

RESORTE ESPIRAL

OBJETIVOS:

- 1.- Análisis de la Ley de Hooke (Estudio de la deformación producida por fuerzas aplicadas al resorte).
- 2.- Estudio de la dependencia del período de oscilación del resorte con la masa de carga.
- 3.- Determinación de la constante de fuerza y la masa de un resorte por los métodos estático y dinámico.

EQUIPO:

Sistema de soporte

Resorte

Cronómetro

Regla graduada

Juego de pesas.

Balanza

TEORÍA:

Ley de Hooke.

En la experiencia de péndulo simple se considera que el hilo es inextensible. Ello implica que el hilo no experimenta deformación por efecto del peso de la esfera. En realidad todos los cuerpos son en mayor o menor grado deformables, sólo que algunos son fácilmente deformables y otros no. Algunos siendo fácilmente deformables, vuelven a su forma original cuando cesa la acción que produce la deformación y otros quedan deformados en forma permanente.

Cuando se estira una liga, ella vuelve a su tamaño inicial al dejar de aplicar la fuerza que produce el estiramiento; pero puede suceder que la fuerza sea tal que la liga se rompa. Estos efectos se pueden apreciar no solamente en una liga, sino en otros cuerpos tales como un trozo de caucho, una varilla metálica o un hilo de nylon.

Ahora estamos interesados en aquellas situaciones que vuelven al cuerpo a su forma inicial sin haber quedado deformado. En tal caso se dice que el cuerpo se encuentra en su rango elástico.

R. Hooke estudió este fenómeno y estableció una ley que hoy lleva su nombre (Ley de Hooke) y que dice: cuando un cuerpo es deformado dentro de su rango elástico, la deformación es proporcional a la fuerza que la produce.

Es decir, cuando se cuelga una masa en un resorte, éste se alarga (se deforma) y el alargamiento está relacionado con la fuerza aplicada (peso que se cuelga).

La condición de equilibrio es:

$$\text{Peso} = K X \quad (49)$$

o bien, $Mg = K X$

donde K se llama constante de fuerza y cuya unidad de medida en el sistema MKS es Newton/metro.

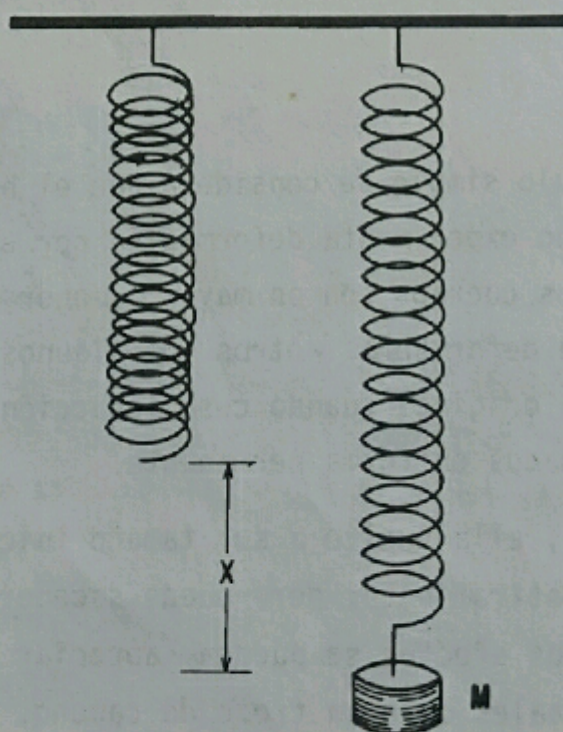


FIG. 23 RESORTE IDEAL

La constante de fuerza es diferente para los distintos materiales, así es alta para el acero y baja para una liga. Pero no solamente depende del material, sino también de la sección transversal del cuerpo. En el caso de un resorte dependerá del material, del diámetro del alambre, del diámetro de la sección del resorte y del número de espiras.

Dinámica del movimiento en un resorte.

Consideremos ahora el análisis dinámico del sistema resorte-masa externa. Para ello considérese el resorte en su posición inicial en A sin estar sometido a cargas externas. Cuando se le coloca una carga M (fig.24), el resorte se estira una distancia X_0 hasta la posición B de modo que allí se cumple la relación:

$$Mg = KX_0 \quad (50)$$

donde $X_0 = AB$

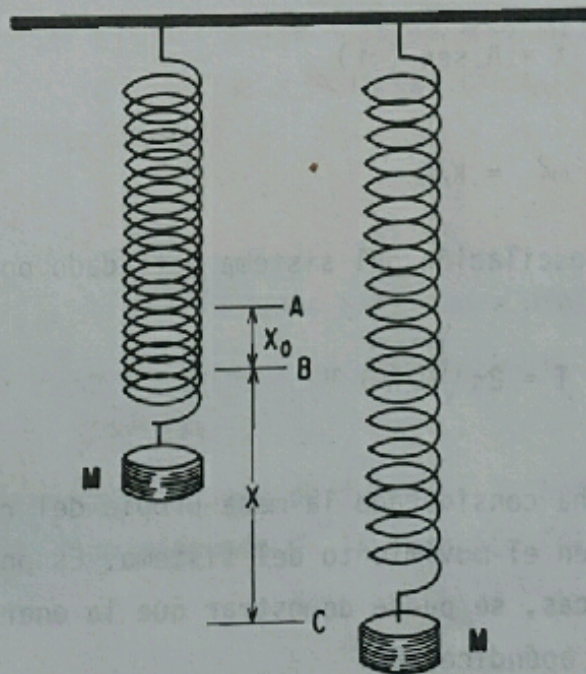


FIG. 24

Pero si se estira el sistema en una distancia $BC = X$ entonces en el instante de ser soltado, la fuerza total sobre la masa M será:

$$F_{total} = Mg - K(X_0 + X) \quad (51)$$

sustituyendo la ecuación (50) en (51) se tiene:

$$F_{total} = - KX$$

la cual, de acuerdo a la segunda ley de Newton ($F = Ma$), puede ser escrita como:

$$M \frac{d^2X}{dt^2} = - KX \quad (52)$$

ecuación diferencial lineal de segundo orden, cuya solución es:

$$X = A \text{ sen } (\omega t) \quad (53)$$

donde

$$\omega^2 = K/M$$

es decir, el período de oscilación del sistema está dado por:

$$T = 2\pi \sqrt{M/K} \quad (54)$$

El análisis anterior no ha considerado la masa propia del resorte, la cual debe tener alguna influencia en el movimiento del sistema. Es por ello que mediante consideraciones energéticas, se puede demostrar que la energía cinética del sistema está dada por (ver apéndice B):

$$E_{cin} = \frac{1}{2} (M + m_r/3) V^2 \quad (55)$$

donde V es la velocidad que adquiere la masa en su movimiento y m_r es la masa del resorte. Luego el sistema se comporta como un resorte de masa despreciable del cual pende una masa $(M + m_r/3)$ y cuyo período vendrá dado por:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{M + m_r/3}{K}} \quad (56)$$

METODO.

El resorte utilizado en esta práctica es de tipo cónico. Se fija el resorte a un soporte y luego se estudiará:

- la ley de Hooke mediante la medida de los estiramientos del resorte al colgarle diferentes masas. Este método se conoce con el nombre de método estático.
- la dependencia del período de oscilación del resorte con respecto a la masa y para ello se le dá al sistema, con la mano, un pequeño desplazamiento y luego se suelta, midiéndose entonces el tiempo para 10 oscilaciones por lo menos 2 veces para diferentes masas. Es recomendable dejar oscilar el resorte unas 5 veces antes de empezar a medir el tiempo. Este método se conoce con el nombre de método dinámico.

TRABAJO PRACTICO.

- 1.- Realice las medidas según los métodos estático y dinámico.
- 2.- Realice el gráfico del estiramiento en función de la masa en papel milimetrado y analice la curva obtenida.
- 3.- Determine el valor de la constante de fuerza y la masa del resorte mediante el análisis de un gráfico adecuado de la relación (56)

CUESTIONARIO.

- 1.- Si Ud. tiene un resorte de constante K y lo corta por la mitad. ¿Cuál será

- la constante de cada parte? Fundamente su respuesta y acompáñela de un dibujo.
- 2.- Cuando se cuelga una masa M del resorte que Ud. utiliza en el laboratorio. ¿Qué sección del resorte se estira: la superior, la inferior o todo el resorte? Explique su respuesta.
 - 3.- Cree Ud. que una varilla de acero cumple la Ley de Hooke. En caso afirmativo, ¿cómo sería la magnitud de K ?
 - 4.- ¿Cuál será la constante equivalente si se considera dos resortes en paralelo de constantes diferentes, K_1 y K_2 ?
Suponga que la masa de los resortes es despreciable. Justifique su respuesta.
 - 5.- ¿Cómo varía el alargamiento del resorte con respecto a los pesos agregados, en el rango de 0 - 100 g?
 - 6.- ¿Qué factores influyen en la constante del resorte utilizado?
 - 7.- ¿Cuál será la constante equivalente si se considera dos resortes en paralelo cada uno de constante K ?
Suponga que la masa de los resortes es despreciable. Justifique su respuesta.
 - 8.- Si Ud. cuelga una masa de 10 kg desde el extremo de una varilla de acero. ¿Por qué no aprecia deformación?, ¿es que no se deforma? o ¿no sigue la ley de Hooke para esa masa?
 - 9.- ¿En qué forma puede afectar a la experiencia el hecho de medir los períodos con diferentes amplitudes para las diferentes masas utilizadas?
 - 10.- Explique, ¿cómo podría ser usada esta experiencia para determinar la aceleración de gravedad?
 - 11.- Ud. puede usar un resorte espiral como instrumento para medir masas. Explique claramente, ¿cómo podría hacerlo y diga si existiría un límite de aplicación del método?.
 - 12.- Un estudiante realizó la experiencia de resorte espiral; en el método estático graficó el alargamiento en función de la masa colgada al resorte, encon-

trando para la pendiente de la recta el valor de 0.10 cm/g.

En el método dinámico graficó el período de oscilación al cuadrado en función de la masa, obteniendo para la pendiente de la recta el valor de 0.0040 s²/g.

Calcule el valor de la constante de fuerza del resorte por el método estático y el dinámico. Compare.

- 13.- Dos estudiantes, A y B, que realizan independientemente la práctica de resorte espiral, miden los períodos usando diferentes amplitudes. A utiliza una amplitud para cada masa que es el doble de la de B.

¿Cómo son entre sí los períodos que ellos miden para cada masa?

Se supone que los estudiantes trabajan en el rango de validez de la ley de Hooke.

- 14.- Cuáles magnitudes va a medir y cuáles va a calcular en esta experiencia?.