SOSM

Serie :Exp. Mec.

Experimentos con el Sistema de Oscilaciones Mecánicas FICER

GRUPO

FICER

UANL

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

Experimentos con el Sistema de Oscilaciones Mecánicas FICER

GRUPO

FICER

Indice

GRUPO

FICER

SOSM-1

Serie: Exp. Mec.

Relación entre la longitud y el período de un péndulo simple

GRUPO FICER

UANL

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

Contenido

GRUPO

FICER

I.- Objetivo del experimento.

Comprobar la relación que hay entre la longitud de un péndulo simple y su período de oscilación.

II.- Equipo y material empleados.

Marco Básico FICER, Modelo SOSMB-01
Contador de Oscilaciones FICER, Modelo CDO-01
Sensor Optoelectrónico de Oscilaciones FICER, Modelo SOSSO-01
Electromagneto de Sujeción, Modelo ESSFL-03
Porta Electromagneto, Modelo SOSPE-01
Nuez Giratoria, Modelo SOSNG-01
Esfera Metálica con Sistema de Sujeción, Modelo SOSEM-01
Cuerda Inextensible
Cinta Métrica (no incluida en el SOSM-01)

III.- Análisis teórico.

Péndulo Simple

Un péndulo simple es un sistema formado por un cuerpo puntual sujetado al extremo de una cuerda, de masa despreciable, suspendida de un punto fijo y que oscila en un plano vertical. En la figura 1 se muestra un péndulo simple, cuya cuerda tiene una longitud L constante y forma un ángulo θ con la vertical (la posición de equilibrio del péndulo); la masa del cuerpo es m.

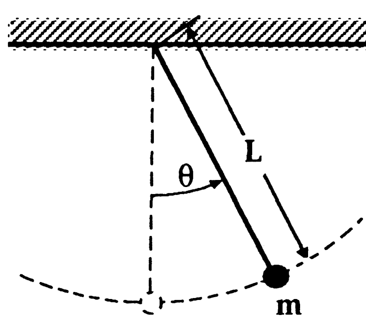

Figura 1.- Péndulo Simple.

Movimiento del Péndulo Simple

Para hacer el análisis del movimiento del Péndulo Simple, se considerará que la masa del cuerpo oscilante se encuentra concentrada en un punto, la masa de la cuerda es despreciable, la longitud de ésta es constante y la fuerza de fricción que actúa sobre el sistema se desprecia.

En la figura 2 se muestra el diagrama de fuerzas, que actúan sobre el cuerpo oscilante. El peso ***mg*** está descompuesto en sus componentes radial y tangencial, de acuerdo con el ángulo θ.

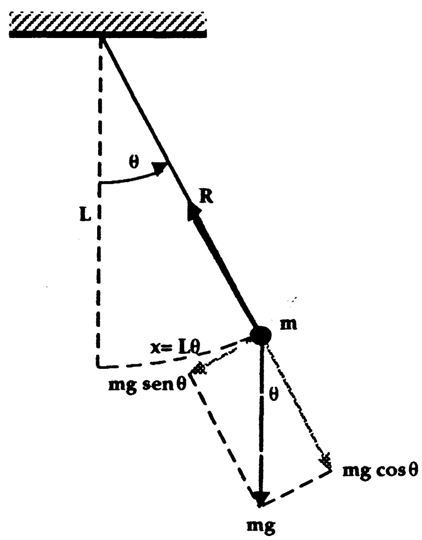

Figura 2.- Diagrama de Fuerzas.

La componente radial ***mg cos θ*** del peso es equilibrada por la tensión ***R*** de la cuerda, por lo que no interviene en el movimiento.

La componente tangencial ***F = - mg sen θ*** del peso es la que obliga al péndulo a regresar a su posición de equilibrio; el signo negativo indica que esta fuerza está dirigida en sentido contrario al desplazamiento del cuerpo. Si el ángulo θ es pequeño y se expresa en radianes, se puede hacer la aproximación ***sen θ ≈ θ***, lo que implica que la fuerza ***F***, llamada **fuerza de restitución**, se pueda expresar como:

$$F = -mg\theta \qquad (1)$$

Recordando el movimiento circular, la longitud x del arco que recorre el cuerpo está dada por la siguiente ecuación:

$$x = L\theta \tag{2}$$

donde nuevamente el ángulo θ está expresado en radianes. Al despejar θ de esta expresión, $\theta = x / L$, y sustituir en (1), se tiene que:

$$F = -\left(\frac{mg}{L}\right)x \tag{3}$$

En esta ecuación observamos que la fuerza F no es constante y además es proporcional a x, por lo que el movimiento del Péndulo Simple, bajo las consideraciones hechas, se puede ver como un movimiento armónico simple (MAS). En general, en un MAS la fuerza de restitución es:

$$F = -kx \tag{4}$$

y de la segunda ley de Newton tenemos que la aceleración es igual a:

$$a = -\frac{k}{m}x$$

y el período de la oscilación es:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \tag{5}$$

Al comparar (3) y (4), se tiene que para el movimiento del Péndulo Simple

$$k = \frac{mg}{L}$$

por lo cual, sustituyendo esta relación en (5), el período del Péndulo Simple es:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \tag{6}$$

Esta relación indica que el período del Péndulo Simple sólo depende de su longitud L y del valor de la aceleración de la gravedad g, siempre que se cumpla la aproximación $\mathit{sen}\ \theta \approx \theta$.

IV.- Diseño del experimento.

Para comprobar la relación que existe entre la longitud de un Péndulo Simple y su período de oscilación, se deben seguir los siguientes pasos:

a) Se debe escoger un péndulo cuya masa oscilante sea mucho mayor que la masa de la cuerda, de tal forma que esta última sea despreciable.

b) El cuerpo se separa de su posición de equilibrio y se suelta para que comience el movimiento oscilatorio. El ángulo que formen la cuerda y la vertical debe ser igual o menor que 10° para que se cumpla la aproximación $\mathit{sen}\ \theta \approx \theta$.

c) Se mide el tiempo de veinte oscilaciones y se obtiene el periodo, el cual será utilizado como dato experimental. Se registran el período y la longitud del péndulo.

d) Se repiten los pasos anteriores del experimento para diferentes longitudes del péndulo. Los períodos y las longitudes del péndulo se registran en una Tabla de Datos.

e) Con los resultados de la Tabla de Datos se hacen dos gráficas; una del período contra la longitud del péndulo y la otra del cuadrado del período contra la longitud del péndulo.

f) Se obtiene una relación experimental a partir de las gráficas o bien, se puede realizar una regresión potencial a partir de los datos registrados.

V.- Procedimiento.

1.- Instale el equipo como se muestra en la figura 3 y conecte los dispositivos en los respectivos receptáculos del Contador de Oscilaciones. Asegure que el Marco Básico se encuentre en posición vertical. Fije una longitud del péndulo de aproximadamente 0.9 m.

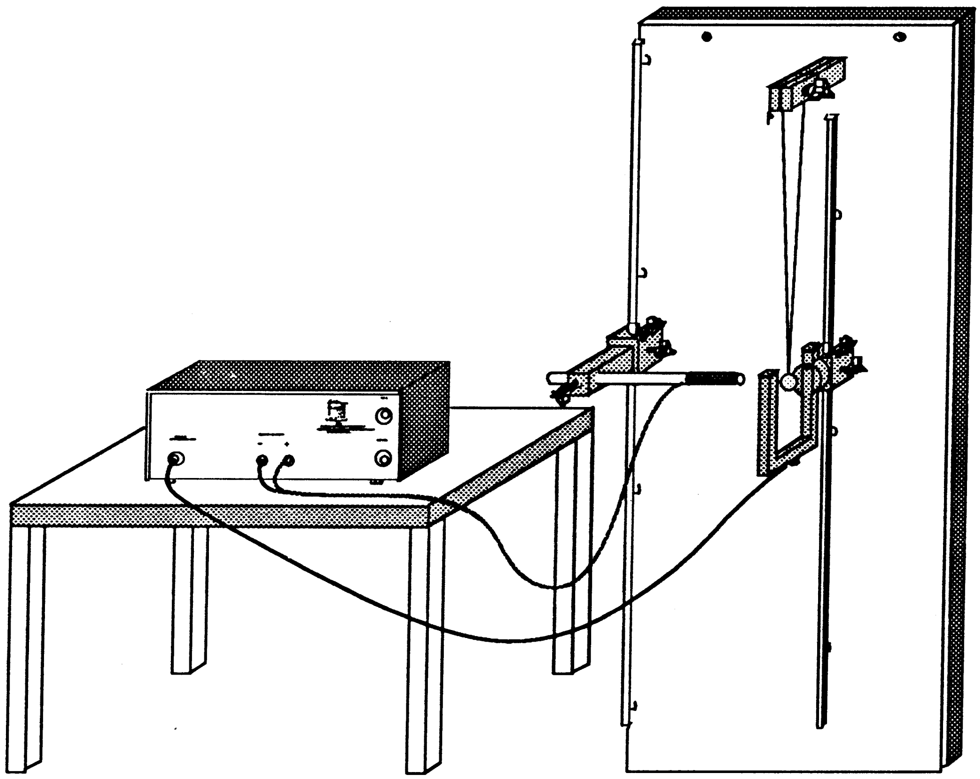

Figura 3.- Instalación del Equipo.

2.- Encienda el Contador de Oscilaciones y coloque el interruptor **MODO** en la posición 0. Saque ligeramente el sistema de su posición de equilibrio y déjelo oscilar.

3.- Con el péndulo oscilando, mueva el Sensor Optoelectrónico de Oscilaciones hasta que la esfera metálica interrumpa el haz infrarrojo del mismo. Esto se puede comprobar revisando que las lecturas en el Exhibidor del Contador de Oscilaciones estén cambiando; el Indicador ICA estará en estado intermitente.

4.- Mueva el péndulo fuera de la vertical (posición de equilibrio) hasta que la cuerda forme con ella un ángulo menor o igual que 10° y sosténgalo en esta posición utilizando el Electromagneto de Sujeción, tal y como se muestra en la figura 4.

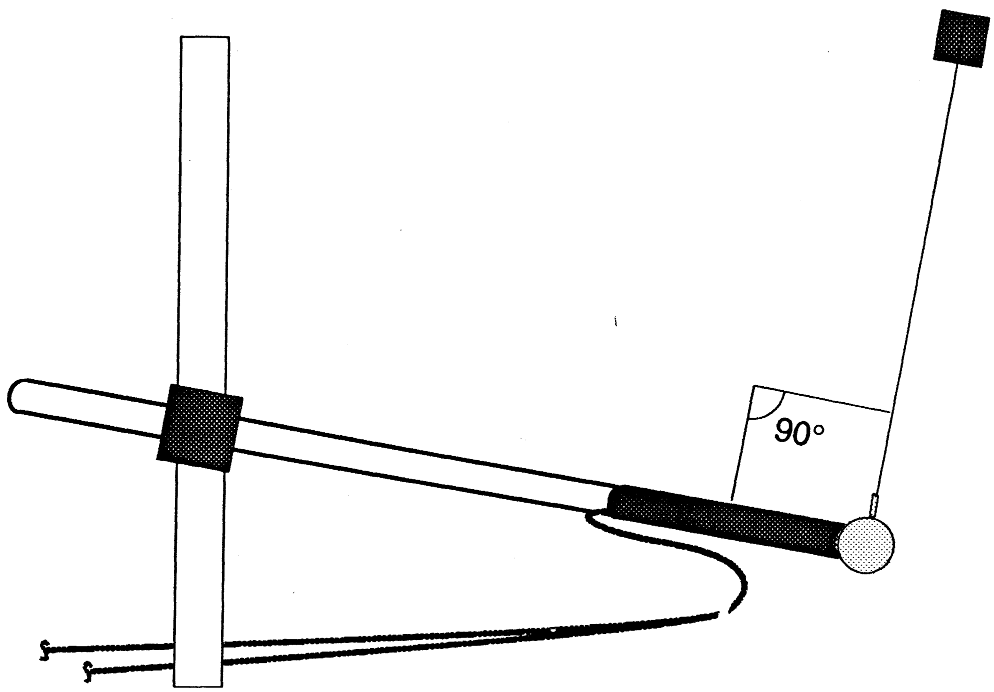

Figura 4.- Instalación del Electromagneto.

5.- Una vez colocado el Electromagneto de Sujeción, oprima sin soltar el interruptor **INICIAR** del Contador de Oscilaciones. Esta acción mantendrá retenida la esfera metálica.

6.- Deje de oprimir el interruptor **INICIAR** para que la esfera quede libre y el péndulo comience a oscilar. El Contador de Oscilaciones comenzará a registrar las oscilaciones. Inmediatamente después del ciclo 20, cambie el interruptor **MODO** a la posición 1 para poder anotar el número de ciclos (20), el tiempo acumulado y el período del último ciclo.

7.- Calcule el período dividiendo el tiempo acumulado entre el número total de ciclos (20). Si existe diferencia entre el período calculado y el período del último ciclo, del orden de centésimas de segundo, repita el paso anterior asegurando que no haya perturbaciones en el sistema, como pueden ser las corrientes de aire y las vibraciones en el Marco Básico.

8.- Registre el período calculado *T*. Mida la longitud del péndulo, de acuerdo con el diagrama de la figura 5 y regístrela.

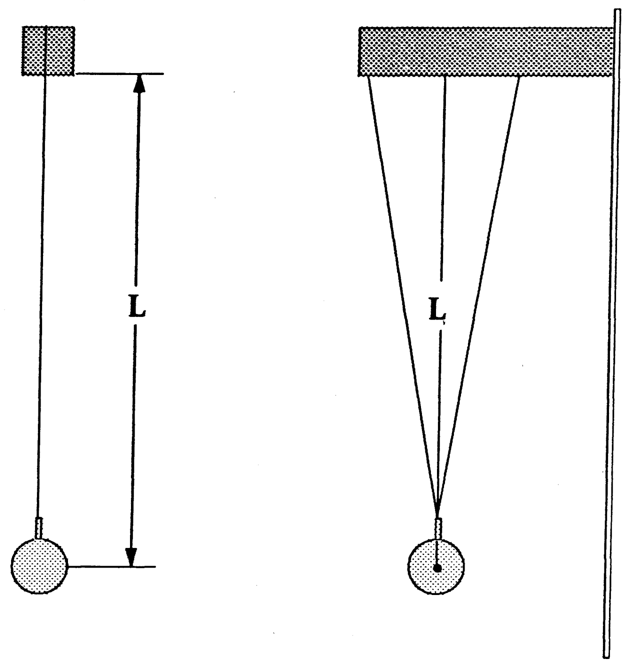

Figura 5.- Medición de la Longitud del Péndulo.

9. Repita los pasos anteriores para longitudes del péndulo de aproximadamente 0.8, 0.7, 0.6, 0.5 y 0.4 m. Registre en cada caso el período y la longitud del péndulo; llene una Tabla de Datos como la que se muestra en la figura 6.

L (m)	T (s)	T^2 (s^2)

Figura 6.- Tabla de Datos.

10.- Haga una gráfica del período *T* contra la longitud *L* del péndulo y otra del cuadrado del período T^2 contra *L*. Ver la figura 7.

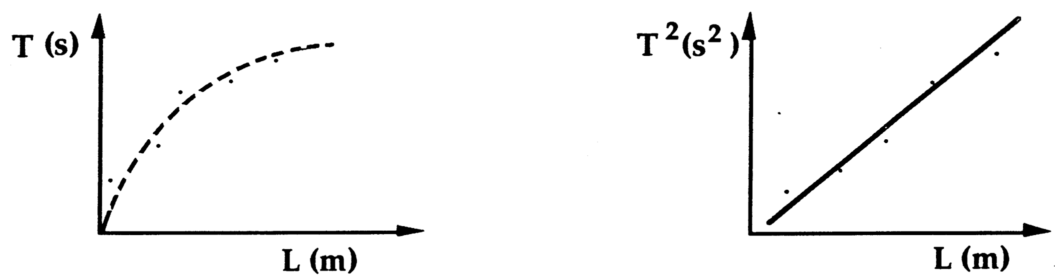

Figura 7.- Gráficas.

11.- En la gráfica de T^2 contra *L*, trace la recta que más se acerque a los puntos. Obtenga su ecuación en la forma:

$$T^2 = ML \qquad (7)$$

en la cual *M* es la pendiente de la recta. La expresión (7) es la relación experimental buscada. Otra forma de la ecuación 7 es la que se obtiene al sacar la raíz cuadrada en cada lado:

$$T = \sqrt{ML} \qquad (8)$$

VI.- Discusión y conclusiones.

¿A qué tipo de curvas corresponden las gráficas obtenidas? Compare las ecuaciones 6 y 8; comente acerca de las diferencias.

Explique cómo afecta la longitud del péndulo al período de oscilación.

¿En qué forma afecta la gravedad al período?

¿Por qué se necesita la restricción de que el ángulo θ sea menor o igual que 10°?

Para una longitud dada del péndulo, ¿serán iguales los períodos en la Ciudad de Monterrey y en la Ciudad de México? Justifique su respuesta.

Notas

SOSM
2

Serie :Exp. Mec.

Determinaciónde la aceleración de la gravedad utilizando un péndulo simple

GRUPO

FICER

UANL

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

Contenido

I.- Objetivo del experimento.

Determinar experimentalmente el valor de la aceleración de la gravedad g utilizando un péndulo simple.

II.- Equipo y material empleados.

Marco Básico FICER, Modelo SOSMB-01
Contador de Oscilaciones FICER, Modelo CO-01
Sensor Optoelectrónico de Oscilaciones FICER, Modelo SOSSO-01
Electromagneto de Sujeción, Modelo ESSFL-03
Porta Electromagneto, Modelo SOSPE-01
Nuez Giratoria, Modelo SOSNG-01
Esfera Metálica con Sistema de Sujeción, Modelo SOSEM-01
Cuerda Inextensible
Cinta Métrica (no incluida en el SOSM-01)

III.- Análisis teórico.

Para un péndulo simple, el período de oscilación T está determinado por la siguiente ecuación (ver el Análisis Teórico del Experimento SOSM-1 Relación entre la Longitud y el Período de un Péndulo Simple):

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \tag{1}$$

Para la deducción de esta ecuación, se ha utilizado la aproximación de $sen\ \theta \approx \theta$. De esta ecuación, se puede despejar el valor de la aceleración de la gravedad g:

$$g = 4\pi^2 \frac{L}{T^2} \tag{2}$$

De esta forma, si se conocen los valores de la longitud de un péndulo y el correspondiente valor del período de oscilación, se puede determinar indirectamente el valor de la aceleración de la gravedad g. Utilizando varios datos experimentales con diferentes longitudes del péndulo, se puede obtener un promedio del valor de g.

IV.- Diseño del Experimento

Para determinar el valor de la aceleración de la gravedad, empleando el método del péndulo, el experimento se debe desarrollar de la siguiente manera:

a) Se elije un péndulo con las siguientes características, la masa del cuerpo oscilante debe ser mucho mayor que la masa de la cuerda, de tal manera que ésta última sea despreciable. La cuerda deberá ser inextensible y de longitud por lo menos diez veces mayor que la mitad del arco que describe el cuerpo oscilante.

b) El péndulo se separa de su posición de equilibrio y se suelta para que comience el movimiento oscilatorio. El ángulo que forme la cuerda y la vertical debe ser igual o menor que diez grados para que se cumpla la aproximación: sen θ=θ.

c) Se mide el tiempo de veinte oscilaciones y se obtiene su promedio, éste será tomado como el período de oscilación. Se registran período y longitud del péndulo.

d) Se repiten los pasos b) y c) para diferentes longitudes del péndulo. Con los períodos y las longitudes del péndulo se elabora una Tabla de Datos.

e) Con los datos de período, longitud y con la expresión (1) del Análisis teórico, se determina el valor de la aceleración de la gravedad para cada renglón de la Tabla de Datos.

f) Se obtiene el promedio de los valores de la aceleración de la gravedad determinados en los pasos anteriores. Este valor se tomará como el valor experimental de la aceleración de la gravedad.

g) Opcionalmente se puede obtener el valor de la aceleración de la gravedad mediante una regresión de los datos experimentales de longitud y período registrados en la Tabla de Datos.

V.- Procedimiento.

1.- Instale el equipo como se muestra en la figura 1 y conecte los dispositivos en los respectivos receptáculos del Contador de Oscilaciones. Asegure que el Marco Básico se encuentre en posición vertical. Fije una longitud del péndulo de aproximadamente 0.9 m.

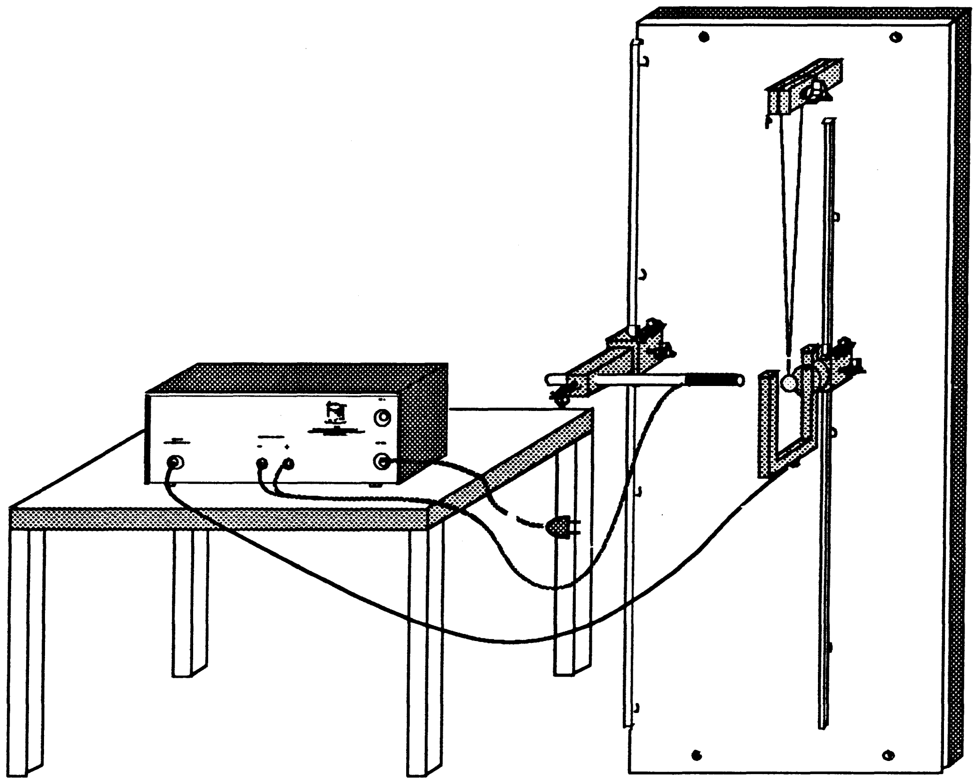

Figura 1.- Instalación del Equipo.

2.- Encienda el Contador de Oscilaciones y coloque el interruptor **MODO** en la posición 0. Saque ligeramente el sistema de su posición de equilibrio y déjelo oscilar.

3.- Con el péndulo oscilando, mueva el Sensor Optoelectrónico de Oscilaciones hasta que la esfera metálica interrumpa el haz infrarrojo del mismo. Esto se puede comprobar revisando que las lecturas en el Exhibidor del Contador de Oscilaciones estén cambiando; el Indicador ICA estará en estado intermitente.

4.- Mueva el péndulo fuera de la vertical (posición de equilibrio) hasta que la cuerda forme con ella un ángulo menor o igual que 10° y sosténgalo en esta posición utilizando el Electromagneto de Sujeción, tal y como se muestra en la figura 2.

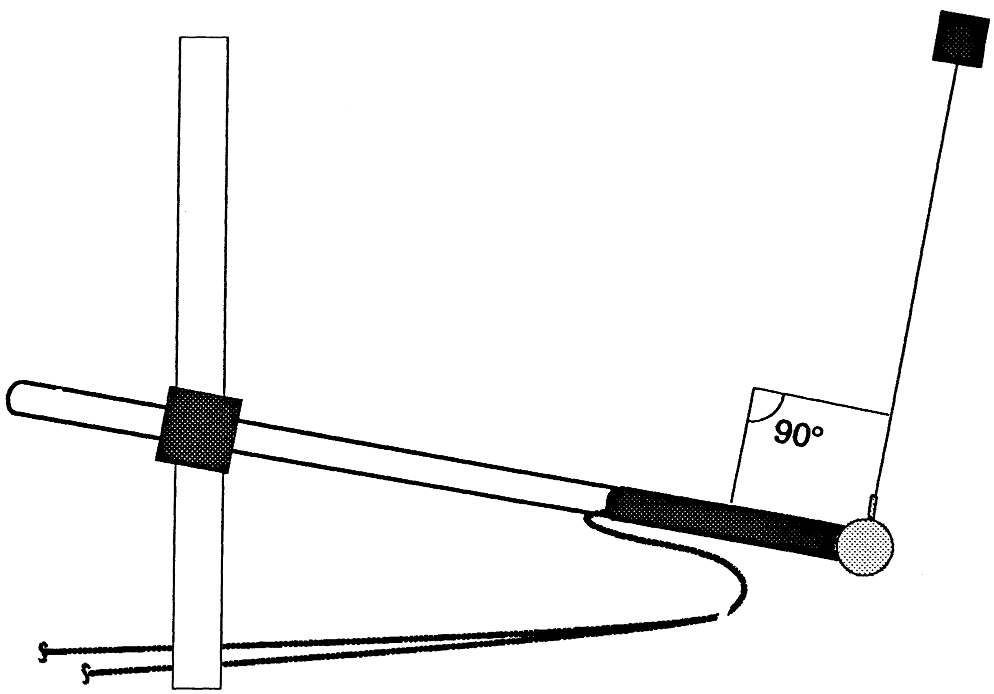

Figura 2.- Instalación del Electromagneto.

5.- Una vez colocado el Electromagneto de Sujeción, oprima sin soltar el interruptor **INICIAR** del Contador de Oscilaciones. Esta acción mantendrá retenida la esfera metálica.

6.- Deje de oprimir el interruptor **INICIAR** para que la esfera quede libre y el péndulo comience a oscilar. El Contador de Oscilaciones comenzará a registrar las oscilaciones. Inmediatamente después del ciclo 20, cambie el interruptor **MODO** a la posición 1 para poder anotar el número de ciclos (20), el tiempo acumulado y el período del último ciclo.

7.- Calcule el período, dividiendo el tiempo acumulado entre el número total de ciclos (20). Si existe diferencia entre el período calculado y el período del último ciclo, del orden de centésimas de segundo, repita el paso anterior asegurando que no haya perturbaciones en el sistema, como pueden ser las corrientes de aire y las vibraciones en el Marco Básico.

8.- Registre el período calculado *T*. Mida la longitud del péndulo, de acuerdo con el diagrama de la figura 3 y regístrela.

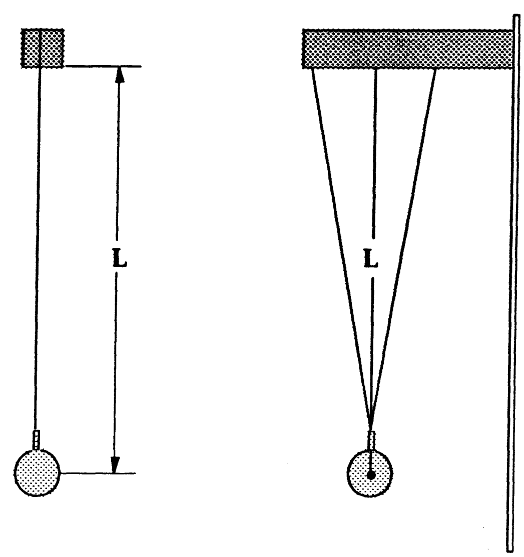

Figura 3.- Medición de la Longitud del Péndulo.

9.- Repita los pasos anteriores para longitudes del péndulo de aproximadamente 0.8, 0.7, 0.6, 0.5 y 0.4 m. Registre en cada caso el período y la longitud del péndulo; llene una Tabla de Datos como la que se muestra en la figura 4.

L (m)	T (s)	T^2 (s^2)	g (m / s^2) $g = 4\pi^2 L / T^2$
		Valor promedio de la aceleración de la gravedad	

Figura 4.- Tabla de Datos.

10.- Obtenga el valor promedio de la aceleración de la gravedad, utilizando los valores de la aceleración de la gravedad para cada punto experimental encontrado.

11.- Para encontrar un mejor resultado, en el paso 4 utilice un ángulo menor que 5°; de esta forma, se tendrá más cercana la aproximación de *sen* $\theta \approx \theta$.

VI.- Discusión y conclusiones.

Compare los resultados obtenidos para las diferentes longitudes del péndulo; si las diferencias son mayores al 5%, procure medir con cuidado las longitudes.

¿Cómo influye el ángulo de la oscilación en la medición de la gravedad?

Como ejercicio adicional, encuentre el promedio del período de oscilación para un número mayor de ciclos (100, por ejemplo); encuentre los valores de *g* y compare con los anteriores.

VII - Anexo.

Utilizando de la tabla de datos las columnas L y T^2, podemos, mediante una estadística más formal, determinar el valor de la aceleración de la gravedad.

Realicemos una regresión lineal de T^2 contra L, para obtener así una ecuación de la forma:

$$T^2 = mL + b$$

donde **m** es el valor de la pendiente y b es el valor de la intercepción con el eje T^2 de la recta que mejor de ajusta al conjunto de datos experimentales.

de la ecuación 1 tenemos que **m** es igual:

$$m = 4\frac{\pi^2}{g}$$

despejando g tenemos:

$$g = 4\frac{\pi^2}{m}$$

O sea que una vez obtenido el valor de la pendiente de la recta m, podemos, de esta ecuación, obtener el valor de la aceleración de la gravedad.

Este método de determinación del valor de la aceleración de la gravedad permite obtener un valor preciso de la misma, por ello recomendamos su utilización, siempre que sea posible.

Notas

SOSM
3

Serie :Exp. Mec.

Determinación de la constante elástica de un resorte

GRUPO
FICER

UANL

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

Contenido

I.- Objetivo del experimento.

Determinar la constante elástica de un resorte en forma estática.

II.- Equipo y material empleados.

Marco Básico FICER, Modelo SOSMB-01
Contador de Oscilaciones FICER, Modelo CDO-01
Recipiente Cilíndrico, Modelo SOSRC-01
Resorte, Modelo SOSR-01
Balines
Cinta Métrica (no incluida en el SOSM-01)
Balanza (no incluida en el SOSM-01)

III.- Análisis teórico.

Se dice que un cuerpo tiene propiedades elásticas cuando al dejar de actuar sobre él una fuerza deformante, recupera su forma y su tamaño originales. Las bandas y las pelotas de hule, los resortes y el caucho son ejemplos de cuerpos elásticos.

Robert Hooke, físico inglés, encontró para los cuerpos elásticos la relación entre las fuerzas deformantes y las deformaciones; esta relación se conoce como Ley de Hooke. Establece que si no se excede cierto límite del cuerpo (máxima fuerza que puede soportar sin sufrir una deformación permanente), una deformación elástica es directamente proporcional a la magnitud de la fuerza aplicada al cuerpo.

Para el caso particular de un resorte, como el que se muestra en la figura 1, al que se le aplica una fuerza F, la elongación x que sufre es directamente proporcional a la magnitud de la fuerza. La Ley de Hooke para el resorte se puede expresar con la siguiente ecuación:

$$F = kx \qquad (1)$$

donde **k** es una constante de proporcionalidad que recibe el nombre de constante elástica del resorte o constante de rigidez del resorte y depende del material y la geometría del resorte. Esta constante indica cuánta fuerza se tiene que aplicar al resorte para que su longitud se incremente en la unidad.

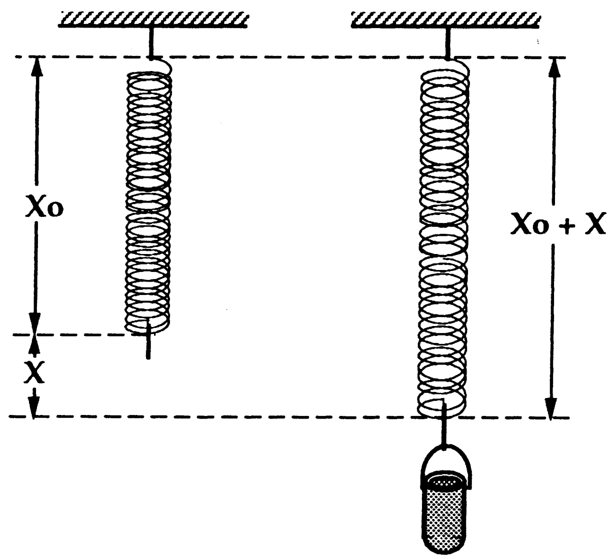

Figura 1.- Resortes sin y con carga.

IV.- Diseño del experimento.

Para encontrar la constante elástica del resorte, el experimento se debe desarrollar de la siguiente manera:

a) Se sujeta el resorte verticalmente por uno de sus extremos a un punto fijo y se mide la distancia (x_0) que hay entre las espiras de los extremos.

b) Después, en el extremo inferior del resorte se cuelga una masa conocida (m). Se mide la nueva longitud del resorte, se calcula la elongación que sufre y se registra. Se determina el peso de la masa conocida (en Newtons) y se registra.

c) Se repite el experimento varias veces, utilizando una cantidad de masa diferente cada vez.

d) Construya una tabla de datos utilizando los resultados experimentales y en base a ésta, se determina el valor de la constante elástica del resorte, el cual será el mismo que el de la pendiente de la recta que mejor se ajuste al conjunto de datos experimentales, tal pendiente puede obtenerse por medio del método gráfico o bien una regresión lineal.

V.- Procedimiento.

1.- Instale el equipo como se indica en la figura 2. Procure que el resorte esté bien sujetado en el Dispositivo de Sujeción y que esté colocado verticalmente. Asegure que el Marco Básico se encuentre en posición vertical.

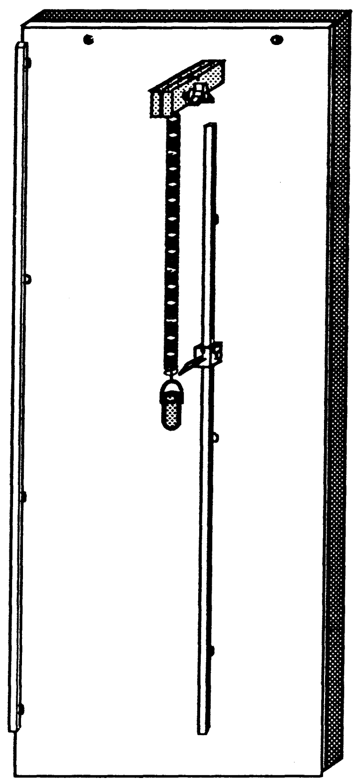

Figura 2.- Instalación del Equipo.

2.- Utilizando el Indicador Móvil del Marco Básico y la cinta métrica, mida longitud inicial (x_0) según se muestra en la figura 1 y regístrela.

3.- Coloque dentro del Recipiente Cilíndrico dos de los balines y obtenga el peso del conjunto en Newtons ($W = mg$). Cuelgue en el gancho del resorte el cilindro con los balines y mida la nueva longitud del resorte. Registre el peso W obtenido y la longitud x, que se incrementó el resorte, respecto a su **longitud inicial.**

4.- Introduzca otros dos balines dentro del Recipiente Cilíndrico y obtenga el peso W del cilindro con los balines en Newtons. Cuelgue de nuevo el cilindro con los balines en el extremo del resorte y mida la longitud que se incrementa el resorte a partir de su longitud inicial. Repita 3 veces más esta operación, agregando dos balines en cada una de ellas.

5.- Registre los diferentes pesos y las correspondientes elongaciones del resorte (en m) y elabore una Tabla de Datos, como se muestra en la figura 2.

x (m)	**W (N)**

Figura 2.- Tabla de Datos.

6.- Determine la constante k del resorte para cada uno de los pares de datos experimentales.

7.- Opcionalmente, haga una gráfica del peso W contra la elongación x del resorte. En la gráfica obtenida, trace la línea recta que pase más cerca de los puntos experimentales y obtenga su pendiente. La constante k es igual a la pendiente.

Otra forma de obtener la relación entre el peso colgado y el alargamiento del resorte es a partir de una regresión lineal de los datos experimentales. En este caso, se obtiene una relación de la forma:

$$W = mx + b \tag{2}$$

donde m, la pendiente de la recta, que es igual a la constante **k** del resorte.

VI.- Discusión y conclusiones.

La constante k obtenida en el punto 7 tiene una mayor exactitud que las obtenidas en el punto 6.

¿ Pudiera usted explicar las causas de la diferencia entre estos valores ?

¿Qué significado físico tiene la constante k de un resorte?

¿De qué factores depende la constante k?

¿Qué sucede si el peso colgado se incrementa muchas veces?. ¿Se comporta el resorte de acuerdo con la Ley de Hooke?

¿Qué interpretación le da a la constante b que aparece en la regresión lineal?

Notas

SOSM
4

Serie :Exp. Mec.

Relación entre la masa del cuerpo y el período de oscilación en el sistema cuerpo resorte

GRUPO
FICER

UANL
Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

Contenido

GRUPO FICER

I.- Ojetivo del experimento.

Determinar la relación que existe entre la masa del cuerpo y el período de oscilación de un sistema oscilante Cuerpo-Resorte.

II.- Equipo y material empleados.

Marco Básico FICER, Modelo SOSMB-01
Contador de Oscilaciones FICER, Modelo CDO-01
Sensor Optoelectrónico de Oscilaciones FICER, Modelo SOSSO-01
Electromagneto de Sujeción, Modelo ESSFL-03
Porta Electromagneto, Modelo SOSPE-01
Nuez Giratoria, Modelo SOSNG-01
Recipiente Cilíndrico, Modelo SOSRC-01
Balines
Resorte, Modelo SOSR-01
Balanza (no incluida en el SOSM-01)

III.- Análisis teórico.

Consideremos un sistema mecánico formado por un resorte, de constante ***k***, y un cuerpo, de masa ***m***, que se encuentra en equilibrio, como se indica en el dibujo **a** de la figura 1.

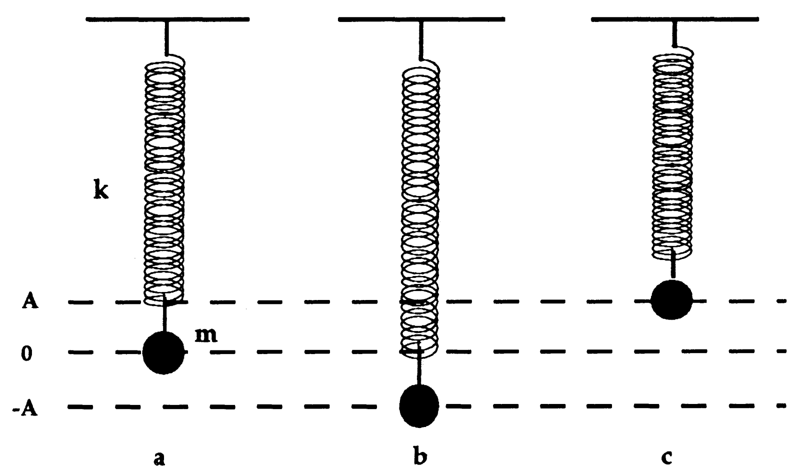

Figura 1.- Sistema Cuerpo-Resorte.

Supongamos que se estira el resorte de tal forma que el cuerpo de masa *m* queda fuera de su posición de equilibrio a una distancia *A*. Si se suelta el cuerpo, éste oscilará respecto a su posición de equilibrio, entre *-A* y *A*, como se indica en la figura 1 (dibujos **a** y **c**), siempre y cuando no existan fuerzas disipativas. Este sistema mecánico se conoce como Sistema Cuerpo-Resorte.

Supongamos que el resorte obedece la Ley de Hooke, es decir, la fuerza de restitución del resorte está dada por:

$$F = -kx \qquad (1)$$

donde x es el desplazamiento del cuerpo, de masa m, respecto al punto de equilibrio y k es la constante elástica del resorte.

El movimiento del Sistema Cuerpo-Resorte, puede considerarse como un Movimiento Armónico Simple, porque su fuerza de restitución es proporcional al desplazamiento y las fuerzas disipativas se consideran despreciables. El período del sistema está dado por la siguiente ecuación:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \qquad (2)$$

En este sistema se considera despreciable la masa del resorte.

La expresión **(2)** es el modelo teórico para el período de oscilación del Sistema Cuerpo-Resorte.

IV.- Diseño del experimento.

Para encontrar la relación que hay entre la masa del cuerpo y el período de oscilación del Sistema Cuerpo-Resorte, el experimento debe desarrollarse de la siguiente manera.

a) Se sujeta el resorte verticalmente por uno de sus extremos a un punto fijo y en el otro extremo se cuelga un cuerpo de masa conocida.

b) El cuerpo se desplaza, hacia abajo, de su posición de equilibrio a una distancia que no exceda el límite elástico del resorte.

c) Se suelta el cuerpo y se deja oscilar libremente el sistema.

d) Se mide y se registra el período de oscilación del sistema.

e) Los pasos anteriores se repiten para cuerpos de diferentes masas y se registran sus respectivos períodos.

f) Con los datos experimentales registrados, se construye una Tabla de Datos.

g) A partir de la Tabla de Datos, se hace un análisis estadístico con el fin de obtener la relación deseada.

V.- Procedimiento.

1.- Instale el equipo como se indica en la figura 2.

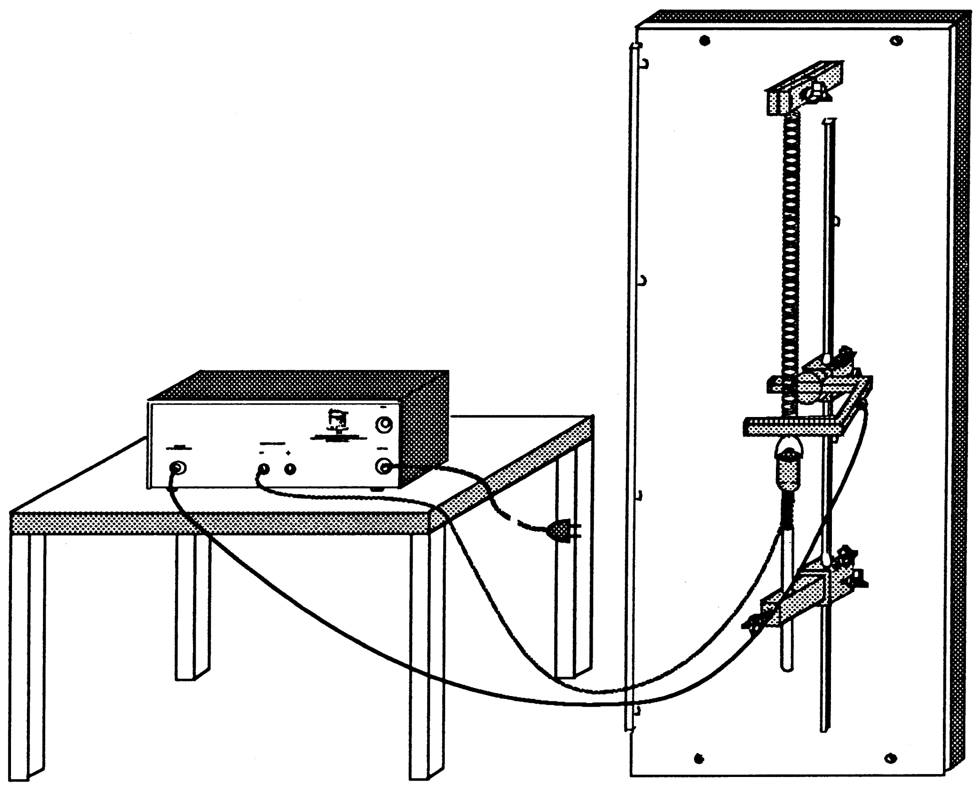

Figura 2.- Instalación del Equipo.

2.- Asegure que el Marco Básico se encuentre en posición vertical. Este paso es muy importante; si el Marco Básico no está vertical ocurren oscilaciones complejas del cuerpo y el Sensor Optoelectrónico no detecta los tiempos correctamente.

3.- Revise que el Electromagneto de Sujeción y el Interruptor Optoelectrónico de Oscilaciones estén bien conectados al Contador de Oscilaciones en sus entradas posteriores Electromagneto y Sensor Optoelectrónico.

4.- Coloque un resorte de constante elástica k conocida (ver el Experimento SOSM-3) en el Sistema de Sujeción del Marco Básico, sujetándolo por uno de sus extremos. Introduzca dentro del Recipiente Cilíndrico un balín, mida la masa conjunta y tómela como la masa m del Sistema Cuerpo-Resorte. Cuelgue el Recipiente Cilíndrico con el balín en el extremo inferior del resorte; observe la elongación del resorte.

5.- Encienda el Contador de Oscilaciones. Gire el Sensor Optoelectrónico de Oscilaciones hasta que quede en posición horizontal, como se indica en la figura 2, y luego muévalo sobre su Guía hasta que la línea imaginaria, que une los dos orificios del Sensor, quede situada a la mitad de la altura del recipiente cilíndrico.

6.- Mueva el Electromagneto de Sujeción hasta que quede a una distancia del fondo del Recipiente Cilíndrico aproximadamente igual a la altura del mismo y fíjelo con el tornillo opresor. Desplace el cilindro verticalmente hacia abajo hasta que quede en contacto con el Electromagneto de Sujeción.

7.- Sin soltar el cuerpo, oprima el interruptor INICIAR del Contador de Oscilaciones; el cuerpo deberá quedar retenido por el Electromagneto de Sujeción, mientras se mantenga oprimido este interruptor. Coloque el botón del interruptor MODO en la posición 0.

8.- Compruebe que tanto el resorte como el cuerpo estén en reposo. Suelte el interruptor INICIAR y deje que oscile el sistema.

9.- Mueva el botón del interruptor MODO a la posición 1 cuando en el Exhibidor se registre el ciclo número 20. Esta acción permitirá dejar en el Exhibidor las lecturas correspondientes al período número 20. Registre el tiempo acumulado y divídalo entre el número de ciclos (20); el valor obtenido es el período promedio **T**, que se tomará como dato experimental.

Compare el período promedio *T* con el período registrado en el segundo renglón del Exhibidor, que corresponde al período del último ciclo. Entre estos dos períodos debe haber una diferencia mínima; si la diferencia es de una centésima de segundo o mayor, revise cuidadosamente que el Sistema Cuerpo-Resorte esté bien instalado. Compruebe que el Sensor Optoelectrónico esté detectando todas las oscilaciones del cuerpo. Si no es así, puede sacar el Sensor de la posición horizontal de forma que el haz infrarrojo sea cortado, por el cilindro, más cerca del eje vertical

10.- Repita el experimento, al menos cuatro veces más, agregando dos balines en cada experimento. Registre para cada experimento el período *T* y mida la masa *m* correspondiente.

11.- Con los datos experimentales, construya una Tabla de Datos, como se indica en la figura 3.

m (kg)	T (s)	$T^2(s^2)$

Figura 3.- Tabla de Datos.

12.- Con los resultados de la Tabla de Datos, haga una gráfica de T contra m (figura 4a); en esta gráfica se debe observar un comportamiento parabólico. Haga otra gráfica de T^2 contra m, la cual debe corresponder a una línea recta que pase por el origen (figura 4b).

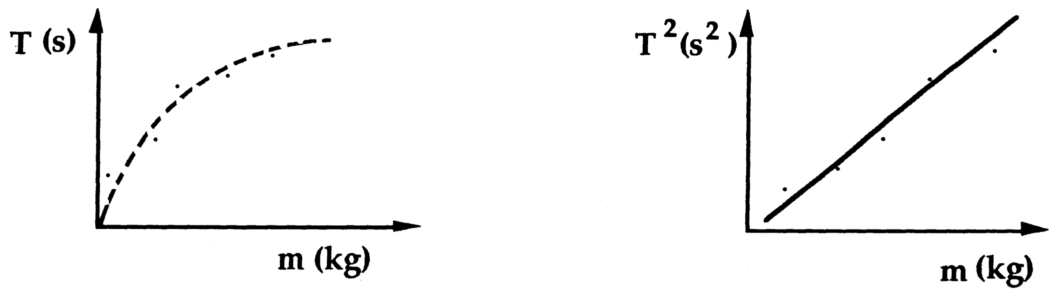

Figura 4a.- T contra m.

Figura 4b.- T^2 contra m.

13.- En la gráfica de la figura 4b, obtenga la pendiente B de la recta y la ecuación correspondiente $T^2 = Bm$, o de otra forma:

$$T = (Bm)^{\frac{1}{2}} \tag{3}$$

Esta ecuación representa el modelo de la relación que existe entre la masa del cuerpo y el período de oscilación.

Nota: El modelo también se puede obtener a través de una regresión de potencia de la forma

$$T = Am^n \tag{4}$$

donde A y n son constantes. Compare el exponente n con el exponente del modelo teórico (1/2).

14.- Haga una Tabla de Comparación del período T experimental y del valor calculado con las expresiones (2), (3) y (4), para diferentes valores de la masa m.

VI.- Resultados y conclusiones.

En el experimento, se debe encontrar una relación no lineal entre la masa del cuerpo y el período de oscilación del sistema.

Si se compara el modelo teórico con el modelo experimental dado por (3), los coeficientes constantes deben ser muy parecidos, es decir:

$$\frac{4\pi^2}{k} \approx B$$

Si el modelo experimental se obtiene a partir de una regresión de tipo potencial, el exponente debe ser muy cercano a 1/2, de acuerdo con el modelo teórico (ecuación 2).

Si hay una diferencia significativa entre el modelo teórico y los modelos experimentales obtenidos, identifique todas las fuentes de error posibles, como pueden ser vibraciones en el Marco Básico, corrientes de aire, mala nivelación, verticalidad del resorte cuando el cuerpo está retenido por el electromagneto, etc. Una vez eliminadas estas causas de error, repita el experimento y compare los nuevos modelos con los anteriores.

Notas