

Laboratorio de Cinemática y Dinámica

Práctica 4

Trabajo y energía

Introducción

Los estudios de mayor interés que se realizan en el análisis de la resistencia de materiales requieren, de manera inevitable, un riguroso tratamiento experimental; tal es el caso de la determinación de las relaciones entre las fuerzas y las deformaciones, propiedades que poseen los materiales, las cuales pueden ser obtenidas, exclusivamente, mediante ensayos en el laboratorio.

A la relación lineal entre fuerzas y deformaciones, o bien, entre esfuerzos y deformaciones, se le conoce como ley de Hooke, y constituye un aspecto fundamental la aplicación de esta ley en el estudio de los fenómenos mecánicos donde se involucra el uso de resortes lineales.

En esta práctica se obtendrá la ley de Hooke experimentalmente para un resorte lineal, con el objeto de propiciar en el alumno, el empleo de procedimientos prácticos que permitan evitar el uso de ciertas consideraciones teóricas no deseables, acerca de las relaciones que tienen las propiedades de un resorte lineal, a saber: tipo de material, estructura interna y composición, número de espiras, longitud, etc.

1 Objetivos

1.1 Determinar experimentalmente el comportamiento de la fuerza de un resorte, F_k , en función de su deformación, x , ajustando por el método de mínimos cuadrados la pareja de datos (x, F_k) a una recta $F_k = F_0 + kx$, donde x está en metros y F_k en newtons.

1.2 Obtener experimentalmente el valor numérico del coeficiente de fricción cinética μ_k entre dos superficies secas, mediante la aplicación del **método del trabajo y la energía**, así como también, cuantificar las pérdidas de energía mecánica que se producen por efecto de la fuerza de fricción.

1.3 Calcular la rapidez instantánea de un bloque durante su movimiento, en una determinada posición de su trayectoria.

1.4 Obtener la gráfica de la rapidez en función de la posición.

2 Equipo empleado

Un plano de laminado plástico

un resorte

una placa de sujeción para resorte

un dinamómetro

un bloque de madera

un flexómetro

dos metros de hilo delgado.

3 Desarrollo

3.1 Para obtener la pareja de valores (x, F_k) de un resorte, se procede de la siguiente forma:

se coloca el extremo **A** del resorte en la placa de sujeción y se unen los extremos **B** del resorte y **C** del dinamómetro, tal como se indica en la Figura 1.

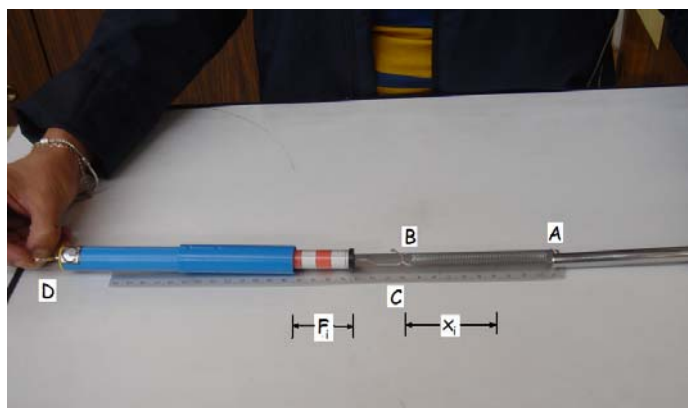


Figura 1

Sujete el extremo **D** del dinamómetro y desplácelo horizontalmente; este efecto produce una deformación x en el resorte, debido a la fuerza aplicada en el dinamómetro y que es la misma fuerza que se transmite al resorte; el valor de su módulo queda registrado en el vástago de lectura de dicho instrumento, tal como se muestra en la Figura 1, en la que:

x_i = deformación del resorte, en metros

F_i = fuerza del resorte, en newtons.

Con base en el procedimiento anterior, registre experimentalmente 10 parejas diferentes de datos (x_i, F_i) y anotar los valores en la Tabla 1.

Tabla 1

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_i										
F_i										

3.2 Después de obtener las parejas (x_i, F_i), arme el arreglo que se muestra en la Figura 2.



Figura 2

A continuación, desplace el bloque una distancia x cualquiera, no necesariamente igual a las registradas en la tabla 1, con el objeto de deformar el resorte esa misma distancia, tal como se indica en la Figura 3.

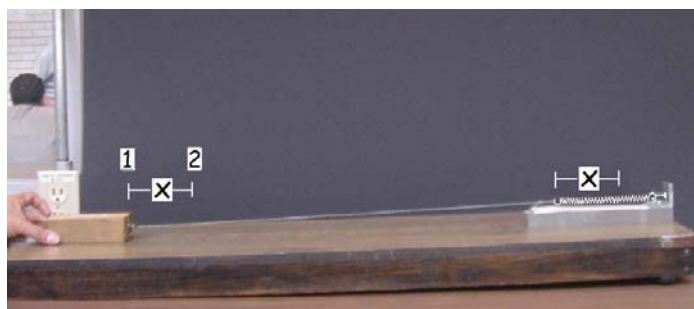


Figura 3

Por último, suelte el bloque, y déjelo moverse hasta que se detenga, y registre el alcance máximo, L , medido a partir de la posición desde la cual se soltó, tal como se indica en la Figura 4.

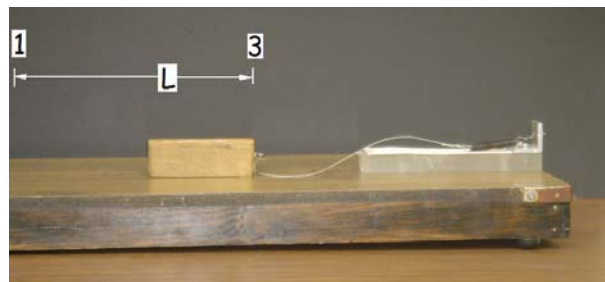


Figura 4

3.3 Con base en el procedimiento presentado en el punto anterior, reproduzca el experimento 10 veces para una misma distancia x , hasta llenar la Tabla 2.

Tabla 2

L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	L_7	L_8	L_9	L_{10}

$x = \underline{\hspace{2cm}}$ m

4 Informe

4.1 Con las parejas de valores (x_i, F_i) registrados en la tabla 1, con el comando **polyfit** de Matlab determine el modelo matemático lineal:

$$F_k = F_0 + k x \quad (1)$$

de la ley de Hooke para el resorte, y dibuje en una misma gráfica, los datos experimentales obtenidos (con asterisco) y la ecuación de la recta de la ley de Hooke.

4.2 Con el empleo de la ecuación (1) y mediante la aplicación del concepto de trabajo de una fuerza, demuestre que el trabajo total desarrollado por la fuerza del resorte U_k , al moverse el cuerpo desde la posición inicial 1 hasta la posición intermedia 2, está dada por la expresión:

$$U_k = \frac{1}{2} k x^2 + F_0 x \quad (2)$$

4.3 Con el empleo del modelo matemático del trabajo y la energía, aplicado desde la posición inicial 1 hasta la posición intermedia 2, demuestre que, la rapidez del bloque en la posición 2 está dada por:

$$v = \sqrt{\frac{(k x^2 + 2 F_0 x)}{m} - 2 \mu_k g x} \quad (3)$$

donde k y F_0 son las constantes del modelo matemático dadas por la ecuación (1), m es la masa del cuerpo, μ_k el coeficiente de fricción, x la deformación del resorte y g el valor de la aceleración del campo gravitatorio.

4.4 De la misma forma que en el punto anterior, pero aplicando el principio del trabajo y la energía desde la posición intermedia 2 hasta la posición final 3, demuestre que, la rapidez del bloque en la posición 2 está dada por:

$$v' = \sqrt{2 \mu_k g (L - x)} \quad (4)$$

4.5 con el empleo de las ecuaciones (3) y (4) obtenga la ecuación que determina el coeficiente de fricción dinámica, dado por:

$$\mu_k = \frac{(k x^2 + 2 F_0 x)}{2 L g m} \quad (5)$$

4.6 Con el valor promedio de L , el cual deberá obtenerse en la tabla 2, y los valores de k , F_0 , x , g y m ; obtenga el valor numérico del coeficiente de fricción dinámica, dada por la ecuación (5):

$$\mu_k = \underline{\hspace{2cm}}$$

4.7 Con el empleo de las ecuaciones (3) y (4) obtenga la rapidez del bloque: con la ecuación (3):

$$v = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}$$

y con la ecuación (4), considerando el mayor valor de L medido en el laboratorio:

$$v' = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}$$

4.8 Determine el porcentaje de diferencia entre los dos valores obtenidos en el punto 4.7, a partir de la expresión:

$$\%D = \frac{|v - v'|}{v} \times 100 = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

4.9 Calcule las pérdidas U_μ en el sistema mecánico debido al efecto de la fuerza de fricción:

$$U_\mu = \underline{\hspace{2cm}} \text{ J}$$

4.10 Con el uso de Matlab, obtenga la gráfica de la rapidez v del cuerpo en función de su posición x , teniendo como rango del dominio $0 \leq x \leq L$, tal como se ilustra en la Figura 4.

5 Conclusiones, sugerencias y comentarios

6 Bibliografía

- 1 **Mecánica para Ingenieros**, Dinámica, Singer, ed. Harla.
- 2 **Mecánica para Ingenieros**, Dinámica, Beer & Johnston, ed. McGraw-Hill.
- 3 **Física**, tomo I, Resnick y Holliday, ed. CECSA.

Notas

Facultad de Ingeniería, UNAM

Laboratorio de Mecánica, DCB, octubre 2008