



Laboratorio de Mecánica.
Semestre 2019-2.
Facultad de Ciencias.

Dr. Martín Romero Martínez.
Fis. José Abarca Munguía.

Práctica 8.
Oscilador simple y compuesto

R. Rangel.
J. Gallegos.
I. Santiago.
T. Basile.
Grupo: 8074.

Universidad Nacional Autónoma de México.

Fecha de elaboración: 8,22 de abril, 2019.
Fecha de entrega: 29 de abril, 2019.

Resumen:

El trabajo muestra los resultados experimentales de observar 6 diferentes resortes con 6 masas distintas, haciéndolas oscilar cada una, así mismo colocamos los resortes en la mesa de aire, tomando tres parejas distintas de resortes, analizamos las imágenes y videos con el programa tracker, y obtuvimos así el periodo de oscilación y la constante de cada resorte.

I. Introducción.

Marco teórico.

Un resorte es un objeto que puede ser deformado por una fuerza y volver a su forma original en la ausencia de esta. La elasticidad es la propiedad por la cual los objetos deformados recuperan su forma y dimensiones iniciales cuando cesa la acción deformadora, esa es una de las características principales de los resortes. [1]

Para mantener un resorte estirado una distancia x más allá de su longitud sin estiramiento, debemos aplicar una fuerza de igual magnitud en cada extremo. Si el alargamiento x no es excesivo, vemos que la fuerza aplicada al extremo derecho tiene una componente directamente proporcional a la distancia de estiramiento:

$$F = -kx \quad (1)$$

(fuerza requerida para estirar un resorte)

donde k es una constante llamada constante de fuerza (o constante de resorte) del resorte. Las unidades de k son fuerza dividida entre distancia, N/m en el SI y lb/ft en unidades británicas.

Los resortes reales no siempre obedecen la ecuación (1) (conocida como ley de Hooke) con precisión, aunque se trata de un modelo idealizado útil.[4]

Movimiento periódico.

A los tipos de movimiento que se repiten una y otra vez, les llamamos movimiento periódico u oscilación. Un cuerpo que tiene un movimiento periódico se caracteriza por una posición de equilibrio estable; cuando se le aleja de esa posición y se suelta, entra en acción una fuerza o torca para volverlo al equilibrio. [3]

Movimiento armónico simple.

El tipo de oscilación más sencillo sucede cuando la fuerza F es directamente proporcional al desplazamiento x con respecto al equilibrio. Esto ocurre si el resorte es ideal y obedece la ley de Hooke.

En ambos lados de la posición de equilibrio, F y x siempre tienen signos opuestos.

La ecuación (1) da la magnitud y el signo correctos de la fuerza, ya sea x positivo, negativo o cero. La constante de fuerza k siempre es positiva. Estamos suponiendo que no hay fricción, así que la ecuación (1) da la fuerza total que actúa sobre el cuerpo.

La ecuación (2) para la aceleración de un oscilador armónico, tiene sentido siempre que la rapidez angular ω del punto de referencia esté relacionada con la constante de fuerza k y la masa m del cuerpo oscilante:

$$\omega^2 = k/m \quad (2) \text{ (frecuencia)}$$

Cuando un cuerpo comienza a oscilar en un movimiento armónico simple, ω está dada por m y k :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (3)$$

Objetivos.

Obtener las constantes de elasticidad de diversos resortes, individualmente y organizados en sistemas que pueden ser en serie o paralelos. De esta manera se utilizarán distintas formas para obtener los coeficientes de restitución (**k**) de cada resorte y en cada sistema tanto de los individuales como de todo un sistema de resortes. Así mismo se debe observar qué sucede al ponerlos a oscilar con distintas masas y en diferentes arreglos, inicialmente con una sola masa y posteriormente con dos o más masas, también se analizarán las diferencias entre los diferentes coeficientes de restitución, cuando son obtenidas de un sistema en serie y cuando son obtenidas de un sistema en paralelo. Por otra parte se analizará un sistema que tiene más de una masa y cómo afecta ésta condición a su comportamiento.

II. Desarrollo experimental.

Material.

- Fotocompuertas marca pasco
- Dinamómetro de 2N
- 6 resortes distintos
- 6 masas distintas
- Balanza
- Cinta métrica
- 2 discos para la mesa de aire
- Mesa de aire
- Compresora
- 3 nueces
- 3 varillas
- 2 soportes universales

Montaje experimental

Resortes y masas.

1. Colocamos el soporte universal, las nueces y las varillas, colgamos cada resorte en el soporte universal y medimos con el flexómetro cuánto mide el resorte sin masa.
2. Colocamos cada masa en el extremo de cada resorte y medimos cuánto mide el resorte con la masa.
3. Colgamos cada resorte en el soporte universal y le colocamos la masa 1 y 2.
4. Hacemos que oscile el resorte con el peso de las masas y a cada uno lo analizamos en traker.

Mesa de Aire

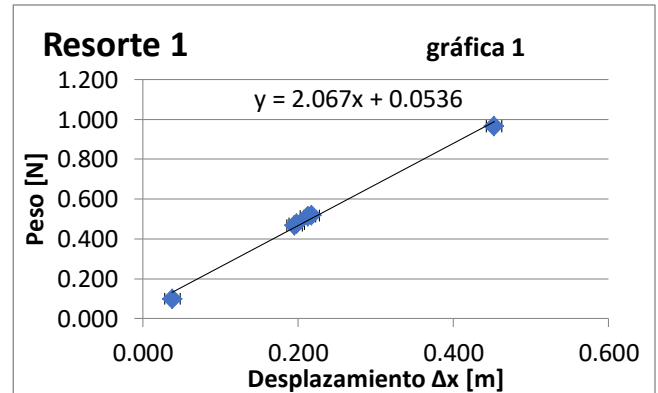
1. Colocamos en la mesa de aire el disco.
2. Amarramos de dos lados opuestos del disco, dos resortes que se fijen a dos esquinas diagonales de la mesa (usamos el resorte 1 y 5).
3. Oscilamos el disco y lo analizamos con el programa traker.

III. Resultados.

Primero obtuvimos la constante de restitución de cada resorte, para esto primero medimos un total de 5 veces el desplazamiento del resorte al colocar cada una de las 6 masas. Posteriormente obtuvimos el desplazamiento promedio para cada masa con su incertidumbre y lo graficamos en una gráfica de Peso [N] vs desplazamiento [m]. Luego obtuvimos la recta ajustada a estos datos, de la cual la pendiente (Peso/Desplazamiento) nos da el valor k de la constante de restitución.

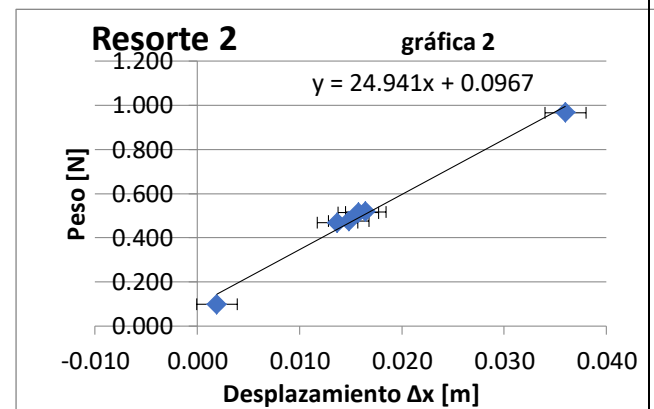
• Resorte 1

Los desplazamientos de cada masa se encuentran en la tabla 1 del anexo y con el desplazamiento promedio se construyó la gráfica 1 y la recta que se ajusta a los datos. Constante de restitución $k = (2.09 \pm 0.02) \text{ N/m}$



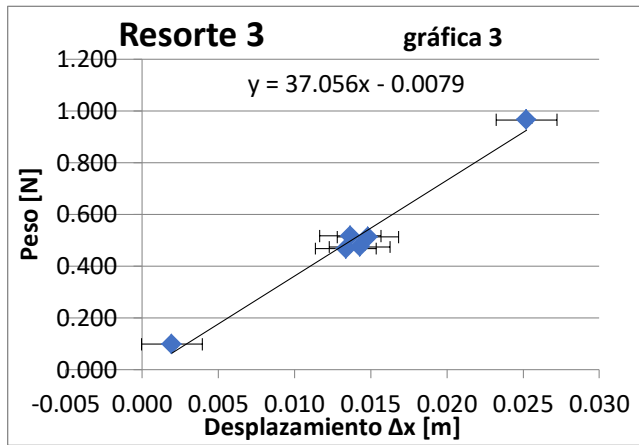
• Resorte 2.

Los desplazamientos de cada masa se encuentran en la **tabla 2** del anexo y con el desplazamiento promedio se construyó la **gráfica 2** y la recta que se ajusta a los datos. Constante de restitución $k = (24.94 \pm 0.031) \text{ N/m}$



• Resorte 3.

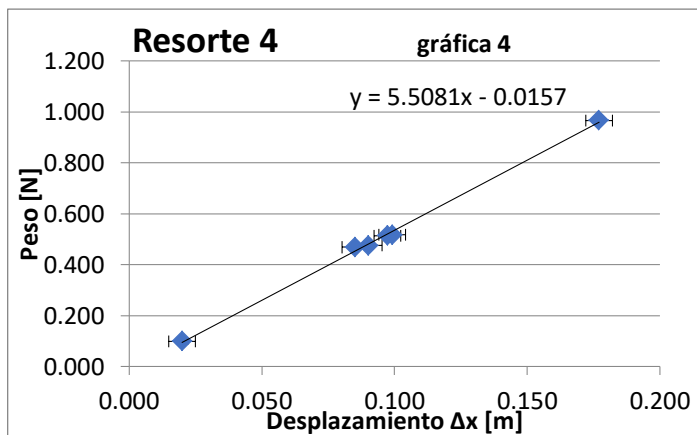
Los desplazamientos de cada masa se encuentran en la **tabla 3** del anexo y con el desplazamiento promedio se construyó la **gráfica 3** y la recta que se ajusta a los datos. Constante de restitución $k = (37.06 \pm 0.042) \text{ N/m}$



• **Resorte 4.**

Los desplazamientos de cada masa se encuentran en la **tabla 4** del anexo y con el desplazamiento promedio se construyó la **gráfica 4** y la recta que se ajusta a los datos.

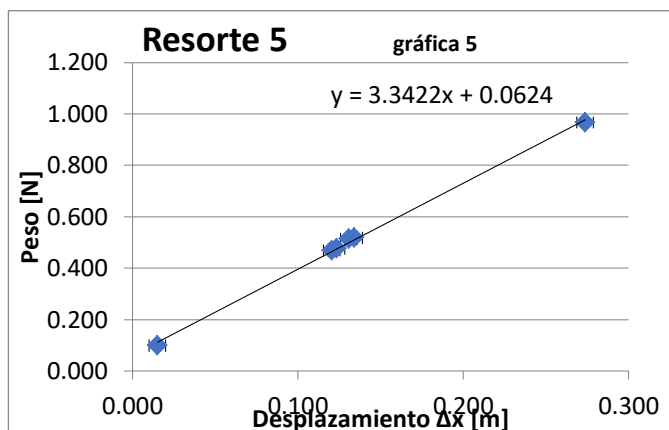
Constante de restitución $k = (5.51 \pm 0.012) \text{ N/m}$



• **Resorte 5.**

Los desplazamientos de cada masa se encuentran en la **tabla 5** del anexo y con el desplazamiento promedio se construyó la **gráfica 5** y la recta que se ajusta a los datos.

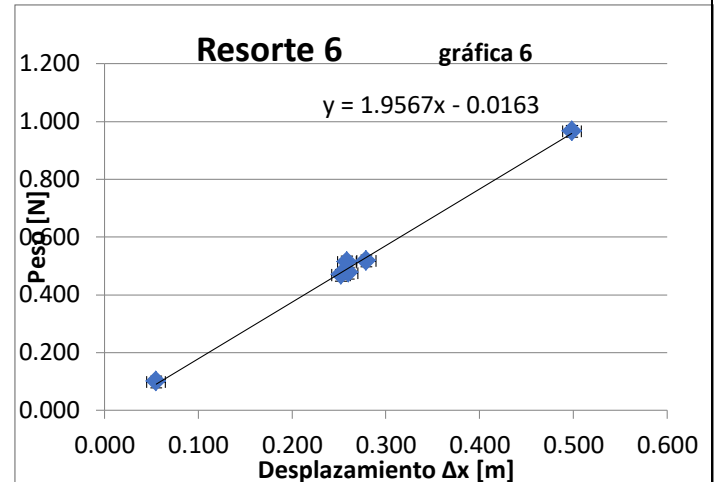
Constante de restitución $k = (3.34 \pm 0.021) \text{ N/m}$



• **Resorte 6.**

Los desplazamientos de cada masa se encuentran en la **tabla 6** del anexo y con el desplazamiento promedio se construyó la **gráfica 6** y la recta que se ajusta a los datos.

Constante de restitución $k = (1.96 \pm 0.013) \text{ N/m}$



Posteriormente hicimos oscilar verticalmente dos de las masas en cada uno de los 6 resortes, grabamos cada movimiento y lo analizamos con traker para obtener las gráficas de desplazamiento vs tiempo. Finalmente, con estos datos calculamos el periodo de oscilación como el tiempo para completar un ciclo.

Resorte 1 ($k=2.09 \text{ N/m}$)

Masa de 98.6 g (**gráfica 2.1**), periodo: 1.31s

Masa de 47.8 g (**gráfica 2.2**), periodo: 0.96s

Resorte 2 ($k=24.94 \text{ N/m}$)

Masa de 98.6 g (**gráfica 2.3**), periodo: 0.27s

Masa de 47.8 g (**gráfica 2.4**), periodo: 0.22s

Resorte 3 ($k=37.03 \text{ N/m}$)

Masa de 98.6 g (**gráfica 2.5**), periodo: 0.33s

Masa de 47.8 g (**gráfica 2.6**), periodo: 0.26s

Resorte 4 ($k=5.51 \text{ N/m}$)

Masa de 98.6 g (**gráfica 2.7**), periodo: 0.98s

Masa de 47.8 g (**gráfica 2.8**), periodo: 0.71s

Resorte 5 ($k=3.34 \text{ N/m}$)

Masa de 98.6 g (**gráfica 2.9**), periodo: 0.83s

Masa de 47.8 g (**gráfica 2.10**), periodo: 0.63s

Resorte 6 (k=1.96 N/m)

Masa de 98.6 g (gráfica 2.11), periodo: 1.34s

Masa de 47.8 g (gráfica 2.12), periodo: 0.96s



Fotografía 1. Oscilación de resorte con masa

Finalmente, colocamos los resortes en la mesa de aire en un arreglo en serie, con un disco de 32.3g oscilando entre ellos. Lo realizamos para tres parejas distintas de resortes y obtuvimos las gráficas de desplazamiento vs tiempo con ayuda de tracker. Finalmente medimos el periodo de oscilación con el video.

Resorte 4 (k=5.51 N/m) y resorte 5(k=3.34 N/m)

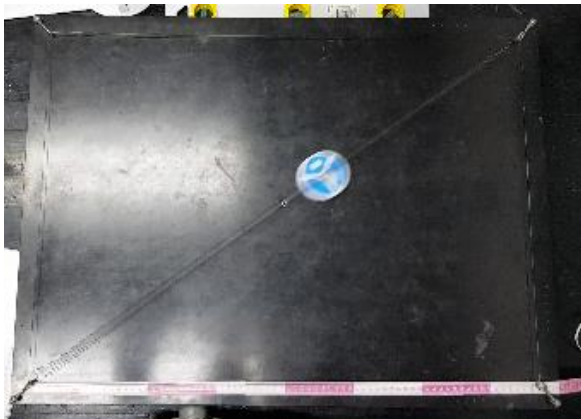
Gráfica 3.1, el periodo de oscilación fue de: 0.429s

Resorte 4 (k=5.51 N/m) y resorte 6(k=1.96 N/m)

Gráfica 3.2, el periodo de oscilación fue de: 0.528s

Resorte 5 (k=3.34 N/m) y resorte 6(k=1.96 N/m)

Gráfica 3.3, el periodo de oscilación fue de: 0.429s



Fotografía 2. Oscilación de dos resortes y un disco

IV. Observaciones y/o discusión.

Cumplimos con los objetivos planteados ya que para cada resorte grabamos un video y obtuvimos una foto estroboscópica que después analizamos. Obtuvimos los coeficientes de restitución (k) de cada resorte, así como las diferencias entre los coeficientes de restitución entre un sistema en serie y uno paralelo. Al colocar las distintas masas a los resortes que utilizamos, notamos que había cierta discrepancia en los datos que obteníamos, en ocasiones, no era tan fácil obtener la relación planteada por la ley de Hooke, ya que los resortes ya estaban algo maltratados y no se comportaban siempre como se esperaba.

V. Conclusión.

Una vez obtenidos los periodos de oscilación de los resortes, los comparamos con los valores teóricos que se obtienen a partir de la ecuación $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$. Y para cada caso calculamos la diferencia porcentual entre el valor medido y el teórico.

Resorte 1 masa de 98.6g:

Periodo de oscilación medido: 1.31s

Periodo teórico: 1.36s

$$\text{Error porcentual} = \frac{|1.31 - 1.36|}{1.36} * 100 = 3.86\%$$

Resorte 1 masa de 47.8g:

Periodo de oscilación medido: 0.96s

Periodo teórico: 0.95s

$$\text{Error porcentual} = \frac{|0.96 - 0.95|}{0.95} * 100 = 1.03\%$$

Resorte 2 masa de 98.6g:

Periodo de oscilación medido: 0.27s

Periodo teórico: 0.39s

$$\text{Error porcentual} = \frac{|0.27 - 0.39|}{0.39} * 100 = 31.65\%$$

Resorte 2 masa de 47.8g:

Periodo de oscilación medido: 0.22s

Periodo teórico: 0.27s

$$\text{Error porcentual} = \frac{|0.12 - 0.27|}{0.27} * 100 = 20.02\%$$

Resorte 3 masa de 98.6g:

Periodo de oscilación medido: 0.33s

Periodo teórico: 0.32s

$$\text{Error porcentual} = \frac{|0.31 - 0.32|}{0.32} * 100 = 1.82\%$$

Resorte 3 masa de 47.8g:

Periodo de oscilación medido: 0.25s

Periodo teórico: 0.22s

$$\text{Error porcentual} = \frac{|0.25 - 0.22|}{0.22} * 100 = 13.44\%$$

Resorte 4 masa de 98.6g:

Periodo de oscilación medido: 0.98s

Periodo teórico: 0.84s

$$\text{Error porcentual} = \frac{|0.98 - 0.84|}{0.84} * 100 = 16.59\%$$

Resorte 4 masa de 47.8g:

Periodo de oscilación medido: 0.71s

Periodo teórico: 0.58s

$$\text{Error porcentual} = \frac{|0.71 - 0.58|}{0.58} * 100 = 21.32\%$$

Resorte 5 masa de 98.6g:

Periodo de oscilación medido: 0.83s

Periodo teórico: 1.07s

$$\text{Error porcentual} = \frac{|0.83 - 1.07|}{1.07} * 100 = 22.93\%$$

Resorte 5 masa de 47.8g:

Periodo de oscilación medido: 0.63s

Periodo teórico: 0.75s

$$\text{Error porcentual} = \frac{|0.63 - 0.75|}{0.75} * 100 = 16.18\%$$

Resorte 6 masa de 98.6g:

Periodo de oscilación medido: 1.34s

Periodo teórico: 1.40s

$$\text{Error porcentual} = \frac{|1.34 - 1.40|}{1.40} * 100 = 4.63\%$$

Resorte 3 masa de 47.8g:

Periodo de oscilación medido: 0.96s

Periodo teórico: 0.98s

$$\text{Error porcentual} = \frac{|0.96 - 0.98|}{0.98} * 100 = 16.18\%$$

Por otro lado, para el disco oscilando en la mesa de aire con los resortes en serie, el valor teórico del periodo se da por $T =$

$$2\pi \sqrt{\frac{m}{k_1 + k_2}} . \text{ Donde } k_1 \text{ y } k_2 \text{ son las}$$

constantes de ambos resortes y se suman para encontrar la constante equivalente de los resortes en serie.

Resorte 4 y resorte 5

Periodo de oscilación medido: 0.42s

Periodo teórico: 0.38s

$$\text{Error porcentual} = \frac{|0.42 - 0.38|}{0.38} * 100 = 10.52\%$$

Resorte 4 y resorte 6

Periodo de oscilación medido: 0.52s

Periodo teórico: 0.41s

$$\text{Error porcentual} = \frac{|0.52 - 0.41|}{0.41} * 100 = 26.82\%$$

Resorte 5 y resorte 6

Periodo de oscilación medido: 0.46s

Periodo teórico: 0.49s

$$\text{Error porcentual} = \frac{|0.46 - 0.49|}{0.49} * 100 = 6.12\%$$

VI. Bibliografía.

[1] Alonso M., Physics, Addison Wesley Longman Limited, England 1992.

[2] Oda Noda, B., Introducción al análisis gráfico de datos experimentales, Coordinación de Servicios Editoriales, México, 2004.

[3] Baird, D. C., Experimentation: An Introduction to Measurement Theory and Experiment Design, Prentice Hall, USA, 1962.

[4] Halliday & Resnick, Physics, Addison-Wiley, USA, 2004.

VII. Anexo.

Tabla 1. Peso y desplazamiento resorte 1.

Masa (±0.05g)	Peso [N] (±0.0005N)	Desplazamiento Δx [m] (±0.0005m)					Desplazamiento promedio [m]	Error [m]
98.6	0.966	0.451	0.453	0.455	0.454	0.452	0.453	0.002
47.8	0.468	0.196	0.197	0.197	0.197	0.194	0.196	0.002
52.8	0.517	0.217	0.216	0.217	0.217	0.216	0.217	0.000
48.5	0.475	0.198	0.198	0.197	0.199	0.199	0.198	0.001
10.1	0.099	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.000
52.4	0.514	0.213	0.214	0.212	0.211	0.211	0.212	0.001

Tabla 2: Peso y desplazamiento resorte 2

Masa (±0.05g)	Peso [N] (±0.0005N)	Desplazamiento Δx [m] (±0.0005m)					Desplazamiento promedio [m]	Error [m]
98.6	0.966	0.035	0.035	0.037	0.034	0.032	0.035	0.003
47.8	0.468	0.014	0.014	0.014	0.013	0.013	0.014	0.001
52.8	0.517	0.016	0.015	0.017	0.016	0.015	0.016	0.001
48.5	0.475	0.015	0.014	0.014	0.015	0.015	0.015	0.001
10.1	0.099	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.000
52.4	0.514	0.016	0.014	0.015	0.016	0.015	0.015	0.001

Tabla 3: Peso y desplazamiento resorte 3

Masa (±0.05g)	Peso [N] (±0.0005N)	Desplazamiento Δx [m] (±0.0005m)					Desplazamiento promedio [m]	Error [m]
98.6	0.966	0.026	0.026	0.024	0.027	0.027	0.026	0.002
47.8	0.468	0.013	0.012	0.013	0.014	0.014	0.013	0.001
52.8	0.517	0.014	0.013	0.014	0.013	0.015	0.014	0.002
48.5	0.475	0.014	0.014	0.013	0.013	0.013	0.013	0.001
10.1	0.099	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.000
52.4	0.514	0.015	0.015	0.016	0.014	0.015	0.015	0.001

Tabla 4: Peso y desplazamiento resorte 4.

Masa ($\pm 0.05\text{g}$)	Peso [N] ($\pm 0.0005\text{N}$)	Desplazamiento Δx [m] ($\pm 0.0005\text{m}$)					Desplazamiento promedio [m]	Error [m]
98.6	0.966	0.179	0.173	0.172	0.194	0.195	0.183	0.013
47.8	0.468	0.085	0.083	0.091	0.091	0.089	0.088	0.005
52.8	0.517	0.099	0.089	0.097	0.106	0.107	0.100	0.011
48.5	0.475	0.090	0.091	0.094	0.090	0.084	0.090	0.005
10.1	0.099	0.020	0.020	0.019	0.022	0.020	0.020	0.002
52.4	0.514	0.097	0.105	0.101	0.104	0.090	0.099	0.010

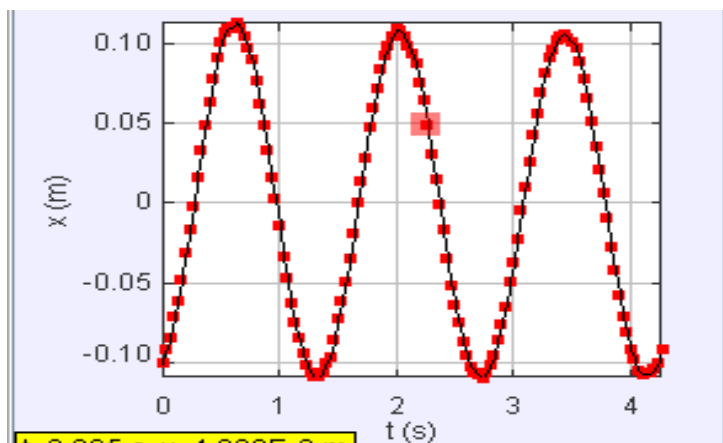
Tabla 5: Peso y desplazamiento resorte 5.

Masa ($\pm 0.05\text{g}$)	Peso [N] ($\pm 0.0005\text{N}$)	Desplazamiento Δx [m] ($\pm 0.0005\text{m}$)					Desplazamiento promedio [m]	Error [m]
98.6	0.966	0.275	0.287	0.276	0.265	0.277	0.276	0.011
47.8	0.468	0.125	0.127	0.132	0.116	0.130	0.126	0.010
52.8	0.517	0.137	0.128	0.148	0.130	0.128	0.134	0.014
48.5	0.475	0.126	0.118	0.131	0.136	0.136	0.129	0.011
10.1	0.099	0.015	0.015	0.016	0.015	0.014	0.015	0.002
52.4	0.514	0.136	0.149	0.143	0.138	0.138	0.141	0.008

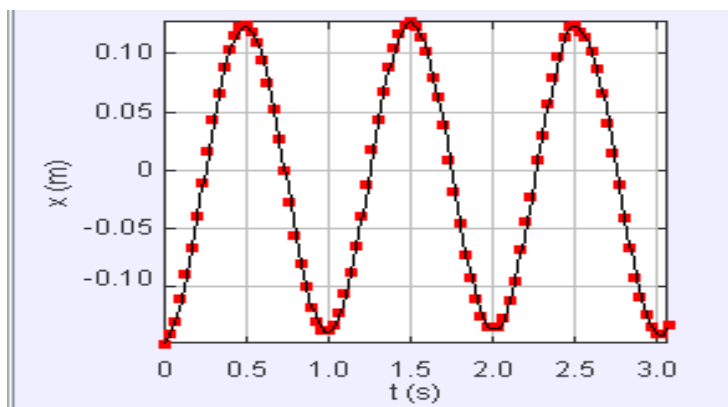
Tabla 6: Peso y desplazamiento del resorte 6.

Masa ($\pm 0.05\text{g}$)	Peso [N] ($\pm 0.0005\text{N}$)	Desplazamiento Δx [m] ($\pm 0.0005\text{m}$)					Desplazamiento promedio [m]	Error [m]
98.6	0.966	0.488	0.453	0.500	0.451	0.537	0.486	0.051
47.8	0.468	0.241	0.257	0.251	0.261	0.261	0.254	0.013
52.8	0.517	0.274	0.270	0.298	0.259	0.284	0.277	0.021
48.5	0.475	0.255	0.264	0.231	0.274	0.251	0.255	0.024
10.1	0.099	0.057	0.061	0.053	0.062	0.059	0.059	0.005
52.4	0.514	0.261	0.243	0.283	0.287	0.241	0.263	0.024

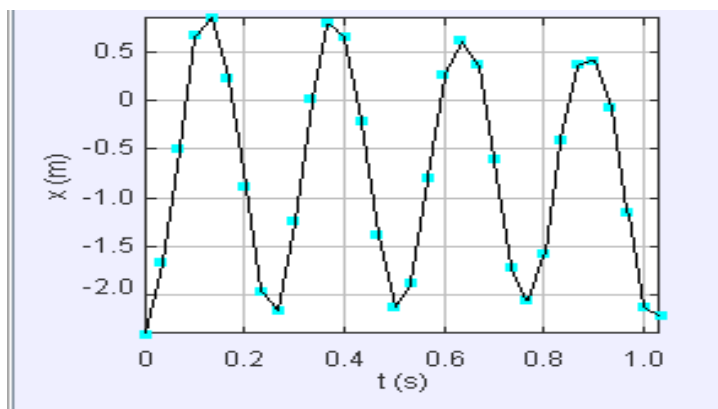
Gráfica 2.1 Desplazamiento vs tiempo resorte 1 masa 98.6g



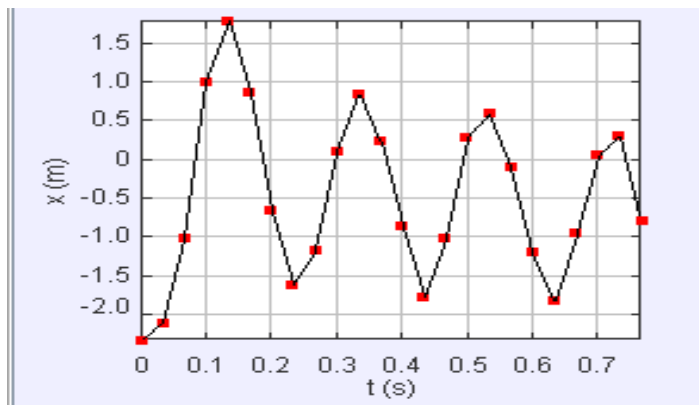
Gráfica 2.2 Desplazamiento vs tiempo resorte 1 masa 47.8g



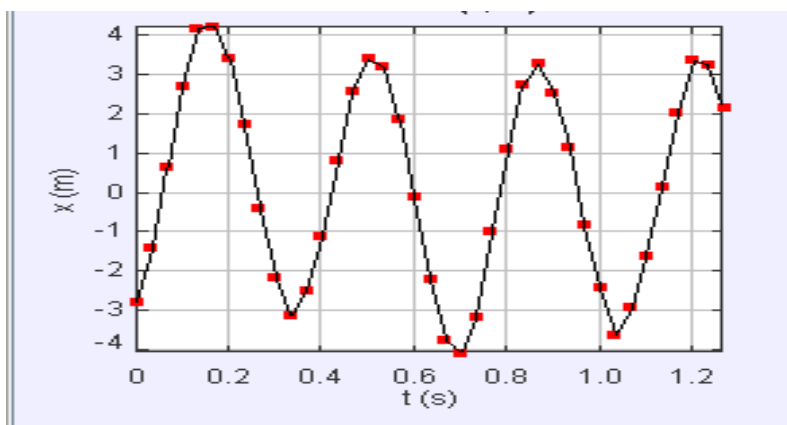
Gráfica 2.3 Desplazamiento vs tiempo resorte 2 masa 98.6g



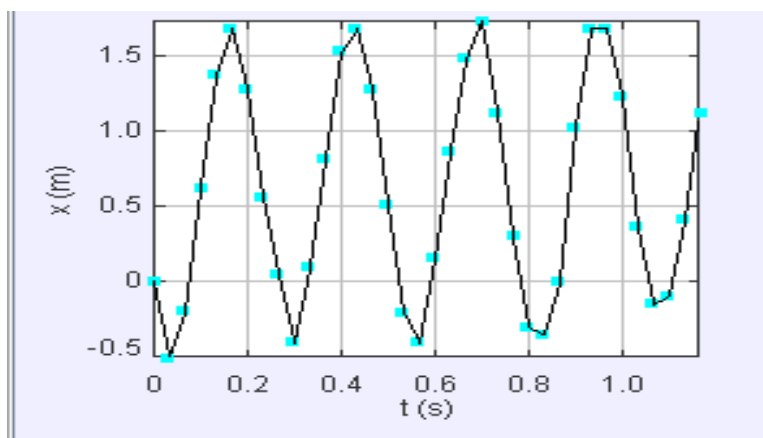
Gráfica 2.4 Desplazamiento vs tiempo resorte 2 masa 47.8g



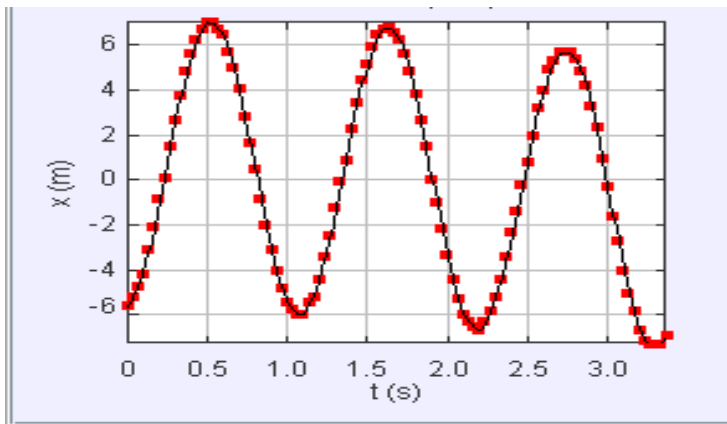
Gráfica 2.5 Desplazamiento vs tiempo resorte 3 masa 98.6g



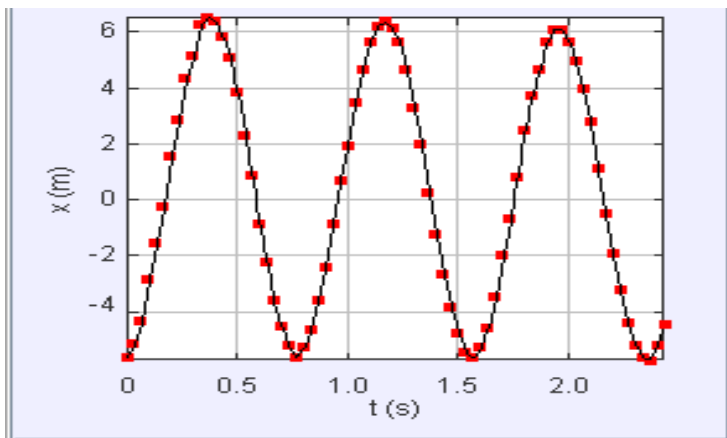
Gráfica 2.3 Desplazamiento vs tiempo resorte 3 masa 47.8g



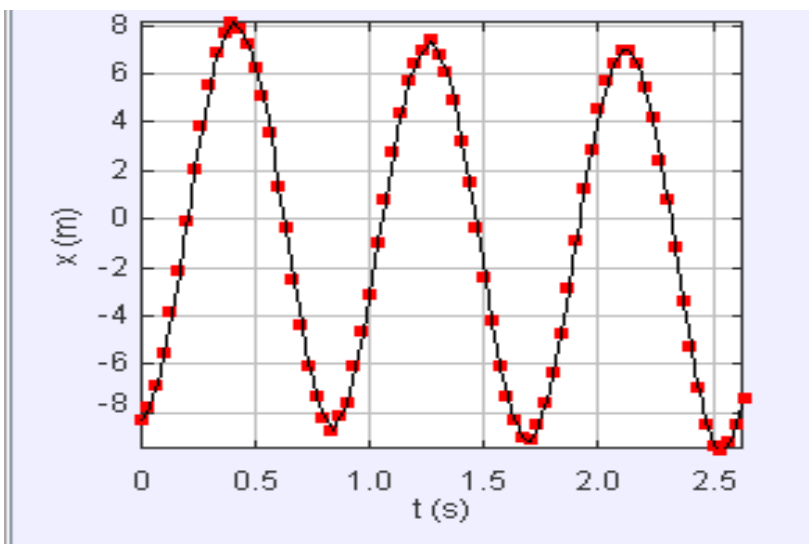
Gráfica 2.7 Desplazamiento vs tiempo resorte 4 masa 98.6g



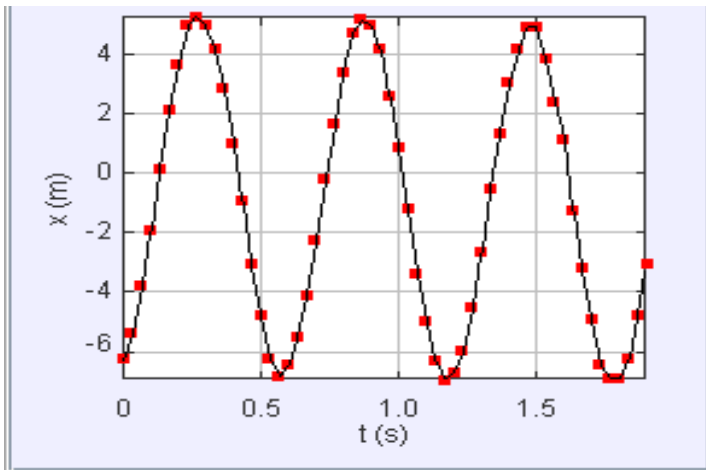
Gráfica 2.8 Desplazamiento vs tiempo resorte 4 masa 47.8g



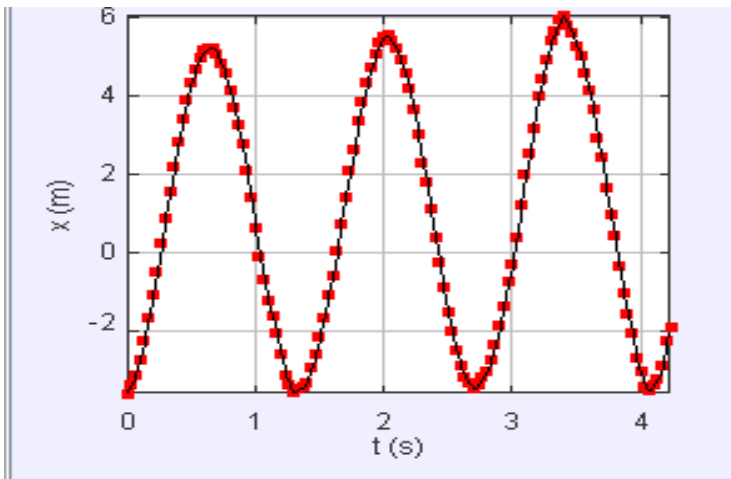
Gráfica 2.9 Desplazamiento vs tiempo resorte 5 masa 98.6g



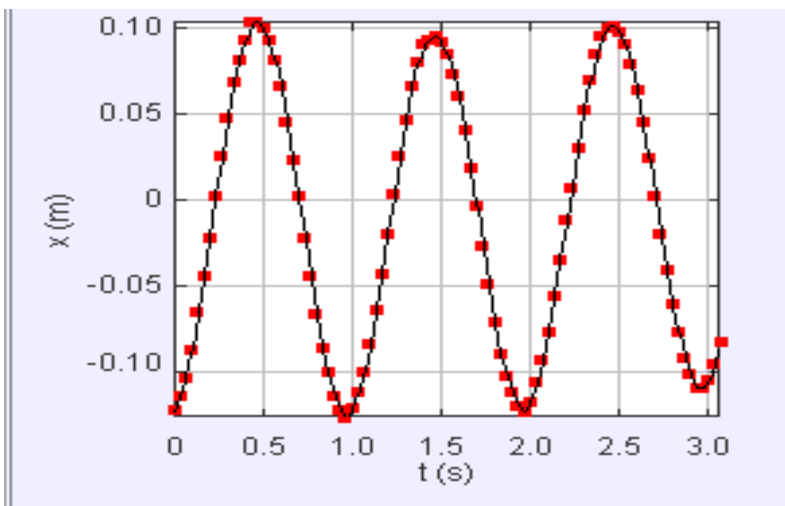
Gráfica 2.10 Desplazamiento vs tiempo resorte 5 masa 47.8g



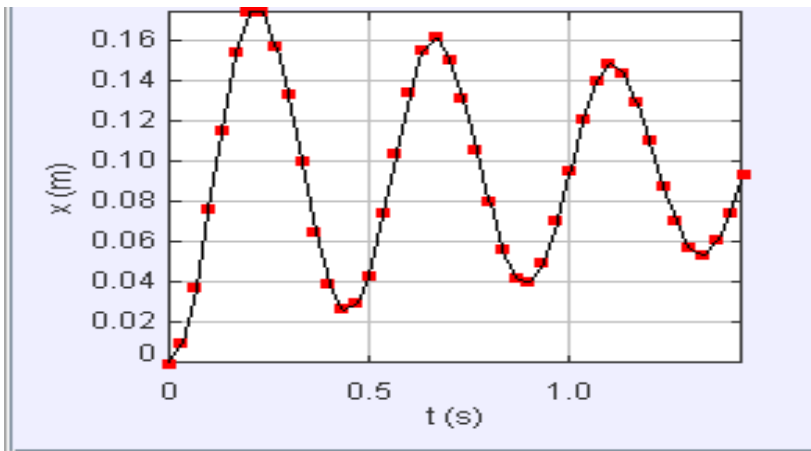
Gráfica 2.10 Desplazamiento vs tiempo resorte 6 masa 98.6g



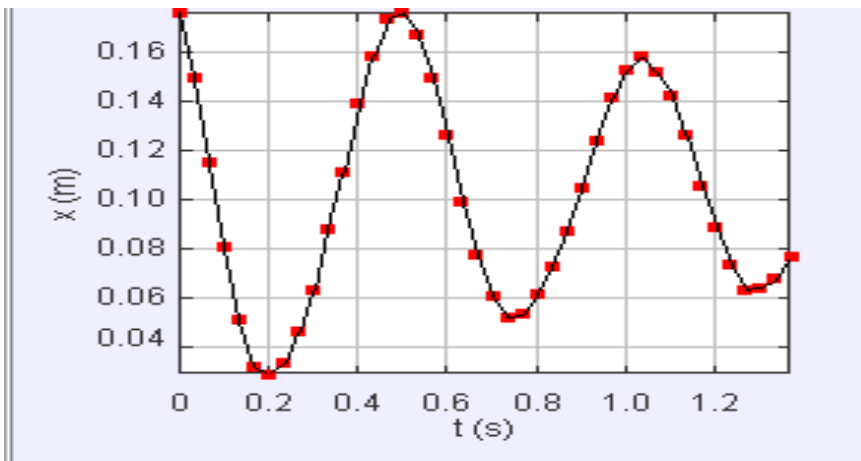
Gráfica 2.11 Desplazamiento vs tiempo resorte 6 masa 47.8g



Gráfica 3.1 Desplazamiento vs tiempo disco de 32.3g con resorte 4 y resorte 5



Gráfica 3.2 Desplazamiento vs tiempo disco de 32.3g con resorte 4 y resorte 6



Gráfica 3.3 Desplazamiento vs tiempo disco de 32.3g con resorte 4 y resorte 5

