



universidad de buenos aires - exactas
departamento de Física

Laboratorio 1

1er Cuatrimestre 2024

Movimiento oscilatorio armónico simple (MAS)

Lucía Famá, Federico Trupp,
Camila Borrazás, Lucía Novacovsky

Objetivo de la clase

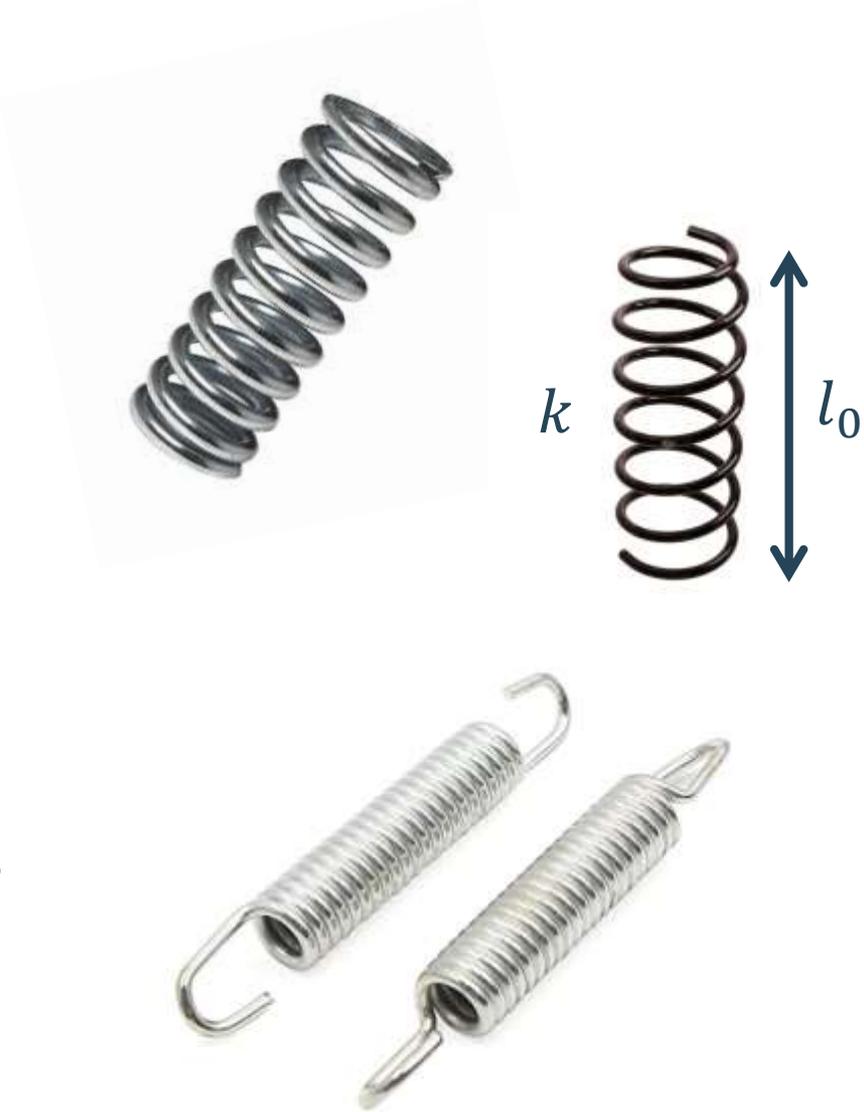
Caracterizar un resorte

¿Qué cantidades definen a un resorte?

l_0 : longitud natural

k : constante elástica

¿Cómo las podemos medir?



Medición de constante elástica

Método estático

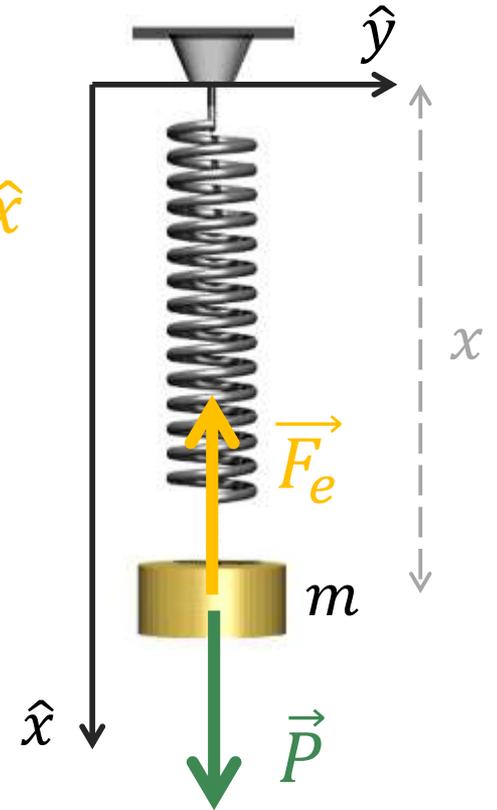
$$\begin{aligned}\hat{x}) \quad m\ddot{x} &= |\vec{P}| - |\vec{F}_e| & \vec{F}_e &= -k(x - l_0)\hat{x} \\ \hat{y}) \quad \ddot{y} &= 0 & \vec{P} &= mg\hat{x}\end{aligned}$$

$$\Rightarrow m\ddot{x} = mg - k(x - l_0)$$

En equilibrio $\ddot{x} = 0$

$$mg = k(x - l_0)$$

$$Y = aX + b$$



Distintas m dan distintos x

Medición de constante elástica

Método estático

Actividad 1

- ✓ Para distintos valores de m (8 masas, en rango 100-800 g) medir el estiramiento x del sistema
- ✓ Realizar el gráfico adecuado y emplear un modelo lineal para obtener k

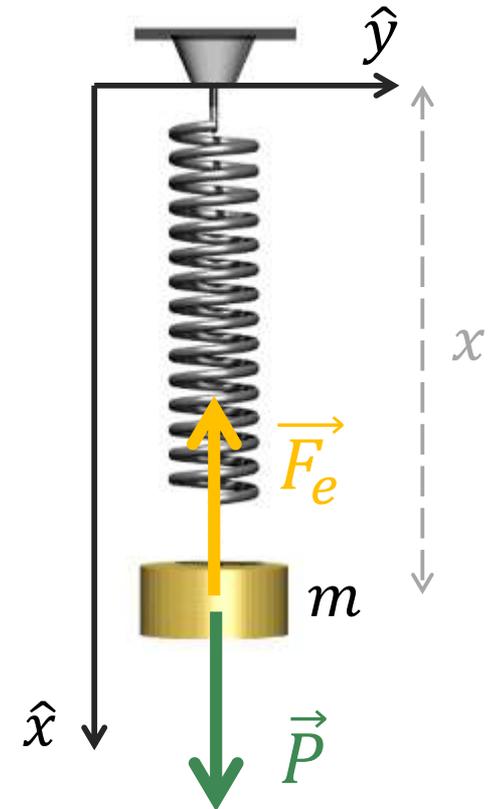
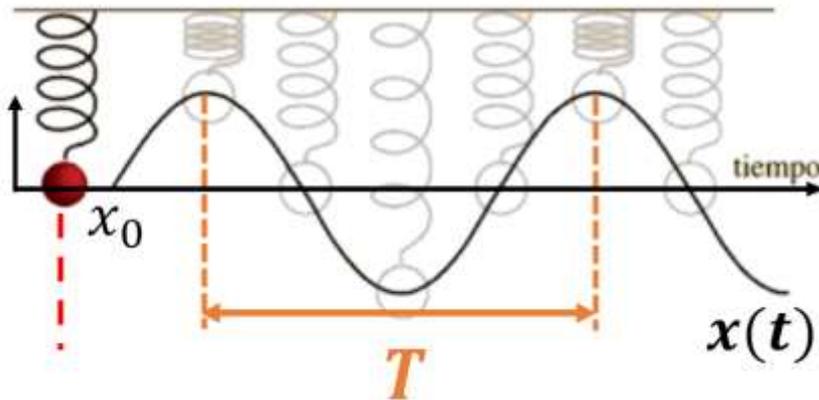
$$mg = kx - kl_0 \qquad Y = aX + b$$

Medición de constante elástica

Método dinámico

$$\hat{x}) m\ddot{x} = mg - k(x - l_0)$$

¿Cómo es el movimiento dependiente del tiempo?

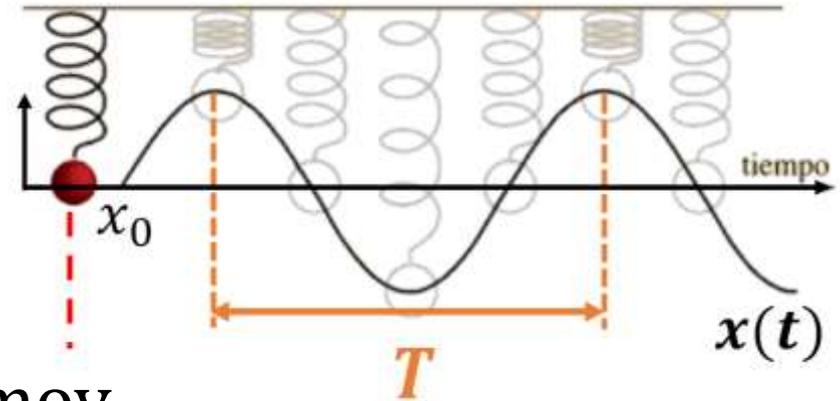


Medición de constante elástica

Método dinámico

$$\hat{x}) m\ddot{x} = mg - k(x - l_0)$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{m}x = g + \frac{kl_0}{m} \left. \vphantom{\ddot{x} + \frac{k}{m}x} \right] \text{ ec. de mov.}$$



Solución de la ecuación de movimiento:

$$x(t) = x_0 + A \cos(\omega t + \varphi)$$

x_0 : posición de equilibrio

A : amplitud

ω : frecuencia angular

φ : fase inicial

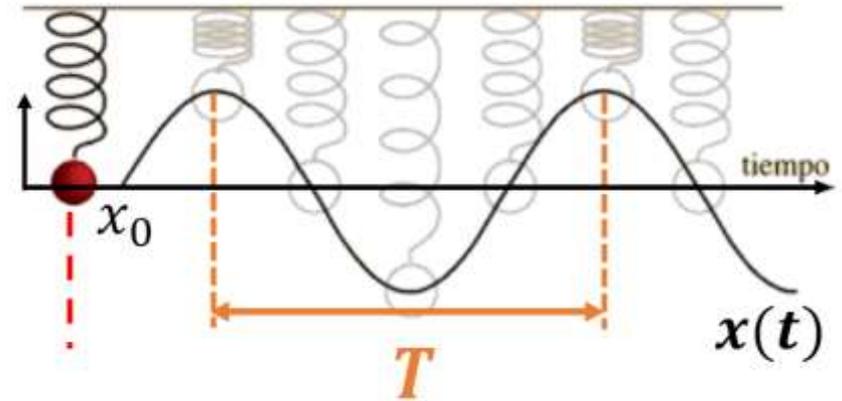
$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Medición de constante elástica

Método dinámico

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

↑ ↑



Distintas m dan distintas ω

$$T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega} \quad \Rightarrow \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{k} m$$

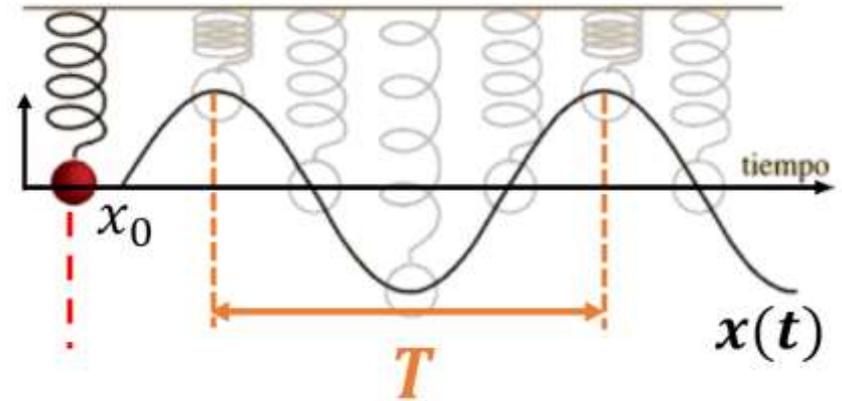
↑ ↑

$$Y = aX + b$$

Medición de constante elástica

Método dinámico

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{k} m$$



¿La masa del resorte afecta a la dinámica del sistema? ¡Sí!

Usamos una masa efectiva que considera el aporte de la masa del resorte (m_r): $m_e = m + \frac{1}{3} m_r$

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{k} m_e$$

Medición de constante elástica

Método dinámico

Actividad 2

- ✓ Medir la masa del resorte (m_r)
- ✓ Para distintos valores de m (8 masas, en rango 100-800 g) medir el período T del sistema
- ✓ Realizar el gráfico adecuado y emplear un modelo lineal para obtener k

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{k} m_e \quad Y = aX + b$$

Medición de constante elástica

Método dinámico

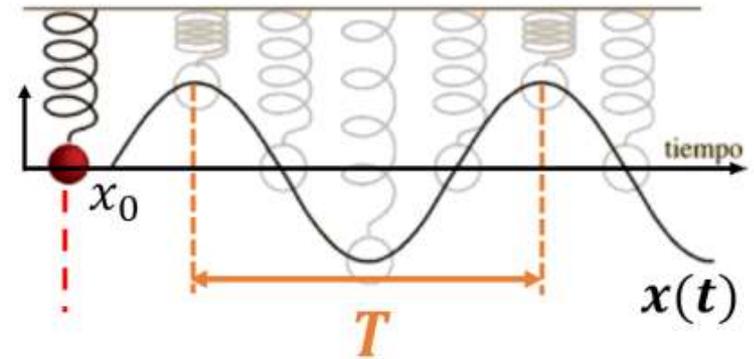
¿Cómo medimos el período T del sistema?

$$\ddot{x} + \frac{k}{m}x = g + \frac{kl_0}{m}$$

$$x(t) = x_0 + A \cos(\omega t + \varphi)$$

$$F(t) = F_0 + A' \cos(\omega t + \varphi) \rightarrow \text{Sensor de fuerza}$$

¿Cómo funciona este sensor?



Medición de constante elástica

Método dinámico

Sensor de fuerza

- Mide fuerzas de empuje y tracción
- Voltaje de salida es proporcional a la fuerza ejercida
- Es necesario calibrar el sensor
- La señal de salida es analógica, se digitaliza al pasar por el sensor DAQ



Medición de constante elástica

Método dinámico

Sensor de fuerza

Opciones de rango:

$\pm 10 \text{ N}$ con resolución $0,01 \text{ N}$

$\pm 50 \text{ N}$ con resolución $0,05 \text{ N}$

¿En qué rango vamos a trabajar?

¿Cómo calibramos? $F(V) = K_0 + K_1 \cdot V$

Usamos 6 fuerzas conocidas y vemos qué voltaje nos devuelve. A partir de relación lineal obtenemos K_0 y K_1 .



Medición de constante elástica

Método dinámico

Sensor de fuerza

¿Cómo calibramos? $F(V) = K0 + K1 \cdot V$

En Motion DAQ:

Configurar canales, Archivos de calibración por defecto, Dual Range Force Sensor (10 N)

Para calibrar tenemos que colocar los $K0$ y $K1$ correctos. ¿Cuánto tienen que valer para calibrar?

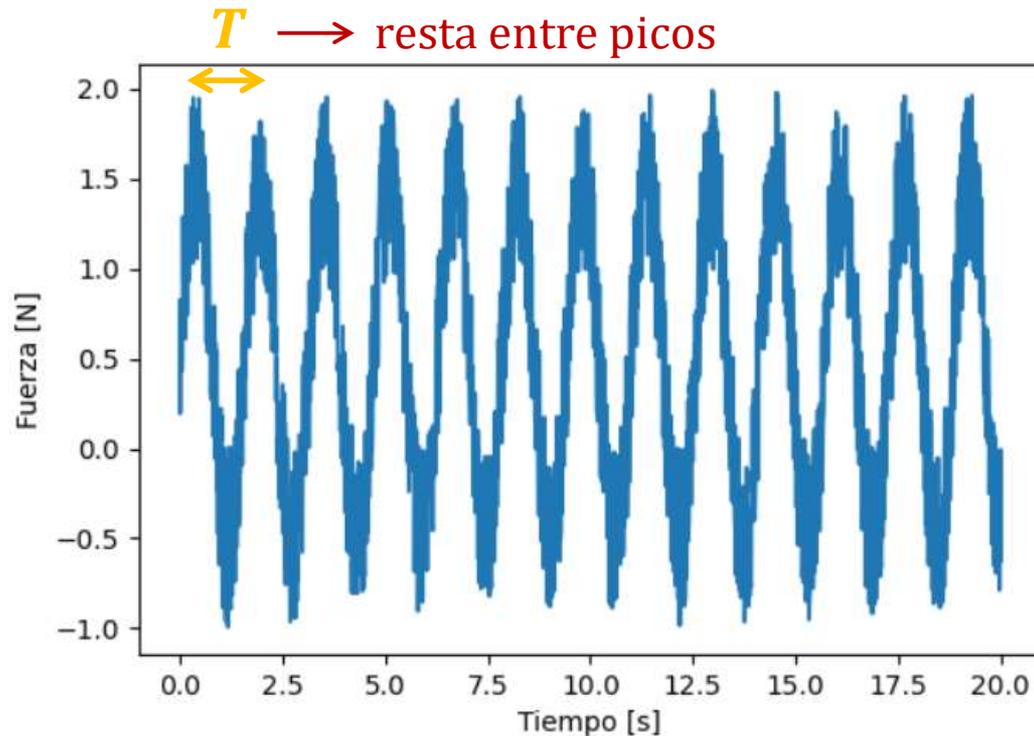
Una vez calibrado con las 6 fuerzas conocidas obtenemos $K0$ y $K1$. Verificamos la calibración y podemos medir.



Medición de constante elástica

Método dinámico

Sensor de fuerza



Al menos **10 períodos T** por medición (ver código)

Medición de constante elástica

Método dinámico

Sensor de fuerza

¿Cómo elegimos frecuencia de muestreo?

Queremos evitar tener **aliasing**



Medición de constante elástica

Método

Sensibilidad

¿Cómo se realiza?

Qué se necesita?



Resistencia de
alíasir



YouTube: Amazing Water & Sound Experiment #2

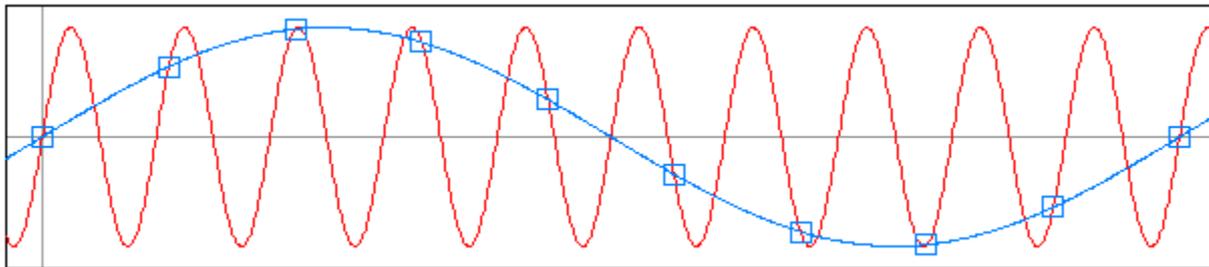
Medición de constante elástica

Método dinámico

Sensor de fuerza

¿Cómo elegimos frecuencia de muestreo?

Queremos evitar tener **aliasing**



Criterio de Nyquist: $f_{mue} \geq 2f_{m\acute{a}x}$

Usemos una frecuencia suficientemente superior

Podemos usar el k_{est} para estimar f

Medición de constante elástica

Método dinámico

Actividad 2

- ✓ Medir la masa del resorte (m_r)
- ✓ Calibrar el sensor de fuerza
- ✓ Para distintos valores de m (8 masas, en rango 100-800 g) medir el período T del sistema (a partir de 10 períodos)
- ✓ Realizar el gráfico adecuado y emplear un modelo lineal para obtener k

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{k} m_e \quad Y = aX + b$$