

Ondas Estacionarias: Cuerdas Tensas y Tubos Sonoros

Guía de 25 Ejercicios Resueltos Paso a Paso con Nodos, Antinodos y Frecuencias de Resonancia

 Edición de Estudio Gratuita (Primeros 5 Resueltos + 20 de Práctica)

★ Formulario Rápido y Conceptos Fundamentales

Velocidad de Onda en Cuerda: T es la tensión en Newtons y μ es la densidad lineal de masa (kg/m).

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

Frecuencias de Resonancia en Cuerda (Fija en ambos extremos): L es la longitud de la cuerda y n es el número de armónico.

$$f_n = \frac{nv}{2L} = nf_1 \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

Tubo Sonoro Abierto en Ambos Extremos: Produce todos los armónicos armónicos enteros con antinodos en ambos extremos.

$$f_n = \frac{nv}{2L} \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

Tubo Sonoro Cerrado en un Extremo: Solo genera armónicos impares debido al nodo en la pared rígida y antinodo en la boca.

$$f_n = \frac{nv}{4L} \quad (n = 1, 3, 5, \dots)$$

Parte 1: Calentamiento (Uso Directo de Fórmulas)

Enfocada en afianzar conceptos clave y despejes básicos.

Ejercicio 1 Frecuencia fundamental de una cuerda de guitarra

Una cuerda de guitarra mide 0.65 m de longitud y tiene una masa de 3.5 g. Si se afina con una tensión de 120 N, calcula la velocidad de la onda y la frecuencia fundamental.

💡 Procedimiento Paso a Paso:

Datos Clave:

- Longitud: $L = 0.65$ m
- Masa: $m = 3.5$ g = 0.0035 kg
- Tensión: $T = 120$ N

Fórmula y Despeje:

$$\mu = \frac{m}{L}, \quad v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}, \quad f_1 = \frac{v}{2L}$$

Despejando:

$$\mu = \frac{0.0035}{0.65} = 5.385 \times 10^{-3} \text{ kg/m}$$

Sustitución y Operaciones:

$$v = \sqrt{\frac{120}{5.385 \times 10^{-3}}} = 149.28 \text{ m/s}, \quad f_1 = \frac{149.28}{2(0.65)} = 114.83 \text{ Hz}$$

RESULTADO:

$$v = 149.28 \text{ m/s}, \quad f_1 = 114.83 \text{ Hz}$$

Nota Física: La frecuencia fundamental corresponde a medio ciclo de longitud de onda alojado en la longitud total de la cuerda.

Ejercicio 2 Identificación de armónicos superiores en cuerda

Para la cuerda del ejercicio anterior con $f_1 = 114.83$ Hz, calcula las frecuencias del 2do, 3er y 4to armónico, e indica el número de nodos de cada uno.

 Procedimiento Paso a Paso:**Datos Clave:**

- Frecuencia fundamental: $f_1 = 114.83$ Hz
- Armónicos: $n = 2, 3, 4$

Fórmula y Despeje:

$$f_n = n \cdot f_1, \quad \text{Nodos} = n + 1$$

Despejando:

$$f_2 = 2(114.83), \quad f_3 = 3(114.83), \quad f_4 = 4(114.83)$$

Sustitución y Operaciones:

$$f_2 = 229.66 \text{ Hz}, \quad f_3 = 344.49 \text{ Hz}, \quad f_4 = 459.32 \text{ Hz}$$

RESULTADO: $f_2 = 229.66$ Hz (3 nodos), $f_3 = 344.49$ Hz (4 nodos), $f_4 = 459.32$ Hz (5 nodos)

Nota Física: Cada armónico adicional introduce exactamente un nodo intermedio y eleva linealmente la frecuencia.

Ejercicio 3 Tubo sonoro abierto en ambos extremos (Flauta)

Un tubo de órgano abierto en ambos extremos tiene una longitud de 0.85 m. Si la velocidad del sonido en el aire es de 343 m/s, halla la frecuencia fundamental y el tercer armónico.

 Procedimiento Paso a Paso:**Datos Clave:**

- Longitud: $L = 0.85 \text{ m}$
- Velocidad del sonido: $v = 343 \text{ m/s}$

Fórmula y Despeje:

$$f_n = \frac{nv}{2L}$$

Despejando:

$$f_1 = \frac{1 \cdot 343}{2(0.85)}, \quad f_3 = 3 \cdot f_1$$

Sustitución y Operaciones:

$$f_1 = \frac{343}{1.70} = 201.76 \text{ Hz}, \quad f_3 = 3(201.76) = 605.29 \text{ Hz}$$

RESULTADO:

$$f_1 = 201.76 \text{ Hz}, \quad f_3 = 605.29 \text{ Hz}$$

Nota Física: En un tubo abierto se generan antinodos de desplazamiento en ambos extremos, permitiendo todos los múltiplos enteros.

Ejercicio 4 Tubo sonoro cerrado en un extremo (Tubo de resonancia)

Un tubo de ensayo cilíndrico cerrado en su base mide 0.20 m de longitud. Con $v = 340$ m/s, determina la frecuencia fundamental y la frecuencia del siguiente armónico posible.

 Procedimiento Paso a Paso:**Datos Clave:**

- Longitud: $L = 0.20$ m
- Velocidad: $v = 340$ m/s
- Tipo: Tubo semicerrado

Fórmula y Despeje:

$$f_n = \frac{nv}{4L} \quad (n = 1, 3)$$

Despejando:

$$f_1 = \frac{340}{4(0.20)}, \quad f_3 = \frac{3(340)}{4(0.20)}$$

Sustitución y Operaciones:

$$f_1 = \frac{340}{0.80} = 425.0 \text{ Hz}, \quad f_3 = 3(425.0) = 1275.0 \text{ Hz}$$

RESULTADO:

$$f_1 = 425 \text{ Hz}, \quad f_3 = 1275 \text{ Hz (No existe 2do armónico)}$$

Nota Física: Debido a la asimetría de condiciones de frontera (nodo en el fondo y antinodo en la boca), los armónicos pares están prohibidos.

Ejercicio 5 Distancia entre nodos sucesivos

En una onda estacionaria con frecuencia de 440 Hz y velocidad de onda de 220 m/s, ¿cuál es la distancia espacial entre dos nodos consecutivos?

 Procedimiento Paso a Paso:**Datos Clave:**

- Frecuencia: $f = 440 \text{ Hz}$
- Velocidad: $v = 220 \text{ m/s}$

Fórmula y Despeje:

$$\lambda = \frac{v}{f}, \quad d_{\text{nodo-nodo}} = \frac{\lambda}{2}$$

Despejando:

$$\lambda = \frac{220}{440} = 0.50 \text{ m}$$

Sustitución y Operaciones:

$$d = \frac{0.50}{2} = 0.25 \text{ m} = 25 \text{ cm}$$

RESULTADO:

$$d_{\text{nodo-nodo}} = 25 \text{ cm}$$

Nota Física: La distancia entre nodos adyacentes equivale exactamente a media longitud de onda.

Parte 2: Análisis y Aplicación Práctica

Problemas contextualizados que requieren más de un paso analítico.

Ejercicio 6 Aplicación Práctica 1: Resonancia Acústica y Variación Térmica

Un tubo sonoro de $L = 0.5 \text{ m}$ opera en un ambiente a temperatura $T = 15^\circ\text{C}$ donde la velocidad del sonido es $v = 331.4 + 0.6(T) \text{ m/s}$. Calcula la frecuencia del 2° modo de vibración.

Datos del Problema:

- Longitud: $L = 0.5 \text{ m}$
- Temperatura: $T = 15^\circ\text{C}$

¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

 **Desbloquear Guía Completa de Ondas Estacionarias: Cuerdas Tensas y Tubos Sonoros**

Ejercicio 7 **Aplicación Práctica 2: Resonancia Acústica y Variación Térmica**

Un tubo sonoro de $L = 0.6 \text{ m}$ opera en un ambiente a temperatura $T = 16^\circ\text{C}$ donde la velocidad del sonido es $v = 331.4 + 0.6(T) \text{ m/s}$. Calcula la frecuencia del 3° modo de vibración.

Datos del Problema:

- Longitud: $L = 0.6 \text{ m}$
- Temperatura: $T = 16^\circ\text{C}$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Ondas Estacionarias: Cuerdas Tensas y Tubos Sonoros**

Ejercicio 8 **Aplicación Práctica 3: Resonancia Acústica y Variación Térmica**

Un tubo sonoro de $L = 0.7 \text{ m}$ opera en un ambiente a temperatura $T = 17^\circ\text{C}$ donde la velocidad del sonido es $v = 331.4 + 0.6(T) \text{ m/s}$. Calcula la frecuencia del 4° modo de vibración.

Datos del Problema:

- Longitud: $L = 0.7 \text{ m}$
- Temperatura: $T = 17^\circ\text{C}$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Ondas Estacionarias: Cuerdas Tensas y Tubos Sonoros**

Ejercicio 9 **Aplicación Práctica 4: Resonancia Acústica y Variación Térmica**

Un tubo sonoro de $L = 0.8 \text{ m}$ opera en un ambiente a temperatura $T = 18^\circ\text{C}$ donde la velocidad del sonido es $v = 331.4 + 0.6(T) \text{ m/s}$. Calcula la frecuencia del 5° modo de vibración.

Datos del Problema:

- Longitud: $L = 0.8 \text{ m}$
- Temperatura: $T = 18^\circ\text{C}$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Ondas Estacionarias: Cuerdas Tensas y Tubos Sonoros**

Ejercicio 10 **Aplicación Práctica 5: Resonancia Acústica y Variación Térmica**

Un tubo sonoro de $L = 0.9 \text{ m}$ opera en un ambiente a temperatura $T = 19^\circ\text{C}$ donde la velocidad del sonido es $v = 331.4 + 0.6(T) \text{ m/s}$. Calcula la frecuencia del 6° modo de vibración.

Datos del Problema:

- Longitud: $L = 0.9 \text{ m}$
- Temperatura: $T = 19^\circ\text{C}$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Ondas Estacionarias: Cuerdas Tensas y Tubos Sonoros**

Ejercicio 11 **Aplicación Práctica 6: Resonancia Acústica y Variación Térmica**

Un tubo sonoro de $L = 1 \text{ m}$ opera en un ambiente a temperatura $T = 20^\circ\text{C}$ donde la velocidad del sonido es $v = 331.4 + 0.6(T) \text{ m/s}$. Calcula la frecuencia del 7° modo de vibración.

Datos del Problema:

- Longitud: $L = 1 \text{ m}$
- Temperatura: $T = 20^\circ\text{C}$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Ondas Estacionarias: Cuerdas Tensas y Tubos Sonoros**

Ejercicio 12 **Aplicación Práctica 7: Resonancia Acústica y Variación Térmica**

Un tubo sonoro de $L = 1.1 \text{ m}$ opera en un ambiente a temperatura $T = 21^\circ\text{C}$ donde la velocidad del sonido es $v = 331.4 + 0.6(T) \text{ m/s}$. Calcula la frecuencia del 8° modo de vibración.

Datos del Problema:

- Longitud: $L = 1.1 \text{ m}$
- Temperatura: $T = 21^\circ\text{C}$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Ondas Estacionarias: Cuerdas Tensas y Tubos Sonoros**

Ejercicio 13 **Aplicación Práctica 8: Resonancia Acústica y Variación Térmica**

Un tubo sonoro de $L = 1.2000000000000002 \text{ m}$ opera en un ambiente a temperatura $T = 22^\circ\text{C}$ donde la velocidad del sonido es $v = 331.4 + 0.6(T) \text{ m/s}$. Calcula la frecuencia del 9° modo de vibración.

Datos del Problema:

- Longitud: $L = 1.2000000000000002 \text{ m}$
- Temperatura: $T = 22^\circ\text{C}$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Ondas Estacionarias: Cuerdas Tensas y Tubos Sonoros**

Ejercicio 14 **Aplicación Práctica 9: Resonancia Acústica y Variación Térmica**

Un tubo sonoro de $L = 1.3 \text{ m}$ opera en un ambiente a temperatura $T = 23^\circ\text{C}$ donde la velocidad del sonido es $v = 331.4 + 0.6(T) \text{ m/s}$. Calcula la frecuencia del 10° modo de vibración.

Datos del Problema:

- Longitud: $L = 1.3 \text{ m}$
- Temperatura: $T = 23^\circ\text{C}$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Ondas Estacionarias: Cuerdas Tensas y Tubos Sonoros**

Ejercicio 15 Aplicación Práctica 10: Resonancia Acústica y Variación Térmica

Un tubo sonoro de $L = 1.4 \text{ m}$ opera en un ambiente a temperatura $T = 24^\circ\text{C}$ donde la velocidad del sonido es $v = 331.4 + 0.6(T)$ m/s. Calcula la frecuencia del 11° modo de vibración.

Datos del Problema:

- Longitud: $L = 1.4 \text{ m}$
- Temperatura: $T = 24^\circ\text{C}$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.



Desbloquear Guía Completa de Ondas Estacionarias: Cuerdas Tensas y Tubos Sonoros

Parte 3: Nivel Examen e Ingeniería

Ejercicios de alta exigencia, situaciones combinadas y casos reales.

Ejercicio 16 Problema Avanzado de Laboratorio 1: Cuerdas no Homogéneas y Placas de Chladni

Un sistema vibratorio experimental con oscilador de frecuencia variable excita una cuerda sometida a tensión controlada de $T = 100 \text{ N}$ con masa no uniforme. Encuentra el espectro armónico y posiciones nodales.

Datos del Problema:

- Tensión: $T = 100 \text{ N}$
- Modo: $n = 3$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.



Desbloquear Guía Completa de Ondas Estacionarias: Cuerdas Tensas y Tubos Sonoros

Ejercicio 17 Problema Avanzado de Laboratorio 2: Cuerdas no Homogéneas y Placas de Chladni

Un sistema vibratorio experimental con oscilador de frecuencia variable excita una cuerda sometida a tensión controlada de $T = 125 \text{ N}$ con masa no uniforme. Encuentra el espectro armónico y posiciones nodales.

Datos del Problema:

- Tensión: $T = 125 \text{ N}$
- Modo: $n = 4$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Ondas Estacionarias: Cuerdas Tensas y Tubos Sonoros**

Ejercicio 18 Problema Avanzado de Laboratorio 3: Cuerdas no Homogéneas y Placas de Chladni

Un sistema vibratorio experimental con oscilador de frecuencia variable excita una cuerda sometida a tensión controlada de $T = 150 \text{ N}$ con masa no uniforme. Encuentra el espectro armónico y posiciones nodales.

Datos del Problema:

- Tensión: $T = 150 \text{ N}$
- Modo: $n = 5$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Ondas Estacionarias: Cuerdas Tensas y Tubos Sonoros**

Ejercicio 19 Problema Avanzado de Laboratorio 4: Cuerdas no Homogéneas y Placas de Chladni

Un sistema vibratorio experimental con oscilador de frecuencia variable excita una cuerda sometida a tensión controlada de $T = 175 \text{ N}$ con masa no uniforme. Encuentra el espectro armónico y posiciones nodales.

Datos del Problema:

- Tensión: $T = 175 \text{ N}$
- Modo: $n = 6$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Ondas Estacionarias: Cuerdas Tensas y Tubos Sonoros**

Ejercicio 20 Problema Avanzado de Laboratorio 5: Cuerdas no Homogéneas y Placas de Chladni

Un sistema vibratorio experimental con oscilador de frecuencia variable excita una cuerda sometida a tensión controlada de $T = 200 \text{ N}$ con masa no uniforme. Encuentra el espectro armónico y posiciones nodales.

Datos del Problema:

- Tensión: $T = 200 \text{ N}$
- Modo: $n = 7$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Ondas Estacionarias: Cuerdas Tensas y Tubos Sonoros**

Ejercicio 21 Problema Avanzado de Laboratorio 6: Cuerdas no Homogéneas y Placas de Chladni

Un sistema vibratorio experimental con oscilador de frecuencia variable excita una cuerda sometida a tensión controlada de $T = 225 \text{ N}$ con masa no uniforme. Encuentra el espectro armónico y posiciones nodales.

Datos del Problema:

- Tensión: $T = 225 \text{ N}$
- Modo: $n = 8$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Ondas Estacionarias: Cuerdas Tensas y Tubos Sonoros**

Ejercicio 22 Problema Avanzado de Laboratorio 7: Cuerdas no Homogéneas y Placas de Chladni

Un sistema vibratorio experimental con oscilador de frecuencia variable excita una cuerda sometida a tensión controlada de $T = 250 \text{ N}$ con masa no uniforme. Encuentra el espectro armónico y posiciones nodales.

Datos del Problema:

- Tensión: $T = 250 \text{ N}$
- Modo: $n = 9$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Ondas Estacionarias: Cuerdas Tensas y Tubos Sonoros**

Ejercicio 23 Problema Avanzado de Laboratorio 8: Cuerdas no Homogéneas y Placas de Chladni

Un sistema vibratorio experimental con oscilador de frecuencia variable excita una cuerda sometida a tensión controlada de $T = 275 \text{ N}$ con masa no uniforme. Encuentra el espectro armónico y posiciones nodales.

Datos del Problema:

- Tensión: $T = 275 \text{ N}$
- Modo: $n = 10$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Ondas Estacionarias: Cuerdas Tensas y Tubos Sonoros**

Ejercicio 24 Problema Avanzado de Laboratorio 9: Cuerdas no Homogéneas y Placas de Chladni

Un sistema vibratorio experimental con oscilador de frecuencia variable excita una cuerda sometida a tensión controlada de $T = 300 \text{ N}$ con masa no uniforme. Encuentra el espectro armónico y posiciones nodales.

Datos del Problema:

- Tensión: $T = 300 \text{ N}$
- Modo: $n = 11$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Ondas Estacionarias: Cuerdas Tensas y Tubos Sonoros**

**Ejercicio
25****Problema Avanzado de Laboratorio 10: Cuerdas no Homogéneas y Placas de Chladni**

Un sistema vibratorio experimental con oscilador de frecuencia variable excita una cuerda sometida a tensión controlada de $T = 325 \text{ N}$ con masa no uniforme. Encuentra el espectro armónico y posiciones nodales.

Datos del Problema:

- Tensión: $T = 325 \text{ N}$
- Modo: $n = 12$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.



Desbloquear Guía Completa de Ondas Estacionarias: Cuerdas Tensas y Tubos Sonoros