UTN HAEDO
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL HAEDO

LABORATORIO DE FÍSICA I

TRABAJO DE LABORATORIO

MOVIMIENTO ARMÓNICO SIMPLE

2019

MOVIMIENTO ARMÓNICO SIMPLE

Objetivos:

- Determinar la constante de elasticidad de un resorte en forma dinámica.
- Comparar físicamente el valor de la constante obtenida con la determinada estáticamente.
- Determinar la relación existente entre el período de oscilación y la masa oscilante.
- Determinar experimentalmente la incidencia de la masa del resorte en la oscilación de este.

MATERIALES:

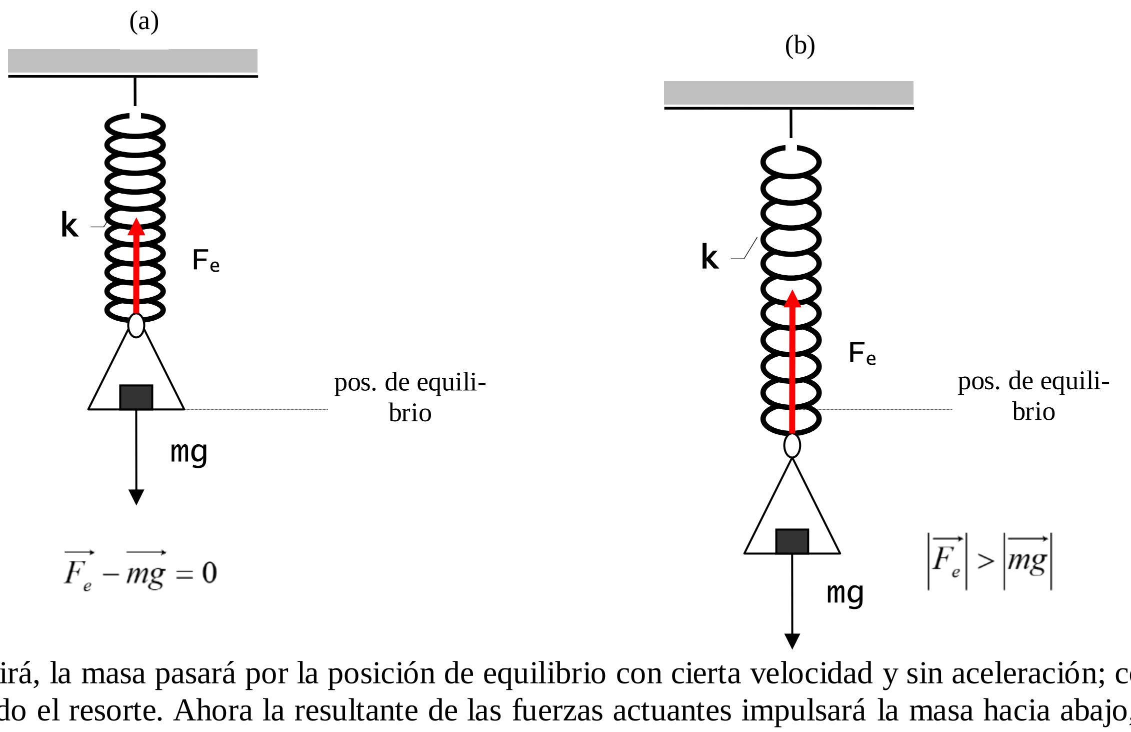
- Resorte de expansión.
- Balanza electrónica.
- Juego de pesas.
- Platillo metálico.
- Cronómetro.
- Soporte.
- Elementos de dibujo.
- Calculadora.

INTRODUCCIÓN TEÓRICA.

Imaginemos que tenemos una masa m suspendida de un resorte, y que el sistema se encuentra en equilibrio (caso (a) del esquema). Es evidente que en estas circunstancias se cumple:

$$\sum_{i=1}^{n} \vec{F_i} = 0 \,.$$

Si tiramos ahora de la masa hacia abajo y la soltamos, en un primer instante, la fuerza elástica recuperadora será superior en módulo al peso de la masa colgada (caso (b)), con lo que se iniciará un movimiento hacia arriba. Como a medida que ascienda hacia la posición de equilibrio la fuerza $\mathbf{F_e}$



disminuirá, la masa pasará por la posición de equilibrio con cierta velocidad y sin aceleración; comprimiendo el resorte. Ahora la resultante de las fuerzas actuantes impulsará la masa hacia abajo, repitiéndose todo nuevamente, con lo que resultará todo en una oscilación con centro en el anterior punto de equilibrio.

El movimiento cíclico así generado recibe el nombre de ***movimiento Armónico Simple*** (M.A.S.) y la fuerza neta responsable de este movimiento, es la de origen elástico que, como vimos, depende de la elongación del resorte.

Según la Ley de Hooke:

$$F = -k \cdot x$$

Y por la Segunda Ley de Newton:

$$F = m \cdot \frac{d^2x}{dt^2}$$

Igualando ambas expresiones nos queda:

$$m \cdot \frac{d^2x}{dt^2} = -k \cdot x \quad \Rightarrow \quad \boxed{\frac{d^2x}{dt^2} = -\left(\frac{k}{m}\right) \cdot x}$$

Igualando a cero, nos queda la ecuación diferencial:

$$\boxed{\frac{d^2x}{dt^2} + \left(\frac{k}{m}\right) \cdot x = 0} \ (1)$$

Expresión que nos dice que el movimiento de oscilación de ese sistema es de aceleración variable, y que dicha aceleración es directamente proporcional a la elongación medida con respecto a la anterior posición de equilibrio.

Por otro lado, la posición de la masa en oscilación en un movimiento armónico simple se puede describir según la ecuación: $x = Asen(\omega t + \alpha_0)$, donde ω representa la pulsación del movimiento y α_0 el ángulo de fase con que se ha iniciado.

De esta expresión podemos determinar la que nos permite calcular la velocidad lineal punto a punto como:

$$v = \frac{dx}{dt} = A\omega \cos(\omega t + \alpha_0)$$

Y la aceleración como:

$$a = \frac{d^2x}{dt^2} = -A\omega^2 sen(\omega t + \alpha_0)$$

O sea :

$$\boxed{\frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 x \quad \Rightarrow} \ \boxed{\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0} \ (2)$$

Comparando las expresiones (1) y (2) se desprende que:

$$\omega^2 = \frac{k}{m} \ (3)$$

Como la pulsación ω se puede calcular como: $\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T}$ donde T representa al período de la oscilación. Reemplazando en (3):

$$\left(\frac{2 \cdot \pi}{T}\right)^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow \quad \boxed{T = 2 \cdot \pi \sqrt{\frac{m}{k}}}$$

Expresión que vincula al período de oscilación con los parámetros m y k.

Analizando esta última ecuación, vemos que, para un resorte en oscilación con una masa suspendida, el período se encuentra en función del valor de esa masa. Si despejamos convenientemente, podemos apreciar que:

$$\boxed{T = 2 \cdot \pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad \Rightarrow \quad m = \frac{k}{4\pi^2} T^2}$$

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

Encontrará sobre la mesa de trabajo un pie universal con un soporte adecuado para colgar el resorte, un platillo y un juego de pesas. Deberá usar el mismo resorte que utilizó en la experiencia de comprobación de la Ley de Hooke.

a- Por medio de la balanza electrónica determine la masa del resorte.

b- Determine con ayuda de la misma balanza la masa del platillo. Anote ambos valores con sus correspondientes incertezas.

c- Suspenda el resorte por uno de sus extremos.

d- Coloque en el extremo libre el platillo, y sobre él una carga inicial lo suficientemente importante como para que las espiras se encuentren lo bastante apartadas como para no tocar entre sí cuando el resorte oscile. Anote su valor.

e- Aparte el platillo de la posición de equilibrio tirando levemente hacia abajo y libérelo, el sistema comenzará a oscilar.

f- Deje que complete unas cuatro o cinco oscilaciones para que el sistema se estabilice, y se mida el período utilizando el cronómetro como: $T = \frac{20osc.}{20}$ (no olvide la incertidumbre aportada por el cronómetro).

g- Considerando la masa suspendida cada vez del resorte como M_T = masa del platillo + masas de las pesas, se completa una tabla como la siguiente.

h- Cambie la pesa colocada en el platillo por otra de distinto valor, y repita los pasos (f) y (g). Anote los resultados obtenidos en una tabla como la siguiente:

n	Masa resorte (g)	$m_{(i)}$ (g)	Δm (g)	masa platillo m_p (g)	masa total M_T (g)	Δm (g)	$T_{(i)}$ (s)	ΔT (s)	$T^2_{(i)}$ (s^2)	ΔT^2 (s^2)
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										

i- Con estos valores y con ayuda del Microsoft Excel construya el gráfico $M_T = f\left(T^2\right)$ (no olvide colocar las correspondientes barras de error), al igual que en anteriores trabajos prácticos, solicite al programa que interprete la colección de puntos como una recta, y que le informe acerca de los valores de la ordenada al origen y la pendiente.

Del análisis de esto se desprende que, de ser el modelo teórico utilizado, la pendiente m debería corresponder a: $pendiente(m) = \frac{k}{4\pi^2}$ de donde se puede determinar el valor de k como:

$$\boxed{k = 4\pi^2 m}$$

j- Calcule el valor de la constante de elasticidad propagando incertezas correctamente. Considere para el cálculo, que con la cantidad de decimales para π que aporta la calculadora, esta constante puede suponerse de error despreciable.

k- Compare físicamente el valor obtenido de k con el encontrado al verificar la Ley de Hooke; ¿son iguales?

Por otra parte, la ordenada al origen debería ser cero, ya que si comparamos la ecuación de la recta con la que se desprende del MAS:

Recta: y = mx + b

MAS: $M_T = \frac{k}{4\pi^2} T^2 + ?$

Por supuesto no podemos ignorar la presencia en el gráfico de un valor de b tan importante. Si lo analizamos cuidadosamente veremos que la unidad de b es el gramo, por lo que se puede inferir que se trata de una masa a la que no hemos considerado, es decir que en realidad la gráfica se corresponde con:

$$M_T = \frac{k}{4\pi^2} T^2 + masadesconocida$$

Si analizamos el esquema experimental montado, vemos que esta masa desconocida sólo puede provenir de un solo sitio: el resorte. Es decir que, en nuestro modelo teórico el resorte aporta parte de la masa en oscilación y no lo hemos tenido en cuenta. La pregunta es ahora; ¿qué fracción de la masa del resorte es la que interviene formando parte de la masa en oscilación?

Llamemos a la masa del resorte $\boldsymbol{m_R}$ y $\boldsymbol{b}$ a la fracción de esta masa que figura como ordenada al origen en el gráfico.

La proporción entonces será:

$P = \frac{m_R}{b}$ (Valor al que habrá que calcularle la incerteza correspondiente)

De donde se puede inferir que la masa del resorte es aproximadamente $\boldsymbol{P}$ veces la masa desconocida en oscilación; ¿puede decir cuál es ese valor?

CUESTIONARIO - GUÍA:

1- Al medir el período tomó Ud. el tiempo de veinte oscilaciones y lo dividió por 20; ¿Cuál es la justificación para este procedimiento experimental?

2- De acuerdo con la correlación obtenida al graficar $m = f\left(T^2\right)$, ¿Puede decirse que la correspondencia lineal es una buena hipótesis?

3- ¿Qué cree que obtendrá al graficar $m = f\left(T\right)$? ¿Por qué?

4- ¿Cómo determinaría el valor de k en un gráfico $m = f\left(T\right)$?

5- En la recta correspondiente a $m = f\left(T^2\right)$, la ordenada al origen no es cero, busque en la bibliografía disponible alguna explicación a esto.

6- Para las cuentas que debió hacer, tomó π con todos los decimales aportados por la calculadora; ¿con cuántos decimales deberá tomarlo si desea que el error relativo de esta constante sea unas cien veces menor que el correspondiente a la masa?

7- Calcule el error relativo con que pudo determinar el valor de la constante de elasticidad. Compare con el obtenido en la práctica sobre la Ley de Hooke: ¿Cuál de los dos valores es más preciso? ¿Por qué?

BIBLIOGRAFÍA:

[1] Reese, Ronald Lane ;"Física Universitaria"; (Editorial Thompson; México D.F.; México; 2002).

[2] Máximo, Antonio; Alvarenga, Beatriz; "Física General"; (Editorial Oxford; México D.F.; México; 2000).

[3] Resnick, Robert; Halliday, David; Krane, Kenneth S.; "Física, volumen uno"; (Editorial CECSA; México D.F.; México; 1998).

[4] Alonso, M.; Finn, E.J.; "Física"; (Editorial Addison – Wesley Iberoamericana; Wilmington; U.S.A.; 1995).

[5] Hewitt, Paul; "Física Conceptual"; (Editorial Addison – Wesley Iberoamericana; Wilmington; U.S.A.; 1995).

[6] Roederer, Juan; "Mecánica Elemental"; (Editorial Eudeba; Buenos Aires; Argentina; 1986)

[7] Tipler, Paul; "Física"; (Editorial Reverté; Barcelona; España; 1993)

[8] Fernandez, José – Galloni, Ernesto; "Trabajos Prácticos de Física" (Centro de Estudiantes "La línea Recta" ; Buenos Aires; 1963)

RECURSOS EN INTERNET:

* http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/oscilaciones/mas/mas.htm Simulación interactiva online del M.A.S.
* http://usuarios.lycos.es/pefeco/mas/mas1.htm Simulador de M.A.S.
* http://www.acienciasgalilei.com/videos/mas.htm Videos de física donde hay algunos de M.A.S. (se necesita soporte JAVA)
* http://www.uia.mx/campus/publicaciones/fisica/pdf/8MAS-MCU.pdf#search=%22movimiento%20arm%C3%B3nico%22 Apunte en pdf sobre M.A.S.