

Ley de Hooke y Movimiento Armónico Simple



Objetivos

1. Determinar experimentalmente, por dos métodos distintos, la constante de resorte.
2. Comparar estos dos valores.
3. Observar movimiento armónico simple.

Introducción

En este movimiento un objeto oscila de una manera periódica alrededor de un punto de equilibrio. Este movimiento ocurre bajo la acción de una fuerza que intenta devolver el objeto a la posición de equilibrio. Cuando esta fuerza es directamente proporcional al desplazamiento del objeto con respecto a la posición de equilibrio, las oscilaciones se pueden describir con una función sinusoidal. Un ejemplo de esto son oscilaciones que sufre un objeto que cuelga de un resorte. La fuerza de restitución de un resorte es directamente proporcional al estiramiento o compresión de este. En esta actividad usaremos las propiedades del movimiento armónico simple para calcular esta constante de proporcionalidad.

Primera parte – Ley de Hooke

La fuerza de restitución de un resorte es directamente proporcional a la distorsión del resorte. Es decir,

$$F_{Hooke} = k (x - x_0) \quad (1)$$

donde x_0 es el largo del resorte en equilibrio y x el largo del resorte cuando este es estirado o comprimido. La constante de proporción, k , se conoce como la constante de resorte. La pasada expresión matemática también se conoce como la Ley de Hooke, en esta primera parte utilizaremos dicha ley para calcular k en el sistema masa-resorte mostrado en la figura 1.

En el equilibrio:

$$w = F_{Hooke}$$

Donde w es el peso de la masa m que cuelga del resorte.

Por lo tanto,

$$mg = k (x - x_0) \quad (2)$$

g es la gravedad de la tierra.

Procedimiento

1. Nos dirigimos al link de la simulación “Masas y Resortes” (https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs/latest/masses-and-springs_es.html) .
2. Seleccione la última opción “Laboratorio”.
3. Deslice la barra en “Amortiguamiento” hacia la opción “Nada”.
4. En la opción “Constante del resorte 1”, dejamos la configuración que aparece por defecto.
5. Seleccionar las siguientes opciones “Desplazamiento, Longitud Natural”, “masa en equilibrio” y “referencia móvil”.
6. En la opción “Masa” utilice ☐ ☐ para configurar el valor de la masa según se presentan los valores en la tabla 1, luego colocar la masa en el extremo del resorte (arrastrar la caja de color naranja que se encuentra en la esquina inferior izquiera del simulador, figura 1).

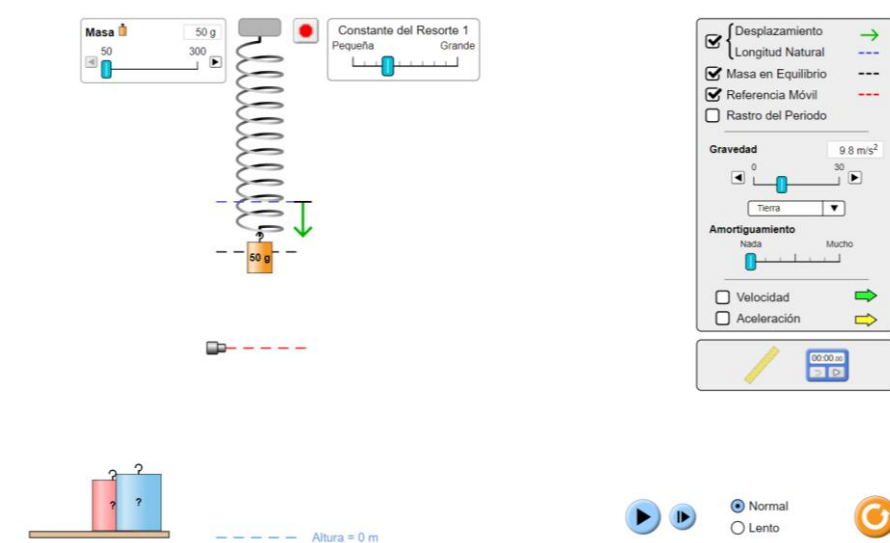


Figura 1. Simulador de Masas y Resortes.

7. Hacer clic en el botón ☐ para establecer el sistema en su posición de equilibrio.
8. Arrastre la referencia móvil hasta el final del resorte (Ver figura 2)
9. Presione la regla amarilla que se encuentra en su panel inferior derecho. Arrástrela hacia el resorte (Ver figura 2). Utilice la regla para medir el desplazamiento ($x-x_0$) y anote dicho valor en la tabla 1.
10. Repetir el procedimiento para las diferentes masas que se encuentran en la tabla 1.

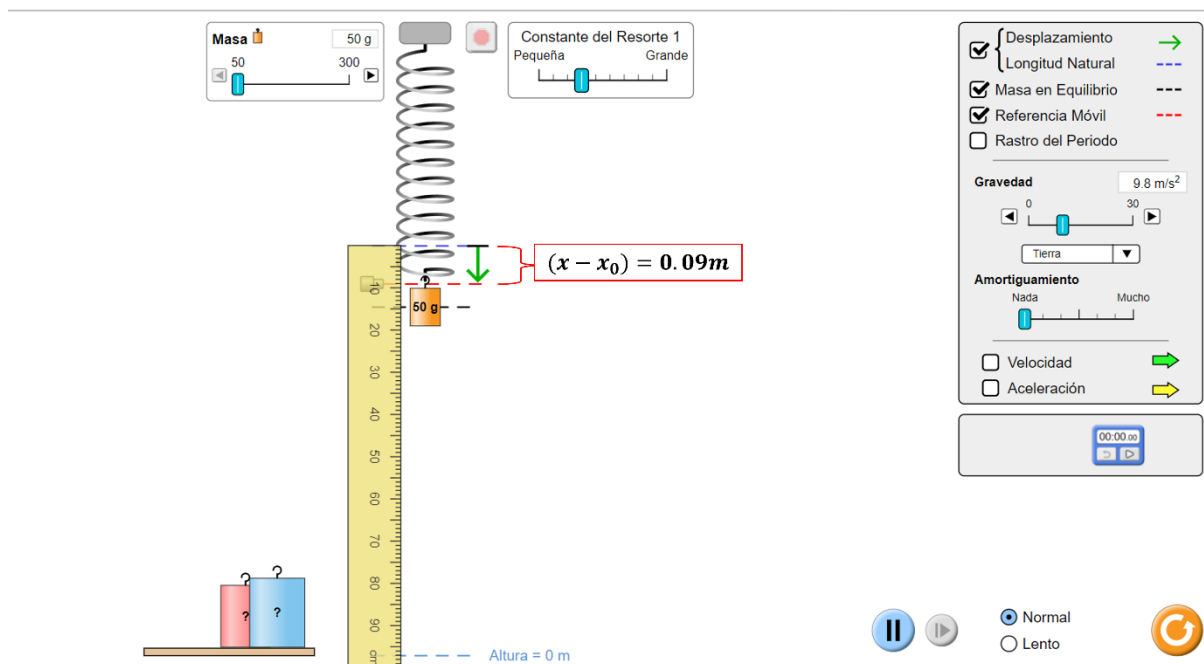


Figura 2. Uso de la regla para medir el desplazamiento del resorte.

Datos y Resultados

m (kg)	mg (N)	x-x₀ (m)
0.050	0.49	0.09
0.100	0.98	0.17
0.150	1.47	0.25
0.200	1.96	0.33
0.250	2.45	0.42
0.300	2.94	0.50

Tabla 1. Datos de la masa, constante del resorte y diferencia en la longitud del resorte.

Análisis

1. Graficar mg versus $x-x_0$. Tome el eje de y como mg , y el eje de x como $x-x_0$.
2. Haga un ajuste lineal en los datos. ¿Qué significa la pendiente de esta función?
3. Calcule la constante del resorte a partir del ajuste y reporte dicho valor la tabla 3 (k primera parte).

Segunda parte - Movimiento Armónico Simple

Ya hemos mencionado que el movimiento que sufre un objeto colgando de un resorte es un movimiento armónico simple. El periodo de oscilación esta dado por





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

donde m es la masa del objeto y k es la constante de resorte. Si reescribimos la ecuación obtenemos:

$$T^2 = \left(\frac{4\pi^2}{k}\right) m \quad (5)$$

En esta segunda parte utilizaremos la relación anterior para inferir la constante de resorte.

Procedimiento

1. Utilizando el mismo simulador con los parámetros configurados anteriormente, retirar la regla y arrastrar la herramienta cronometro al entorno, ver figura 3.
2. Seleccionar la opción “*Rastro de periodo*”.
3. Seleccionar la opción “*Lento*”.
4. Configurar el valor de masa de acuerdo con la tabla 2.
5. Hacer clic en el botón  para llevar al sistema a su posición de equilibrio.
6. Desplazar el sistema de su posición de equilibrio haciendo clic izquierdo sostenido sobre la masa colgante y arrastrar hacia abajo.
7. Cuando el centro del objeto que cuelga pase por la posición de equilibrio (en este punto comenzara a aparecer la línea vertical negra que muestrea el periodo, figura 3) Haga clic en botón  del cronometro para comenzar a medir el periodo de oscilación y luego clic en el botón  para pausar la medida cuando se complete un periodo de oscilación.
8. El tiempo transcurrido de una oscilación completa es el periodo ” T , anotar dicho valor en la tabla 2, calcule T^2 y presionar  para reiniciar el cronometro.
9. Repetir los pasos del 4 al 9 para las masas restantes.

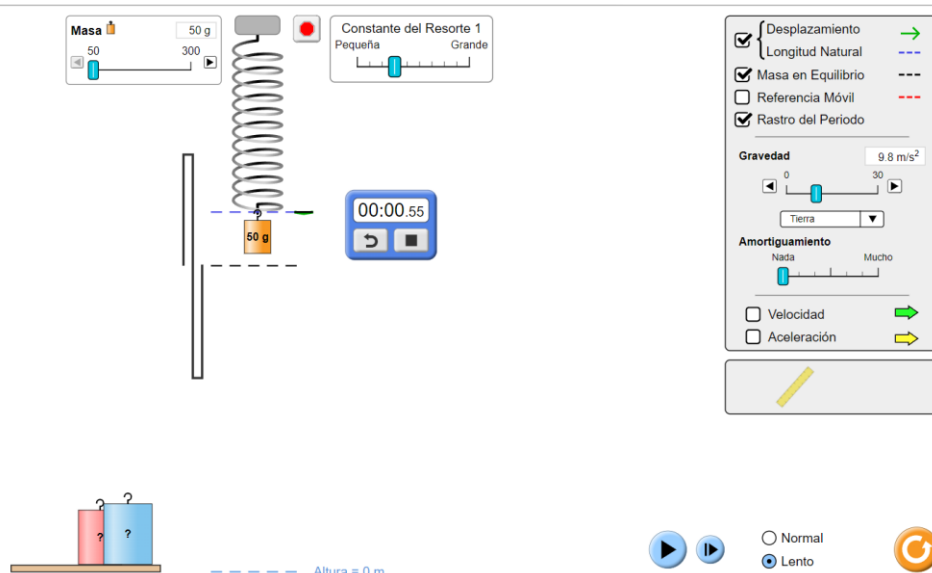


Figura 2. Uso del cronometro para medir el periodo de oscilación de un resorte

Datos y Resultados

m (kg)	T (seg)	T² (seg²)
0.050	0.57	0.3249
0.100	0.79	0.6241
0.150	0.96	0.9216
0.200	1.13	1.2769
0.250	1.25	1.5625
0.300	1.37	1.8769

Tabla 2. Datos de masa y periodo.

Análisis

1. Grafique T^2 vs m . Tome el eje de y como " T^2 " y el eje de x como " m ".
2. Haga un ajuste lineal de la gráfica obtenida en el paso 1 de este análisis. ¿Qué valores representan la pendiente de esta función?
3. Calcule la constante del resorte a partir del ajuste, y obtenga el porcentaje de diferencia entre este valor (k segunda parte) y el valor obtenido en la primera parte del experimento.

k primera parte (N/m)	k segunda parte (N/m)	% Diferencia
5.79	6.24	1.8

Tabla 3. Valores de la constante del resorte y su porcentaje de diferencia.

Referencias

- [1] J. López, Da Trabajo, Departamento de Física, UPR Mayagüez, paginas 146-151, (2009)

Tabla 1

$$\begin{aligned} &\text{mg (N)} \\ &m \times g \\ &0.50 \times 9.8 \\ &0.49N \\ &x - x_0 \\ &0.09 \end{aligned}$$

Tabla 2

$$\begin{aligned} &T^2 \\ &0.57^2 \\ &0.3249 \end{aligned}$$

Ley de Hooke y Movimiento Armónico Simple

Alec J. Nuñez, Raúl A. Ortiz

Laboratorio Física General 3173-101

Instructor: Kevin García Gallardo Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez

13 de Noviembre de 2021.

Datos y Resultados:

Tabla 1: Datos de la masa, constante del resorte y diferencia en longitud del resorte.

m (kg)	mg (N)	x-x₀ (m)
0.050	0.49	0.09
0.100	0.98	0.17
0.150	1.47	0.25
0.200	1.96	0.33
0.250	2.45	0.42
0.300	2.94	0.50

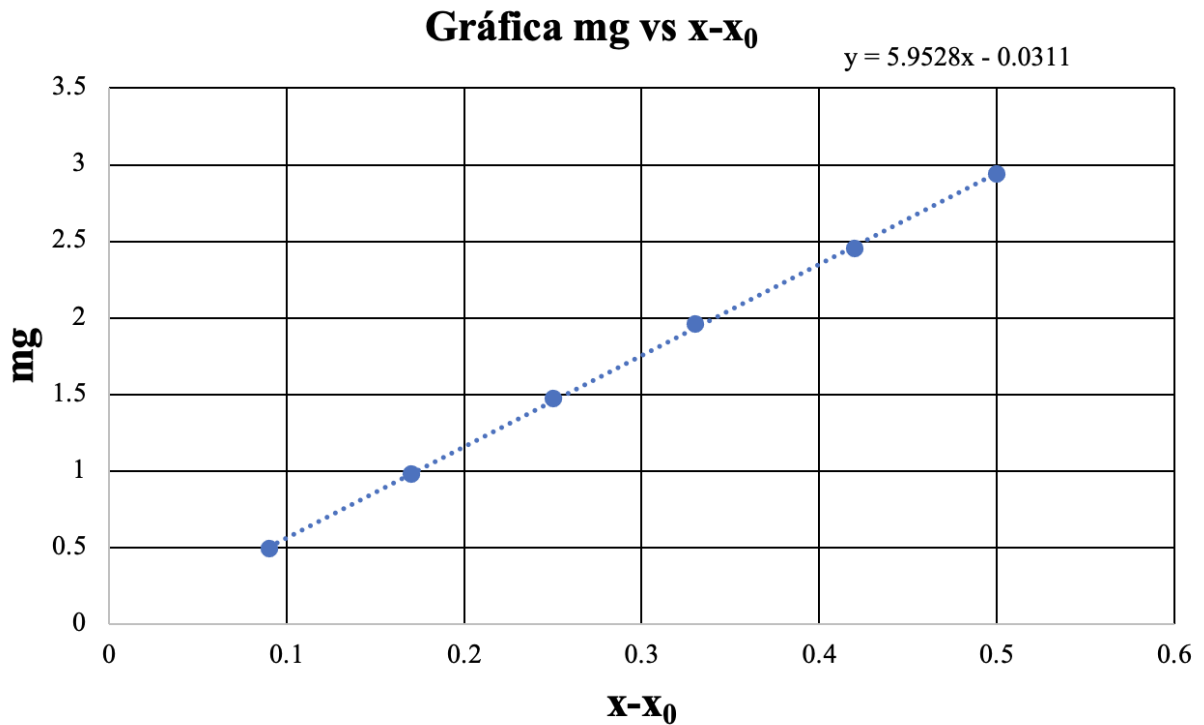


Tabla 2: Datos de masa y periodo.

m (kg)	T (seg)	T² (seg²)
0.050	0.57	0.3249
0.100	0.79	0.6241
0.150	0.96	0.9214
0.200	1.13	1.2769
0.250	1.25	1.5625
0.300	1.37	1.8769

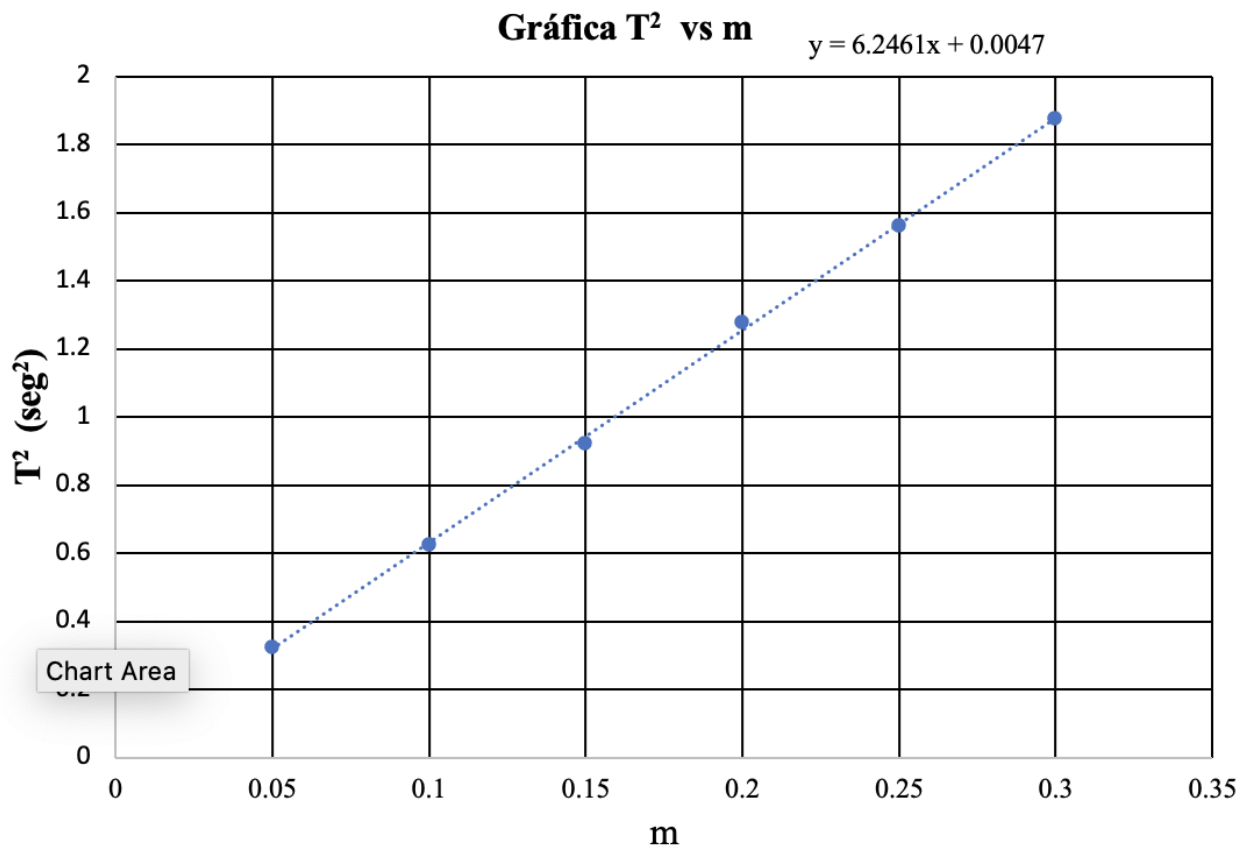


Tabla 3: Valores de la constante del resorte y su porcentaje de diferencia

k Primera Parte (N/m)	K Segunda Parte (N/m)	% Diferencia
5.79	6.24	1.8

Análisis de Resultado:

La pendiente de la curva mg vs $x-x_0$ en la primera grafica de la primera tabla, representa la constante de Hooke la cual resultó ser 5.95 N/m. Al calcular la constante de Hooke por medio de la ecuación $T = \left(\frac{4\pi^2}{k}\right)m$ se obtuvo un valor promedio de 5.79 N/m. La diferencia entre estos dos valores es de 0.7 N/m, lo cual da a entender que es un resultado con poca diferencia. La pendiente linear de la grafica dos es conocida como oscilación. Este valor nos llevo a una constante de Hook con el valor de 6.32 N/m. Al calcular la diferencia de estos dos valores de resorte fue configurada hasta 6.24 N/m. El periodo de oscilación calculado dio exacto al de la grafica. Se determino que el porcentaje de diferencia fue 1.8 % el cual es uno relativamente grande. Este comparado con el anterior de 0.7 da una diferencia notable.