

Ley de Hooke y movimiento armónico simple

Introducción

El propósito de este ejercicio es verificar la ley de Hooke cualitativa y cuantitativamente. Usaremos un sensor de fuerza y uno de rotación para encontrar la constante k del resorte. Además, investigaremos los factores que afectan el período de oscilación de una masa sujeta al extremo de un resorte. Mediremos el período de oscilación y lo compararemos con el valor teórico

Hipótesis

¿Cómo se deforma un resorte cuando le aplicamos fuerzas?

¿Qué hace que un resorte sea diferente de otro?

¿Cómo cambia el período de oscilación de una masa, sujeta a un resorte, al aumentar el valor de la misma?

¿Cómo compara el valor teórico del período de oscilación de la masa en el resorte con el del valor medido?

Trasfondo teórico

Ley de Hooke

En 1676 Robert Hooke descubrió y estableció la ley que lleva su nombre y que se utiliza para definir las propiedades elásticas de un cuerpo. En el estudio de los efectos de las fuerzas de tensión, y compresión, observó que había un aumento en la longitud del resorte, o cuerpo elástico, que era proporcional a la fuerza aplicada, dentro de ciertos límites. Esta observación puede generalizarse diciendo que la deformación es directamente proporcional a la fuerza deformadora,

$$F = -k\Delta x$$

Donde F es la fuerza, medida en newtons, k , la constante del resorte y Δx , el alargamiento, o compresión. El signo negativo indica que la fuerza del resorte es restitutiva, u opuesta a la fuerza externa que lo deforma. Esta expresión se conoce con el nombre de ley de Hooke. Si la fuerza deformadora sobrepasa un cierto valor, el cuerpo no volverá a su tamaño (o forma) original después de suprimir esa fuerza. Entonces se dice que el cuerpo ha adquirido una deformación permanente. La tensión más pequeña que produce una deformación permanente se llama límite de elasticidad. Para fuerzas deformadoras que rebasan el límite de elasticidad no es aplicable la ley de Hooke.

Movimiento Armónico Simple

Cuando el movimiento de un objeto se repite en intervalos regulares, o períodos, se le llama movimiento periódico. Si tomamos las oscilaciones de un péndulo simple hacia los lados, tenemos un ejemplo de movimiento periódico. Consideremos una partícula de masa m , sujeta a un resorte, que oscila en la dirección x sobre una superficie horizontal, sin fricción. Ver la figura 1, y acceder el siguiente enlace de Internet en donde aparece la animación de dos osciladores armónicos simples con diferentes frecuencias de oscilación:

<http://www-staff.maths.uts.edu.au/~bobr/images/shm.gif>

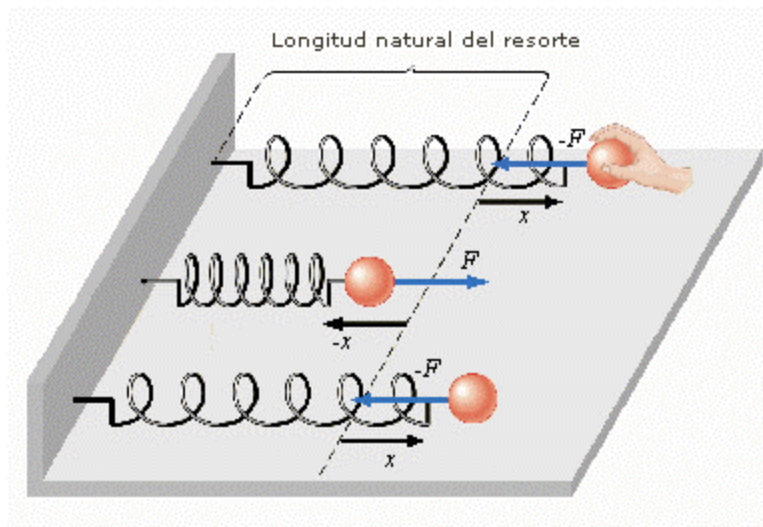


Figura 1. El oscilador armónico simple reacciona con una fuerza que se opone a la deformación

Aplicando la segunda ley de Newton al resorte tenemos:

$$-kx = ma$$

Por otro lado, la aceleración instantánea se define como,

$$a = \frac{d^2x}{dt^2}$$

De donde obtenemos que:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = -kx$$

O bien,

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0$$

Proponemos una solución de la forma,

$$x(t) = A \cos \omega t$$

Donde A es la amplitud de oscilación, o máxima elongación, y ω , la frecuencia. Esta solución es correcta si

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

De aquí podemos decir que el período de oscilación, $T = \omega/2\pi$ se puede escribir como:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Materiales

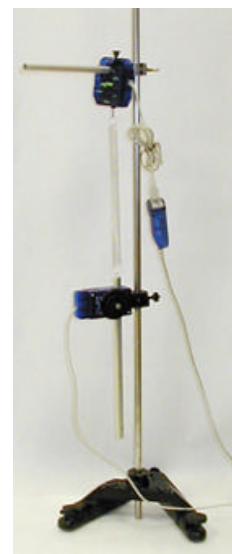
Equipo	Qty	Equipo	Qty
Sensor de fuerza	1	Sistema de resorte para ley de Hooke	1
Sensor de movimiento de rotación	1	Base de soporte	1
Interfaz Pasco	2	Varilla metálica de 120 centímetros de longitud y diámetro del $\frac{1}{2}$ ".	1
Accesorio lineal de movimiento	1	Diámetro del $\frac{3}{4}$ de una varilla, de 45 cm	1
Abrazadera múltiple	1	Sistema de masa y de suspensión	1

Instalación del equipo

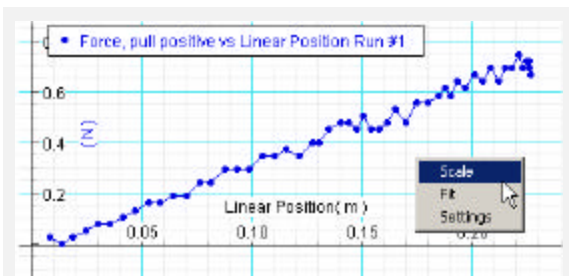
1. Colocar la barra de 120 centímetros en su base de soporte. Poner el sensor de rotación sobre la barra. Unir la abrazadera, y la segunda barra, y montar el sensor de fuerza verticalmente de forma que su extremo con el gancho quede hacia abajo.
2. Doblar un clip de papel y deslizarlo dentro de uno de los agujeros en el accesorio lineal del movimiento.
3. Deslizar el accesorio lineal del movimiento dentro del sensor de movimiento rotacional.
4. Unir un resorte al sensor de fuerza y al clip de papel.
5. Separar el sensor de rotación y el sensor de fuerza de tal manera que el accesorio lineal del movimiento estirará el resorte en que el accesorio lineal del movimiento no se está sosteniendo. Nota: Cerciorarse de que el sensor de fuerza, el resorte, y el accesorio lineal del movimiento estén alineados verticalmente.

Registrar Los Datos

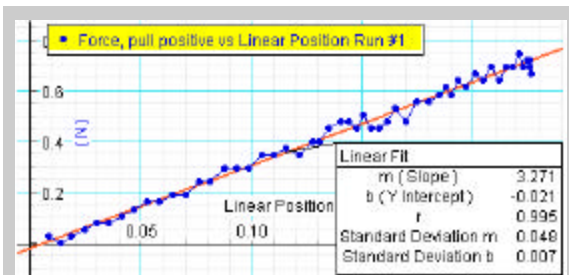
1. Levantar el accesorio lineal del movimiento así que el resorte no se está estirando.
2. **Poner a cero** el sensor de fuerza presionando el botón cero en el sensor de fuerza.
3. Crear una grafica de **Fuerza (N) vs. Posición (x)** tomando los datos del sensor de fuerza y la parte lineal del sensor de rotación
4. Presione **Inicio**. Bajar lentamente el accesorio lineal del movimiento. El diagrama de fuerza contra el movimiento lineal aparece en el gráfico. Presione **Detener** cuando el clip de papel golpea el sensor de movimiento rotacional.
5. Nota: Es muy importante ir lentamente al hacer la medida.



6. Sus datos deben mirar algo la figura de al lado: Presione el botón de **escala** para ver mejor el gráfico.



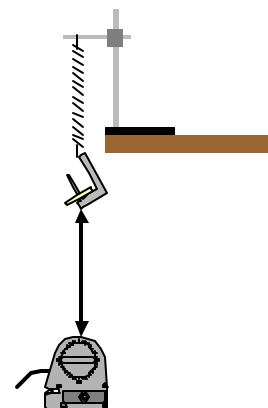
7. Presione **Ajuste** y seleccione **Ajuste Lineal**. La pendiente de la línea es la constante del resorte. El resorte constante por este ejemplo es 3.271 N/m.



Parte II. Movimiento Armónico Simple

Instalación del equipo

1. Unir una de las barras a la base grande con una abrazadera.
2. Pesarse el resorte, el soporte, y una masa de 0.050 kilogramo. Registrar el valor para la masa total para la corrida #1 en kilogramos.
3. Con una barra y una abrazadera de la ayuda, suspender el resorte de modo que pueda mover libremente de arriba a abajo. Poner una suspensión total en el extremo del resorte.
4. Colocar el sensor de movimiento en el piso, directamente debajo del soporte total.



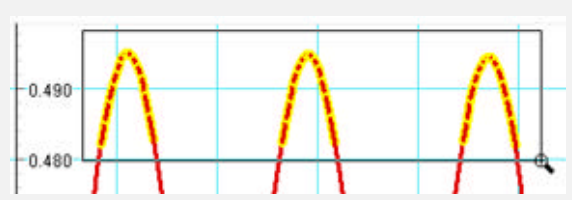
Registrar Los Datos

1. Tirar hacia abajo la masa para estirar el resorte. Lanzar la masa. Dejenle oscilar algunas veces así que el soporte total moverá de arriba a abajo sin mucho movimiento de lado a lado.
2. Haga un gráfico de Posición vs. Tiempo
3. **Presione inicio** y detener la medida luego que pasen 4 segundos.
4. Para la corrida # 2, añadan una masa 20-g (0.020-kg) al soporte total y registrar la masa total.
5. Repetir el proceso de recolección de datos.

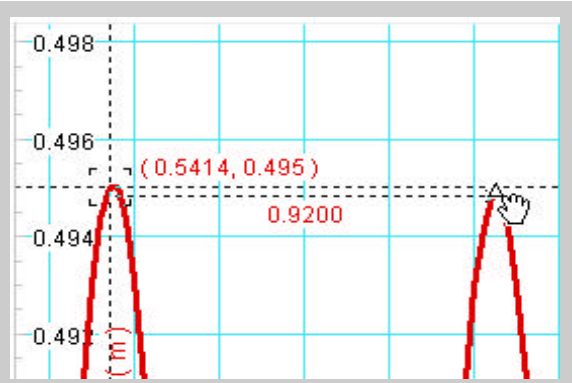
Nota: La curva de la posición debe asemejarse a una función del seno. Si no lo hace, comprobar la alineación entre el sensor de movimiento y el fondo del soporte total.

Análisis de los datos

8. Presione la herramienta de **Acercar (Zoom)** Utilizar la herramienta para destacar y para ampliar los primeros tres picos máximos de las curvas.



9. Elegir el botón **herramienta inteligente**. La herramienta inteligente aparecerá en el gráfico. Mover la herramienta inteligente al primer pico en el diagrama de posición contra tiempo. Mover el cursor a la esquina inferior de la herramienta inteligente. Un triángulo (llamado la herramienta delta) aparecerá. Arrastrar el delta al pico siguiente. El valor del delta X es el período. En el ejemplo, el período es 0.9200.



10. Registrar el período (medido) para la corrida # 1. Mover la herramienta inteligente al pico siguiente. Utilizar la herramienta del delta para encontrar el período entre los segundos y terceros picos. Registrar el período. Hacer un promedio de estos valores y registrar el valor.
11. Repetir el procedimiento arriba para la corrida # 2.