Laboratorio de Física 1 (ByG)
1er. cuatrimestre 2014
Guía 5: Oscilaciones Armónicas

1. Objetivos

- Estudiar las características de un resorte.
- Estudiar un sistema formado por un resorte y un cuerpo moviéndose en el aire y en el seno de un líquido viscoso.

2. Introducción

El movimiento de tensión y compresión de un resorte muestra que la elongación del resorte aumenta proporcionalmente con la fuerza aplicada, dentro de ciertos límites. Esta observación se generaliza con la siguiente ecuación:

$$F = -k\Delta x \qquad (1)$$

donde F es la fuerza aplicada, Δx el vector desplazamiento, y k la constante elástica del resorte. El signo negativo indica que la fuerza del resorte es restitutiva, u opuesta a la fuerza externa que lo deforma. Esta expresión se conoce con el nombre de ley de Hooke.

Por otro lado, cuando el movimiento del resorte es armónico simple, la ecuación que lo describe está dada por:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + w_0^2 x = 0 \qquad (2)$$

cuya solución más general es:

$$x(t) = a\cos(w_0 t + \varphi) \qquad (3)$$

siendo a la amplitud de oscilación, o máxima elongación, ω_0 la frecuencia, y φ la fase inicial.

La frecuencia de oscilación tiene la siguiente forma:

$$w_0 = \sqrt{\frac{k}{M}} \qquad (4)$$

con M como la masa total efectiva oscilante.

Si el sistema se encuentra inmerso en un fluido, la fuerza resistiva depende de la velocidad y puede escribirse como:

$$F = -\alpha\frac{dx}{dt} \qquad (5)$$

En ese caso, la ecuación de movimiento tiene la forma:

$$\frac{d^2x}{dt^2}+\left(\frac{\alpha}{M}\right)\frac{dx}{dt}+w_0^2x=0 \qquad (6)$$

cuya solución depende de los valores de los distintos parámetros involucrados (w_o, α y M) y de la relación entre ellos.

Por ej., si $\left(\frac{\alpha}{2M}\right)^2 < w_o^2$, nos encontramos en el caso de un oscilador subamortiguado; es decir, la fuerza elástica es más importante que la fricción, al menos por algún tiempo; entonces la solución es oscilatoria, pero la amplitud de dichas oscilaciones se ve modulada por una función exponencial decreciente:

$$x(t)=a\exp^{-\gamma}\cos(wt+\varphi)+x_0 \quad (7)$$

donde x_0 es la posición de equilibrio, y γ el coeficiente de amortiguamiento del fluido, dado por:

$$\gamma=\frac{\alpha}{2M} \qquad , \qquad w=\sqrt{w_0^2-\gamma^2}$$

A partir de la ec. (7), podemos deducir que:

$$F(t)=A\exp^{-\gamma}\cos(wt+\varphi)+F_0 \qquad (8)$$

3. Actividades

Clase 1: Obtención de la constante k de un resorte.

Se desea realizar el estudio de las características de un resorte a través de la obtención de la constante k mediante dos métodos diferentes.

Se propone montar el dispositivo experimental que se muestra en la Figura 1. Un resorte sujeto en un extremo a un sensor de fuerza y en el otro extremo una masa colgada. Alineado con el resorte, debajo de la masa, se ubica un sensor de posición. ¿A qué distancia de la masa debería colocarlo?

a. Cuelgue una masa del resorte y mida su posición. Repita este procedimiento con diferentes masas. ¿Cuántas utilizaría?

b. Grafique, mediante el Origin, Fuerza vs. Posición. ¿Qué incerteza tienen los valores de la fuerza? Y los de la posición?

c. Utilice la teoría de cuadrados mínimos y obtenga la constante elástica del resorte. ¿Sobre qué gráfico debería realizar el ajuste? ¿El valor de la ordenada al origen es el esperado?

d. Cuelgue una masa del resorte. ¿Cuál usaría? Sepárela levemente de su posición de equilibrio de modo de provocar un movimiento oscilatorio.

e. Grafique Fuerza vs. Tiempo y Posición vs. Tiempo. Calcule la constante elástica del resorte a partir del gráfico Fuerza vs. Posición.
f. Comprare los resultados de la constante elástica obtenida por ambos métodos.

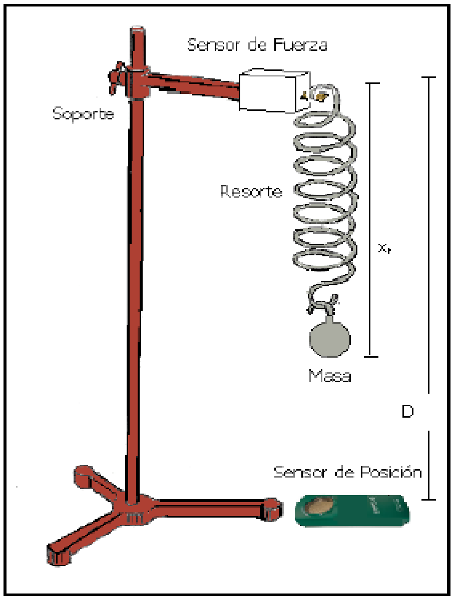

***Figura 1** Esquema experimental propuesto.*

Clase 2: Obtención del coeficiente de amortiguamiento γ de diferentes fluidos.

Se propone estudiar las oscilaciones amortiguadas del sistema de la Figura 1 cuando la masa oscila dentro de un fluido viscoso.

a. Utilice el resorte empleado la clase anterior. Sumerja una masa en un fluido viscoso (por ej., agua con detergente). Sepárela levemente de su posición de equilibrio de modo de provocar un movimiento oscilatorio asegurándose de que la masa se mantenga durante toda la oscilación inmersa en el fluido ¿Por qué es esto necesario?

b. Repita el procedimiento utilizando otro fluido y en el aire.

c. Grafique Fuerza vs. Tempo para cada fluido y para el aire. ¿Depende la frecuencia de oscilación del fluido utilizado? ¿Y la amplitud?

d. Obtenga el coeficiente de amortiguamiento γ en cada caso, a partir del decaimiento de la amplitud de los gráficos.

e. Por otro lado, determine el valor de γ de cada fluido mediante la comparación de la frecuencia de oscilación de cada fluido con la obtenida en aire.

f. Compare los resultados de γ obtenida por ambos métodos.