Informe 2: Constante elástica del resorte

Carlos Eduardo Caballero Burgoa

200201226@est.umss.edu

20 de abril de 2021

Grupo: J2
Docente: Ing. Milka Mónica Torrico Troche
Carrera: Ing. Electromecánica

Resumen

Este documento detalla el experimento realizado en simulador para calcular la constante de proporcionalidad del resorte, a partir de la ley de *Hooke*, para esto se realizó la medición de la elongación de un resorte a diferentes cantidades de masas disponibles; posteriormente se calculó la constante del resorte por medio del método de los mínimos cuadrados.

1. Introducción

Para mantener un resorte estirado una distancia x más allá de su longitud sin estirar, se debe aplicar una fuerza de igual magnitud en cada extremo como en la **Figura 1**. Si el alargamiento x no es excesivo, la fuerza aplicada al extremo derecho tiene una componente x directamente proporcional a x, conocida como la ley de *Hooke*:

$$F_x = kx \tag{1}$$

donde k es una constante llamada **constante de fuerza** (o constante de resorte). Las unidades de k son de fuerza dividida entre distancia: $[N/m]$ en el sistema internacional [1].

Para el experimento se verificará la ley de *Hooke* citada anteriormente, a partir de la toma de datos de elongación y fuerza, se graficaron los datos. Finalmente se determinaron las constantes de los resortes usados.

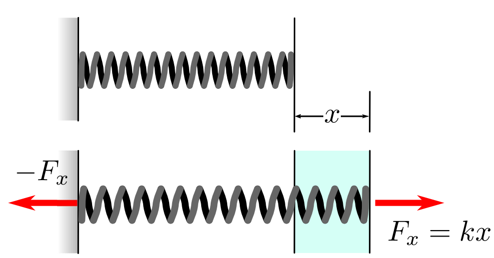

Figura 1: Fuerza necesaria para estirar un resorte.
Fuente: 2013. Sears y Zemansky. Física Universitaria Volumen I. Pagina 188

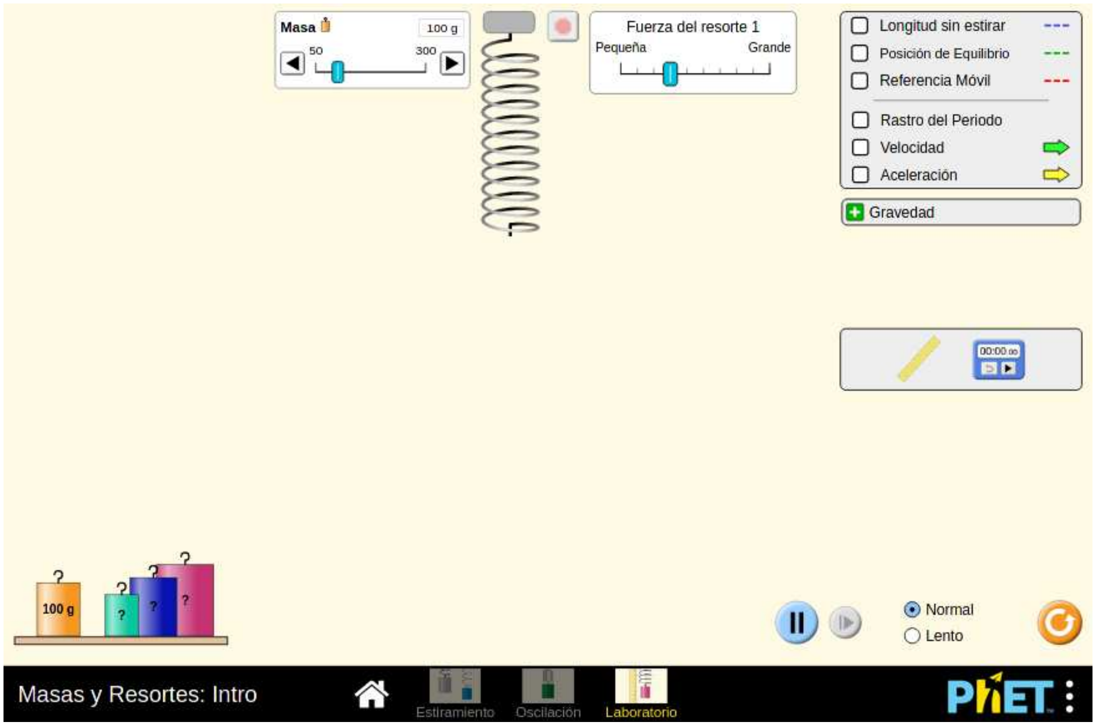

Figura 2: Simulador de resortes.
Fuente: Fotografía propia.

2. Método experimental

Para la realización del experimento, se utilizará el simulador de resortes de *PHET*, ubicado en la dirección web: `https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs-basics/latest/masses-and-springs-basics_es.html`, este se muestra en la **Figura 2**.

Para el simulador se escoge una fuerza del resorte, que se mantendrá constante durante la medición, y se registrarán diferentes masas para medir su variación de longitud.

Una vez medidos los datos para dos resortes con diferente fuerza del resorte, se procederá a graficar la relación fuerza vs. longitud del resorte, y con la ayuda del método de los mínimos cuadrados, se halla la relación funcional entre las variables.

Datos necesarios para el experimento:

Aceleración de la gravedad local:

$$g = (9.78 \pm 0.02)[m/s^2]$$

Precisión de la regla:

$$P_l = 1[cm]$$

Precisión de la balanza:

$$P_m = 1[gr]$$

3. Resultados

3.1. Resorte pequeño

En el **cuadro 1**, pueden ver los valores tomados del experimento, tanto la masa como la longitud de la deformación resultante, para una fuerza del resorte pequeña:

i	$m_i[g]$	$x_i[cm]$
1	0	47
2	50	60
3	60	62
4	70	65
5	80	67
6	90	69
7	100	72
8	110	74
9	120	77
10	130	79
11	140	82
12	150	84
13	160	86
14	170	89
15	180	91
16	190	94
17	200	96
18	210	99

Cuadro 1: Mediciones de longitud en función de la masa provista.
Fuente: Elaboración propia.

A partir de los datos obtenidos se genera la gráfica de la **Figura 3** de la fuerza y la longitud del resorte.

Por tanto se realizo el ajuste de la curva, por el método de los mínimos cuadrados, resultando:

$$a = (-0.0157 \pm 0.0074)[N]; 46.89\,\%$$

$$b = (4.0031 \pm 0.0221)[N/m]; 0.55\,\%$$

$$r = 0.9998$$

Sabiendo que el modelo de ajuste es:

$$F = a + bx$$

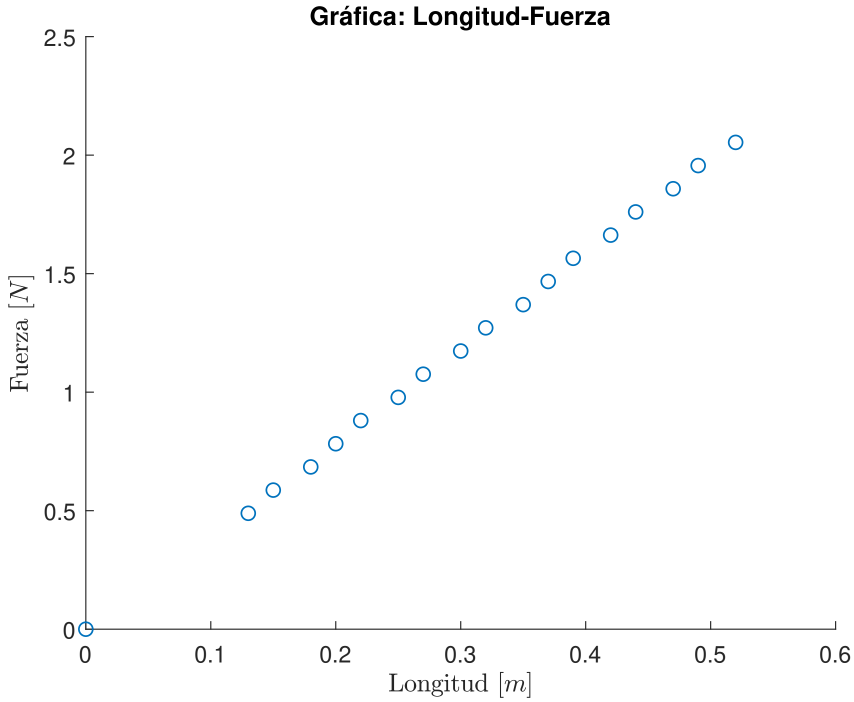

Figura 3: Gráfica de longitud vs fuerza.
Fuente: Elaboración propia.

y despreciando el valor de a, obtenemos la siguiente relación funcional:

$$F \propto x$$

Por tanto, la constante elástica para el resorte pequeño del experimento es:

$$k = (4.0031 \pm 0.0221)[N/m]; 0.55\,\%$$

3.2. Resorte grande

En el **cuadro 2**, pueden ver los valores tomados del experimento, tanto la masa como la longitud de la deformación resultante, para una fuerza del resorte grande:

A partir de los datos obtenidos se genera la gráfica de la **Figura 4** de la fuerza y la longitud del resorte.

Por tanto se realizo el ajuste de la curva, por el método de los mínimos cuadrados, resultando:

$$a = (-0.0076 \pm 0.0253)[N]; 330.46\,\%$$

$$b = (10.8946 \pm 0.1281)[N/m]; 1.18\,\%$$

$$r = 0.9989$$

i	$m_i[g]$	$x_i[cm]$
1	0	47
2	140	60
3	150	61
4	160	61
5	170	62
6	180	63
7	190	64
8	200	65
9	210	66
10	220	67
11	230	68
12	240	69
13	250	70
14	260	70
15	270	71
16	280	72
17	290	73
18	300	74

Cuadro 2: Mediciones de longitud en función de la masa provista.
Fuente: Elaboración propia.

Sabiendo que el modelo de ajuste es:

$$F = a + bx$$

y despreciando el valor de a, obtenemos la siguiente relación funcional:

$$F \propto x$$

Por tanto, la constante elástica para el resorte grande del experimento es:

$$k = (10.8946 \pm 0.1281)[N/m]; 1.18\,\%$$

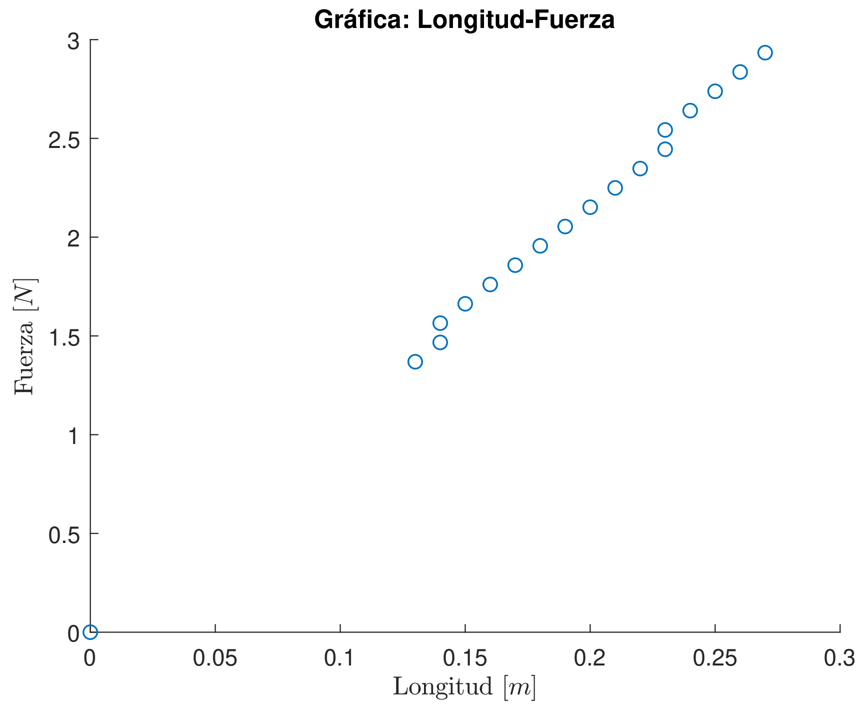

Figura 4: Gráfica de longitud vs fuerza.
Fuente: Elaboración propia.

4. Discusión

Puede notarse que en ambos resortes la variable a es negativa, además que el error de b es pequeño, ambas son reflejo del uso de un simulador, ya que se están tratando con resortes ideales.

5. Conclusiones

Se realizó la gráfica de longitud vs fuerza, donde es notoria la relación lineal entre las variables.

Se realizó el ajuste de la curva por el método de mínimos cuadrados y se halló la relación funcional entre estas dos variables, siendo está constante elástica del resorte.

Referencias

[1] Sears y Zemansky (2013).
Física Universitaria. Volumen 1.
13va Edición.
Capitulo 11.

Anexo: Cálculos adicionales

5.1. Resorte pequeño

Conociendo m_i, x_i, y g, se detallan los valores de la fuerza calculada (F) y la longitud del estiramiento del resorte pequeño (Δl) en el **cuadro 3**.

i	$F_i[N]$	$\Delta x_i[m]$
1	(0 ± 0.0098)	(0 ± 0.01)
2	(0.4890 ± 0.0098)	(0.1300 ± 0.01)
3	(0.5868 ± 0.0099)	(0.1500 ± 0.01)
4	(0.6846 ± 0.0099)	(0.1800 ± 0.01)
5	(0.7824 ± 0.0099)	(0.2000 ± 0.01)
6	(0.8802 ± 0.0099)	(0.2200 ± 0.01)
7	(0.9780 ± 0.0100)	(0.2500 ± 0.01)
8	(1.0758 ± 0.0100)	(0.2700 ± 0.01)
9	(1.1736 ± 0.0101)	(0.3000 ± 0.01)
10	(1.2714 ± 0.0101)	(0.3200 ± 0.01)
11	(1.3692 ± 0.0102)	(0.3500 ± 0.01)
12	(1.4670 ± 0.0102)	(0.3700 ± 0.01)
13	(1.5648 ± 0.0103)	(0.3900 ± 0.01)
14	(1.6626 ± 0.0104)	(0.4200 ± 0.01)
15	(1.7604 ± 0.0104)	(0.4400 ± 0.01)
16	(1.8582 ± 0.0105)	(0.4700 ± 0.01)
17	(1.9560 ± 0.0106)	(0.4900 ± 0.01)
18	(2.0538 ± 0.0106)	(0.5200 ± 0.01)

Cuadro 3: Calculo de la fuerza y la longitud.
Fuente: Elaboración propia.

5.2. Resorte grande

Conociendo m_i, x_i, y g, se detallan los valores de la fuerza calculada (F) y la longitud del estiramiento del resorte grande (Δl) en el **cuadro 4**.

i	$F_i[N]$	$\Delta x_i[m]$
1	(0 ± 0.0098)	(0 ± 0.01)
2	(1.3692 ± 0.0102)	(0.1300 ± 0.01)
3	(1.4670 ± 0.0102)	(0.1400 ± 0.01)
4	(1.5648 ± 0.0103)	(0.1400 ± 0.01)
5	(1.6626 ± 0.0104)	(0.1500 ± 0.01)
6	(1.7604 ± 0.0104)	(0.1600 ± 0.01)
7	(1.8582 ± 0.0105)	(0.1700 ± 0.01)
8	(1.9560 ± 0.0106)	(0.1800 ± 0.01)
9	(2.0538 ± 0.0106)	(0.1900 ± 0.01)
10	(2.1516 ± 0.0107)	(0.2000 ± 0.01)
11	(2.2494 ± 0.0108)	(0.2100 ± 0.01)
12	(2.3472 ± 0.0109)	(0.2200 ± 0.01)
13	(2.4450 ± 0.0110)	(0.2300 ± 0.01)
14	(2.5428 ± 0.0111)	(0.2300 ± 0.01)
15	(2.6406 ± 0.0112)	(0.2400 ± 0.01)
16	(2.7384 ± 0.0113)	(0.2500 ± 0.01)
17	(2.8362 ± 0.0114)	(0.2600 ± 0.01)
18	(2.9340 ± 0.0115)	(0.2700 ± 0.01)

Cuadro 4: Calculo de la fuerza y la longitud.
Fuente: Elaboración propia.