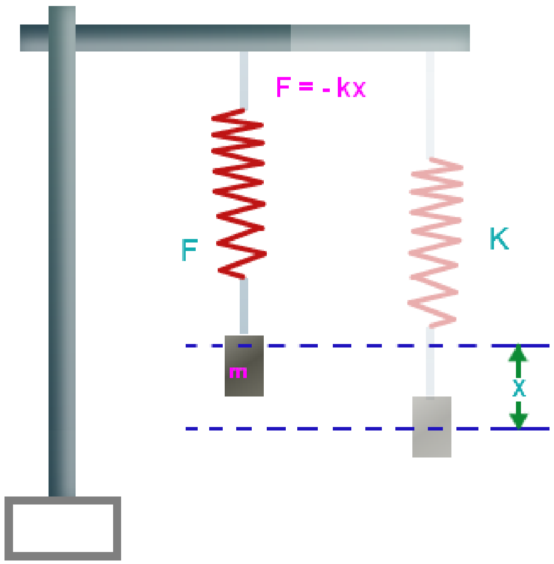
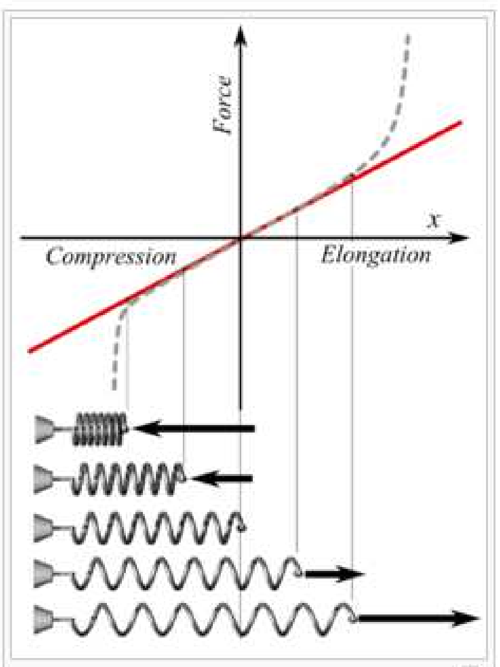
Sistemas lineales – Masa suspendida de un resorte



Consideramos un resorte helicoidal fijo en un extremo y con una masa *m* en el otro.

Se le aplica una fuerza F en su dirección axial sacándolo de su posición de equilibrio original .
El resorte se estira una cantidad X.

La ley de Hooke dice que la fuerza F necesaria para estirar o comprimir un resorte una distancia X es proporcional a esa distancia .

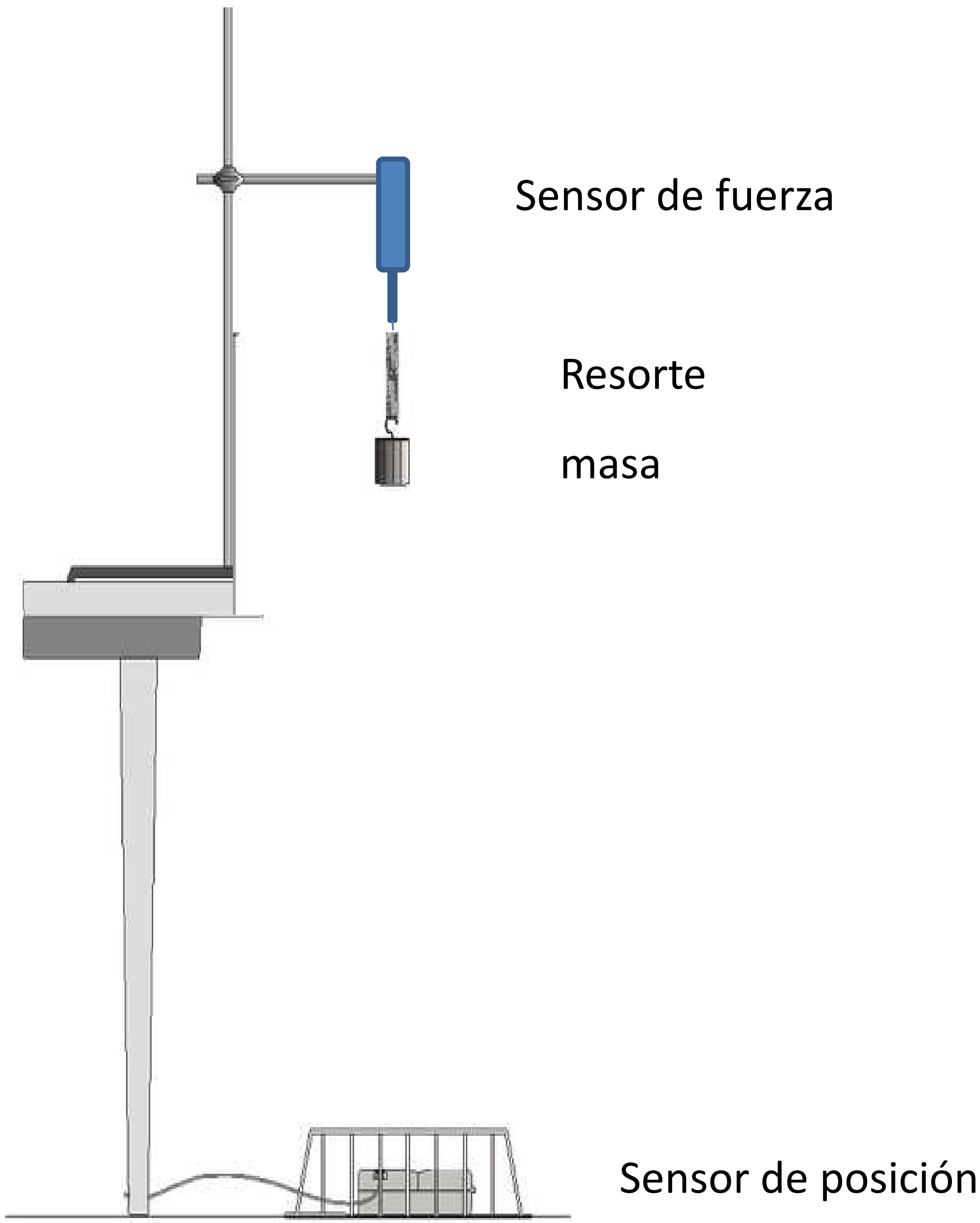


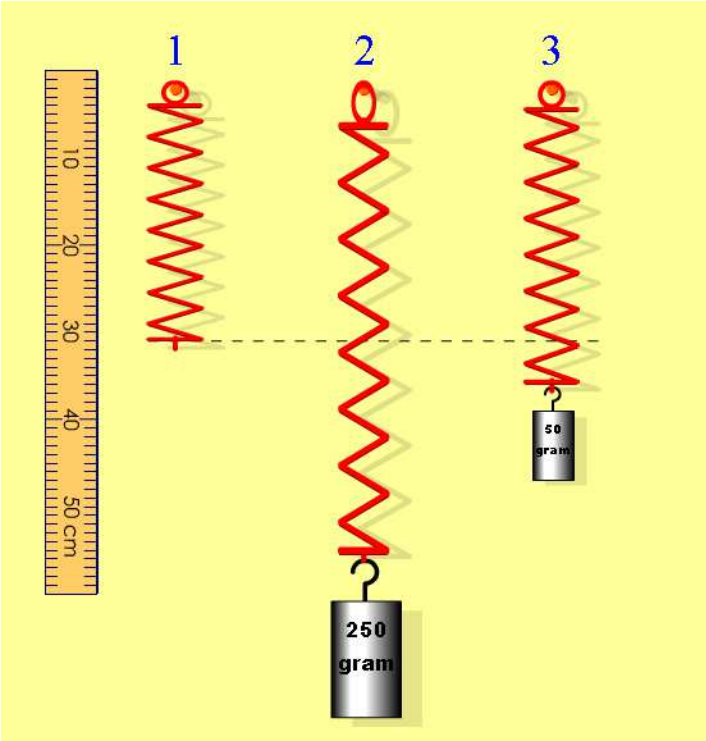
$$F = -kX$$

La fuerza es restitutiva y opuesta al desplazamiento

Constante del resorte

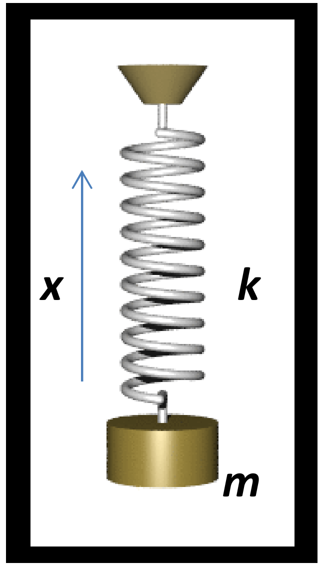
¿El comportamiento del resorte es lineal ?


Sensor de fuerza
Resorte
masa
Sensor de posición



1. Registramos la longitud del resorte.
2. La distancia desde el sensor de movimento al punto fijo del resorte.
3. La longitud del porta pesas.
4. Chequeamos con la balanza el peso de c/u de las pesas a utilizar.
5. Calibramos el sensor de fuerza con dos valores conocidos. (usar fuerza nula y 1 kg aprox).
6. Chequemos la calibración con otros pesos.
7. Buscamos la velocidad de muestreo adecuada para trabajar (10, 30, 60, 500 y 1000 hz). Medimos con tres valores de fuerza.
8. Calibramos el sensor de posición.

Si la masa se desplaza de su posición de equilibrio, el resorte ejerce una fuerza restitutiva que sigue la Ley de Hooke



$$\mathbf{F} = -k\mathbf{x}, \qquad F_{net} = m\frac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}t^2} = -kx, \quad \Longrightarrow \quad \frac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}t^2} = -\left(\frac{k}{m}\right)x,$$

$$x(t) = c_1 \cos(\omega t) + c_2 \sin(\omega t) = A\cos(\omega t - \varphi)$$

Frecuencia angular

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}, \quad A = \sqrt{{c_1}^2 + {c_2}^2}, \quad \tan\varphi = \left(\frac{c_2}{c_1}\right),$$

$$v(t) = \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} = -A\omega\sin(\omega t - \varphi), \qquad v(t) = \sqrt{A^2 - x^2}$$

$$a(t) = \frac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}t^2} = -A\omega^2\cos(\omega t - \varphi). \qquad a(x) = -\omega^2 x.$$

Realización de la experiencia

La idea es registrar simultánemanete la fuerza y el desplazamiento de
la masa mientras se produce la oscilación del sistema en el sentido vertical.

Utilizamos una masa de aprox. 350 g unida al resorte y le imprimimos
un desplazamiento inicial sacándola del equilibrio. La dejamos oscilarar
libremente.

Registramos la fueza y el desplazamiento en función del tiempo.
Calculamos y graficamos la velocidad y la aceleración en función del tiempo.

Estimamos el período y calculamos la constante del resorte ***k.***

A partir de la información de fuerza y desplazamiento, parametrizamos en el
tiempo y construimos un gráfico fueza en función del desplazamiento.
¿Son los resultados los esperados?
¿Qué información podemos obtener?

Repetimos la experiencia para otras 4 masas entre 125 g y 400 g.

Analizar los errores en el calculo de ***k***

Masa suspendida de un resorte – Amortiguación en un fluido

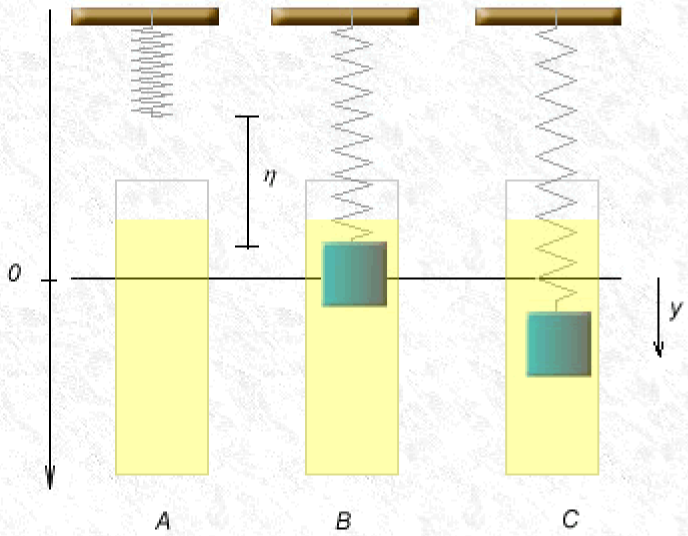
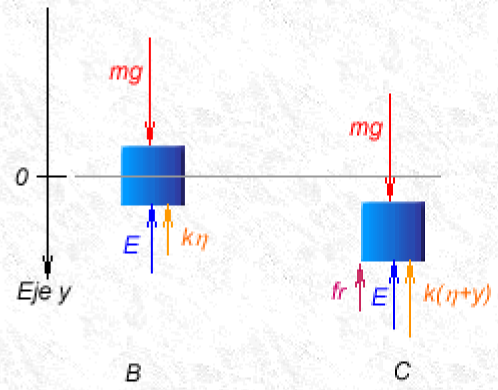
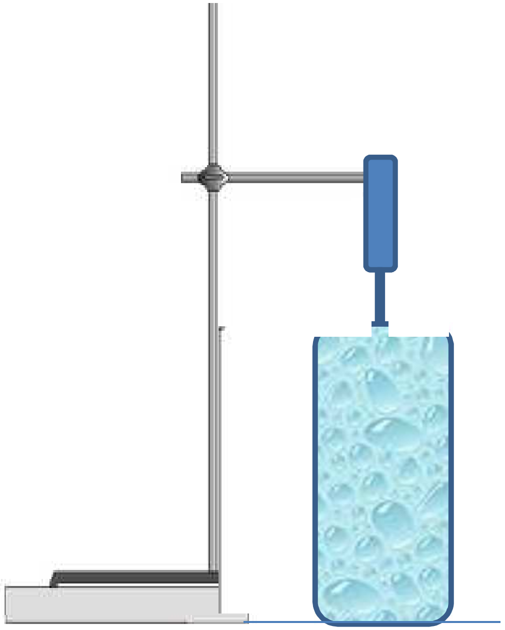


Figura 1

En la Figura 2 se ilustran los diagramas de fuerzas para la masa, en las situaciones B (equlibrio) y C (no equilibrio).





- Colocamos la masa en un fluido.
- Perturbamos el sistema sacándolo del equilibrio.
- Registramos la oscilación mediante el sensor de fuerza con las mismas masas que en la experiencia anterior.

Cuando un cuerpo se mueve a velocidad relativamente baja a través de un fluido, la fuerza de fricción puede planterase como proporcional a la velocidad y en sentido opuesto a la misma.

$$\vec{F} = -b\vec{\dot{x}}$$

constante relacionada a la viscosidad del medio

La ecuación de movimiento (normalizada a la masa) es :

$$\ddot{x} + 2\gamma\dot{x} + \omega_0^2 x = 0 \qquad 2\gamma = \frac{b}{m}$$

cuando $\gamma < \omega_0$

$$x(t) = Ae^{-\gamma t}\sin(\omega t + \alpha)\,,$$

Constantes a determinar

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \gamma^2}$$

Estamos registrando fuerza. ¿Podemos usar la ec. anterior para el ajuste de los datos experimentales ?

Obtener γ en función de la masa.