FICHA C4-P04

Los armónicos de una cuerda fija en ambos extremos

TEMA / TOPIC	TIPO	DIFICULTAD	PUNTOS	TIEMPO MÁX.
C.4 Ondas estacionarias y resonancia	Secundaria	●●○ (2 / 3)	7 pts · –	13 min

MATERIAL NECESARIO

Cuadernillo de datos: no aplica en el cálculo directo — se usa v = 2Lf1, deducible del esquema de la cuerda.

PRERREQUISITOS

- En una cuerda fija en AMBOS extremos, los dos extremos son siempre nodos. Esto es distinto del tubo cerrado (nodo-antinodo) trabajado en C4-P03 — aquí es nodo-nodo
- Una cuerda fija en ambos extremos soporta TODOS los armónicos, pares e impares: f1, 2f1, 3f1, 4f1...
- Entre dos armónicos consecutivos de una cuerda fija en ambos extremos, la diferencia de frecuencia es siempre f1 (no 2f1, a diferencia del tubo cerrado)

TIEMPO DE REFERENCIA

Media de la clase ≈ 9 min. Es una referencia para situarte, no un cronómetro — resolver rápido con el resultado mal no vale nada. Ficha de contraste directo con C4-P03: mismo tipo de razonamiento, pero con TODOS los armónicos presentes en vez de solo los impares.

ENUNCIADO

Se hace vibrar una cuerda tensa de longitud L = 1,00 m, fija en ambos extremos. Dos armónicos consecutivos de la onda estacionaria tienen frecuencias de 210 Hz y 280 Hz.

L = 1,00 m f (armónico A) = 210 Hz f (armónico siguiente, B) = 280 Hz

a) Explica por qué una cuerda fija en ambos extremos puede vibrar con CUALQUIER número de armónico, a diferencia de un tubo cerrado en un extremo. [2]

b) Calcula la frecuencia del primer armónico f1 de esta cuerda. [2]

c) Identifica qué número de armónico corresponde a 210 Hz y cuál corresponde a 280 Hz. [1]

d) Usando v = 2Lf1, calcula la velocidad v de las ondas en la cuerda. [2]

FICHA C4-P04

Los armónicos de una cuerda fija en ambos extremos

PISTAS PROGRESIVAS

1	General — dibuja mentalmente (o en el papel) los tres primeros armónicos de una cuerda fija en ambos extremos: los dos extremos son SIEMPRE nodos. Compáralo con el tubo cerrado de C4-P03, donde un extremo era nodo y el otro antinodo.
2	Apartado a) — piensa en qué patrones de onda estacionaria son compatibles con nodo en AMBOS extremos simultáneamente. A diferencia del tubo cerrado, aquí no hay ninguna restricción de paridad.
3	Apartado a), resultado — cualquier número entero de semilongitudes de onda cabe entre dos nodos fijos, así que se pueden formar 1, 2, 3, 4... vientres: todos los armónicos son posibles.
4	Apartado b) — si los armónicos presentes son f1, 2f1, 3f1, 4f1..., la diferencia entre dos términos consecutivos de esa lista es siempre f1 (no 2f1 como en el tubo cerrado).
5	Apartado b), resultado — f1 = 280 − 210 = 70 Hz.
6	Apartado c) — con f1 = 70 Hz, calcula qué múltiplo entero de f1 da 210 Hz, y qué múltiplo entero da 280 Hz.
7	Apartado c), resultado — 210 Hz = 3 × 70 Hz (3er armónico); 280 Hz = 4 × 70 Hz (4º armónico) — consecutivos, sin huecos, a diferencia del caso del tubo cerrado.
8	Apartado d) — sustituye L = 1,00 m y f1 = 70 Hz directamente en v = 2Lf1.
9	Apartado d), resultado — v = 2 × 1,00 × 70 = 140 m/s.

TEORÍA BÁSICA

- Cuerda fija en ambos extremos: nodo en ambos extremos. Soporta TODOS los armónicos: f1, 2f1, 3f1, 4f1... — a diferencia del tubo cerrado (solo impares).
- Diferencia entre armónicos consecutivos de una cuerda fija en ambos extremos: siempre f1.
- Relación longitud-velocidad-frecuencia fundamental: v = 2Lf1 (equivalente a f1 = v/2L), donde L es la longitud de la cuerda.

REFUERZO

LIBRO Oxford Physics 2023 — Topic C.4 Standing waves and resonance, armónicos de cuerdas fijas en ambos extremos.
CUADERNILLO No aplica en este problema — razonamiento con la serie completa de armónicos.
VÍDEO IB Wave — "String harmonics: all integers allowed" (Topic C.4).

SOLUCIÓN RAZONADA

a) Con nodo en ambos extremos, cualquier número entero de semilongitudes de onda encaja entre ellos — no hay restricción de paridad, así que existen todos los armónicos.

b) f1 = 280 − 210 = 70 Hz.

c) 210 Hz = 3f1 (3er armónico); 280 Hz = 4f1 (4º armónico).

d) v = 2Lf1 = 2 × 1,00 × 70 = 140 m/s.

RESUMEN — CON TUS PROPIAS PALABRAS

La idea clave de este problema era:

La relación o fórmula que usé:

Si me vuelvo a atascar en un problema parecido, lo primero que miro es:

REGISTRO DE INTENTOS

Fecha	H. inicio	H. fin	Resultado	Pistas	Unid. OK	Orden mag. OK	¿Repetir?

ESPACIO DE TRABAJO ADICIONAL