Movimiento oscilatorio simple y amortiguado

Conceptos previos:

➢ Calibración

¿Qué nos evitamos con esto los errores sistemáticos?

El sensor fuerza utiliza un modelo lineal entre tensión y fuerza:

$$F = k_1 V + k_0$$

- ¿Cómo hallamos los parámetros k_1 y k_0?

Conceptos previos:

➢ Calibración

¿Qué nos evitamos con esto los errores sistemáticos?

El sensor fuerza utiliza un modelo lineal entre tensión y fuerza:

$$F = k_1 V + k_0$$

- ¿Cómo hallamos los parámetros k_1 y k_0?

Regresión lineal!

Conceptos previos:

- Cambios de escala

  Supongamos

$$y(x) = a \cdot 10^{cx} + b$$

¿Cómo puedo llevarlo a una forma conocida para utilizar los análisis que ya vimos?

Conceptos previos:

➢ Cambios de escala

Supongamos

$$y(x) = a \cdot 10^{cx} + b$$

¿Cómo puedo llevarlo a una forma conocida para utilizar los análisis que ya vimos?

$$\Rightarrow \tilde{y} = cx + \tilde{b}$$

$$\tilde{y} \equiv \log_{10}(y - b) \qquad \tilde{b} \equiv \log_{10}(a)$$

Objetivos:

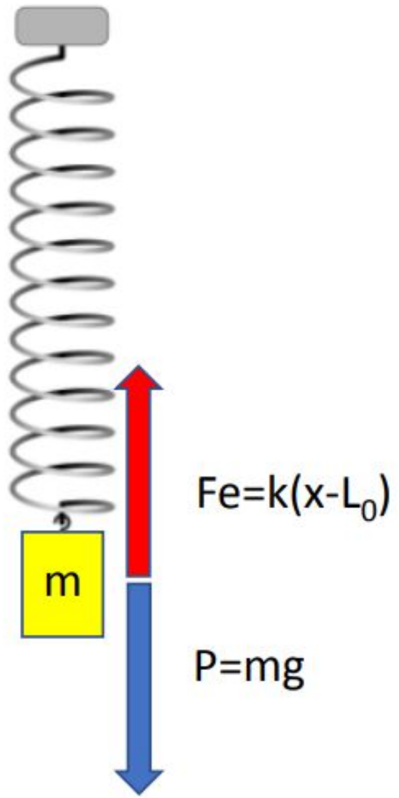
- ➢ Estudiar las propiedades de un resorte en distintos regímenes.
- ➢ Estudiar el medio en el cual oscilan estos resortes.

Ecuaciones para el resorte:

$$mg - k(x - L_0) = m\ddot{x}$$

$$mg - kx + kL_0 = m\ddot{x}$$

$$g - \left(\frac{k}{m}\right)x + \left(\frac{k}{m}\right)L_0 = \ddot{x}$$



Método estático: $\Rightarrow \ddot{x} = 0$

$$g - \frac{k}{m}(x - l_o) = 0 \quad \Rightarrow \quad mg = k\Delta x$$

Método estático: $\Rightarrow \ddot{x} = 0$

$$g - \frac{k}{m}(x - l_o) = 0 \quad \Rightarrow \quad \boxed{mg = k\Delta x}$$

- ¿Cómo obtengo “k” desde los datos utilizando esta expresión?
- ¿Cómo mido l_o?[1]

[1] **The springmass system revisited**, J. T. Cushing, American Journal of Physics 52, 925 (1984); https://doi.org/10.1119/1.13796

Método dinámico: $\Rightarrow \ddot{x} \neq 0$

$$g - \frac{k}{m}(x - l_o) = \ddot{x} \quad \Rightarrow \quad \frac{k}{m} \equiv \omega_o^2$$

$$T = 2\pi/\omega_o^2 \quad \Rightarrow \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

- ¿Cómo obtengo “T” desde los datos medidos?
- ¿Debo ajustar m(T) o T(m)?
- ¿Puedo realizar un ajuste no lineal?

Oscilador amortiguado:

$$\ddot{x} + \frac{b}{m}\dot{x} + \omega_o^2 x = 0$$

Tiene solución:

$$x(t) = Ae^{-\gamma t}\cos(\omega_o t + \phi)$$

$$\gamma = \frac{b}{2m}$$

$$F(t) = -kx(t)$$

- Si introducimos un medio viscoso ¿cómo cambia la oscilación en el tiempo?
- ¿Cómo puedo ajustar tantos parámetros?

Oscilador amortiguado:

$$\ddot{x} + \frac{b}{m}\dot{x} + \omega_o^2 x = 0$$

Tiene solución:

$$x(t) = Ae^{-\gamma t}\cos(\omega_o t + \phi) \qquad \gamma = \frac{b}{2m}$$

$$F(t) = -kx(t)$$

- Si introducimos un medio viscoso ¿cómo cambia la oscilación en el tiempo?
- ¿Cómo puedo ajustar tantos parámetros?
    - Ajustar la función completa
    - Ajustar solo los picos de oscilación
    - Cambio de escala

Oscilador amortiguado:

$$\ddot{x} + \frac{b}{m}\dot{x} + \omega_o^2 x = 0$$

Tiene solución:

$$x(t) = Ae^{-\gamma t}\cos(\omega_o t + \phi) \qquad \gamma = \frac{b}{2m}$$

$$F(t) = -kx(t)$$

- Si introducimos un medio viscoso ¿cómo cambia la oscilación en el tiempo?

- ¿Cómo puedo ajustar tantos parámetros?

  - Ajustar la función completa
  - Ajustar solo los picos de oscilación $x(t) = Ae^{-\gamma t}$
  - Cambio de escala

Oscilador amortiguado: $$\ddot{x} + \frac{b}{m}\dot{x} + \omega_o^2 x = 0$$

Tiene solución: $$x(t) = Ae^{-\gamma t}\cos(\omega_o t + \phi) \qquad \gamma = \frac{b}{2m}$$

$$F(t) = -kx(t)$$

- Si introducimos un medio viscoso ¿cómo cambia la oscilación en el tiempo?

- ¿Cómo puedo ajustar tantos parámetros?

    - Ajustar la función completa
    - Ajustar solo los picos de oscilación $$x(t) = Ae^{-\gamma t}$$
    - Cambio de escala $$\ln(x(t)) = \ln(A) - \gamma t$$

Aclaraciones importantes:

- Masa máxima que soportan los resortes: 800g
- Optimizar el tiempo juntando mediciones de los métodos dinámico y estático