Ley de Hooke

Un muelle mide 15 cm en reposo y si aplicas una fuerza de 6 N se alarga otros 25 cm:

a) ¿Cuál es la constante elástica del muelle?

b) ¿Qué fuerza habría que aplicarle para que midiera 53 cm?

c) ¿Cuánto mediría si colgásemos un objeto de 3 kg?

SOLUCIÓN:

Vamos a hacer el ejercicio aplicando la Ley de Hooke, que nos indica que la fuerza que se aplica sobre un resorte provoca una deformación proporcional: $F = k\cdot \Delta L$

a) La deformación que se ha producido por efecto de la fuerza de 6 N es de 25 cm, es decir, 0,25 m:

$$F = k\cdot \Delta L\ \rightarrow\ k = \frac{F}{\Delta L} = \frac{6\ N}{0,25\ m} = \mathbf{24\ N\cdot m^{-1}}$$

b) Si la longitud final fuera de 53 cm querría decir que se ha deformado (53 - 15) cm = 38 cm. Expresando esa deformación en metros y aplicando la ley de Hooke:

$$F = k\cdot \Delta L = 24\ N\cdot \cancel{m^{-1}}\cdot 0,38\ \cancel{m} = \mathbf{9,12\ N}$$

c) Al colgar una masa de 3 kg, la fuerza que ejerce sobre el muelle es su peso:

$$p = m\cdot g = 3\ kg\cdot 9,8\frac{m}{s^2} = 29,4\ N$$

La deformación que provoca esta fuerza es:

$$\Delta L = \frac{F}{k} = \frac{29,4\ \cancel{N}}{24\ \cancel{N}\cdot m^{-1}} = 1,22\ m$$

Esto quiere decir que la longitud final del muelle sería **(1,22 + 0,15) m = 1,37 m**.

La constante elástica de una muelle es de 2 N/cm. ¿Cuál será el alargamiento del muelle si se cuelga un cuerpo de 400 g de masa.

SOLUCIÓN:

Lo más urgente en el ejercicio es hacer los cambios de unidades que permitan que sean homogéneas. La constante viene dada en N/cm y eso implica que la masa ha de estar expresada en **kg**.

$$400\ \cancel{g} \cdot \frac{1\ kg}{10^3\ \cancel{g}} = \mathbf{0,4\ kg}$$

Si aplicamos la ley de Hooke, teniendo en cuenta que la fuerza aplicada sobre el muelle es el **peso** de la masa:

$F = m \cdot g = k \cdot \Delta L \ \rightarrow \ \Delta L = \frac{m \cdot g}{k}$ Sustituimos en la ecuación, escribiendo los newton en función de las unidades fundamentales:

$$\Delta L = \frac{0,4\ \cancel{kg} \cdot 9,8 \frac{\cancel{m}}{\cancel{s^2}}}{2 \frac{\frac{\cancel{kg} \cdot \cancel{m}}{\cancel{s^2}}}{cm}} = \mathbf{1,96\ cm}$$

Se cuelga en un muelle, cuya constante recuperadora es $200\ N \cdot m^{-1}$, una masa de 15 kg. Determina el alargamiento que sufre el muelle, expresado en centímetros.

SOLUCIÓN:

Aplicando la ley de Hooke, y teniendo en cuenta que la fuerza será el peso, es decir, el producto de la masa por la aceleración de la gravedad:

$$F = k \cdot \Delta x \ \rightarrow \ \Delta x = \frac{F}{k} = \frac{15 \cdot 9,8 \frac{m}{s^2}}{2\ 100\ N} \cdot \frac{10^2\ cm}{1\ m} = \mathbf{7\ cm}$$

Un niño estira de un elástico con una fuerza de 15 N. Sabiendo que la constante de recuperación del elástico es de 75 N/m, ¿cuánto se estirará el elástico?

SOLUCIÓN:

A partir de la ley de Hooke: $F = k \cdot \Delta x$

Despejamos el valor de la elongación y sustituimos los datos:

$$\frac{F}{k} = \Delta x \ \rightarrow \ \frac{15\ N}{75\ N/m} = \mathbf{0,2\ m}$$

Un resorte de constante recuperadora 110 N/m se comprime 6,5 cm. ¿Qué fuerza será capaz de ejercer sobre un objeto que se apoya sobre él cuando se libere?

SOLUCIÓN:

La fuerza recuperadora del muelle es: $F = k \cdot \Delta x$

Basta con sustituir los datos en la ecuación, pero expresando la distancia de la compresión en metros:

$$F = 110\frac{N}{\cancel{m}} \cdot 6,5\ \cancel{cm} \cdot \frac{10^{-2}\ \cancel{m}}{1\ \cancel{cm}} = \mathbf{7,15\ N}$$

Un resorte tiene una longitud de 10 cm cuando está suspendido de una pinza. Cuando se le cuelga una masa de 125 g su longitud aumenta hasta los 14,5 cm. ¿Cuál es la constante elástica del resorte? ¿Cuál sería la longitud del muelle si le colgásemos otra masa de 75 g?

SOLUCIÓN:

La ley de Hooke establece que la elongación del resorte ha de ser proporcional a la fuerza que se aplica, que es el peso asociado a la masa que se le ha colgado:

$F = k \cdot \Delta x$

La "k" de la ecuación anterior es la constante elástica o recuperadora del resorte, que es lo que debemos calcular, y Δx es lo que llamamos elongación, que es la diferencia entre la longitud final del resorte y su longitud inicial.

Podemos reescribir la ecuación y despejar:

$p = k \cdot (l_f - l_i)\ \rightarrow\ k = \frac{m \cdot g}{l_f - l_i}$

Ahora sólo nos queda sustituir los valores que nos han dado, pero expresados en unidades SI:

$$k = \frac{0,125\ kg \cdot 10\frac{m}{s^2}}{(0,145 - 0,1)\ m} = \mathbf{27,78\frac{N}{m}}$$

La constante que hemos calculado es propia del resorte y es constante, siempre que el resorte no sea forzado y deje de ser elástico. Podemos ahora determinar la nueva longitud si tenemos en cuenta que la masa total será la suma de las masas:

$\frac{m \cdot g}{k} = l_f - l_i\ \rightarrow\ \frac{m \cdot g}{k} + l_i = l_f$

Sustituimos en la ecuación:

$$l_f = \frac{0,2\ kg \cdot 10\frac{m}{s^2}}{27,78\ N/m} + 0,1\ m = \mathbf{0,172\ m}$$

Se aplican 150 N a un resorte que se elonga 20 cm. Si el resorte recobra su longitud original y después se le aplica una fuerza de 210 N, ¿cuál es la nueva elongación? Considera que el resorte no excede su límite elástico.

SOLUCIÓN:

Aplicamos la ley de Hooke a ambos casos:

$F_1 = k \cdot x_1$

$F_2 = k \cdot x_2$

Si dividimos ambas expresiones: $\frac{F_1}{F_2} = \frac{k \cdot x_1}{k \cdot x_2} \ \rightarrow \ x_2 = \frac{x_1 \cdot F_2}{F_1}$

Al hacer este cociente, que no es más que comparar ambas situaciones, vemos que no es necesario conocer la constante de elongación del resorte:

$$x_2 = \frac{20\ cm \cdot 210\ N}{150\ N} = \mathbf{28\ cm}$$

Un grupo de alumnos estudió el comportamiento de un resorte concluyendo que cumple con la ley de Hooke y determinó que su constante de la elasticidad vale 12,5 N/m.

a) ¿Cuánto se estira este resorte al aplicarle una fuerza de 5,0 N?

b) ¿Qué fuerza debe aplicarse para estirarlo 4,0 cm?

SOLUCIÓN:

La ley de Hooke nos dice: $F = -k \cdot x$

(El signo menos solo quiere decir que es una fuerza recuperadora, es decir, que tiene sentido contrario a la elongación del resorte).
a) Despejamos el valor de "x":

$$x = \frac{F}{k} = \frac{5\ N}{12,5\ N/m} = \mathbf{0,4\ m}$$

b) Sustituimos los valores:

$$F = 12,5 \frac{N}{m} \cdot 0,04\ m = \mathbf{0,5\ N}$$

(Cuidado porque los 4 cm hay que expresarlos en metros).

El extremo libre de un trampolín en una piscina queda a 55 cm por encima del agua. Si un hombre de 50 kg parado sobre el extremo del tablón lo hace bajar hasta 35 cm del agua, ¿cuánta ha de ser la carga para que baje hasta 5 cm del agua?

SOLUCIÓN:

A partir de la Ley de Hooke ($F = -k \cdot x$) podemos despejar para obtener el valor de la constante recuperadora del trampolín: $k = \frac{F}{x}$

$$k = \frac{50\ kg \cdot 9,8 \frac{m}{s^2}}{0,2\ m} = 2\ 450 \frac{kg}{s^2}$$

(El trampolín ha bajado 20 cm con respecto a su posición de equilibrio). El signo menos de esta ecuación hace referencia solo al sentido de la fuerza y por ello podemos prescindir de él en el cálculo que estamos realizando.
Para conseguir que la elongación del trampolín sea de 50 cm (0,5 m), hará falta una fuerza de:

$$F = k \cdot x = 2\ 450 \frac{kg}{s^2} \cdot 0,5\ m = \mathbf{1\ 225\ N}$$

La masa necesaria para que la fuerza tenga ese valor será:

$$p = m \cdot g\ \rightarrow\ m = \frac{p}{g} = \frac{1\ 225\ N}{9,8 \frac{m}{s^2}} = \mathbf{125\ kg}$$

Un resorte de acero de 30 cm de largo se estira hasta una longitud de 35,6 cm cuando se suspende de su extremo inferior una masa de 2 kg. Encuentra la longitud del resorte cuando se agregan 500 g más a su extremo inferior.

SOLUCIÓN:

A partir de la Ley de Hooke ($F = -k \cdot x$) podemos despejar para obtener el valor de la constante recuperadora del resorte: $k = \frac{F}{x}$

$$k = \frac{2\ kg \cdot 9,8 \frac{m}{s^2}}{5,6 \cdot 10^{-2}\ m} = 350 \frac{kg}{s^2}$$

(Recordemos que el signo menos de esta ecuación hace referencia solo al sentido de la fuerza y por ello podemos prescindir de él en el cálculo que estamos realizando)
Al añadir los 0,5 kg extra al resorte su nueva elongación será:

$$x = \frac{F}{k}\ \rightarrow\ x = \frac{2,5\ kg \cdot 9,8 \frac{m}{s^2}}{350 \frac{kg}{s^2}} = 0,07\ m$$

Esto quiere decir que el resorte se estirará un total de 7 cm, por lo que la nueva longitud del resorte será **37 cm**.

Una caja de 2 kg está sobre un plano inclinado de 30º y sujeta a un resorte cuya elongación es de 3 cm. Si no existe rozamiento entre la caja y el plano:

a) ¿Cuál es la constante recuperadora del resorte?

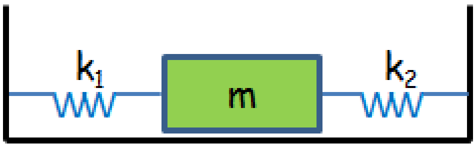
b) Si desplazamos la caja 5 cm hacia abajo sobre el plano y luego la soltamos, ¿cuál será su aceleración inicial?

SOLUCIÓN:

a) $\mathbf{k = 326,67\ \frac{N}{m}}$; b) $\mathbf{a = 3,27\ \frac{m}{s^2}}$

Un cuerpo de masa «m» está unido a dos muelles como se ve en la figura. Cada uno de los resortes está estirado con respecto a su posición de equilibrio. Si sus constantes recuperadoras son k_1 y k_2 respectivamente:

Calcula el cociente entre las elongaciones de ambos muelles.
Demuestra que si desplazamos el sistema hacia uno de los lados la fuerza recuperadora que aparece es la misma que si el sistema estuviese unido a un único muelle de constante recuperadora $(k_1 + k_2)$.



SOLUCIÓN:

$\mathbf{\frac{x_1}{x_2} = \frac{k_2}{k_1}}$; $\mathbf{F = (k_1 + k_2) \cdot \Delta x}$

Sobre una mesa sin rozamiento se tira con aceleración constante de un objeto de 80 kg mediante un cable que se alarga 0,25 m. Si el bloque estaba en reposo y recorre 5 m en 4 s:

a) ¿Cuál es la constante recuperadora del cable si suponemos que cumple la Ley de Hooke?

b) ¿Cuál sería la elongación del cable si colgásemos verticalmente el objeto y lo dejásemos en reposo?

Dato: g = 9,8 m/s^2

SOLUCIÓN:

$\mathbf{k = 200\ N/m}$; $\mathbf{\Delta x = 3,92\ m}$

Un resorte tiene una constante recuperadora k = 200 N/m. De él cuelga, inmóvil, un objeto de 5 kg. Hallar el valor numérico de todas las fuerzas que se ejercen sobre el objeto y el alargamiento del resorte respecto a su posición de equilibrio.

Considera que g = 10 m/s^2

SOLUCIÓN:

$$\mathbf{p = -50\ N\ ;\ F_r = 50\ N\ ;\ \Delta x = 0,25\ m}$$

Un muelle tiene una constante recuperadora k = 300 N/m y de él cuelga una lámpara de 6 kg de masa. Calcula el alargamiento del muelle respecto de su posición de reposo.

SOLUCIÓN:

$$\mathbf{\Delta x = 19,6\ cm}$$

Un muelle tiene una constante recuperadora k = 450 N/m y de él se cuelga una masa de 9,5 kg. Calcula la elongación que experimenta el muelle.

SOLUCIÓN:

$$\mathbf{\Delta x = 20,69\ cm}$$

Un muelle, con constante de recuperación 40 N/m, cuelga verticalmente junto a una regla de modo que su extremo coincide con la marca 10 cm. ¿Qué masa debe colgarse del muelle para que su extremo quede alineado con la marca 18 cm de la regla?

SOLUCIÓN:

m = 0,32 kg

Una persona de 70 kg que practica el deporte extremo conocido como *puenting*, salta al vacío desde un puente. La cuerda elástica que tiene amarrada a sus tobillos, mide 10 m sin estirar. Suponiendo que se cumple la Ley de Hooke, determine la constante de recuperación de la cuerda si la persona cae una distancia total de 30 m.

SOLUCIÓN:

k = 35 N/m

A partir de la tabla de datos obtenida en el laboratorio, para la deformación de un muelle por acción del peso:

Fuerza (N)	Longitud (m)
0	0,2
0,5	0,3
1	0,4
1,5	0,5

a) ¿Cuál es el valor de la constante recuperadora del muelle empleado?

b) ¿Qué fuerza habría que aplicar para que la deformación del muelle fuera de 15 cm?

c) ¿Qué longitud alcanzaría el muelle si colgamos un peso de 2,3 N?

SOLUCIÓN:

a) $\mathbf{k = 5\ \frac{N}{m}}$

b) **F = 0,75 N**

c) **L = 0,26 m**