



No

6

LABORATORIO DE MECÁNICA LEY DE HOOKE

DEPARTAMENTO DE
FÍSICA Y GEOLOGÍA

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS

Objetivos

Objetivo General:

- ❖ Estudiar experimentalmente el comportamiento de los resortes.

Objetivos Específicos:

- ❖ Calcular la constante elástica k de el resorte
- ❖ Verificar la existencia de fuerzas recuperadoras.

Esquema del laboratorio y materiales

Equipo requerido	Cantidad	Observaciones
Un soporte para la ley de hooke.	1	
Resortes de distintas durezas	2	
Un juego de masas ente 5g y 500g.	1	

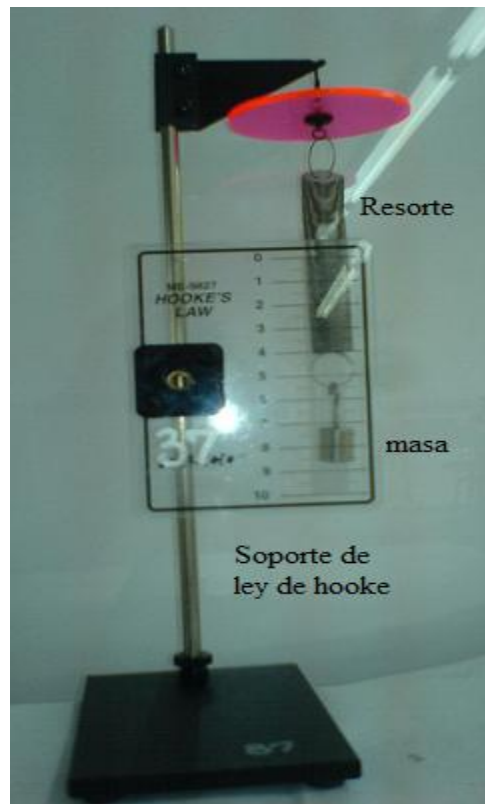


Fig 1. Montaje experimental de la ley de Hooke



Marco teórico y Cuestionario

Un cuerpo se denomina elástico si al actuar una fuerza sobre el sufre una deformación de tal manera que al cesar la fuerza recupera su forma original.

Cuando una fuerza externa actúa sobre un material causa un esfuerzo o tensión en el interior del material que provoca la deformación del mismo. En muchos materiales, entre ellos los metales y minerales, la deformación es directamente proporcional al esfuerzo. Esta relación se conoce como la ley de Hooke, que fue el primero en expresarla. No obstante si la fuerza externa supera un determinado valor, el material puede quedar deformado permanentemente, y la ley de Hooke ya no es válida. El máximo esfuerzo que un material puede soportar antes de quedar permanentemente deformado se denomina límite de elasticidad.

La relación entre el esfuerzo y la deformación, denominada módulo de elasticidad, así como el límite de elasticidad, están determinados por la estructura molecular del material. La distancia entre las moléculas de un material no sometido a esfuerzo depende de un equilibrio entre las fuerzas moleculares de atracción y repulsión. Cuando se aplica una fuerza externa que crea una tensión en el interior del material, las distancias moleculares cambian y el material se deforma. Si las moléculas están firmemente unidas entre sí, la deformación no será muy grande incluso con un esfuerzo elevado. En cambio si las moléculas están poco unidas, una tensión relativamente pequeña causará una deformación grande. Por debajo del límite de elasticidad, cuando se deja de aplicar la fuerza, las moléculas vuelven a su posición de equilibrio y el material elástico recupera su forma original. Más allá del límite de elasticidad, la fuerza aplicada separa tanto las moléculas que no pueden volver a su posición de partida y el material queda permanentemente deformado o se rompe.

Para un resorte sencillo, se determina la constante de elasticidad k como la fuerza F necesaria para estirarlo en una unidad de longitud ΔX , tal como se observa en la Fig. 2a y Fig. 2b, es decir $k = \frac{F}{\Delta X}$. En el sistema MKS, la constante k se expresa en N/m.

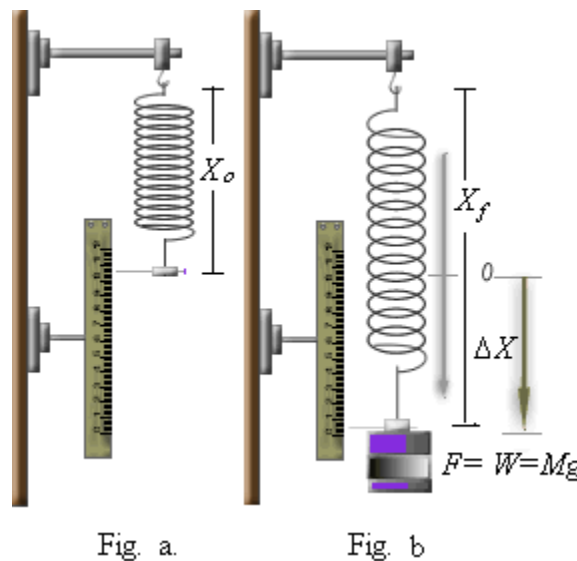


Fig. 2. a. Resorte en su longitud inicial X_0 y b. Resorte estirado en su longitud X_f .



Si tenemos dos resortes los podemos combinar para formar un sistema de resortes en serie (figura 3a) y un sistema de resortes en paralelo (figura 3b).

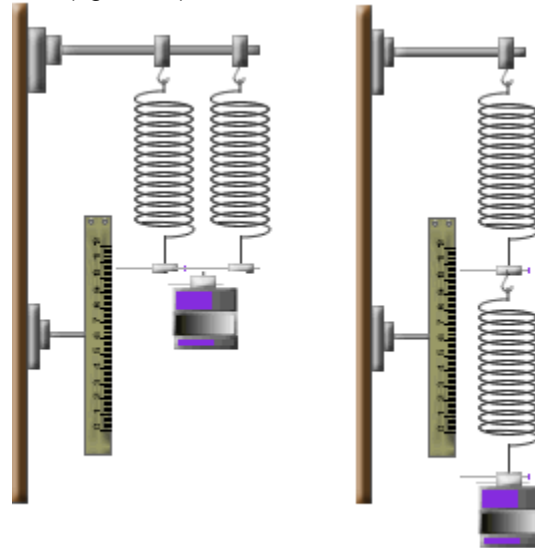


Fig. a.

Fig. b.

Fig. 3. a. Sistema de resortes en paralelo y b. Sistema de resortes en serie.

Si calibramos estos sistemas, es decir, si medimos la constante de elasticidad resultante k_r de cada sistema, podremos verificar que para resortes en serie se cumple que,

$$\frac{1}{k_r} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$$

para resortes en paralelo se cumple que,

$$k_r = k_1 + k_2$$

donde k_1 y k_2 son las constantes de Elasticidad de cada uno de los resortes del sistema y k_r es la constante resultante del montaje en serie ó en paralelo.

Resortes en serie:

De acuerdo con el diagrama de cuerpo libre de cada uno de los resortes en la figura 4 d). Se ha despreciado el peso de los resortes:

$$+\uparrow \sum F_y = 0 \Rightarrow F_1' - F = 0$$

$$+\uparrow \sum F_y = 0 \Rightarrow F_2' - F_2 = 0$$

además, por ley de acción y reacción (tercera ley de Newton), $F_1' = F_2$ y por tanto, $F = F_1 = F_2$



De la figura 4.c. podemos concluir que la deformación resultante experimental del **sistema en serie** (Δx_s) es:

$$\Delta x_s = x_1 + x_2$$

De manera que: $k_{serie\ experimental} = \frac{F}{\Delta x_s}$

Cada resorte y el sistema total cumplen la ley de Hooke, por lo que la relación anterior la podremos escribir,

$$\frac{F}{k_r} = \frac{F_1}{k_1} + \frac{F_2}{k_2}$$

como, $F = F_1 = F_2$, obtenemos,

$$\frac{1}{k_r} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$$

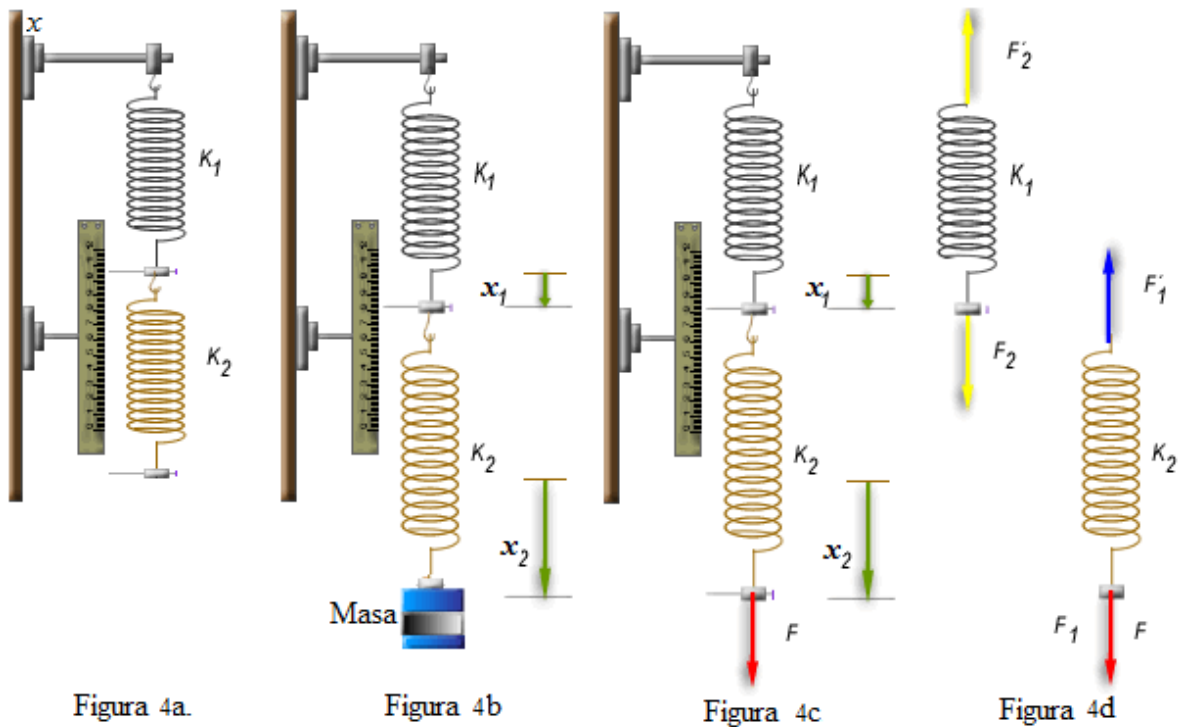


Fig. 4. a. Montaje de resortes en serie y diagramas de cuerpo libre de los resortes.



Resortes en paralelo:

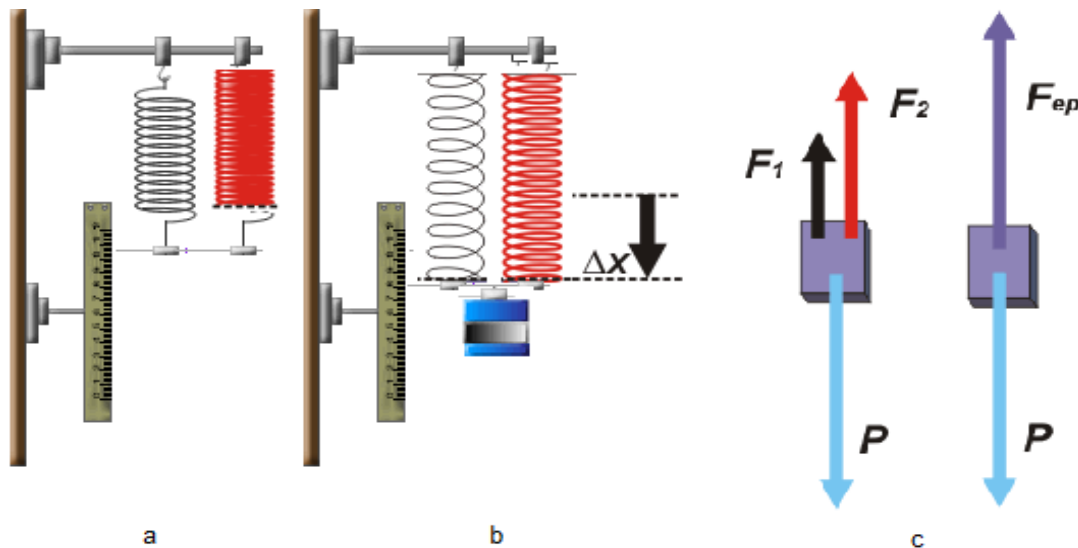


Fig. 5. a. Montaje de resortes en paralelo y diagramas de cuerpo libre de los resortes.

De la figura 5 b. podemos concluir que la deformación resultante experimental del **sistema en paralelo** ($\Delta x_{paralelo}$) es:

$$\Delta x_1 = \Delta x_2 = \Delta x_{paralelo}$$

De manera que:
$$k_{paralelo\ experimental} = \frac{F}{\Delta x_{paralelo}}$$

De acuerdo con el diagrama de cuerpo libre de cada uno de los resortes en la figura 5 c. en donde se ha despreciado el peso de los resortes, se obtiene que:

$$F_1 + F_2 = P$$

$$F_{ep} = P$$

Por tanto,

$$F_1 + F_2 = F_{ep}$$

Y como:

$$F_1 = k_1 \Delta x_1 = k_1 \Delta x$$

$$F_2 = k_2 \Delta x_2 = k_2 \Delta x$$

$$F_{ep} = k_{es} \Delta x_{ep} = k_{ep} \Delta x$$

Entonces obtenemos:

$$k_1 \Delta x + k_2 \Delta x = k_{ep} \Delta x$$

$$k_{ep} = k_1 + k_2$$



Procedimiento

Montaje I. Cálculo de la constante de elasticidad k .

1. Realice el montaje de la figura 1. Para ello cuelgue un resorte del brazo horizontal del soporte.
2. Mida la longitud inicial del resorte con ayuda de la escala métrica y regístrelo en la tabla de datos 1 como X_0 .
3. Cuelgue del extremo inferior del resorte una masa m . Registre este valor en la tabla de datos 1. como m_1 . Mida la longitud final del resorte y regístrelo en la tabla 1. como X_{f1} .
4. Varíe el valor de la masa colgante cuatro veces y registre estos valores en la tabla de datos 1. como m_2, m_3, m_4 y m_5 . También mida la longitud final del resorte en cada caso y regístrelos en la tabla de datos 1 como X_{f2}, X_{f3}, X_{f4} y X_{f5} .
5. Cambie el resorte por otro de diferente dureza. Repita los pasos 1, 2,3, y 4. Registre estos datos en la tabla de datos 2.

Montaje II. Sistemas de resortes en serie y en paralelo.

1. Coloque los resortes 1 y 2 en serie según la figura 3.b. Y repita los pasos 2,3 y 4. Registre estos datos en la tabla de datos 3.
2. Coloque los resortes en paralelo según la figura 3.a. Y repita los pasos 2,3 y 4. Registre estos datos en la tabla de datos 4.

Análisis de datos

Montaje I. Cálculo de la constante de elasticidad k .

1. Encuentre la fuerza aplicada al resorte como $F = mg$ para cada masa colgante m_1, m_2, m_3, m_4 y m_5 ... Registre estos datos en la tabla de datos 1. como F_1, F_2, F_3, F_4, F_5 .
2. Grafique sobre una hoja de papel milimetrado, la fuerza aplicada en función del alargamiento ΔX . para el resorte 1. Encuentre gráficamente la pendiente de la grafica encontrada.

Tabla 1. Datos para el resorte 1.

Masa colgante m (g)	m_1	m_2	m_3	m_4	m_5
Fuerza Aplicada $F=mg$ (<i>dinas</i>)	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5
Longitud inicial del resorte X_0 (cm)					
Longitud final del resorte X_f	X_{f1}	X_{f2}	X_{f3}	X_{f4}	X_{f5}
Alargamiento del resorte $\Delta X = X_f - X_0$ (cm)	ΔX_1	ΔX_2	ΔX_3	ΔX_4	ΔX_5
$\Delta X_{prom} \pm \delta \Delta X_{prom} =$	Constante de Elasticidad del resorte 1.				$k_1 \pm \delta k_1 =$



- Promedie los valores de el alargamiento de cada resorte y su respectiva incertidumbre. Encuentre la constante de elasticidad del resorte con la ecuación $k = \frac{F}{\Delta x}$ experimentalmente. Registrelo en la tabla de datos.
- Repita los pasos 1 y 3 del análisis de datos anterior para el segundo resorte. Registre estos datos en la tabla de datos 2.

Tabla 2. Datos para el resorte 2.

Masa colgante m (g)	m_1	m_2	m_3	m_4	m_5
Fuerza Aplicada $F=mg$ (dinas)	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5
Longitud inicial del resorte X_0 (cm)					
Longitud final del resorte X_f	X_{f1}	X_{f2}	X_{f3}	X_{f4}	X_{f5}
Alargamiento del resorte $\Delta X = X_f - X_0$ (cm)	ΔX_1	ΔX_2	ΔX_3	ΔX_4	ΔX_5
$\Delta X_{prom} \pm \delta \Delta X_{prom} =$	Constante de Elasticidad del resorte 2.				$k_2 \pm \delta k_2 =$

Montaje II. Sistemas de resortes en serie y en paralelo.

- Repita los pasos 1 para los casos de resortes en serie.
- Encuentre la constante resultante del sistema en serie experimentalmente con ayuda de las ecuaciones para este sistema.

Tabla 3. Datos para el los resorte 1 y 2 en serie.

Masa colgante m (g)	m_1	m_2	m_3	m_4	m_5
Fuerza Aplicada $F=mg$ (dinas)	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5
Alargamiento del resorte 1 $\Delta X = X_f - X_0$	ΔX_1	ΔX_2	ΔX_3	ΔX_4	ΔX_5
Alargamiento del resorte 2 $\Delta X = X_f - X_0$	ΔX_1	ΔX_2	ΔX_3	ΔX_4	ΔX_5
$\Delta X_{serie} \pm \delta \Delta X_{serie} =$	Constante de Elasticidad del sistema en serie.			$k_{serie} \pm \delta k_{serie} =$	



7. Repita los pasos 1 para los casos de resortes en paralelo.
8. Encuentre la constante resultante del sistema en serie experimentalmente con ayuda de las ecuaciones para este sistema.

Tabla 4. Datos para el los resorte 1 y 2 en paralelo.

Masa colgante m (g)	m_1	m_2	m_3	m_4	m_5
Fuerza Aplicada $F=mg$ (dinas)	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5
Alargamiento del resorte 1 $\Delta X = X_f - X_0$	ΔX_1	ΔX_2	ΔX_3	ΔX_4	ΔX_5
Alargamiento del resorte 2 $\Delta X = X_f - X_0$	ΔX_1	ΔX_2	ΔX_3	ΔX_4	ΔX_5
$\Delta X_{paralelo} \pm \delta \Delta X_{paralelo} =$	Constante de Elasticidad del sistema en paralelo.			$k_{paralelo} \pm \delta k_{paralelo} =$	

Preguntas de control

1. Que representa la pendiente de cada una de las graficas de **F Vs ΔX** para cada resorte?
2. Compare la equivalencia del resultado con los valores experimentales obtenidos y el resultado a partir de la siguiente expresión para el sistema en serie:

$$\frac{1}{k_p} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$$

3. Compare la equivalencia del resultado con los valores experimentales obtenidos y el resultado a partir de la siguiente expresión para el sistema en paralelo:

$$k_{ep} = k_1 + k_2$$

4. Para las configuraciones en serie y en paralelo, determinar:
 - a. ¿Cuál de las dos configuracones soporta una fuerza mayor?
 - b. ¿Cuál de los dos se alarga más?

Conclusiones y observaciones

En este espacio el estudiante debe anotar las conclusiones de lo observado en la práctica, de manera sencilla y coherente.



LABORATORIO DE MECANICA
Ley de Hooke