

Práctica 2

Movimiento armónico simple. Ley de Hooke

Objetivos

En esta práctica se estudia experimentalmente el movimiento periódico de una masa suspendida de un muelle. Se determinará la dependencia entre el período de oscilación y la masa suspendida, obteniéndose el valor de la constante elástica del muelle. Este resultado se comparará con el valor deducido de la ley de Hooke.

Material

- Eje de torsión, con sus accesorios: barra y aro de montajes
- Dinamómetros, Nivel, Regla
- Objetos problema: pesas cilíndricas metálicas, cilindros macizos de madera y cilindro hueco metálico

Repaso de teoría

- Movimiento armónico simple. item Ley de Hooke.

Fundamento teórico

Si una masa suspendida del extremo de un muelle se separa de su posición de equilibrio y se deja libre, realiza un movimiento periódico, debido a que sobre la masa actúa una fuerza que tiende a llevarla a su posición de equilibrio. La fuerza depende de las propiedades elásticas del muelle, que para pequeñas oscilaciones, vienen descritas por la ley de Hooke: la aplicación de una fuerza F (en una dimensión) da lugar a una elongación x que es directamente proporcional a dicha fuerza:

$$F = K x \quad (2.1)$$

Para estudiar el movimiento oscilatorio de una masa suspendida de un muelle elástico ideal, se combinan la segunda ley de Newton y la ley de Hooke. De acuerdo a los resultados teóricos, la aceleración de la masa y el período de las oscilaciones vienen dados por :

$$a = -\frac{K}{M} x \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{K}} \quad (2.2)$$

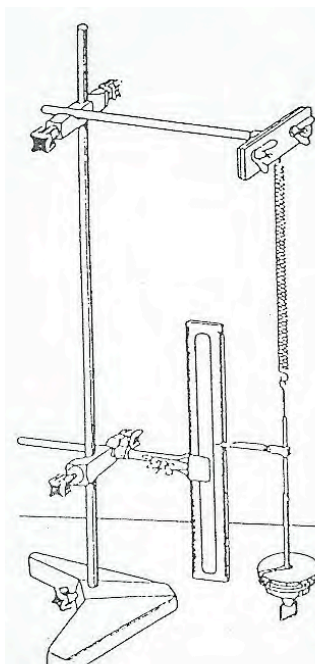
Estas ecuaciones no describen exactamente el sistema *muelle-masa* ya que se ha ignorado la masa del muelle. Si la masa del muelle, m , estuviera concentrada en su extremo oscilante, lo único que habría que hacer es añadirla a la masa suspendida de él y poner como masa oscilante $M + m$. Sin embargo, la masa m se encuentra repartida en todo el muelle. La parte inferior del muelle oscila con una amplitud igual a la de la masa suspendida, M , pero la parte superior oscila con una amplitud más pequeña. Se puede tener en cuenta este efecto incluyendo una parte (αm) de la masa del muelle en la masa oscilante. Así, en la ecuación (2), la masa total será:

$$M + \alpha m \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{M + \alpha m}{K}} \quad (2.3)$$

donde α es un número desconocido y menor que 1.

Descripción del aparato

Consta de un resorte vertical en forma de hélice que lleva un soporte en su extremo libre sobre el cual pueden colocarse diferentes masas (ver fig. adjunta). Adosado al resorte hay una escala vertical graduada en milímetros, la cual permite medir el alargamiento del muelle a través de la indicación sobre la escala de una flecha horizontal situada en el extremo libre del muelle.



Método operatorio

1. Determinad la constante K de un muelle, aplicando cargas sistemáticamente y midiendo la elongación que provocan.

Construid una tabla similar a la que se indica a continuación y llevad los datos obtenidos a una gráfica de pesos frente a elongaciones.

Mg									
x									

(Cuidado con la unidades!, no mezclar sistemas de unidades diferentes).

- Calculad la pendiente de la recta resultante, K , así como su error, ΔK , mediante un ajuste por mínimos cuadrados.

2. Suspended una masa del muelle y calculad el período de sus oscilaciones midiendo el tiempo empleado para realizar un número determinado de oscilaciones, 20 por ejemplo. Repetid para todos los posibles valores de la masa (Usad un método sistemático).

Mg									
x									

- Haced una tabla, como la que se indica a continuación, del cuadrado del periodo, T^2 , en función de M .

M									
T									
T^2									

- Llevad estos datos a una gráfica.
Para realizar la gráfica y el ajuste que se menciona abajo utilizar el ordenador.
- Comparad con las predicciones teóricas que indican que debe haber una relación lineal, ya que de la ecuación (3) resulta:

$$T^2 = 4\pi^2 \frac{M}{K} + 4\pi^4 \frac{\alpha m}{K} \quad (2.4)$$

3. Realizar el correspondiente ajuste mediante regresión lineal y, teniendo en cuenta la ecuación (4), determinad la constante del muelle K (y su error) y el valor de la constante αm (y su error: $\Delta(\alpha m)$).
4. Comparar las constantes K obtenidas en los apartados 1) y 3).

En un resorte uniforme, a partir de consideraciones energéticas, se puede deducir que el valor de α debe ser de $\frac{1}{3}$.

5. Utilizando este valor teórico de α , determinad la masa del muelle y su error a partir del valor experimental de αm .

¿Es un valor razonable?

¿Es éste un buen método para calcular la masa del muelle?

6. Para determinar mejor si el valor obtenido de la masa del muelle es razonable, se calculará la masa del muelle a partir de su densidad y de su volumen. Para ello se considera que la densidad del hierro es $(8.0 \pm 0.2) \text{g/cm}^3$ y se determina el volumen del muelle midiendo sus dimensiones con el calibre micrométrico. Comparad con el resultado obtenido al pesar directamente el muelle en la balanza.
7. Comparad los valores de masa del muelle de los apartados 5) y 6).

Ejercicios Previos

1. En el apartado 1, hay que representar gráficamente pesos frente a elongaciones. Utilizando la ecuación 1 y sabiendo que en este caso la fuerza es el peso,
 - ¿cuál será la pendiente de la gráfica?
 - ¿y cuál la ordenada en el origen?
2. Para realizar los apartados 2 y 3 del método operatorio hay que representar gráficamente T^2 en función de M , según la teoría la relación entre ambas magnitudes es lineal (ecuación (4)), pero
 - ¿cuál será la pendiente?
 - ¿y cuál la ordenada en el origen?
3. Determinad explícitamente las expresiones de ΔK y Δm en función de los errores en la pendiente y en la ordenada en el origen del ajuste por mínimos cuadrados que hay que realizar en el apartado 3 del método operatorio.
4. Determinad la fórmula para obtener el volumen de un muelle sabiendo el número de espiras, el diámetro del alambre y el diámetro de cada espira. Determinar también la fórmula para obtener el error en el volumen.
(Indicación: el volumen del muelle es igual al volumen del alambre del que está hecho el muelle. La forma geométrica de un alambre es un cilindro)