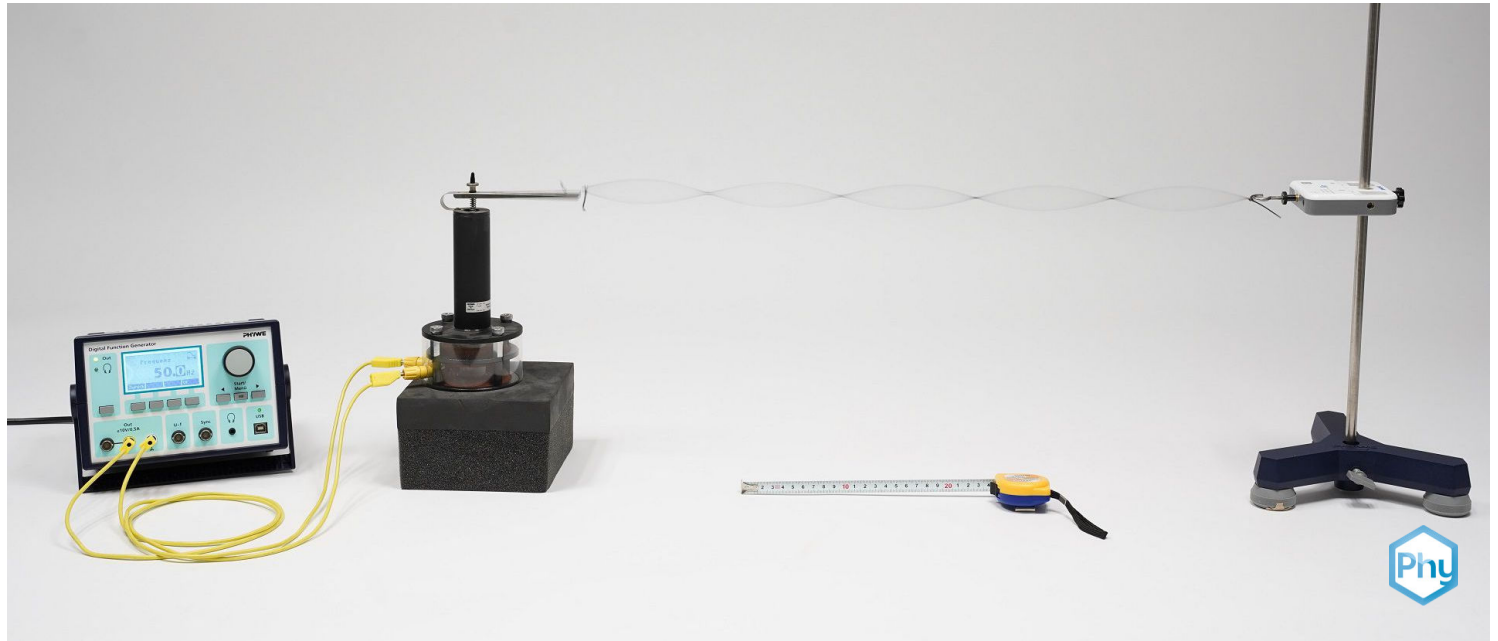


La velocidad de fase de las ondas estacionarias con Cobra SMARTsense



Física

Mecánica

Vibraciones y ondas

Física

Acústica

Movimiento ondulatorio



Nivel de dificultad

medio



Tamaño del grupo

2



Tiempo de preparación

20 minutos



Tiempo de ejecución

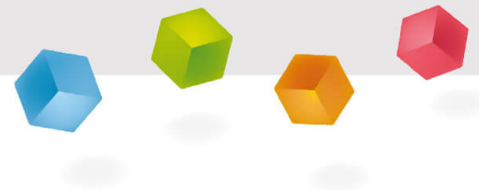
30 minutos

This content can also be found online at:



<https://www.curriculab.de/c/690f3360a4db9b0002aa329d>

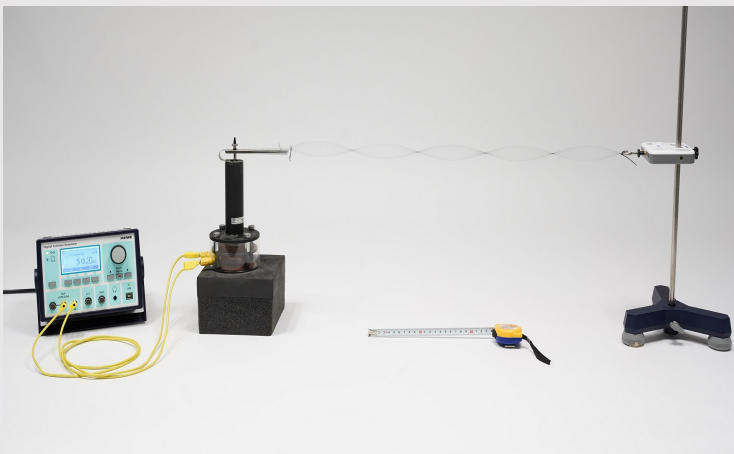
PHYWE



Información general

Aplicación

PHYWE



Montaje experimental

Una onda estacionaria es una onda que oscila en el tiempo, pero cuya amplitud no se desplaza en el espacio. Los lugares en los que el valor absoluto de la amplitud es mínimo se denominan “nodos”, mientras que los lugares en los que el valor absoluto de la amplitud es máximo se denominan “antinodos”. Este fenómeno surge debido a la interferencia de dos ondas que se propagan en direcciones opuestas. La distancia entre un nodo y el siguiente es igual a la mitad de la longitud de onda $\lambda/2$.

La interferencia de ondas es un principio fundamental en la física.

Información adicional (1/2)

PHYWE

Conocimientos

previos



Los estudiantes deben tener conocimientos básicos de magnitudes físicas como la frecuencia, la longitud de onda y la fuerza, así como ser capaces de describir teóricamente las oscilaciones armónicas y las ondas en general. Idealmente, antes de comenzar el experimento, deberían haber estudiado conceptos como velocidad de fase y velocidad de grupo, así como interferencia constructiva y destructiva.

Principio



Una onda transversal estacionaria linealmente polarizada se genera en una banda de goma de sección cuadrada mediante un generador de oscilaciones. La longitud de onda depende tanto de la frecuencia de excitación como de la velocidad de fase de la onda en la banda. Esta última cambia al producirse una deformación por tracción.

Información adicional (2/2)

PHYWE

Objetivos



Después de la finalización exitosa de este experimento, los estudiantes podrán determinar experimentalmente la velocidad de fase de una banda de goma oscilante a partir de la longitud de onda de una onda estacionaria a una frecuencia de excitación determinada. También podrán averiguar cómo la tensión de tracción de la banda influye en la velocidad de fase.

Tareas



1. Con una tracción constante, la longitud de onda λ de la onda que se propaga a lo largo de la banda se determina en función de la frecuencia de excitación f . La velocidad de fase c se determina por la relación entre la frecuencia y la longitud de onda.
2. Es necesario medir la dependencia de la velocidad de fase c respecto a la deformación por tracción de la banda. La velocidad de fase se representa como una función de la tensión de tracción.

Instrucciones de seguridad

PHYWE

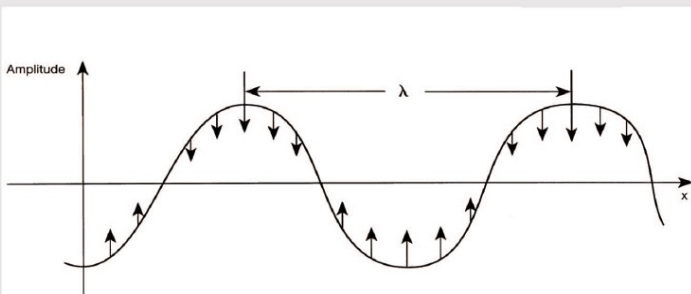


A este experimento se aplican las instrucciones generales para la realización segura de experimentos durante la enseñanza de las ciencias naturales.

Teoría (1/4)

PHYWE

Una onda es una oscilación que se propaga en el espacio y en el tiempo y, por lo general, de forma periódica a través de la materia y del espacio. Se distinguen entre ondas transversales y longitudinales. En el caso de las ondas transversales, las oscilaciones son perpendiculares a la dirección de propagación de la onda. Un ejemplo sencillo de onda es una onda armónica, que se muestra a continuación.



Una onda se caracteriza por su amplitud, su fase y su frecuencia f . En el caso de una onda armónica, la longitud de onda se designa como λ y representa la distancia entre dos máximos adyacentes. Para recorrer esta distancia se requiere el mismo tiempo que para una oscilación completa T . La velocidad (velocidad de fase $c(\lambda)$) se define como:

$$c = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f$$

Teoría (2/4)

PHYWE

En este experimento se genera una onda periódica que se propaga a lo largo de una banda elástica y se refleja de nuevo en la varilla del soporte. Las ondas que se propagan en ambas direcciones se superponen entre sí, formando una onda estacionaria con nodos (regiones con pequeñas amplitudes de oscilación) y antinodos (regiones con grandes amplitudes de oscilación). La distancia entre los nodos de la onda es igual a la mitad de la longitud de onda ($\lambda/2$).

La velocidad de fase depende de la tensión σ aplicada al estirar la banda elástica, y por lo tanto depende linealmente de la fuerza aplicada F e inversamente proporcional al área de la sección transversal A :

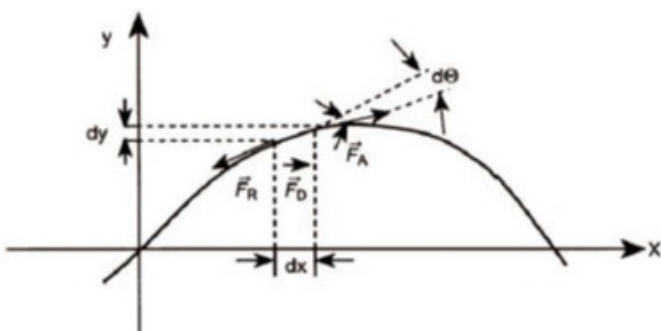
$$\sigma = F/A$$

El área nominal de la sección transversal de la banda elástica es de $1.5 \text{ mm} \times 1.5 \text{ mm}$ mientras que la densidad del caucho se encuentra entre $0.9 \dots 1.0 \text{ g/cm}^3$. Puede despreciarse la reducción del área de la sección transversal A de la banda elástica debido a su alargamiento.

Teoría (3/4)

PHYWE

Las fuerzas aplicadas en la sección pueden actuar tangencialmente sobre la banda. Cuando se desvía de la posición de equilibrio, de la suma de las fuerzas de tensión aplicadas $\vec{F}_A$ y $\vec{F}_R$ se genera una componente perpendicular efectiva $\vec{F}_D$. Ambas fuerzas se oponen entre sí con una pequeña diferencia angular $d\Theta$.



La fuerza de aceleración resultante es

$$|\vec{F}_D| = |\vec{F}_A - \vec{F}_R| = 2|\vec{F}_A| \cdot \sin(d\Theta/2)$$

$$\approx |\vec{F}_A| \cdot d\Theta \approx |\vec{F}_A| \cdot y \, dx$$

Esto conduce a una aceleración en la dirección y de la sección de la banda con masa m .

Teoría (4/4)

PHYWE

Así, $|\vec{F}_A| \equiv F$ es la fuerza media aplicada a la banda elástica a lo largo de la misma, y la fuerza resultante que conduce a una fuerza de aceleración F_y en la dirección y puede expresarse como:

$$|\vec{F}_D| \approx F_y = m \cdot \ddot{y} = F \cdot y dx$$

Por otro lado, la masa de la sección correspondiente depende de su área de sección transversal A , de su longitud infinitesimal dx y de su densidad ρ :

$$m = A \cdot dx \cdot \rho$$

Incluyendo también la tensión de la cuerda $\sigma = F/A$ se obtiene la ecuación diferencial:

$$\ddot{y} = \frac{\sigma}{\rho} \cdot y$$

cuya solución general es

$$y = f(x \pm ct) \text{ con } c = \sqrt{\frac{\sigma}{\rho}}$$

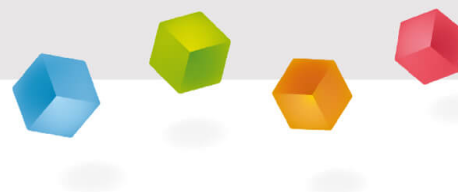
donde c es la velocidad de fase de propagación de la onda.

Material (1/2)

Posición	Material	Artículo No.	Cantidad
1	Generador de funciones digital con conexión USB	13654-99	1
2	GENERADOR DE VIBRACIONES EXTERNO PARA CUBETA DE ONDAS	11260-10	1
3	CABLE DE CONEX., 32 A, 1000 mm, AMARILLO	07363-02	2
4	Cobra SMARTsense Force & Acceleration - Sensor para medir la fuerza y la aceleración ± 50 N / ± 16 g (Bluetooth + USB)	12943-00	1
5	Base trípode para 1 varilla	02002-55	1
6	Varilla de acero inoxidable, 18/8, 750 mm	02033-00	1
7	TIRA DE GOMA SECCION TETRAGONAL, 10 M	03989-00	1
8	Cinta métrica, l = 2 m	09936-00	1
9	measureAPP - el software de medición gratuito para todos los dispositivos y sistemas operativos	14581-61	1

Material (2/2)**PHYWE**

Posición	Material	Cantidad
1	Estroboscopio digital (p. ej. 21809-93)	1

PHYWE**Montaje y ejecución**

Montaje (1/3)

PHYWE

Para realizar mediciones con los **sensores Cobra SMARTsense**, se necesita la aplicación **PHYWE measureAPP**. La aplicación se puede descargar de forma gratuita desde la tienda de aplicaciones correspondiente (**códigos QR a continuación**). Antes de iniciar la aplicación, asegúrate que el **Bluetooth** esté **activado** en tu dispositivo (smartphone, tableta, computadora).



measureAPP para sistemas operativos Android



measureAPP para sistemas operativos iOS



measureAPP para Tablets / PCs con Windows 10

Montaje (2/3)

PHYWE

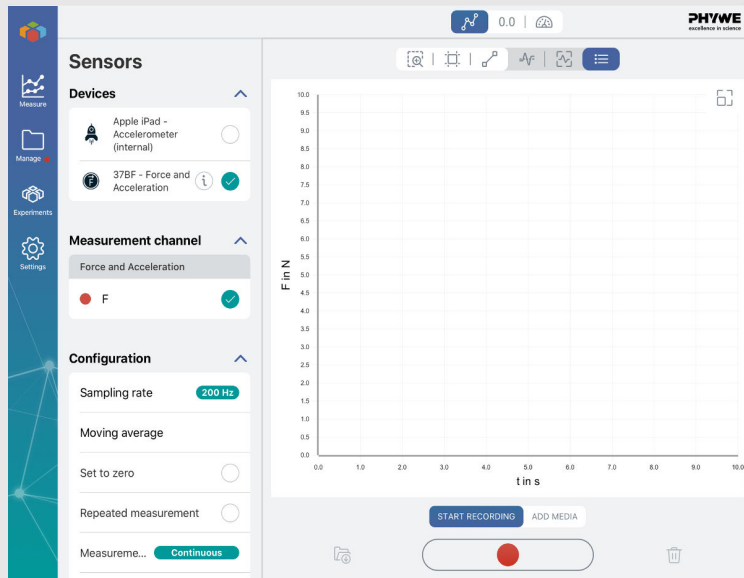


- Conecte el generador de funciones digital al generador de vibraciones. Asegúrese de que la amplitud de salida esté ajustada a cero y luego encienda el generador de funciones.
- Fije la varilla de soporte al trípode y coloque en ella el sensor de fuerza y aceleración Cobra SMARTsense, a la misma altura que la palanca del generador de vibraciones.
- Tome una banda de una longitud ligeramente superior a 0,5 m. Ate un extremo de la banda al gancho del sensor y el otro al generador de vibraciones.



Montaje (3/3)

PHYWE



- Asegúrese de que al sensor se aplica una fuerza. Encienda el sensor manteniendo pulsado el botón de E/S durante al menos tres segundos (el parpadeo del LED rojo confirmará que el sensor está encendido).
- Inicie la aplicación measureAPP. Seleccione el sensor de fuerza y aceleración Cobra SMARTsense, que aparecerá en la lista de sensores.
- Seleccione el modo de sensor "Fuerza".
- Después de seleccionar el modo, la aplicación measureAPP debería verse como se muestra a la izquierda.
- Utilice la opción "ajuste a cero".

Ejecución (1/4)

PHYWE



- Encienda el generador de funciones digital. Utilice los botones del centro para seleccionar las distintas características. Aumente o disminuya los valores girando el mando situado en la parte superior derecha. Los botones situados debajo del mando (flechas izquierda y derecha) pueden utilizarse para seleccionar diferentes dígitos del valor correspondiente y, de este modo, aumentar o disminuir el paso.
- Ajuste la señal a una forma de curva sinusoidal y configure la frecuencia en 50 Hz .
- Aumente la distancia entre los dos extremos de la banda elástica hasta que se alcance una fuerza de 0.5 N .
- A continuación, aumente la tensión de salida a 6 V .

Ejecución (2/4)

PHYWE

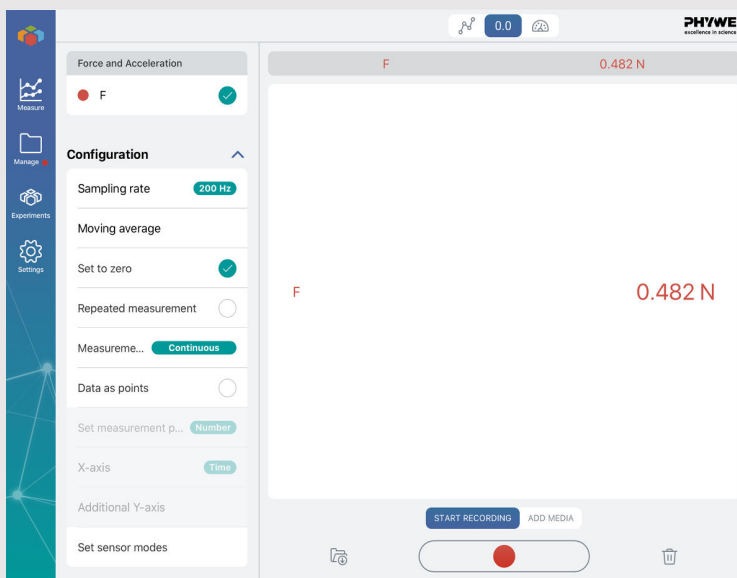
Antes de comenzar el experimento, es necesario realizar un experimento semicualitativo, como se describe a continuación, para comprender de qué manera la frecuencia de la onda depende de la longitud de onda recíproca ($1/\lambda$).

- Cambie la distancia del sensor con respecto a la palanca vibratoria, desplazando la base del trípode, hasta que sean visibles cinco antinodos y, en consecuencia, cuatro nodos.
- Al variar la frecuencia de excitación en incrementos de 10 Hz entre 10 Hz y 80 Hz observe el movimiento de la banda elástica.



Ejecución (3/4)

PHYWE

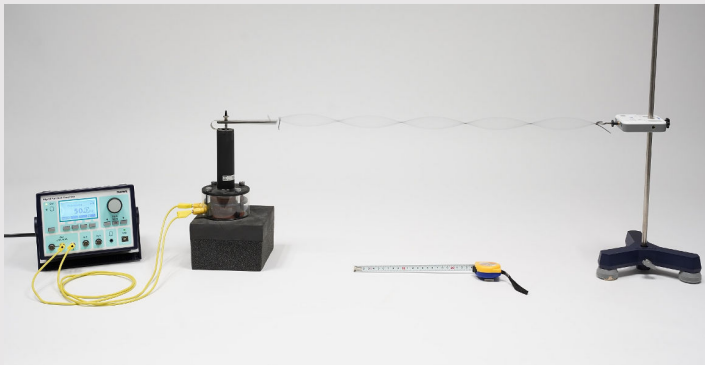


- Ponga la salida del generador de funciones en cero.
- Coloque el sensor en una posición tal que la fuerza resultante debida a la deformación por tracción sea de 0.5 N . Determine la fuerza actuante utilizando la pantalla digital. Para medir la fuerza con precisión, inicie una medición y deténgala después de unos segundos. Use la herramienta "Promedio" para determinar el valor medio de la fuerza. Si es necesario, ajuste ligeramente la posición de los soportes en T.



Ejecución (4/4)

Después de establecer la fuerza de tracción, aumente la amplitud de salida del generador de funciones hasta 6 V . Varíe la frecuencia f desde 10 Hz hasta 80 Hz hasta encontrar un número determinado de antinodos con nodos bien definidos entre ellos. Mida la distancia $\lambda/2$ entre dos nodos adyacentes y anótela junto con el valor de la frecuencia en el apartado de evaluación.



- Encuentre al menos otros dos pares de frecuencia y mitad de longitud de onda, y anótelas.
- Ponga de nuevo la salida del generador de funciones en cero.
- Repita el experimento completo para al menos cuatro fuerzas aplicadas diferentes (es decir, 0.75 N , 1.00 N , 1.25 N , 1.50 N).

Evaluación (1/3)

PHYWE

Para cada fuerza aplicada F , anote las frecuencias medidas f y los valores correspondientes de la mitad de la longitud de onda λ/s . Calcule las velocidades de fase correspondientes c y su valor medio $\langle c \rangle$.

$$F_1 = \boxed{}\text{ N}$$



$$F_2 = \boxed{}\text{ N}$$

$f [\text{Hz}]$ $\lambda/2 [\text{m}]$ $c [\text{m/s}]$

$$\langle c \rangle = \boxed{}\text{ m/s}$$

$f [\text{Hz}]$ $\lambda/2 [\text{m}]$ $c [\text{m/s}]$

$$\langle c \rangle = \boxed{}\text{ m/s}$$

Evaluación (2/3)

PHYWE

Para cada fuerza aplicada F , anote las frecuencias medidas f y los valores correspondientes de la mitad de la longitud de onda $\lambda/2$. Calcule las velocidades de fase correspondientes c y su valor medio $\langle c \rangle$.

$$F_3 = \boxed{} \text{ N}$$



$$F_4 = \boxed{} \text{ N}$$

 $f \text{ [Hz]} \quad \lambda/2 \text{ [m]} \quad c \text{ [m/s]}$

$$\langle c \rangle = \boxed{} \text{ m/s}$$

 $f \text{ [Hz]} \quad \lambda/2 \text{ [m]} \quad c \text{ [m/s]}$

$$\langle c \rangle = \boxed{} \text{ m/s}$$

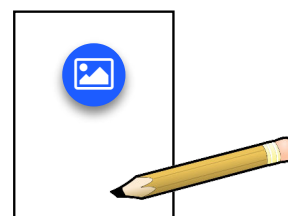
Evaluación (3/3)

PHYWE

Calcule el cuadrado de las velocidades medias de fase obtenidas y represéntelo gráficamente en función de la fuerza aplicada. La pendiente de una regresión lineal $c^2 = m \cdot F$ es igual al inverso del producto de la densidad ρ y el área de la sección transversal A de la banda elástica: $m = 1/(\rho A)$.

 $F \text{ [N]} \quad c \text{ [m/s]} \quad c^2 \text{ [m}^2\text{/s}^2\text{]}$

1.			
2.			
3.			
4.			





Mostrar soluciones



Reintentar



Exportar texto