departamento de física
universidad de buenos aires - exactas
Juan José Giambiagi

# Clase 05:
# 1er parte: Movimiento oscilatorio armónico simple

Laboratorio de física 1 para químicos

1er cuatrimestre 2022

# 1) Explicación teórica:
# Movimiento oscilatorio armónico simple

• El movimiento de tensión y compresión de un resorte muestra que la elongación del mismo aumenta proporcionalmente con la fuerza aplicada, dentro de ciertos límites (**Ley de Hooke**).
•Planteando el diagrama de cuerpo libre de una masa colgada de un resorte se obtiene:

$$P - |F_e| = m\ddot{x}$$

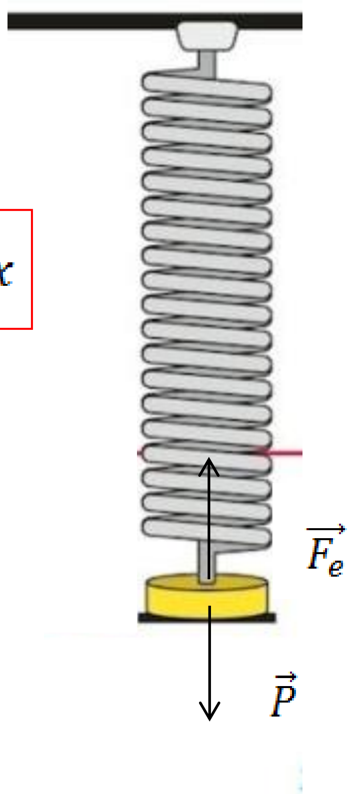
Donde $F_e$ es la fuerza elástica dada por la **ley de Hooke**

$$\boxed{F_e = -k\,\Delta x}$$

$$P - k(x - x_0) = m\ddot{x}$$

En el caso estático:

$$\ddot{x} = 0 \rightarrow P = k(x - x_0) \rightarrow m.g = k(x - x_0) \quad (1)$$




• Pregunta: ¿Cómo mido cada variable de la ecuación (1)?

• Hipótesis en este caso:
-Masa de resorte despreciable. (es cierto? Pesar el resorte)
-Masa puntal.

Imagen: https://concepto.de/ley-de-hooke/

# 1) Explicación teórica:
# Movimiento oscilatorio armónico simple

• ¿Qué pasa en el caso que se ponga a oscilar el resorte? ¿Cómo cambian las ecuaciones anteriores? (caso dinámico).

•Volviendo a la ecuación de movimiento del experimento:

$$m\ddot{x} = P - k(x - x_0)$$

Solución:

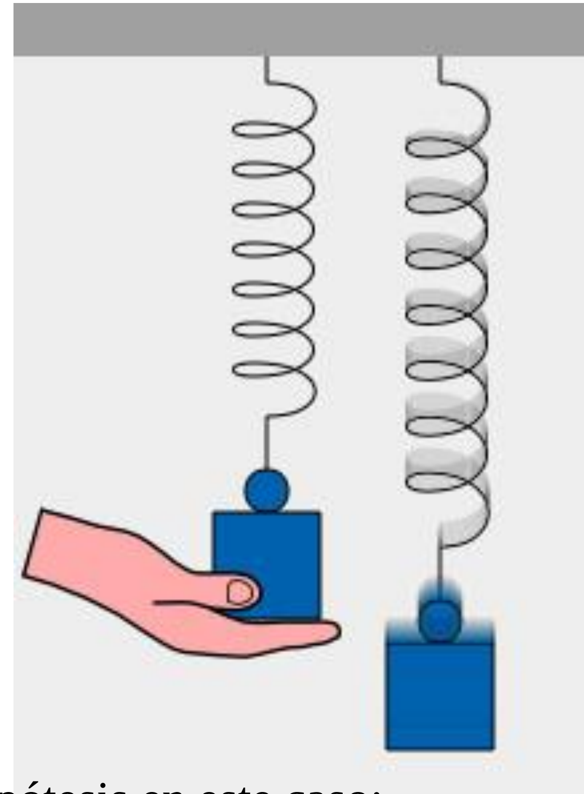
$$x = A\,sen(\omega t + \varphi_0) + cte$$

$$\dot{x} = A\,\omega cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$\ddot{x} = -A\,\omega^2 sen(\omega t + \varphi_0)$$

<u>Frecuencia de oscilación:</u>

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (2)$$



Teniendo en cuenta:

$$f = \frac{\omega}{2\pi}\ y\ T = \frac{1}{f} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} \quad (3)$$

• Hipótesis en este caso:
-Pequeñas oscilaciones.
-Rozamiento con el aire despreciable.

• Importante: Ecuación de movimiento oscilatorio armónico simple $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2 x = 0$ (recordar ecuación del péndulo)

Imagen: https://aulaenred.ibercaja.es/contenidos-didacticos/fuerzas-2-2/ley-de-hooke-1-4188/ /

# 2) Experimento

• Objetivos:

-Estudiar el movimiento oscilatorio armónico simple.

-Determinar la constante elástica, $k$, de un resorte conocido con dos métodos, uno estático y otro dinámico

-Analizar las hipótesis planteadas para el experimento y reportar la magnitud con su respectiva incerteza.

•Actividad 1 (día 1): Determinación de la constante elástica de un resorte ($k$).

**1) Método estático:**

**a)** Armar el experimento suspendiendo el resorte a estudiar en un extremo fijo y en el otro extremo ir colgando diferentes masas de valor conocido. De esta forma, el resorte se irá estirando a medida que se colocan las diferentes masas. Medir la longitud del resorte, $x$, correspondiente para cada masa, $m$. Tenga en cuenta cómo se mide esa longitud (desde dónde y hasta dónde) y repetir este criterio para las diferentes medidas. Importante: medir la longitud de reposo, $x_0$, antes de suspender las masas.

**Sugerencia:** usar el sensor de fuerza como soporte del extremo fijo así queda armado el dispositivo para el método 2 (PERO! Tener en cuenta que el sensor NO SE USA en esta parte).

**b)** Graficar la fuerza aplicada, $F$, vs posición del resorte, $x$. ¿Qué relación hay entre las magnitudes?

**c)** Teniendo en cuenta la Ley de Hook, realizar un ajuste lineal de acuerdo a la ec (1) y obtener el valor de la constante elástica, $k$ (con su respectiva incerteza). Analizar el valor de la ordenada al origen.

# 2) Experimento

**2) <u>Método dinámico</u>**:

**a)** Se utiliza el mismo arreglo experimental que para el método 1, pero en este método sí se usa el sensor de fuerza. Este sensor va a registrar la señal de oscilación a través del conversor A/D y del programa MotionDAQ (visto la clase pasada) para cada masa a medir. Recordar habilitar el canal a usar y cargar la calibración por defecto incorporada en el programa (DUAL FORCE 10 N).
(Ver apunte del sensor de fuerza en la página de la materia. No hace falta calibrar).
Entonces, poner a oscilar el resorte e ir registrando la señal (voltaje) vs tiempo en el programa MotionDAQ para por lo menos 5 masas distintas (se puede usar las del ítem anterior). Hacer varias mediciones de prueba hasta encontrar una adecuada. Luego exportar los datos que se van a utilizar para el análisis.

**b)** Graficar la fuerza aplicada, $F$, vs $t$ para cada masa (en el TP **sólo poner 1 gráfico de F vs t** de ejemplo del análisis). Obtener el periodo y de esta forma, la frecuencia de oscilación, $\omega$ usando la ec (3) para cada masa medida (ver incerteza de $T$ y $\omega$).

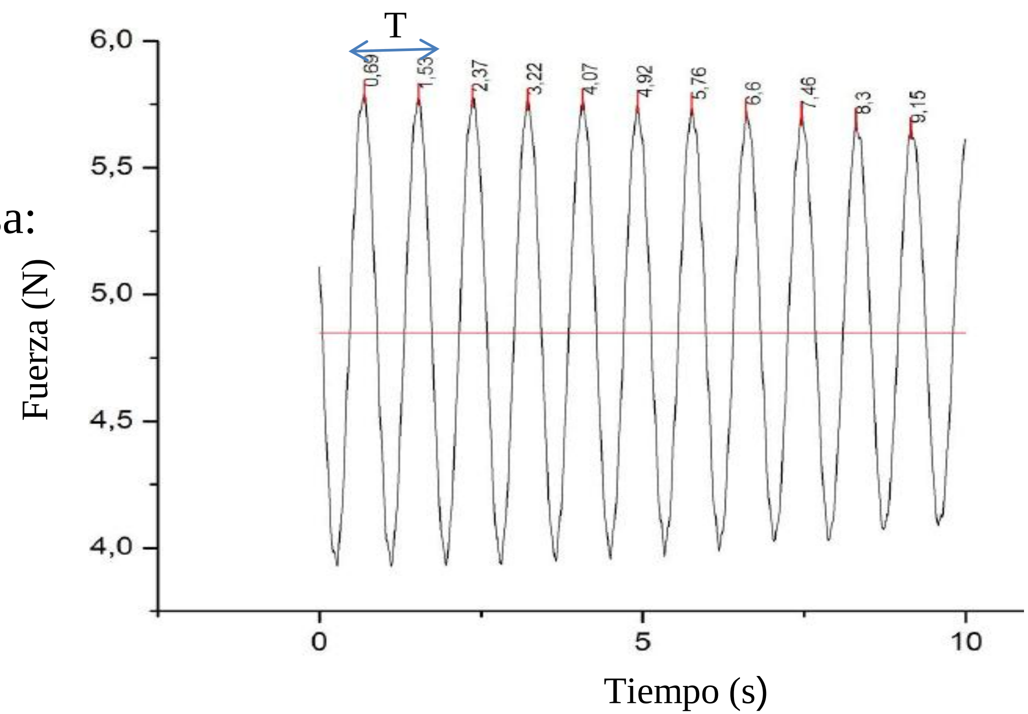
**c)** Se propone graficar $\omega^2$ vs 1/m (ecuación linealizada de la frecuencia de oscilación, de acuerdo a ecuación 2) para obtener la contante elástica, $k$, a partir de un ajuste lineal. ¿Qué otras variables se podrían graficar? Discutir. <u>Observación</u>: GRAFICAR CON INCERTEZAS!

**d)** Comparar ambos métodos y discutir la confiabilidad, exactitud y precisión.

## 2) Experimento
## Aclaración para el análisis método 2

•Para obtener el período se necesita extraer los máximos del gráfico de F vs t.
Para ello se va a utilizar el siguiente comando de Origin (sobre el gráfico):
“Analysis/Peak and Baseline/Peak Analyser/”
Se abre una ventana de diálogo en el que se va a usar la función “Find Peaks”. Seguir el instructivo de acuerdo a lo que se quiere obtener (los máximos en tiempo de la función F vs t). IMPORTANTE: usar la línea de base o “baseline” en medio o “mean” y en la última parte escoger los picos positivos (o sea máximos) y no “both”.
Luego esos datos estarán en una tabla de datos aparte en el que se tiene que restar los tiempos $t_{i+1}-t_i$ para obtener el período, *T*.

Ejemplo de análisis de datos para **una** masa:



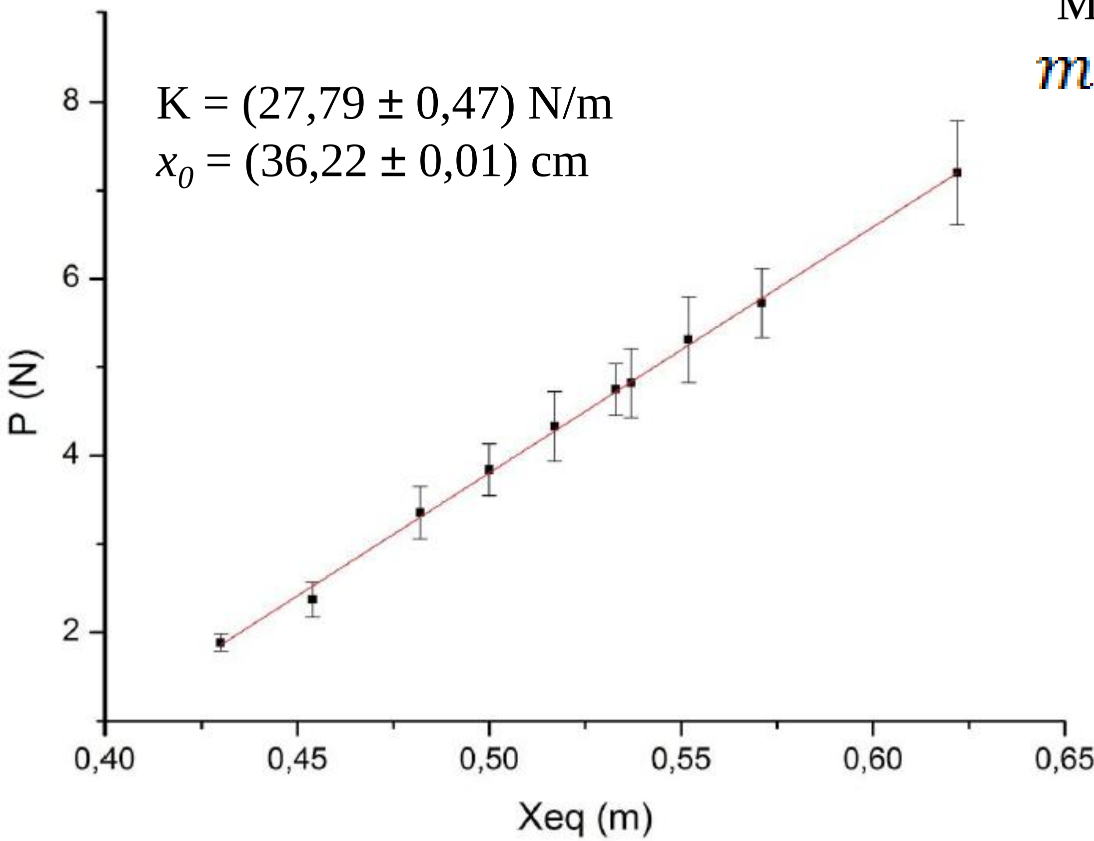
# ¡A medir!

# 3) Resultados y análisis



• Método 1 (estático):

Gráfico de Fuerza vs x (posición de equilibrio)



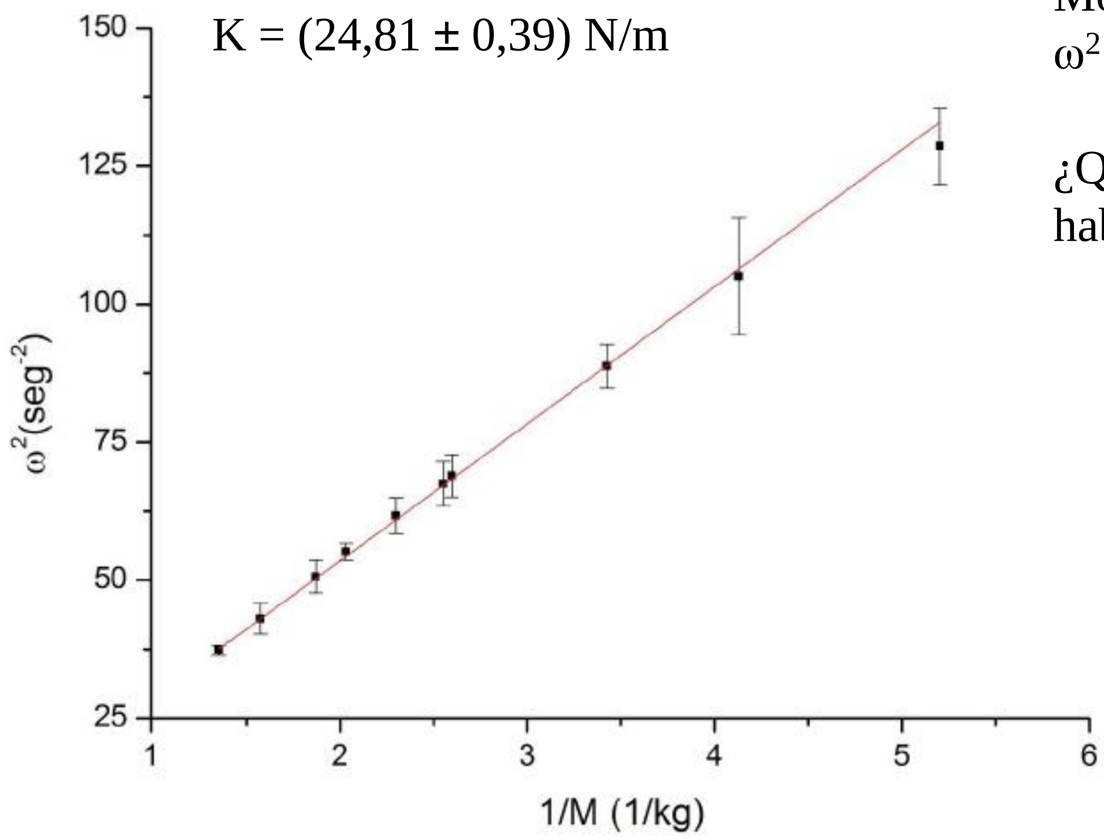

Modelo:

$$m.g = k(x - x_0)$$

# 3) Resultados y análisis

• Método 2 (dinámico):

Gráfico de $\omega^2$ vs 1/m




Modelo de acuerdo a ec (2):
$\omega^2 = k/m$

¿Qué otras variables podría haber graficado para obtener *k*?

Valor tabulado: K = (29,215 ± 0,086) N/m