

Manual de Instrucciones y Guía de Experimentos

CONJUNTO DE ACÚSTICA Y ONDAS

OBSERVACIÓN SOBRE LOS DERECHOS AUTORALES

Este manual está protegido por las leyes de derechos autorales y todos los derechos están reservados. Está permitida y garantizada para instituciones de enseñanza, no obstante, la reproducción de cualquier parte de este manual para que se la suministre y utilice en los laboratorios pero no para su venta. Su reproducción bajo cualquier otra circunstancia, sin la debida autorización de la AZEHEB está terminantemente prohibida.

GARANTÍA

La AZEHEB garantiza este producto contra defectos de fabricación por un periodo de 3 años a partir de la fecha de envío al cliente. La AZEHEB reparará o cambiará el producto defectuoso si se constata que el defecto fue ocasionado por problemas en los materiales que lo componen o por fallas en su fabricación.

Esta garantía no cubre problemas ocasionados por abuso o debidos al uso incorrecto del producto.

La determinación de si el defecto del producto es resultado de una falla de fabricación o si fue ocasionado por uso indebido será llevada a cabo únicamente por la AZEHEB.

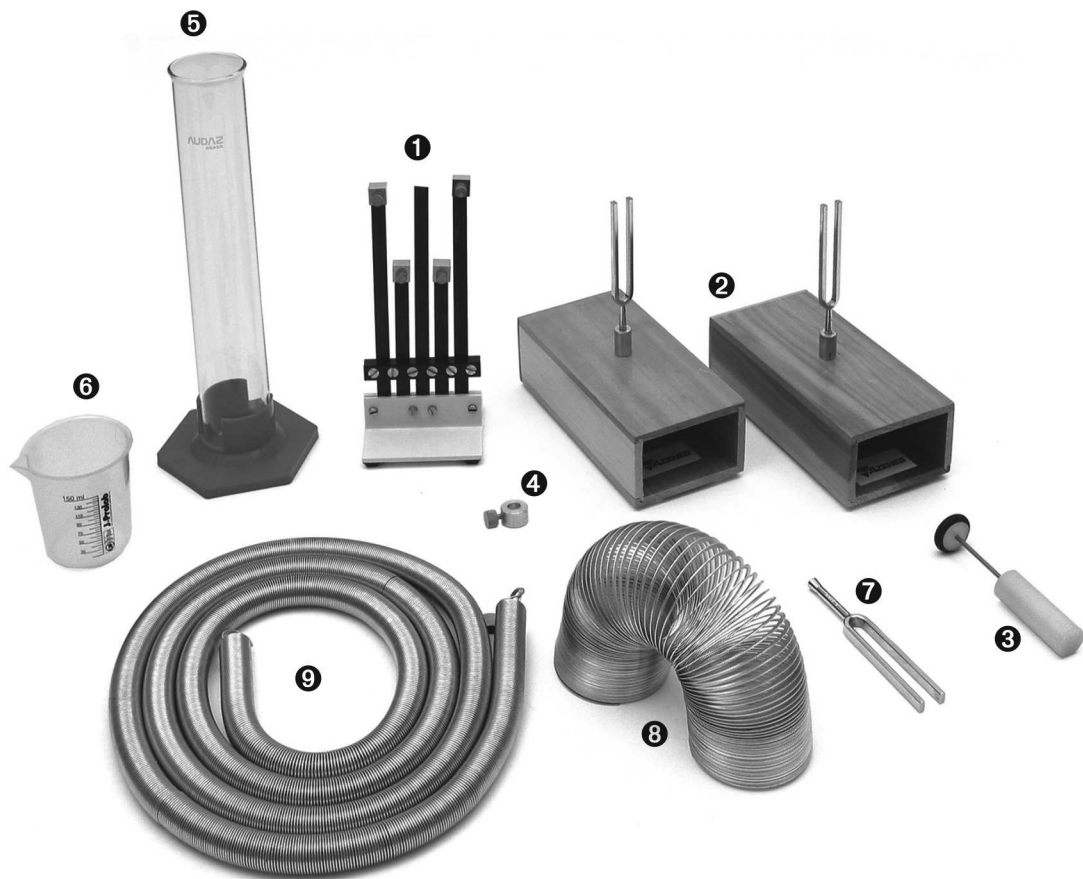
Dirección:

AZEHEB | Laboratórios de Física
R Arthur Bernardes, 137 - 2º andar
CEP 36300-076
São João Del Rey - MG - Brasil

Teléfono: +55 32 3371-3191
E-mail: exportacion@azeheb.com



EQUIPO



1	01	oscilador masa-resorte con 5 resortes planos y 4 masas con tornillos para variación de altura;
2	01	par de diapasones con caja de resonancia de madera;
3	01	martillo de caucho para percusión;
4	01	masa de varilla;
5	01	probeta de 30cm de altura;
6	01	beaker de 150ml;
7	01	diapasón de 440Hz de 8cm con forma de tenedor;
8	01	resorte slink de 11cm y Ø65mm
9	01	resorte helicoidal con 2m y Ø20mm;



Unidad de Almacenaje

OSCILADOR MASA-RESORTE

Cualquier sistema físico posee una o más frecuencias de vibración. A la tendencia de oscilar con una frecuencia específica se la denomina *frecuencia preferencial de vibración*.

El fenómeno de la resonancia es uno de los más importantes en el estudio de todas las especies de vibraciones. Un ejemplo típico de resonancia es un niño en un columpio empujado por otro: cuando este empuja al otro con la misma frecuencia, la amplitud de oscilación del columpio aumenta considerablemente.

Material utilizado

- 01 oscilador masa-resorte con 5 resortes planos y 5 masas con tornillos para variación de altura;



Para realizar estos experimentos, vamos empezar el experimento con el conjunto de péndulos siempre en estado de reposo.

EXPERIMENTO 01

Procedimientos

1. Con la mano derecha, desplazar de la posición de equilibrio los dos péndulos con varillas largas que están en los extremos y, a continuación, soltarlos simultáneamente.
2. ¿Los péndulos oscilan con la misma frecuencia?

3. Tomar con la mano izquierda dos péndulos, uno grande y uno pequeño, y con la mano derecha desplazar de la posición de equilibrio otros dos, también uno largo y uno corto; a continuación, soltar simultáneamente estos dos últimos sin soltar los péndulos de la mano izquierda.
4. ¿Los péndulos oscilan con la misma frecuencia?

5. ¿Cuál de los péndulos oscila con mayor frecuencia?

6. Conclusión: el péndulo con varilla corta vibra con una frecuencia _____ (mayor/menor) que el péndulo con varilla larga.
7. ¿La frecuencia de vibración del péndulo depende de qué factor(es)?

EXPERIMENTO 02

Procedimientos

1. Con la mano derecha, desplazar de su posición de equilibrio un péndulo con varilla larga y, a continuación, soltarlo para observar el comportamiento de los otros péndulos.
2. ¿Hacia cuál de los péndulos hubo la transferencia total de energía?

3. ¿Por qué solamente el péndulo idéntico se puso a vibrar?.

4. ¿Qué fenómeno ha ocurrido?

EXPERIMENTO 03

Procedimientos

1. Con la mano derecha, desplazar de la posición de equilibrio un péndulo con varilla corta y, a continuación, soltarlo para observar el comportamiento de los otros.
2. ¿Hacia cuál de los péndulos hubo la transferencia total de energía?

3. ¿Por qué los péndulos con varilla larga no entraron en movimiento oscilatorio?

4. ¿Por qué apenas el péndulo idéntico empezó a vibrar?

5. Explicar cómo sucedió la transferencia de energía de un péndulo a otro.

6. Observando los experimentos anteriores explicar el fenómeno de resonancia.

PAR DE DIAPASONES

Diapasón de 440Hz

Al golpear las varillas del diapasón con un martillo éstas pasan a vibrar con una frecuencia de 440Hz. Acoplándolo a una caja de madera, construida para entrar en resonancia con la frecuencia del diapasón, el aire contenido en su interior vibra y produce un refuerzo de sonido.

Material utilizado

- 01 par de diapasones con caja de madera;
- 01 martillo de caucho para percusión;
- 01 masa de varilla;

EXPERIMENTO 04 Resonancia

Procedimientos

1. Colocar los diapasones sobre la mesa como se muestra en la fotografía.
2. Tomar el segundo diapasón por la caja de madera y con el martillo de caucho golpearle la varilla; el diapasón emitirá un sonido con una frecuencia de 440Hz.
3. Aproximar los diapasones con las aberturas de las cajas la una frente a la otra y, a continuación, amortiguar la vibración del segundo diapasón sosteniendo sus varillas.



4. ¿Qué sucedió con el primer diapasón?
5. ¿El sonido emitido por el primer diapasón tiene la misma frecuencia que el segundo? ¿Por qué?
6. Repetir los procedimientos anteriores para entender mejor el fenómeno.
7. ¿Qué fenómeno ha sucedido?

EXPERIMENTO 05

Procedimientos

1. Añadir la masa a la varilla al primer diapasón como se muestra en la fotografía.



2. Tomar el segundo diapasón por la caja de madera y con el martillo de caucho golpearle la varilla; el diapasón emitirá un sonido con una frecuencia de 440Hz.
3. Aproximar los diapasones con las aberturas de las cajas la una frente a la otra y, a continuación, amortiguar la vibración del segundo diapasón sosteniendo sus varillas.
4. ¿Qué sucedió?

5. ¿La energía se transfirió al primer diapasón?

6. Repetir los procedimientos anteriores para entender mejor el fenómeno.
7. ¿Cuál es la condición para que la energía se transfiera de un diapasón a otro?

EXPERIMENTO 06

Pulsación

Procedimientos

1. Colocar los diapasones con las cajas de resonancias a 10cm. una de la otra, como se muestra en la fotografía.
2. Añadir al primer diapasón la masa de varilla.



3. Con el martillo de caucho gopear leve y simultáneamente las varillas de ambos diapasones.
4. Cambiar la posición de la masa en la varilla del diapasón, repitiendo el experimento. ¿Qué sucede?

5. Repetir los procedimientos anteriores para entender mejor el fenómeno. Retire la masa que se había añadido al diapasón y repita el experimento. ¿Qué pudo notar? ¿A qué conclusión se llega?

RESORTES

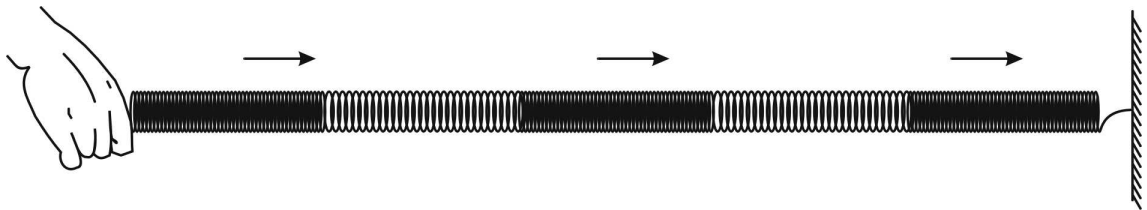
EXPERIMENTO 07 Onda Longitudinal

Material Utilizado

-01 resorte slink de 11cm y Ø65mm;



Procedimientos



Este experimento requiere la participación de dos personas.

1. Mantener una extremidad fija, estirar el resorte aproximadamente 3m y en la otra extremidad mover la mano hacia adelante y hacia atrás para generar pulsos en el resorte.
2. Explicar por qué esta onda es longitudinal.

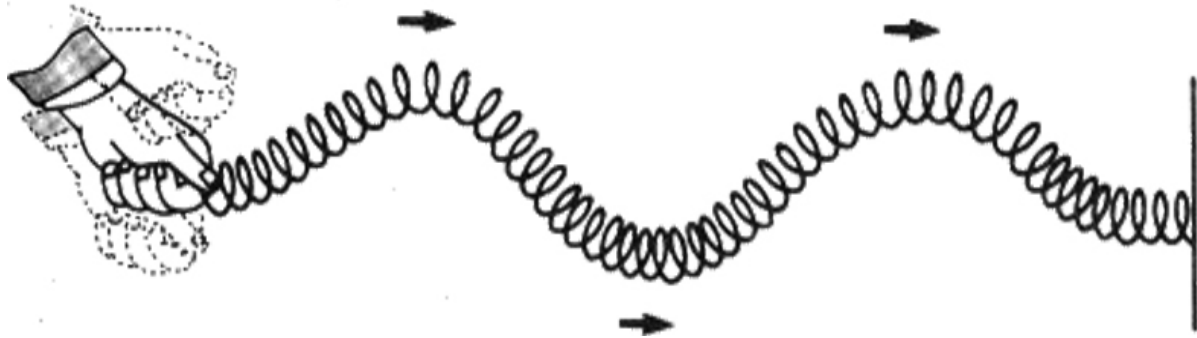
EXPERIMENTO 08

Onda Transversal

Material utilizado

-01 resorte helicoidal de 2m y Ø20mm;

Procedimientos



Este experimento requiere la participación de dos personas.

1. Mantener fija una de las extremidades.
2. Estirar el resorte aproximadamente 4m y en la otra extremidad mover la mano hacia arriba y hacia abajo, rápidamente, generando pulsos en el resorte.
3. Explicar por qué esta onda es transversal.

4. Describir el comportamiento del pulso reflejado.

EXPERIMENTO 09

Ondas Estacionarias en el Resorte Helicoidal

Ondas estacionarias son las que resultan de la superposición de dos ondas idénticas pero con sentidos opuestos. Es posible obtener una onda estacionaria mediante un resorte fijo en una de las extremidades y vibrando en la otra. El experimento debe realizarse contando con la participación de dos personas y se puede ejecutarlo verticalmente o en el piso de la sala.

Material utilizado

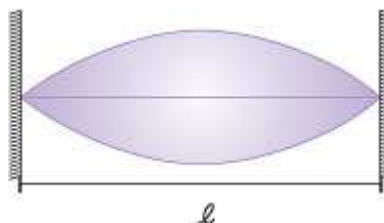
-01 resorte helicoidal de 2m y Ø20mm;



Este experimento requiere la participación de dos personas.

Procedimientos

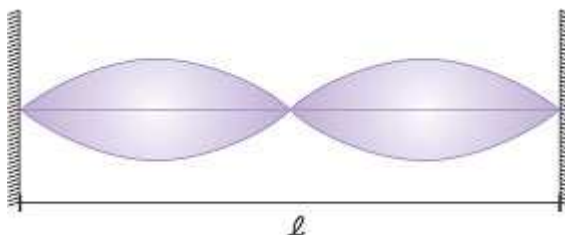
1. Entre dos personas, estirar el resorte aproximadamente 4m.
2. Mantener una extremidad bien fija y hacer vibrar la otra (hacia arriba y hacia abajo) para obtener el primer modo de vibración, como se muestra en el dibujo.
3. ¿Cuántos nudos tiene el experimento? _____
4. ¿Cuántos vientres se forman en el experimento? _____
5. Si el resorte se estiró hasta 4m., ¿cuánto mide la longitud de onda? _____



EXPERIMENTO 10

Procedimientos

1. Entre dos personas, estirar el resorte aproximadamente 4m.
2. Mantener una de las extremidades del resorte bien fija y hacer vibrar la otra (hacia arriba y hacia abajo) para obtener el segundo modo de vibración, como se muestra en el dibujo.
3. ¿Cuántos nudos tiene el experimento? _____
4. ¿Cuántos vientres se forman en el experimento? _____
5. Si se estiró el resorte hasta 4m., ¿cuánto mide la longitud de onda? _____
6. ¿Qué tipo de interferencia hay en el nudo? ¿Constructiva o destructiva? _____
7. ¿Qué tipo de interferencia hay en el vientre? ¿Constructiva o destructiva? _____



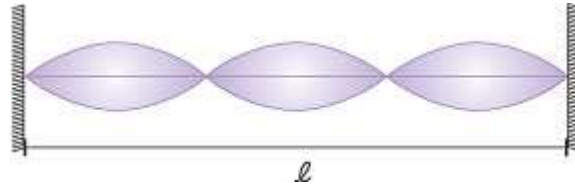
8. ¿Cuál es la medida entre dos nudos consecutivos?
9. ¿Cuál es la medida entre un nudo y un vientre consecutivos?

EXPERIMENTO 11

Procedimientos

1. Entre dos personas, estirar el resorte aproximadamente 4m.

2. Mantener una extremidad del resorte bien fija y hacer vibrar la otra extremidad (hacia arriba y hacia abajo) para obtener el tercer modo de vibración, como se muestra en el dibujo.



3. ¿Cuántos nudos tiene el experimento? _____
4. ¿Cuántos vientres se forman en el experimento? _____
5. Si se estiró el resorte hasta 4m., ¿cuánto mide la longitud de onda?
6. ¿Cuál es la medida entre dos nudos consecutivos?
7. ¿Cuál es la medida entre un nudo y un vientre consecutivos?
8. Escribir una ecuación que relacione las tres grandezas a que se muestra continuación.
N - número de vientres de la onda estacionaria (o el modo de vibración)
 ℓ - longitud del resorte estirado.
 λ - (longitud de onda)

EXPERIMENTO 12

Velocidad de Propagación del Sonido en el Tubo Cerrado

De acuerdo con las extremidades de los tubos sonoros, podemos clasificarlos en abiertos o cerrados. Los abiertos poseen las dos extremidades libres mientras que los cerrados presentan una de sus extremidades obstruida.

Tubo cerrado: Se trata de tubos que presentan una extremidad abierta y la otra cerrada de modo que en la extremidad abierta siempre hay un vientre y en la cerrada un nudo. Con eso, la columna de aire es determinada por:

$$\ell = \frac{(2N-1)\lambda}{4}$$

,donde " ℓ " es la longitud del tubo y " N " el número de vientres dentro del tubo. Por la propia definición, notamos apenas la existencia de armónicos impares.

Obs.: Cuando exista un orificio en los tubos (como por ejemplo en flautas, saxofones, clarinetes, trompetas, órganos antiguos etc., ocurrirá la formación de un VIENTRE en ese lugar).

En este experimento usted será capaz de determinar la velocidad de propagación del sonido en el aire. Utilizaremos para tal un tubo de vidrio lleno de agua y un diapasón colocado cerca de la extremidad abierta del tubo; va a alterar la longitud de la columna de aire en el tubo retirando agua hasta que la intensidad del sonido producido por el diapasón alcance un punto máximo. Lo que sucederá es el fenómeno de la resonancia, es decir, se establecerán ondas longitudinales estacionarias en la columna de aire del tubo. Ese fenómeno ocurre cuando la frecuencia f (del diapasón) coincide con una de las frecuencias naturales de vibración de la columna de aire en el tubo.

Material utilizado

- 01 probeta de 30cm. de altura;
- 01 beaker de 150ml.;
- 01 diapasón de 440Hz de 8cm. con forma de tenedor;
- 01 martillo de caucho para percusión;
- 01 regla graduada en milímetros de 30cm. (no adjunta con el kit)

Procedimientos:



1. Con la probeta llena de agua, golpear la varilla del diapasón con el martillo de caucho, aproximándolo de la extremidad superior de la probeta. ¿Qué se observa?

2. Reduzca gradualmente el nivel de agua de la probeta.
3. Repetir los procedimientos 1 y 2 hasta encontrar una posición en la que la columna de aire de la probeta entre en resonancia con el diapasón. Mantenga esta posición fija y mida la altura de la columna de aire (ℓ).
4. Hacer un dibujo que represente la onda estacionaria en el interior de la columna de aire de la probeta.
5. ¿Cuántos nudos tiene la onda estacionaria? _____
6. ¿Cuántos vientres tiene la onda estacionaria? _____
7. Si la probeta tuviera una altura mayor, ¿habría otras posiciones en las que la columna de aire entraría en resonancia con el diapasón? _____. (sí/no). Elaborar un dibujo que represente tal situación.

8. Con los datos anteriores, rellenar los puntos que están a continuación.

$f =$ _____ (frecuencia del diapasón)

$\ell =$ _____ (altura de la columna de aire) para el primer modo de vibración

$N =$ _____ (modo de vibración, o sea, número de vientres)

$L =$ _____ Para el primer modo de vibración $\lambda = 4(2N-1) L$

$\lambda =$ _____ (longitud de onda)

$V = \lambda \cdot f =$ _____ $\cdot$ _____ $=$ _____ (velocidad de propagación del sonido en el aire)

9. La velocidad de una onda, como por ejemplo el sonido, ¿depende de qué factor(es)?

10. Considerando una tolerancia de error de 5%, ¿se puede afirmar que la velocidad del sonido, obtenida en el experimento con el diapasón de 440 Hz, tuvo un valor aceptable en comparación con el valor de tabla (340 m/s)? Justifique.

OSCILADOR MASA-RESORTE

RESPUESTAS

EXPERIMENTO 01

Procedimientos

2. ¿Los péndulos oscilan con la misma frecuencia?
Sí.
4. ¿Los péndulos oscilan con la misma frecuencia?
Sí.
5. ¿Cuál de los péndulos oscila con mayor frecuencia?
El péndulo pequeño.
6. Conclusión: el péndulo con varilla corta vibra con una frecuencia mayor (mayor/menor) que el péndulo con varilla larga.
7. ¿La frecuencia de vibración del péndulo depende de qué factor(es)?
De la longitud de la varilla.

EXPERIMENTO 02

Procedimientos

2. ¿Hacia cuál de los péndulos hubo la transferencia total de energía?
Hacia el péndulo idéntico.
3. ¿Por qué solamente el péndulo idéntico se puso a vibrar?.
Porque tiene por naturaleza la misma frecuencia de vibración.
4. ¿Qué fenómeno ha ocurrido?
La resonancia.

EXPERIMENTO 03

Procedimientos

2. ¿Hacia cuál de los péndulos hubo la transferencia total de energía?
Hacia el péndulo idéntico.
3. ¿Por qué los péndulos con varilla larga no entraron en movimiento oscilatorio?
Porque tienen por naturaleza una frecuencia de vibración diferente.
4. ¿Por qué apenas el péndulo idéntico empezó a vibrar?
Porque tiene por naturaleza la misma frecuencia de vibración.
5. Explicar cómo sucedió la transferencia de energía de un péndulo a otro.
La transferencia de energía sucedió debido a la fijación inferior del equipo.
6. Observando los experimentos anteriores explicar el fenómeno de resonancia.
El fenómeno de la resonancia es la transferencia de energía de un sistema a otro que presenta la misma frecuencia natural de vibración.

PAR DE DIAPASONES

RESPUESTAS

EXPERIMENTO 04

Resonancia

Procedimientos

4. ¿Qué sucedió con el primer diapasón?
Empezó a vibrar emitiendo sonido.
5. ¿El sonido emitido por el primer diapasón tiene la misma frecuencia que el segundo? ¿Por qué?
Sí, porque son iguales.
7. ¿Qué fenómeno ha sucedido?
El fenómeno de la resonancia.

EXPERIMENTO 05

Procedimientos

4. ¿Qué sucedió?
El sonido desapareció.
5. ¿La energía se transfirió al primer diapasón?
No.
7. ¿Cuál es la condición para que la energía se transfiera de un diapasón a otro?
Para que la energía sonora se transfiera de un diapasón a otro es necesario que los diapasones tengan la misma frecuencia natural de vibración.

EXPERIMENTO 06

Pulsación

Procedimientos

4. Cambiar la posición de la masa en la varilla del diapasón, repitiendo el experimento. ¿Qué sucede?
El fenómeno de pulsación – dos ondas sonoras que se propagan en un mismo medio y con frecuencias próximas.
5. Repetir los procedimientos anteriores para entender mejor el fenómeno. Retire la masa que se había añadido al diapasón y repita el experimento. ¿Qué pudo notar? ¿A qué conclusión se llega?
Al retirar la masa de la varilla los diapasones se vuelven idénticos y el fenómeno de pulsación desaparece.

RESORTES

RESPUESTAS

EXPERIMENTO 07

Onda Longitudinal

Procedimientos

2. Explicar por qué esta onda es longitudinal.
La onda es longitudinal porque su propagación y su vibración tienen la misma dirección.

EXPERIMENTO 08

Onda Transversal

Procedimientos

3. Explicar por qué esta onda es transversal.
La onda es transversal porque su propagación y su vibración son perpendiculares.
4. Describir el comportamiento del pulso reflejado.
El pulso se refleja en la extremidad fija con inversión de fase.

EXPERIMENTO 09

Ondas Estacionarias en el Resorte Helicoidal

Procedimientos

3. ¿Cuántos nudos tiene el experimento? 2 (dos)
4. ¿Cuántos vientres se forman en el experimento? 1 (uno)
5. Si el resorte se estiró hasta 4m., ¿cuánto mide la longitud de onda? 8m.
La longitud entre dos nudos consecutivos representa media longitud de onda, entonces:

$$\ell = \frac{1}{2} \lambda \Rightarrow \lambda = 2\ell \Rightarrow \lambda = 2 \cdot 4 \Rightarrow \lambda = 8$$

EXPERIMENTO 10

Procedimientos

3. ¿Cuántos nudos tiene el experimento? 3 (tres)
4. ¿Cuántos vientres se forman en el experimento? 2 (dos)
5. Si se estiró el resorte hasta 4m., ¿cuánto mide la longitud de onda? $\ell = \frac{2}{2} \lambda$
6. ¿Qué tipo de interferencia hay en el nudo? ¿Constructiva o destructiva?
Destructiva.

7. ¿Qué tipo de interferencia hay en el vientre? ¿Constructiva o destructiva?
Constructiva.
8. ¿Cuál es la medida entre dos nudos consecutivos?
Media longitud de onda: $\frac{1}{2}\lambda$
9. ¿Cuál es la medida entre un nudo y un vientre consecutivos?
Un cuarto de longitud de onda: $\frac{1}{4}\lambda$

EXPERIMENTO 11

Procedimientos

3. ¿Cuántos nudos tiene el experimento? 4 (cuatro)
4. ¿Cuántos vientres se forman en el experimento? 3 (tres)
5. Si se estiró el resorte hasta 4m., ¿cuánto mide la longitud de onda?
 $\ell = \frac{3}{2}\lambda \Rightarrow \lambda = 2,67 \text{ m}$
6. ¿Cuál es la medida entre dos nudos consecutivos?
Media longitud de onda: 1,33m
7. ¿Cuál es la medida entre un nudo y un vientre consecutivos?
Un cuarto de longitud de onda: 0,667m
8. Escribir una ecuación que relacione las tres grandezas a que se muestra continuación.
N - número de vientres de la onda estacionaria (o el modo de vibración)
 ℓ - longitud del resorte estirado.
 λ - (longitud de onda)

$$\ell = \frac{N \cdot \lambda}{2}$$

EXPERIMENTO 12

Velocidad de Propagación del Sonido en el Tubo Cerrado

Procedimientos:

1. Con la probeta llena de agua, golpear la varilla del diapasón con el martillo de caucho, aproximándolo de la extremidad superior de la probeta. ¿Qué se observa?
No se observan alteraciones en la intensidad del sonido.

5. ¿Cuántos nudos tiene la onda estacionaria? 1 (uno)

6. ¿Cuántos vientres tiene la onda estacionaria? 1 (uno)

7. Si la probeta tuviera una altura mayor, ¿habría otras posiciones en las que la columna de aire entraría en resonancia con el diapasón? Sí. (sí/no). Elaborar un dibujo que represente tal situación.

8. Con los datos anteriores, rellenar los puntos que están a continuación.

$f = \underline{440\text{Hz}}$ (frecuencia del diapasón)

$\ell = \underline{0,185\text{m}}$ (altura de la columna de aire) para el primer modo de vibración

$N = 1$ (modo de vibración, o sea, número de vientres)

$$L = \frac{(2N-1)\lambda}{4} \quad \text{Para el primer modo de vibración } \lambda = 4(2N-1) L$$

$\lambda = \underline{0,74\text{m}}$ (longitud de onda)

$V = \lambda \cdot f = \underline{0,74} \cdot \underline{440} = \underline{325\text{m/s}}$ (velocidad de propagación del sonido en el aire)

9. La velocidad de una onda, como por ejemplo el sonido, ¿depende de qué factor(es)?
Del medio de propagación.

10. Considerando una tolerancia de error de 5%, ¿se puede afirmar que la velocidad del sonido, obtenida en el experimento con el diapasón de 440 Hz, tuvo un valor aceptable en comparación con el valor de tabla (340 m/s)? Justifique.
Sí. Error de 4,4%.

