NÚCLEO UNIVERSITARIO "RAFAEL RANGEL"
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
TRUJILLO - VENEZUELA
ÁREA DE FÍSICA – LABORATORIO DE FÍSICA

LABORATORIO DE FÍSICA I/11

PRÁCTICA No. 5
RESORTE ESPIRAL.

OBJETIVOS

- Análisis de la ley de Hooke.
- Estudio de la dependencia del período de oscilación del resorte con la masa.
- Determinación de la constante de fuerza de un resorte y la aceleración de gravedad.

MATERIALES Y EQUIPOS

- Un soporte universal
- Un resorte
- Un cronómetro
- Una regla graduada
- Un juego de pesas
- Un portapesas
- Una mordaza
- Un gancho de presión

MARCO TEÓRICO

LEY DE HOOKE

En la experiencia de péndulo simple se consideró que el hilo era inextensible, ello implica que tal cuerpo no experimenta deformación por efecto del peso de la esfera. En realidad todos los cuerpos son en mayor o menor grado deformables, solo algunos 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 al dejar de aplicar la fuerza que produce el estiramiento; peor puede suceder que la fuerza sea tal que la liga se corte. 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 aquel efecto que vuelve el

cuerpo a su forma inicial sin haber quedo deformado, en tal caso se dice que el cuerpo se estudia en su rango elástico.
R. Hooke estudió este fenómeno y estableció una Ley que hoy lleva su nombre Ley de Hooke, que dice que 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 m en un resorte, éste se alarga (se deforma) y el alargamiento está relacionado con la fuerza aplicada (peso que se cuelga) según:

$$peso = k \cdot x$$

Es decir la condición de equilibrio es $mg = k\,x$ donde k se le llama constante de fuerza y cuyas unidades de medida en el sistema MKS son *Nw/mt*

Dicha Ley significa que en el rango elástico, a mayor fuerza aplicada, mayor es la deformación en la misma proporción. La constante de fuerza es diferente para los diferentes materiales. Así, es alta para el acero y baja para una liga. Pero no solamente depende de la naturaleza de cuerpo, sino también de su sección transversal. En el caso de un resorte dependerá del material, del diámetro del alambre y del diámetro del resorte.

DINAMICA DEL MOVIMIENTO EN UN RESORTE

Consideremos ahora el análisis dinámico del sistema masa-resorte. Para ello considérese el resorte en la posición inicial A sin estar sometido a cargas externas (ver figura 1). Cuando una carga m se le agrega, el resorte se estira hasta la posición B de modo que allí se cumpla la relación:

$$mg = k\,x_o\,, \qquad \text{donde } x_o = AB. \tag{1}$$

Pero si se estira el sistema una distancia $BC = x$, entonces la fuerza total sobre la masa m será:

$$F_{total} = mg - k(x_o + x) = -kx\,, \tag{2}$$

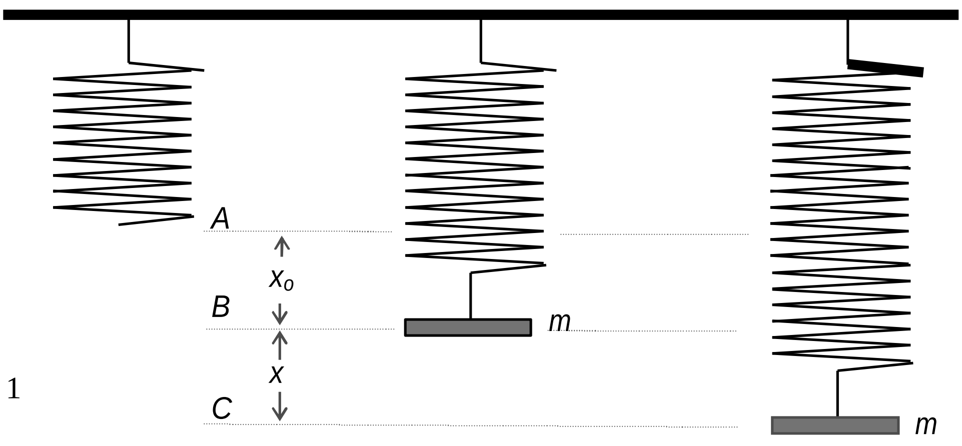

Figura 1

donde se usó la relación (1).

De acuerdo a la segunda ley de Newton (2) puede escribirse como:

$$F = ma$$

o bien,

$$m\frac{d^2x}{dt^2} = -kx \quad , \tag{3}$$

ecuación diferencial de segundo orden y lineal, cuya solución es una función $x = f(t)$ de forma general:

3. Fije el origen a partir del cuál va a medir los alargamientos.

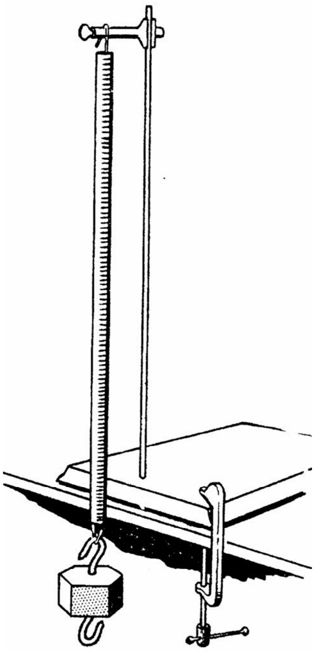

Figura 2

MÉTODO ESTÁTICO

- Ubique en la parte inferior del resorte el portador de pesas y anote el alargamiento.
- Coloque masas de 150 en 150 gr. comenzando con 300 gr. hasta alcanzar 1050 gr. Anote los correspondientes alargamientos.
- Observe para qué masa todas las espiras se separan, anote dicho valor. ¿Si Ud., continuara agregando masas qué cree que pasaría ? Explique.

MÉTODO DINÁMICO

En esta parte se determinarán los períodos de oscilación para cada masa agregada. Al poner a oscilar el sistema (resorte-masa) espere que oscile de 6 a 8 veces y luego mida el tiempo para 20 oscilaciones. Trate de que el resorte oscile en la dirección axial, y no en un plano vertical.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

- Graficar el alargamiento l en función de m y calcular de allí la constante del resorte k.

- Graficar T^2 en función de m y calcular de allí la constante del resorte k dinámica y masa del resorte m_r.
- De los valores obtenidos en las dos gráficas calcule la aceleración de la gravedad.
- Compare el valor de m_r determinado gráficamente, con el obtenido en la balanza. Explique el por qué de la diferencia.
- Determine los valores absolutos y relativos para la constante de fuerza, masa del resorte y la aceleración de la gravedad.

PREGUNTAS

1. Enuncie la ley de Hooke e indique su rango de aplicación.

2. Señale las razones por las cuales el método dinámico de estudio del resorte se basa en pequeñas oscilaciones.

3. Deduzca una expresión para encontrar una constante de fuerza equivalente cuando se consideran dos resortes en serie de constante k_1 y k_2. Suponga que la masa de los resortes es despreciable.

4. En un resorte, la frecuencia de oscilación depende de la masa del resorte, en cambio para el péndulo, no hay tal dependencia, siendo ambos movimientos armónicos simples. Podría usted explicar el por qué de ello.

APÉNDICE

ENERGÍA CINÉTICA DEL SISTEMA MASA-RESORTE

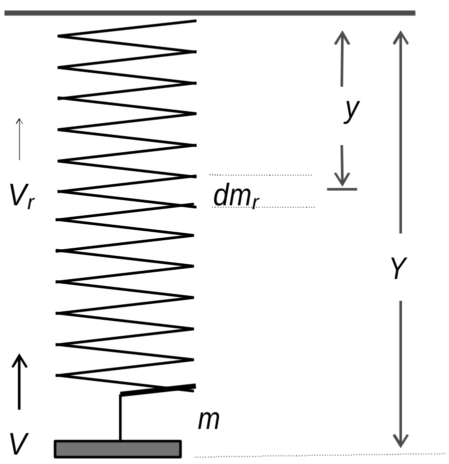

Figura 3

La contribución de la masa del resorte a la masa efectiva del sistema se puede demostrar de la siguiente manera. Considérese la energía cinética del resorte y su carga sometido a un movimiento armónico. En un instante, que se observa en la figura 3, el cuerpo de masa m está ascendiendo con una velocidad V . En el mismo instante, una masa infinitesimal del resorte dm_r, ascendiendo con una velocidad V_r menor que V. La razón entre V y V_r es igual a la razón de altura Y e y. Entonces:

$$V = V_r \frac{Y}{y}$$

La energía total del resorte será:

$$E_{c(resorte)} = \int_0^Y \frac{1}{2} V_r^{\,2} dm_r$$

Pero como:

$$dm_r = \frac{m_r}{Y} dy$$

La integral resulta :

$$\mathrm{E}_{\mathrm{c(resorte)}} = \frac{1}{2} \int_0^Y \frac{V^2 y^2 m_r}{Y^2 Y} dy = \frac{1}{2} \frac{V^2}{Y^3} m_r \int_0^Y y^2 dy = \frac{1}{2} \frac{m_r}{3} V^2$$

La energía cinética total del sistema será:

$$E_C = E_{C(masa)} + E_{C(resorte)} = \frac{1}{2} mV^2 + \frac{1}{2} \frac{m_r}{3} V^2 = \frac{1}{2}\left(m + \frac{m_r}{3} \right) V^2$$