



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS



LABORATORIO DE MECÁNICA  
PRÁCTICA 6: TRABAJO Y ENERGÍA

PROFESOR(A): López Téllez Edgar R.

SEMESTRE 2018-2

BRIGADA: 5

INTEGRANTES:

Bárcenas Avelar Jorge Octavio

Monsalvo Bolaños Melissa Monserrat

Murrieta Villegas Alfonso

Pérez Martínez Víctor Hugo

Reza Chavarría Sergio Gabriel

Valdespino Mendieta Joaquín

GRUPO: 8

CD. UNIVERSITARIA

## PRÁCTICA 6: 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 y 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.

### OBJETIVOS

1.1 Determinar experimentalmente el comportamiento de la fuerza de un resorte,  $F_k$ , en función de su deformación,  $x$ , con base en el ajuste por el método de mínimos cuadrados de 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  $\mu_k$  entre dos superficies secas, mediante la aplicación del método del trabajo y la energía, así como 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 función de la posición.

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

### MATERIALES

1. Riel de aluminio
2. Resorte
3. Dinamómetro de 10 N
4. Bloque de madera con hilo
5. Flexómetro
6. Balanza (uso general)

## DESARROLLO

### Experimento I – “Distancia al aplicar una Fuerza en el estiramiento de un resorte”

Se colocó el resorte encima del riel (sin aplicarle ninguna fuerza de manera que no se estirara), posteriormente se calibró el dinamómetro. De esa forma se comenzó a variar la distancia a la que se estiraba el dinamómetro el cual estaba conectado con el resorte (Ver figura 1), de esta forma a medida que estirábamos el dinamómetro el resorte aumentaba su longitud, esto con el fin de ver la relación de la fuerza con respecto a la longitud de estiramiento del resorte, por último, se anotaron todos los datos pertinentes (Ver tabla 1).

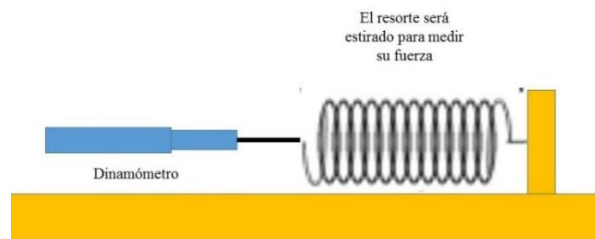


Figura 1: Medición de fuerza con el dinamómetro provocada por el estiramiento del resorte

Tabla de relación de desplazamiento o alargamiento del resorte con respecto a la fuerza obtenido a través del dinamómetro.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X [m]	0.005	0.01	0.015	0.02	0.025	0.03	0.035	0.04	0.045	0.05
F [N]	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6

Tabla 1: Fuerzas vs. Deformación del resorte

NOTA: Cada toma fue realizada al mover el resorte 5 cm hacia adelante, dando un total de 5 cm de estiramiento.

### Experimento II – "Con base de madera"

Para este experimento, se consideró el ultimo valor de estiramiento del resorte (5 cm máximo) registrado en el experimento anterior, posteriormente, se unió a un bloque de madera a través de un hilo, provocando una tensión entre el resorte y el bloque de madera.



Fotografía 1: Preparación del experimento para la primera toma del segundo experimento

De esta forma, las tomas se realizaron cada vez que se dejaba de mantener la tensión entre el resorte y el bloque de madera, haciendo que el bloque de manera se moviera sobre el riel de aluminio en donde debido la fricción entre el riel y el bloque poco a poco se detenía.

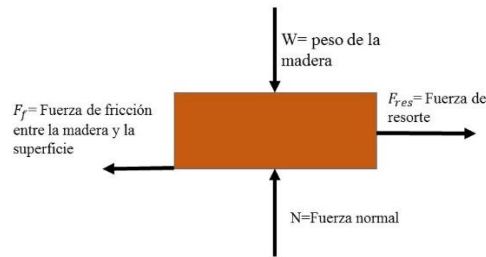


Figura 2: Sistema de fuerzas en el bloque de madera.

Por último, se realizaron 10 tomas para poder obtener un valor más preciso de los datos que se nos pedía y se hicieron los apuntes correspondientes (Ver tabla 2).

	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$L_5$	$L_6$	$L_7$	$L_8$	$L_9$	$L_{10}$
X[m]	0.058	0.059	0.058	0.059	0.061	0.057	0.059	0.058	0.061	0.06

Tabla 2: Alcance máximo del bloque de madera

### Experimento III – "Con base de fieltro"

Para este experimento, se consideró el ultimo valor de estiramiento del resorte (5 cm máximo) registrado en el experimento anterior, posteriormente, se unió a un bloque de madera a través de un hilo, provocando una tensión entre el resorte y el bloque de madera. De esta forma, las tomas se realizaron cada vez que se dejaba de mantener la tensión entre el resorte y el bloque de madera, haciendo que el bloque de manera se moviera sobre el riel de aluminio en donde debido la fricción entre el riel y el bloque poco a poco se detenía (Ver figura 3).

NOTA: A diferencia del anterior experimento, en este caso se colocó la cara del bloque que tenía fieltro en vez de madera.

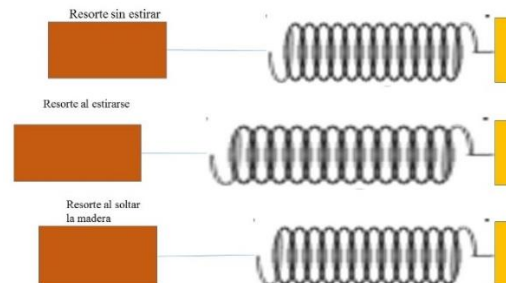


Figura 3: Representación del experimento del bloque de madera y madera con fieltro

Por último, se realizaron 10 tomas para poder obtener un valor más preciso de los datos que se nos pedía y se hicieron los apuntes correspondientes (Ver tabla 2).

	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$L_5$	$L_6$	$L_7$	$L_8$	$L_9$	$L_{10}$
x[m]	0.035	0.035	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.037	0.036

Tabla 3: Alcance máximo del bloque de madera con fieltro

**NOTAS:** Tanto para el experimento 2 como 3.

La distancia que se estiró el resorte para cada toma fue de 0.04 [m].

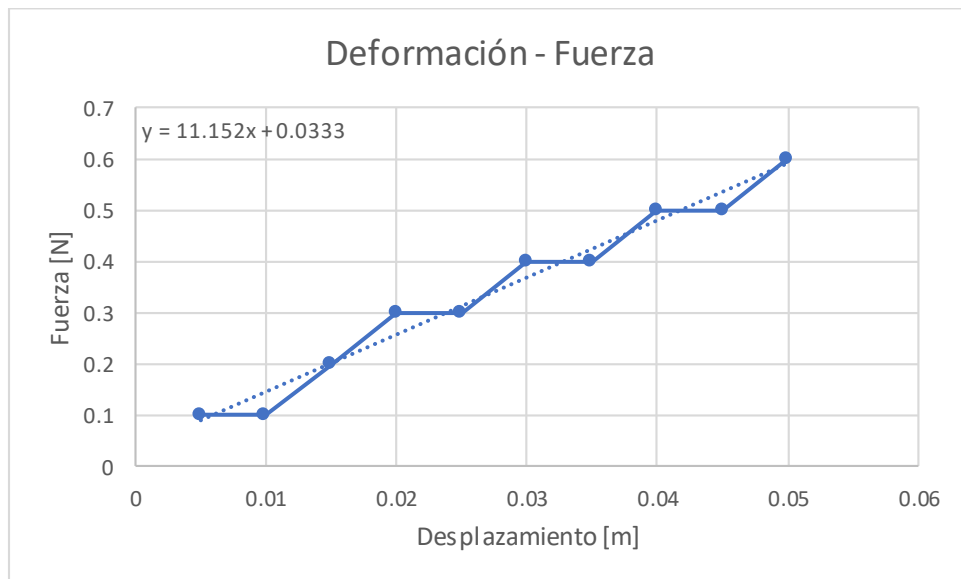
La masa del bloque de madera: 115.7 [g] = 0.1157 [kg]

## OPERACIONES Y RESULTADOS

### Experimento I

Para determinar la ecuación que representa la relación entre la deformación del resorte en función de la fuerza, se elaboró una gráfica, que arroja la ecuación lineal de ajuste.

Para determinar la ecuación que representará relación entre la deformación del resorte en función de la fuerza, se realizó la siguiente gráfica para de esa forma mediante un ajuste lineal se pudiera obtener la ecuación correspondiente.



Gráfica 1: Datos obtenidos de las tomas realizadas cada que se estiraba el resorte. De color azul y punteado el ajuste lineal.

Con base a la función siguiente:

$$F = kx + F_0$$

Dónde:  $k$  = Constante elástica del resorte

$x$  = Distancia de deformación del resorte

$F_0$  = Fuerza inicial

Se relacionó con la ecuación obtenida del ajuste lineal

$$F = 11.152x + 0.0333$$

De tal manera que se determinó la constante elástica del resorte:

$$k = 11.152 \text{ [N/m]}$$

Y por lo tanto  $F_0$  es:

$$F_0 = 0.0333 \text{ [N]}$$

## Experimento II y III

A continuación, se muestra tanto la demostración de las ecuaciones empleadas para obtener los coeficientes de fricción de ambos materiales:

$$\text{Fuerza del resorte} \quad F_R = F_0 + kx ; \quad F_r = \int 11.152x ; \quad U_k = F_0x + \frac{k}{2}x^2$$

Para calcular  $v_2$

$$\sum U = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) \quad v_1 = 0 \text{ Debido a que parte del reposo}$$

$$\sum U = \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$\text{Suma de trabajos} \quad \sum U = U_k + U_{fr}$$

$$\text{Trabajo del resorte: } U_k = F_0x + \frac{k}{2}x^2$$

$$\text{Trabajo de la fricción: } U_{fr} = f_{rx}$$

$$U_{fr} = N\mu x = W\mu x$$

$$\sum U = F_0x + \frac{k}{2}x^2 - W\mu x$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2\sum U}{m}} = \sqrt{\frac{2(F_0x + \frac{k}{2}x^2 - W\mu x)}{m}}$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2F_0x + kx^2}{m} - 2(g\mu x)}$$

Segundo caso cuando el bloque se empieza a mover una distancia “L”.

$$\sum U = \frac{1}{2}m(v_3^2 - v_2^2) \quad v_3 = 0$$

$$-v_2 = \sqrt{\frac{2 \sum U}{m}}$$

$$\sum U = -fr(L-x) = -N\mu(L-x) = -W\mu(L-x)$$

$$-v_2^2 = \frac{2(-W\mu(L-x))}{m} ; v_2 = \sqrt{\frac{2(W\mu(L-x))}{m}} = \sqrt{2g\mu(L-x)}$$

Igualando las 2 ecuaciones de la segunda velocidad sacadas de los 2 casos anteriores, obtenemos:

$$\frac{(2F_0x + kx^2)}{m} - 2(g\mu x) = 2g\mu(L-x) ; 2\mu g((L-x) + x) = \frac{kx^2 + 2F_0x}{m} ; 2\mu gL = \frac{kx^2 + 2F_0x}{m}$$

De esta forma, se llega a la ecuación para obtener el coeficiente de fricción para ambos experimentos del bloque de madera y con fieltro.

$$\mu = \frac{kx^2 + 2F_0x}{LW2}$$

Con base a la ecuación anterior se determinaron los coeficientes de fricción de los materiales empleados en el experimento 2 tanto con la madera como con fieltro:

Coeficiente de fricción de la madera

$$\mu_{km} = 0.1415$$

Coeficiente de fricción del fieltro

$$\mu_{kf} = 0.2212$$

Dados los anteriores coeficientes de fricción y a través de la siguiente ecuación, se determinaron las velocidades del bloque de madera al inicio del experimento tanto con la madera como con el fieltro:

$$v_2 = \sqrt{\frac{2F_0x + kx^2}{m} - 2(g\mu x)}$$

Velocidad del bloque con madera

$$V_2 = 0.2575[\text{m/s}]$$

Velocidad del bloque con fieltro

$$V_2 = 0.0630[\text{m/s}]$$

Posteriormente se obtuvo las velocidades con respecto a la segunda ecuación obtenida anteriormente (Ecuación en la parte inferior):

$$v_2 = \sqrt{2g\mu(L - x)}$$

Velocidad del bloque con madera

$$V'_2 = 0.2577[\text{m/s}]$$

Velocidad del bloque con fieltro

$$V'_2 = 0.0624[\text{m/s}]$$

Dados las anteriores velocidades se determinaron los porcentajes de error entre las velocidades:

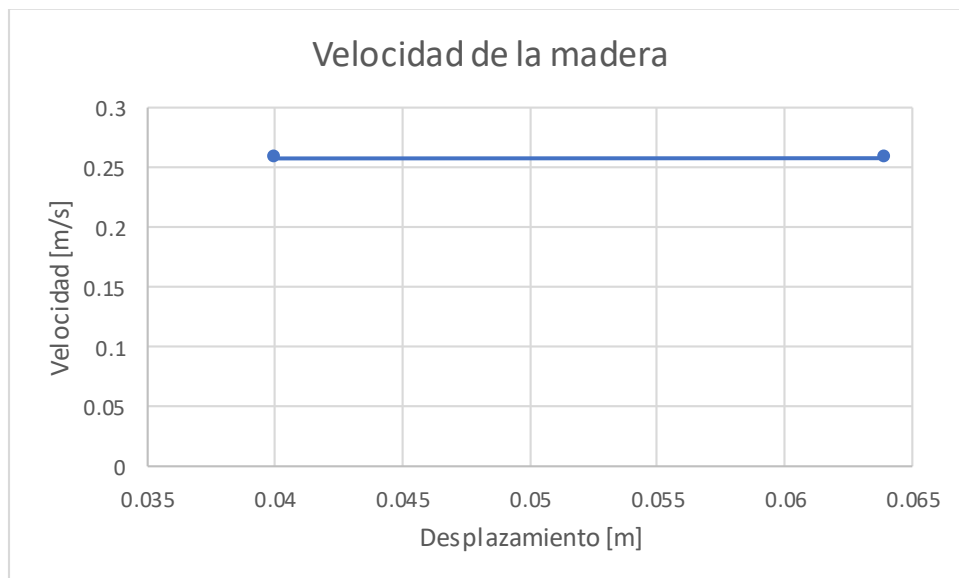
Porcentaje de error en el bloque con madera

$$V_2 = \frac{|0.2575 - 0.2577|}{0.2575} = 0.07 \%$$

Porcentaje de error en el bloque con fieltro

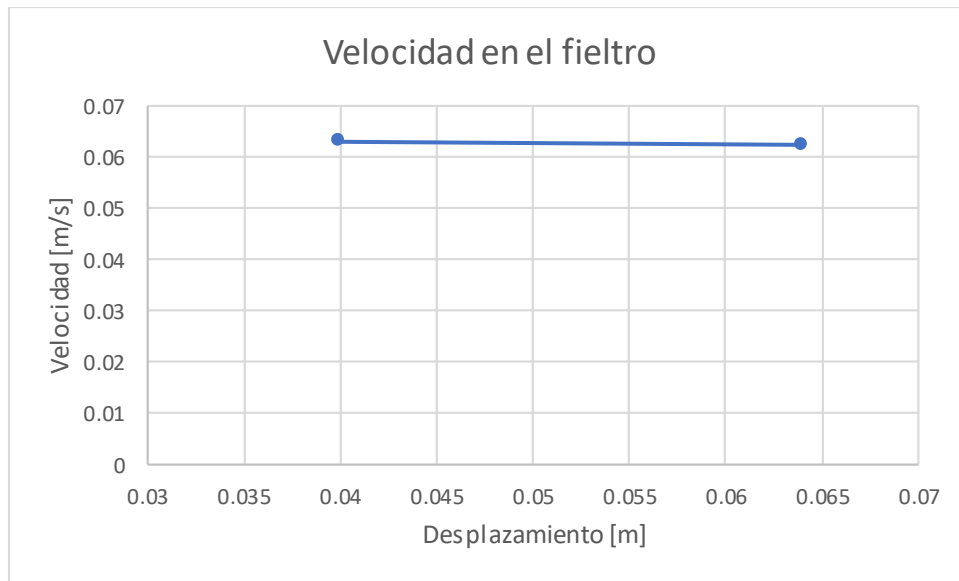
$$V_2 = \frac{|0.063 - 0.0624|}{0.063} = 1.6 \%$$

Por último, se realizaron las gráficas de velocidad de ambos materiales:



Gráfica 2: Velocidad del bloque de madera.





Gráfica 3: Velocidad del bloque con el fieltro.

Con base en las gráficas anteriores, se demostró que la velocidad de ambos casos se mantuvo constante a lo largo del desplazamiento de los objetos.

## Conclusiones

A lo largo de esta práctica aprendimos la relación que existen entre el estiramiento de un resorte de comportamiento lineal con respecto a la fuerza, de esta forma y a través de un ajuste lineal pudimos obtener la constante rigidez del resorte, además con la relación de los conceptos de trabajo y energía se pudieron obtener las velocidades en los 2 puntos del experimento, cuando se suelta el bloque y cuando se detiene debido a la acción de la fricción.

Por otra parte, con el concepto de trabajo y energía se puede dar resolución a ciertos problemas relacionados con el concepto de movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, como fue el caso de este problema, además, mediante conocimientos previos de aceleración-velocidad y movimiento fue mucho más sencillo interpretar el fenómeno físico.

## Bibliografía

- Frederick J. Bueche. Fundamentos de Física 1. México. McGraw Hill
- Paul E. Thippens. Física conceptos y aplicaciones, 7° edición. México, McGrawHill 2010.
- Gutierrez Aranzeta, Carlos; Introducción a la metodología experimental, 2da. Edición, México, Limusa Noriega, 2006.