo 15 (Sección 15.7-15.8) Física. Vol. 1 SEARS ZEMANSKY. Undécima Edición
- Lectura

### 8. MATERIALES, REACTIVOS, INSTRUMENTOS, SOFTWARE, HARDWARE O EQUIPOS:

- Generador Oscilador de onda senoidal de frecuencia variable de 0 a 800 Hz
- Estroboscopio digital de frecuencia variable de 0 a 330 Hz
- Cuerda vibratoria
- Polea
- Pesas
- Regla
- balanza

### 9. PRECAUCIONES CON LOS MATERIALES, REACTIVOS, INSTRUMENTOS Y EQUIPOS UTILIZAR :

Tener conectado el oscilador de frecuencias, solamente cuando este midiendo para evitar su sobrecalentamiento. Buscar las condiciones adecuadas de tal manera que permita obtener el mayor número de modos de oscilación.

### 10. CAMPO DE APLICACIÓN:

En todos los sistemas de comunicación, las ondas tienen un amplio campo de aplicación



ONDAS ESTACIONARIAS EN CUERDAS

11. PROCEDIMIENTO, METODO O ACTIVIDADES:

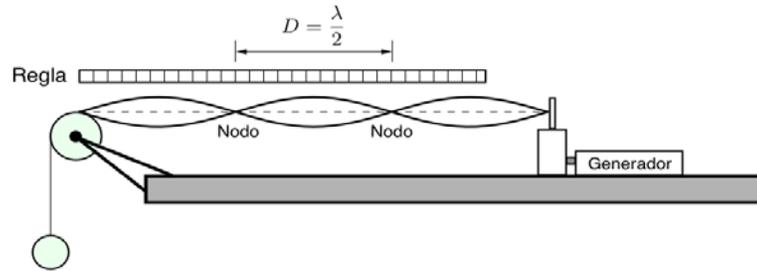


Fig. 3

- Seleccionar una longitud  $L = 120$  cm de cuerda entre dos soportes fijos: el contacto entre la cuerda polea y el contacto entre la cuerda y el soporte del generador móvil que permite delimitar la longitud de la cuerda. Ajuste el tornillo que fija el contacto entre la cuerda y el soporte del generador vibratorio para que garantice un punto fijo nodal
- Mida la densidad de la cuerda  $\mu = \frac{m_{cuerda}}{l}$
- Tensione la cuerda, colocando un portapesas en el extremo libre de la cuerda con una masa entre 50 – 80 incluida la masa del soporte. El peso de esta masa define la tensión  $F$  de la cuerda
- Para una tensión fija, longitud  $L$  constante y densidad conocida calcule el valor de la frecuencia teórica con la cual se activaría el modo fundamental en la cuerda

**Ejemplo:** Si  $L = 120$  cm = 1,20 m; Para una  $M = 50$  gr  $\rightarrow F = 0.050\text{kg} \times 9,8\text{m/s}^2 = 0.9\text{N}$  y una  $\mu = 10^{-3}\text{kg/m}^3$

$$\lambda_1 = \frac{2L}{1} = 2L = 120\text{cm} \quad \text{y} \quad f_1 = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}} = 12.5\text{Hz}$$



---

## ONDAS ESTACIONARIAS EN CUERDAS

- Seleccione en el oscilador de frecuencia variable la frecuencia teórica calculada y observe sobre la cuerda oscilante el modo de oscilación, que debe corresponder al modo fundamental de oscilación. La onda producida sobre la cuerda debe ser armónica, estable y estar en su máxima amplitud. Modulando el oscilador en frecuencia fina y amplitud adecuada, seleccione la mejor condición del modo fundamental de onda estacionaria.
- Que tan grande es el error entre la frecuencia teórica calculada y la experimental que permite obtener el modo fundamental. De sus explicaciones correspondientes
- Manteniendo la misma  $T, L$  y  $u$  active el modo dos de oscilación en la cuerda, seleccionando en el oscilador variable una frecuencia, el doble de la fundamental, grafique los modo de oscilación generado en la cuerda e identifique los puntos nodales y puntos antinodales en términos de la longitud de la cuerda
- Seleccionando en el generador de frecuencia variable múltiplos enteros de la frecuencia fundamental reproduzca sobre la cuerda los siguientes tres modos de oscilación de la cuerda. Graficarlos e identificar los puntos nodales y antinodales en términos de la longitud de la cuerda
- Para cada uno de los modos estacionarios de oscilación de la cuerda, enfoque el estroboscopio al patrón de onda de la cuerda buscando que la frecuencia del estroboscopio coincida con la frecuencia del modo de oscilación de la cuerda. ¿Qué observa? ¿Porque la onda parece en estado estático? Explique
- Cambien las condiciones de  $L$  y  $T$  en el montaje y reproduzca los primeros tres modo de oscilación de la cuerda- Cuales son los valores de  $f$  y longitud de onda respectivos, Haga las gráficas de los modos de oscilación

### 12. RESULTADOS ESPERADOS:

- Comparar los valores de frecuencia teóricos calculados con los valores de frecuencia experimental aplicados en la obtención óptima de los diferentes modos de oscilación de la cuerda. ¿Qué podemos decir?
- Haga graficas de los 5 primeros modos de oscilación de la cuerda y calcule los puntos nodales y antinodales en términos de la longitud de la cuerda
- Halle la longitud de onda de los primeros 5 modos de oscilación de la cuerda. Coinciden con la relación teórica

# UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA



## ONDAS ESTACIONARIAS EN CUERDAS

- Analice y comente todos sus resultados.
- ¿Por qué se dice que es una onda estacionaria?
- ¿Por qué se dice que los modos de oscilación de la cuerda son estados de resonancia?
- ¿Qué factores externos afectaron la medición?

## 13. CRITERO DE EVALUACIÓN A LA PRESENTE PRÁCTICA

Cada práctica se evaluará de la siguiente forma:

20%	Presentación escrita del marco teórico de la práctica a desarrollar que incluye: portada, objetivos, desarrollo del marco teórico, procedimiento, bibliografía y webgrafía; y/o quiz.
80%	Presentación escrita del informe de la práctica totalmente desarrollado, con adecuada ortografía y redacción que incluya: toma de datos, representación gráfica de los datos (tablas, graficas), análisis e interpretación de los datos y conclusiones.

**Nota: Cada práctica se evaluará en la escala de calificación de cero a cinco y la no asistencia del estudiante a la práctica implicará una nota de cero.**

La nota del corte del laboratorio corresponde al promedio de las notas de las prácticas que incluye la nota de la evaluación final en cada corte.

## 14. BIBLIOGRAFIA:

- SERWAY Raymond, Jewett John. Física para ciencias e ingeniería. Volumen 1. Thomson editores, sexta edición. 2005.
- SEARS, Zemansky, Young. Física universitaria, Volumen 1. Pearson, Addison Wesley. Undécima edición. 2004.
- LEA Susan. Física, la naturaleza de las cosas. Volumen 1. Internacional, Thomson editores, 1999.
- LANE Resse Ronald. Física universitaria, Volumen 1. Thomson editores. 2002.