

Sistemas de péndulos acoplados



Física

Mecánica

Vibraciones y ondas



Nivel de dificultad

medio



Tamaño del grupo

2



Tiempo de preparación

10 minutos



Tiempo de ejecución

10 minutos

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/5f983e736ae0120003452f3e>

PHYWE

Información para el profesor

Aplicación

PHYWE



Montaje experimental para la investigación de los péndulos acoplados

Los sistemas de vibración acoplados pueden ser descritos exactamente con la ayuda del enfoque de Lagrange. Se determina el potencial y la energía cinética del sistema respectivo E_{pot} y E_{kin} y forma la diferencia entre ellos. Para la función de Lagrange L se aplica de manera general:

$$L = E_{pot} - E_{kin}$$

Con la introducción de las coordenadas generalizadas q_i se puede escribir la ley de acción de Newton ($F = \dot{p}$) usando los derivados parciales como:

$$\frac{d}{dt} \frac{\delta L}{\delta \dot{q}_i} - \frac{\delta L}{\delta q_i} = 0$$

Sin embargo, como este enfoque podría ser un poco demasiado complejo para los estudiantes, inicialmente sólo investigarán el sistema de forma experimental.

Información adicional para el profesor (1/2)

PHYWE

Conocimiento previo



Los estudiantes ya deben tener experiencia en los temas de oscilación forzada y resonancia, así como en el péndulo de hilo. Deben saber que con la ayuda del período de oscilación T de un sistema cuya frecuencia de oscilación f puede ser determinado.

El período de oscilación T de los resultados del péndulo de hilo resulta en:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

Principio



La frecuencia f es igual al recíproco del período de la oscilación:

$$f = 1/T = T^{-1} [1/s] = [Hz]$$

Información adicional para el profesor (2/2)

PHYWE

Objetivo de aprendizaje



Los estudiantes deben investigar y comprender el comportamiento de un sistema de vibración acoplado.

Los estudiantes deben investigar el comportamiento de oscilación en dos péndulos acoplados para diferentes situaciones iniciales (excitación en la misma dirección y en direcciones opuestas) e determinar la frecuencia de oscilación f_s que se produce en caso de que sólo un péndulo este excitado. En una tarea adicional se podría investigar la influencia del acoplamiento en la frecuencia del batimíneto.

Tareas



Para cambiar el acoplamiento: La masa sólo debe reducirse, de lo contrario los dos péndulos de los hilos colgarán torcidos y los resultados de la medición serán impresivos. El punto de partida para el acoplamiento no debe ser demasiado bajo, de lo contrario las diferencias de frecuencia para la excitación en la misma y opuesta dirección serán demasiado pequeñas y los errores de medición demasiado grandes.

Instrucciones de seguridad

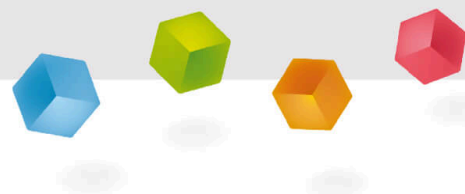
PHYWE



Las instrucciones generales para la experimentación segura en las lecciones de ciencia se aplican a este experimento.

PHYWE

Información para el estudiante



Motivación

PHYWE



El tren de aterrizaje de los aviones

Ya estás familiarizado con las vibraciones y los sistemas de vibración. Sin embargo, en la vida cotidiana, estos sistemas no suelen estar tan separados como los sistemas que se han investigado hasta ahora (péndulo de hilo, péndulo de muelle de bobina, etc.), sino que en su mayoría consisten en sistemas oscilantes acoplados.

Un ejemplo clásico de esto es el tren de aterrizaje de una aeronave, como se muestra aquí, o el de los vehículos. Consiste en muchas partes y componentes individuales capaces de vibrar, como los neumáticos y los muelles instalados, y por lo tanto representan un sistema de vibración acoplado.

En el siguiente experimento tratará de un sistema de oscilación acoplado.

Tareas

PHYWE



Observa el comportamiento de dos péndulos de hilo unidos por una cuerda y un trozo de masa.

Mide el período de latidos de los péndulos acoplados cuando sólo se excita un péndulo de hilo.

Determina el período de oscilación de ambos péndulos con oscilación en la misma dirección y en direcciones opuestas.

Material

Posición	Material	Artículo No.	Cantidad
1	Base soporte, variable	02001-00	1
2	Varilla, l=600 mm, d=10 mm, desmontable en dos piezas con unión a rosca	02035-00	2
3	Varilla de acero inoxidable, 18/8, 250 mm	02031-00	1
4	Barra de soporte con agujero, acero inoxidable, 10 cm	02036-01	2
5	Nuez	02043-00	2
6	Soporte para pesas con ranura, 10 g	02204-00	2
7	Peso con ranura, 10 g, negro	02205-01	2
8	Peso con ranura, 50 g, negro	02206-01	2
9	JUEGO D.PESAS D.PRECISION,1G-50G	44017-01	1
10	CRONOMETRO DIGITAL, 24 h, 1/100 s y 1 s	24025-00	1
11	Cinta métrica, l = 2 m	09936-00	1
12	Hilo de pescar. Rollo. l =20 m	02089-00	1

Material adicional

PHYWE

Posición	Material	Cantidad
1	Tijeras	1

Montaje (1/2)

PHYWE

Conecta las dos mitades del pie del trípode a la varilla del trípode 25 cm y bloquea las palancas de bloqueo.

Atornilla las dos barras de trípode de para formar dos barras largas. Coloca estas dos barras (60 cm) en la mitad del pie del trípode y enróscalas bien.



Conectando las mitades del pie del trípode



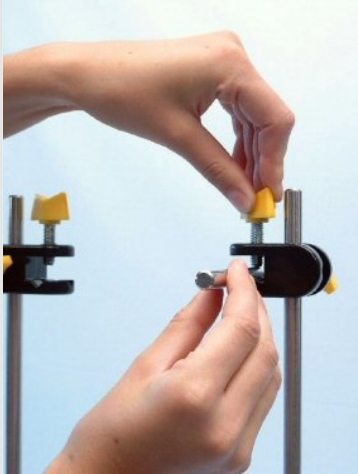
Atornillar la barra de soporte



Fijar la barra de soporte

Montaje (2/2)

PHYWE



Montar las barras de soporte en un enchufe doble

Sujeta las dos barras de soporte cortas con las mangas dobles al extremo superior de las barras de soporte largas.

Úsalo para construir dos péndulos de hilo exactamente idénticos con 40 cm longitud del péndulo y una masa de $m = 70\text{ g}$. La distancia entre los dos puntos de suspensión debe ser 10 cm . ¡Los péndulos deben tener el mismo período de oscilación! (Quizas tengas que ajustar un poco la longitud de los péndulos).

Fija en el medio de un trozo de línea de pesca (20 cm largo) una pieza de masa 10 g. Ata ambos extremos al extremo superior de cada uno de los platos de peso.



El montaje de dos péndulos de hilo idénticos

Ejecución (1/2)

PHYWE

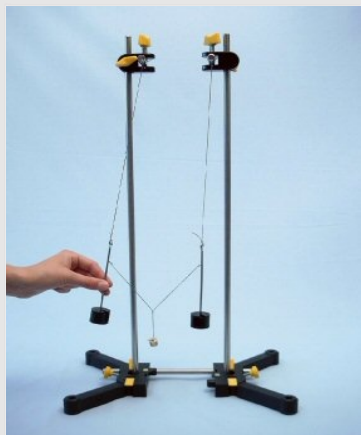


Desviación del péndulo del hilo

- Haz que el sistema se balancee girando un péndulo sobre 4 cm a un lado.
- Suelta el péndulo y observa el comportamiento de ambos péndulos.
- Mide el tiempo del batimiento de los dos péndulos de hilo acoplados: Determina el tiempo T entre dos paradas de un péndulo. Repite las mediciones dos veces y anota los tiempos medidos en la tabla 1 del protocolo.

Ejecución (2/2)

PHYWE



Desviación del péndulo del hilo

- Determina el período de oscilación de un péndulo cuando
 - ambos péndulos se desvían al mismo lado (misma dirección) y a la misma distancia.
 - ambos péndulos se desvían a diferentes lados (opuestos entre sí) y a la misma distancia.
- Mide el tiempo de 10 oscilaciones y repite estas mediciones dos veces.
- Introduce los primeros valores medidos para la medición del mismo sentido en la tabla 2 del protocolo.
- Introduce los segundos valores medidos para la medición opuesta en la tabla 3 del protocolo.

PHYWE

Protocolo

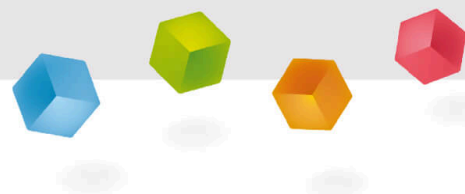


Tabla 1

PHYWE

Anota tus valores del período del batimiento T_s y calcula el valor medio de la duración del batimiento $\langle T_s \rangle$ del péndulo y la frecuencia del batimiento f_s .

Calcula la frecuencia del período de oscilación:

$$f_s = \frac{1}{T_s} = T_s^{-1} \quad [Hz \triangleq \frac{1}{s}]$$

Medida No. $T_s [s]$

1	
2	
3	

$\langle T_s \rangle [s]$ $f_s [Hz]$

--	--

Tabla 2

PHYWE

Introduce tus valores medidos para la duración de la oscilación de 10 períodos con excitación en la misma dirección y las duraciones de oscilación correspondientes T para una vibración. Entonces calcula el valor medio T_1 y la frecuencia f_1 para la excitación en el mismo sentido.

$$f_1 = \frac{1}{T_1}$$

Medida No. $t_{10} [s]$ $T [s]$

1		
2		
3		

$T_1 [s]$ $f_1 [Hz]$

--	--

Tabla 3

Introduce tus valores medidos para la duración de la oscilación de 10 períodos con excitación en la dirección opuesta y las duraciones de oscilación correspondientes T para una vibración. Entonces calcula el valor medio T_1 y la frecuencia f_1 para la excitación en la dirección opuesta.

$$f_2 = \frac{1}{T_2}$$

Medida No.	$t_{10} [s]$	$T [s]$
1		
2		
3		

$T_2 [s]$	$f_2 [Hz]$

Tabla 3

Introduce tus valores medidos para la duración de la oscilación de 10 períodos con excitación en la dirección opuesta y las duraciones de oscilación correspondientes T para una vibración. Entonces calcula el valor medio T_1 y la frecuencia f_1 para la excitación en la dirección opuesta.

$$f_2 = \frac{1}{T_2}$$

Medida No.	$t_{10} [s]$	$T [s]$
1		
2		
3		

$T_2 [s]$	$f_2 [Hz]$

Tarea 1

PHYWE

Arrastra las palabras a los lugares adecuados para tu observación.

Al [] los péndulos, [] se transfiere del primer péndulo al segundo, que a su vez comienza a []. La pérdida de energía del primer péndulo resulta en una [] de su amplitud hasta que []. El segundo péndulo ha alcanzado su mayor amplitud. Entonces el transporte de energía comienza de nuevo, pero ahora hacia atrás del [] péndulo al []. Con esto, el [] se alcanza de nuevo, el proceso comienza de nuevo.

pare

bambolearse

estado original

segundo

acoplar

primer

disminución

la energía

 Revisa

Tarea 2

PHYWE



Desviación del péndulo del hilo

Un péndulo oscilante tiene energía de oscilación en forma de energía potencial y cinética. ¿Puedes explicar los procesos observados en los péndulos acoplados mediante una observación de energía?

☐ El sistema de todos los tiempos sólo tiene energía cinética.

☐ Hay un cambio constante de energía potencial y cinética de cada masa (izquierda y derecha).

☐ El sistema siempre tiene sólo energía potencial.

 Revisa

Tarea 3

PHYWE



Desviación del péndulo del hilo

Forma la diferencia de las frecuencias de oscilación para la excitación en la misma y opuesta dirección $f_2 - f_1$. Compara el resultado con la frecuencia de batimineto que determinaste f_s . ¿Qué es lo que encuentras?

☐ $f_s > f_2 - f_1$

☐ $f_s = f_2 - f_1$

☐ $f_s < f_2 - f_1$

✓ Revisa