Examen IB oficial — Physics SL (Spanish) Paper 2, Pregunta 3(b-d)

FICHA C4-P01

La tubería con un extremo cerrado

TEMA / TOPIC	TIPO	DIFICULTAD	PUNTOS	TIEMPO MÁX.
C.4 Ondas estacionarias y resonancia	Principal	●●● (3 / 3)	7 pts · –	17 min

MATERIAL NECESARIO

Cuadernillo de datos: no hace falta — v = fλ es una fórmula que debes manejar de memoria en este nivel.

PRERREQUISITOS

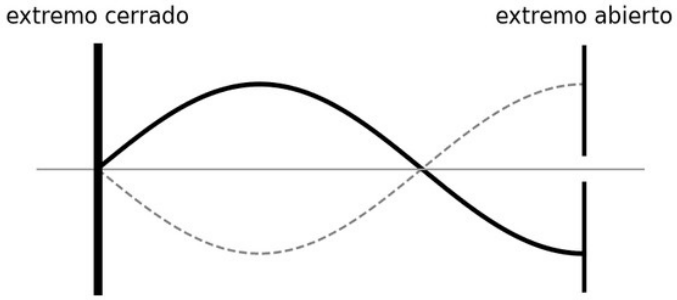
- Relación fundamental de ondas: v = fλ
- En una onda estacionaria, el extremo cerrado de un tubo es siempre un nodo (desplazamiento nulo) y el extremo abierto es siempre un antinodo (desplazamiento máximo)
- Una onda estacionaria solo se forma para ciertas frecuencias (frecuencias de resonancia), determinadas por la longitud del tubo

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.

ENUNCIADO

Un altavoz emite sonido de frecuencia 210 Hz hacia el interior de una tubería con un extremo abierto y el otro cerrado. El diagrama muestra una representación de la onda estacionaria (tercer armónico) que se establece en la tubería.



Longitud de la tubería = **1,20 m** Frecuencia = **210 Hz**

a) Resume cómo se forma la onda estacionaria en la tubería. [2]

b) Determina la longitud de onda de esta onda (fíjate en el diagrama: caben 3/4 partes de una longitud de onda completa en la tubería). [1]

c) Calcula la velocidad del sonido en la tubería. [2]

d) Se reduce la frecuencia del sonido hasta 140 Hz. Explica por qué no se formará una onda estacionaria en la tubería a esta frecuencia. [2]

FICHA C4-P01

La tubería con un extremo cerrado

PISTAS PROGRESIVAS

1	General — en toda onda estacionaria, el extremo CERRADO es siempre un nodo (no se mueve) y el extremo ABIERTO es siempre un antinodo (se mueve al máximo).
2	Apartado a) — piensa en dos ondas: la que viaja hacia el extremo cerrado y la que se refleja de vuelta desde ahí. La onda estacionaria surge de la interferencia (superposición) entre la onda incidente y la reflejada.
3	Apartado b) — el diagrama muestra el tercer armónico: caben 3/4 de una longitud de onda completa a lo largo de los 1,20 m de la tubería. Plantea: 1,20 m = (3/4)λ.
4	Apartado b), despeja — λ = 1,20 × 4/3 = 1,60 m.
5	Apartado c) — con la frecuencia (dato) y la longitud de onda que acabas de calcular, usa v = fλ directamente.
6	Apartado c), cifras — v = 210 × 1,60 = 336 m s^{-1} ≈ 340 m s^{-1} (muy próximo al valor real de la velocidad del sonido en el aire, buena señal de que el cálculo es correcto).
7	Apartado d) — la tubería solo puede formar ondas estacionarias en ciertas frecuencias concretas (armónicos). Calcula la frecuencia del primer armónico (fundamental) de esta tubería: f1 = v/(4L). Después comprueba si 140 Hz es un múltiplo impar de f1.
8	Apartado d), cifras — f1 = 336/(4×1,20) = 336/4,8 = 70 Hz. Los armónicos posibles son 70, 210, 350... Hz (múltiplos IMPARES de f1). 140 Hz = 2×70 Hz es un múltiplo PAR, así que no corresponde a ningún armónico posible de este tubo.

TEORÍA BÁSICA

- Relación fundamental de ondas: v = fλ.
- Tubo cerrado-abierto: extremo cerrado = nodo, extremo abierto = antinodo. Solo se forman los armónicos impares: L = λ/4, 3λ/4, 5λ/4, ... (1º, 3º, 5º armónico).
- Frecuencia del armónico fundamental: f1 = v/(4L). Los demás armónicos posibles son múltiplos impares de f1 (f1, 3f1, 5f1, ...).
- Una onda estacionaria surge de la interferencia entre una onda incidente y su reflejo, cuando ambas tienen la misma frecuencia y amplitud y viajan en sentidos opuestos.

REFUERZO

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

CUADERNILLO No aplica en este problema — fórmulas de memoria en NM.

VÍDEO IB Wave — "Standing waves in pipes" (Topic C.4).

SOLUCIÓN RAZONADA

a) La onda estacionaria se forma por la interferencia entre la onda sonora que viaja hacia el extremo cerrado y la onda reflejada que vuelve desde ese extremo; ambas tienen la misma frecuencia y amplitud, y la superposición produce nodos y antinodos fijos.

b) 1,20 m = (3/4)λ → λ = 1,20 × 4/3 = 1,60 m.

c) v = fλ = 210 × 1,60 = 336 m s^{-1} ≈ 3,4×10^2 m s^{-1}.

d) f1 = v/(4L) = 336/4,8 = 70 Hz. Los armónicos posibles son múltiplos impares de f1: 70, 210, 350 Hz... 140 Hz = 2 × 70 Hz es un múltiplo par, no impar → no coincide con ningún armónico del tubo, así que no se forma onda estacionaria.

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