

Práctica 1. DETERMINACION DE LA CONSTANTE ELÁSTICA DE UN RESORTE (método estático). LEY DE HOOKE.

- Instrucciones para las entregas de los informes de prácticas.

Para que los informes sean válidos y puedan ser evaluados, es necesario seguir las instrucciones siguientes:

- a) Los informes deben contener todos los apartados explicados en clase. En UADrive tenéis a vuestra disposición el pdf con la presentación vista en clase en la cual se detallan estos apartados.*
- b) Los informes en formato pdf deben subirse a UACloud/Evaluación/entrega práctica/P1_Ley de Hooke.*
- c) El nombre de los informes de prácticas debe ser: Apellido1 Nombre1_Apellido2 Nombre2_GX_P1.pdf, donde X representa el número del grupo de prácticas.*

1. Objetivo.

Determinar la constante elástica de un resorte mediante un procedimiento estático teniendo en cuenta la ley de Hooke, comprobando previamente la relación lineal existente entre la fuerza aplicada y la variación de la longitud del resorte. Además, se obtiene el periodo de oscilación del resorte cuando se utiliza una determinada masa. También se estudia el comportamiento de una goma elástica con respecto a la fuerza aplicada, que en este caso no cumple la ley de Hooke.

2. Introducción teórica.

Si un objeto sólido está sometido a una fuerza de tracción o compresión, el objeto sufre una deformación. Si la fuerza es de tracción el cuerpo tiende a alargarse, mientras que si la fuerza es de compresión el cuerpo tiende a acortarse. Cuando las fuerzas no son excesivamente grandes algunos cuerpos recuperan su forma inicial una vez que han dejado de actuar dichas fuerzas. Estos cuerpos se denominan cuerpos elásticos. Un resorte elástico en la zona de elasticidad cumple la ley de Hooke. Los alargamientos obtenidos son directamente proporcionales a las fuerzas que los han causado. Es decir

$$F = k \cdot \Delta l \quad (\text{Ec.1})$$

donde F representa la magnitud de la fuerza aplicada, $\Delta l = l - l_0$ es el alargamiento producido por ésta, y k es la constante de proporcionalidad, llamada constante elástica (o de recuperación) del resorte. l_0 es el alargamiento inicial.

De forma equivalente y teniendo en cuenta que $F = m \cdot g$:

$$m \cdot g = k \cdot \Delta l \quad (\text{Ec.2})$$

siendo m la masa que se le pone al resorte. Por tanto:

$$mg = k\Delta l \quad (\text{Ec.3})$$

Cuando una masa m se cuelga del resorte y conocida el valor de la constante elástica de este, el periodo de oscilación T se puede obtener mediante la siguiente expresión.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad (\text{Ec.4})$$

La proporcionalidad entre la fuerza y el alargamiento sólo es válida hasta una determinada fuerza límite. En la Figura 1 se puede observar el comportamiento de un alambre de metal (cuerpo elástico) (se representa la tensión en función de la deformación unitaria). El límite de proporcionalidad σ_p está generalmente por debajo del límite elástico σ_E , por encima del cual el cuerpo sólido no recupera su forma original. En este rango de tensiones, el material se comporta de forma plástica. Si las fuerzas deformadoras son superiores al límite de solidez σ_S , el material sólido comienza a fluir y el cuerpo se rompe.

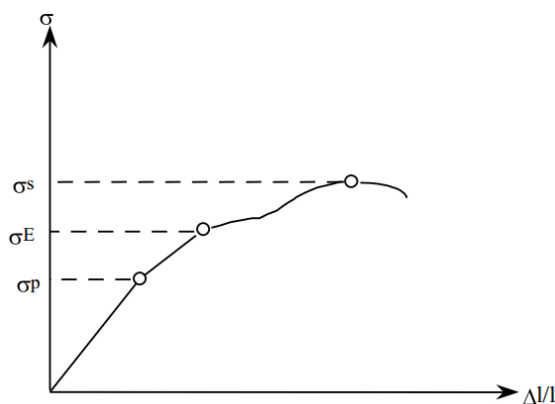


Figura 1

Un ejemplo de material que no cumple la ley de Hooke, incluso aunque esté sometido a fuerzas pequeñas es la goma elástica. En la Figura 2 se muestra el comportamiento típico de una goma elástica: desde el punto O hasta el A se incrementa la fuerza que actúa sobre la goma y posteriormente, desde el punto A hasta el punto B, disminuye de forma gradual la fuerza aplicada. No se verifica la ley de Hooke, de manera que el alargamiento Δl no está en relación lineal con la fuerza: el alargamiento es mayor que el esperado según la ley de Hooke. Por otro lado, el alargamiento depende de la historia previa de la goma elástica, la zona OA (incremento gradual de la fuerza), no coincide con la zona AB (disminución gradual de la fuerza), precisamente lo contrario de lo que se observa en el resorte elástico. A este fenómeno se le denomina histéresis. La goma no recupera las propiedades iniciales y si ahora volvemos a aplicar fuerzas de tracción, el alargamiento Δl será significativamente mayor que el que ha habido en el caso de la goma elástica nueva.

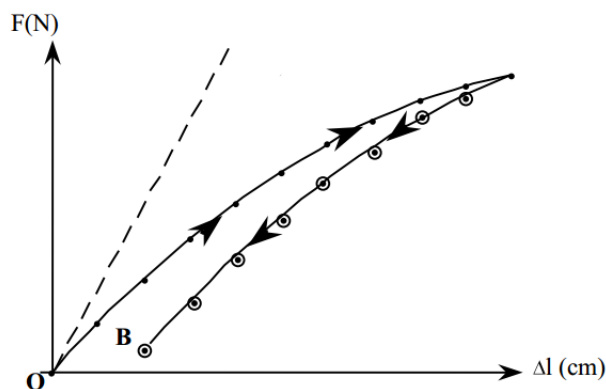


Figura 2

La histéresis de la curva característica tiene dos causas: por un lado, sólo una parte de la deformación restablece su forma original instantáneamente, mientras que el resto de la deformación vuelve a su forma original al cabo de unas horas. Este proceso reversible se denomina “elástico después del efecto” (elastic after-effect). Por otro lado, una vez que se ha sobrepasado el límite de elasticidad, en el interior del material las moléculas se redistribuyen, lo que ocasiona un cambio de forma permanente. Este proceso es irreversible, porque el trabajo se convierte en calor. En este experimento, el efecto “elástico después del efecto” es el predominante.

3. Material disponible.

Soporte para el muelle. Soporte con escala graduada. Dos muelles y una goma elástica. Soporte para pesas. Juego de pesas de 10 y 50 gramos. Supóngase que el valor de las masas se conoce con una precisión del 2%.

4. Procedimiento y toma de medidas.

El dispositivo experimental (Figura 3) consta de una barra con su base y de un muelle suspendido en el extremo superior de la barra. Como se ha visto en el apartado 2, la idea es relacionar las fuerzas con los alargamientos del muelle, de forma que sea posible representar las medidas correspondientes en una gráfica. Si tenemos en cuenta la Ley de Hooke y comparamos su expresión con la ecuación de una recta $y = px + q$, vemos que la Ec. 1 entre la fuerza F y el alargamiento Δl es una recta. A partir de la pendiente de la recta que mejor ajuste los datos experimentales es finalmente posible determinar la constante elástica k junto con su correspondiente error absoluto.

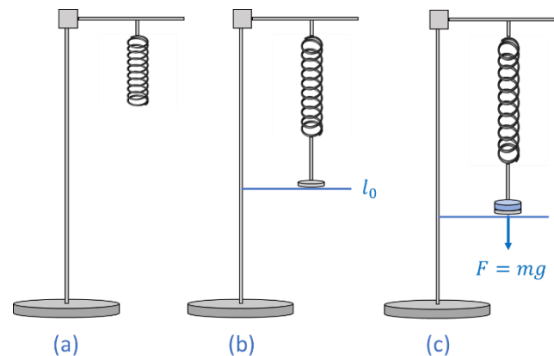


Figura 3

Se suspende el muelle de la barra metálica con el soporte sin ninguna pesa y se mide la posición del punto más bajo del muelle, l_0 (posición de equilibrio). Se va incrementando la carga suspendida del muelle paulatinamente, añadiendo en cada paso una nueva pesa de 10 g (o de 50 g, dependiendo de la dureza del muelle). En cada paso se mide la nueva posición de equilibrio l y se anota el alargamiento $\Delta l = l - l_0$ producido (con el error absoluto correspondiente). Para verificar que el comportamiento es elástico, se debe comprobar que el muelle vuelve a pasar por los mismos puntos de equilibrio ($l_{recuperación}$), conforme se van quitando las cargas. Tómese la aceleración de la gravedad $g = 9.81 \pm 0.01 \text{ m/s}^2$. Realizar el mismo procedimiento para la goma (con cargas de 50 g). Tomar 8 medidas para completar las Tablas A1 y A2.

Nota: Si las cargas inicialmente aplicadas son pequeñas, el muelle no se comportará de forma elástica, pues presenta una cierta "inercia" a deformarse. Por ello conviene partir de una fuerza mínima que produzca una deformación visualmente observable.

Realícese la experiencia solo con uno de los muelles disponibles y con la goma (con cargas de 50 g).

Anexo 1: Estructura del informe de la práctica para su entrega.

1. Título de la práctica. Apellidos y nombre. DNI. Grupo. Fecha.

2. Objetivo de la práctica.

3. Fundamento teórico.

Breve explicación de la ley Física y las ecuaciones que se van a utilizar en la práctica.

4. Instrumentación y montaje experimental.

Incluir una foto en donde se observe el montaje experimental utilizado. En dicha foto colocar números para identificar los elementos del montaje. Posteriormente, enumerar cuales son esos elementos.

5. Procedimiento.

Se debe describir de forma resumida y numerada los pasos seguidos para obtener el valor de la constante elástica del resorte y su periodo de oscilación cuando se utiliza una masa determinada.

6. Datos.

Completar los siguientes datos:

- a) Muelle seleccionado:
- b) Sensibilidad en la medida de las masas:
- c) Sensibilidad de la regla graduada para la medida de los alargamientos:
- d) El error de la deformación Δl se determina como:

Completar las siguientes tablas con las medidas experimentales para el muelle seleccionado y la goma:

Tabla A1. Valores de las masas, fuerzas aplicadas y alargamientos para el muelle seleccionado.

Medida	$m \pm E_m$ ($\cdot 10^{-3}$ kg)	$F \pm E_F$ (N)	$l \pm E_l$ ($\cdot 10^{-3}$ m)	$\Delta l \pm E_{\Delta l}$ ($\cdot 10^{-3}$ m)	$l_{recuperación} \pm E_{l_{recup.}}$ ($\cdot 10^{-3}$ m)
0	Soporte	-	l_0	-	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					-

Tabla A2. Valores de las masas, fuerzas aplicadas y alargamientos para la goma:

Medida	$m \pm E_m$ ($\cdot 10^{-3}$ kg)	$F \pm E_F$ (N)	$l \pm E_l$ ($\cdot 10^{-3}$ m)	$\Delta l \pm E_{\Delta l}$ ($\cdot 10^{-3}$ m)	$l_{recuperación} \pm E_{l_{recup.}}$ ($\cdot 10^{-3}$ m)
0	<i>Soporte</i>	-	l_0	-	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					-

7. Gráficos.

a) Representar gráficamente las fuerzas aplicadas (columna 3 de la Tabla A1) en función del alargamiento producido (columna 5 de la Tabla A1) para el muelle seleccionado. La gráfica se realiza mediante Excel o programas similares, comprobando el supuesto comportamiento lineal de los datos experimentales. No usar la figura que proporciona la hoja Excel de ajuste de mínimos cuadrados (*Mínimos cuadrados hasta 19 datos.xls*). La gráfica debe tener un aspecto formal (título, escala correcta de los ejes, magnitudes y unidades de los ejes, valores experimentales con sus barras de error, recta de ajuste por mínimos cuadrados...) e incluir la recta de regresión obtenida en el apartado 8 con el ajuste por mínimos cuadrados. En el documento *Mínimos cuadrados y preparación de figuras en Excel.pdf*, disponible en UACloud, se muestra con un ejemplo como realizar representaciones gráficas en Excel.

b) Representar gráficamente, mediante Excel o programas similares, las fuerzas aplicadas (columna 3 de la Tabla A2) en función del alargamiento producido (columna 5 de la Tabla A2) y de la longitud de recuperación (columna 6 de la Tabla A2) para la goma. Comprobar el fenómeno de histéresis. Solo incluir los puntos experimentales y las barras de error. No realizar ningún ajuste por mínimos cuadrados.

8. Cálculos.

a) Una vez que se comprueba visualmente que los puntos siguen un comportamiento lineal para el muelle seleccionado, se pasa a encontrar la pendiente (M) y la ordenada en el origen (n) de la recta de ajuste mediante el método de regresión lineal de mínimos cuadrados usando la hoja Excel disponible en UAdrive (*Mínimos cuadrados hasta 19 datos.xls*). Interesan los datos numéricos del coeficiente de regresión (r), pendiente y su error absoluto, ordenada en el origen y su error absoluto. Incluir en el informe una captura de pantalla de la hoja de mínimos cuadrados una vez completada.

b) Escribir los resultados correctamente con los errores absolutos para la pendiente, la ordenada en el origen y el coeficiente de regresión.

$$M = \pm \text{ N/m}$$

$$n = \pm \text{ N}$$

$$r =$$



c) Escriba la ecuación de la recta de ajuste: $F = M \cdot \Delta l + n$

d) Expresar el valor de k y su error de acuerdo con el número de cifras significativas correctas:

Constante elástica del resorte: $k = \quad \pm \quad \text{N/m}$

e) A partir del valor de k , determinar el valor del periodo T y su error absoluto utilizando la Ec.4.

Masa utilizada: $m = 80 \pm 1 \text{ g}$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = \quad \text{s}$$

$$E_T = \quad \text{s}$$

Expresar el valor de T y su error de acuerdo con el número de cifras significativas correctas:

Periodo de oscilación: $T = \quad \pm \quad \text{s}$

9. Resultados y respuestas.

a) Completar la siguiente tabla:

Cuestión	Resultado
Constante elástica del muelle seleccionado k	
Periodo de oscilación T	

b) Comente que ocurre con la histéresis de la goma elástica.

10. Conclusiones.