Examen IB oficial — Physics SL (Spanish) Paper 1, Pregunta 17, mayo 2024 TZ1N

FICHA C4-P03

Los armónicos de una tubería cerrada

TEMA / TOPIC	TIPO	DIFICULTAD	PUNTOS	TIEMPO MÁX.
C.4 Ondas estacionarias y resonancia	**Principal**	●●○ (2 / 3)	**6 pts** · 1/6 (MC oficial)	**12 min**

MATERIAL NECESARIO

Cuadernillo de datos: no aplica en el cálculo directo, pero conviene tener a mano el esquema de armónicos de un tubo cerrado.

PRERREQUISITOS

- En un tubo con un extremo cerrado, el extremo cerrado es siempre un nodo y el extremo abierto es siempre un antinodo
- Un tubo cerrado en un extremo SOLO soporta armónicos IMPARES: f1 (1º), 3f1 (3º), 5f1 (5º), 7f1 (7º)...
- Entre dos armónicos consecutivos de un tubo cerrado (por ejemplo el 3º y el 5º), la diferencia de frecuencia es siempre 2f1 — nunca f1, como ocurriría en un tubo abierto por los dos extremos

TIEMPO DE REFERENCIA

Media de la clase ≈ 8 min. Es una referencia para situarte, no un cronómetro — resolver rápido con el resultado mal no vale nada. La versión original es de opción múltiple; aquí se pide además justificar el razonamiento completo.

ENUNCIADO

Se genera una onda estacionaria en una tubería con un extremo cerrado. Un armónico de la onda estacionaria tiene una frecuencia de 180 Hz y el siguiente armónico (el inmediatamente superior presente en el tubo) tiene una frecuencia de 300 Hz.

f (armónico A) = 180 Hz f (armónico siguiente, B) = 300 Hz

a) Explica por qué un tubo cerrado en un extremo solo puede vibrar con armónicos impares. [2]

b) Determina la diferencia de frecuencia entre dos armónicos consecutivos de este tubo, en función de f1 (la frecuencia del primer armónico). [1]

c) Calcula la frecuencia del primer armónico f1 de esta onda estacionaria. [2]

d) Identifica qué número de armónico corresponde a 180 Hz y cuál corresponde a 300 Hz. [1]

FICHA C4-P03

Los armónicos de una tubería cerrada

PISTAS PROGRESIVAS

1	General — dibuja mentalmente (o en el papel) los tres primeros armónicos de un tubo cerrado: el extremo cerrado siempre es nodo, el abierto siempre es antinodo. Fíjate en qué frecuencias aparecen y cuáles NO.
2	Apartado a) — piensa en qué patrones de onda estacionaria son compatibles con nodo en un extremo Y antinodo en el otro simultáneamente. Los armónicos pares requieren nodo-nodo o antinodo-antinodo en los extremos, que no es el caso aquí.
3	Apartado b) — si los armónicos presentes son f1, 3f1, 5f1, 7f1..., calcula la diferencia entre dos términos consecutivos de esa lista, por ejemplo entre 3f1 y 5f1.
4	Apartado b), resultado — la diferencia entre armónicos consecutivos de un tubo cerrado es siempre (5f1 − 3f1) = 2f1, o de forma general 2f1.
5	Apartado c) — usa el resultado del apartado (b): la diferencia entre los dos armónicos dados (300 − 180 = 120 Hz) es igual a 2f1.
6	Apartado c), resultado — 2f1 = 120 Hz → f1 = 60 Hz.
7	Apartado d) — con f1 = 60 Hz, calcula qué múltiplo impar de f1 da 180 Hz, y qué múltiplo impar da 300 Hz.
8	Apartado d), resultado — 180 Hz = 3 × 60 Hz (3er armónico); 300 Hz = 5 × 60 Hz (5º armónico). Son efectivamente armónicos consecutivos de un tubo cerrado (3º y 5º, sin el 4º intermedio).

TEORÍA BÁSICA

- Tubo cerrado en un extremo: nodo en el extremo cerrado, antinodo en el extremo abierto. Solo soporta armónicos impares: f1, 3f1, 5f1, 7f1... — Cuadernillo de datos, Tema C.4.
- Diferencia entre armónicos consecutivos de un tubo cerrado: siempre 2f1 (nunca f1, a diferencia de un tubo abierto por los dos extremos o de una cuerda).
- Estrategia general: si conoces dos frecuencias de armónicos consecutivos de un tubo cerrado, su diferencia te da 2f1 directamente, sin necesitar saber de antemano qué número de armónico es cada una.

REFUERZO

LIBRO Oxford Physics 2023 — Topic C.4 Standing waves and resonance, armónicos de tubos cerrados.

CUADERNILLO No aplica en este problema — razonamiento con la serie de armónicos impares.

VÍDEO IB Wave — "Closed pipe harmonics: odd harmonics only" (Topic C.4).

SOLUCIÓN RAZONADA

a) Un tubo cerrado exige nodo en el extremo cerrado y antinodo en el abierto simultáneamente; solo los armónicos impares (f1, 3f1, 5f1...) cumplen esa combinación.

b) La diferencia entre armónicos consecutivos es siempre 2f1.

c) 2f1 = 300 − 180 = 120 Hz → f1 = 60 Hz.

d) 180 Hz = 3f1 (3er armónico); 300 Hz = 5f1 (5º armónico).

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