

## 2. Sistema Masa Resorte

### 2.1 Objetivos

#### 2.1.1 General

Estudiar la dinámica de un movimiento armónico simple mediante un sistema masa resorte.

#### 2.1.2 Específicos

- Analizar la dependencia del periodo de oscilación con la variación en la masa en un sistema masa resorte.
- Determinar experimentalmente de forma indirecta la constante elástica de un resorte.
- Medir experimentalmente el periodo de un movimiento armónico simple mediante el uso de una herramienta de software libre.

### 2.2 Referentes Conceptuales y Marco Teórico

Un movimiento periódico es cualquier movimiento que se repita a intervalos de tiempo regulares, como el de una cuerda de guitarra o un niño columpiándose en un columpio. En ausencia de fricción, el tiempo que tarda el sistema en completar una oscilación permanece constante y se denomina período ( $T$ ). Su unidad de medida es el segundo, aunque pueden ser cualquier unidad de tiempo conveniente.

Un tipo muy común de movimiento periódico es el llamado movimiento armónico simple. Un buen ejemplo de este es un objeto con masa  $m$  unida a un resorte en una superficie sin fricción. El objeto oscila alrededor de una posición de equilibrio, y la fuerza aplicada al objeto es proporcionada por el

resorte. Esta fuerza obedece a ley de Hooke  $F = kx$ .

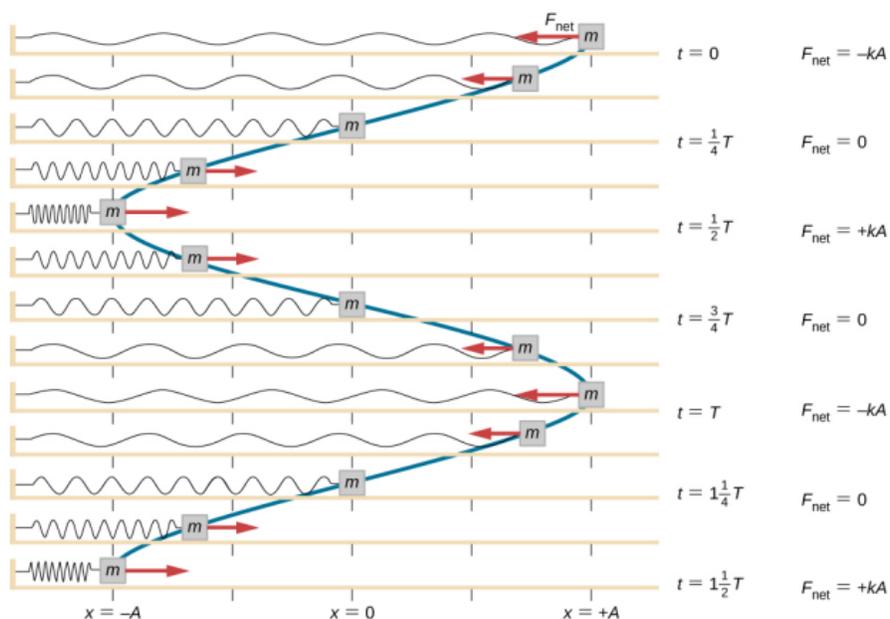


Figura 2.1: Evolución en el tiempo de un oscilador armónico simple.

En la figura 2.1 se muestra un diagrama de la posición del bloque en diferentes tiempos. Facilitando una descripción del movimiento y un modelamiento matemático mediante una función senoidal o cosenoidal con una amplitud  $A$  y un período  $T$ .

Las funciones seno y coseno se repite cada múltiplo entero de  $2\pi$ , mientras que el movimiento del bloque se repite cada período  $T$ . Sin embargo, la función cuyo argumento es  $\frac{2\pi}{T}t$ , se repite cada múltiplo entero del período. El máximo de la función seno y coseno es uno, por lo que es necesario multiplicar la función coseno por la amplitud  $A$ . Con todo lo anterior el movimiento armónico simple puede modelarse mediante la ecuación 2.1:

$$x = A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right) \quad (2.1)$$

Una característica muy importante es que un oscilador armónico simple oscila con igual desplazamiento a cada lado de la posición de equilibrio. El máximo desplazamiento desde equilibrio se llama el amplitud ( $A$ ). En la figura 2.2 se observa la gráfica de posición en función del tiempo para un oscilador armónico simple y las características detalladas de amplitud y período.

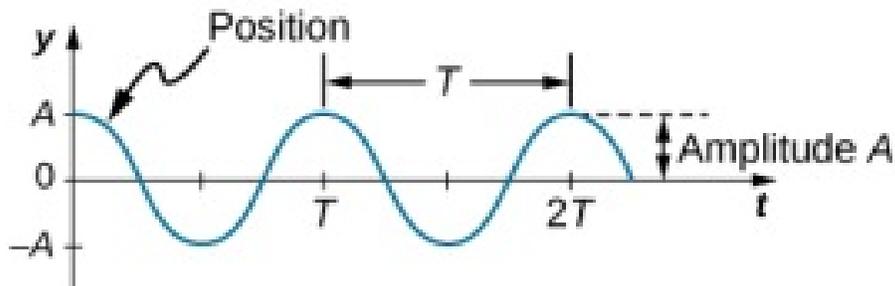


Figura 2.2: Posición en función del tiempo para un oscilador armónico simple.

El periodo de oscilación  $T$  de un sistema masa resorte esta estrechamente relacionado con la masa  $m$  y la constante elástica del resorte  $k$ . El periodo de oscilación esta determinado por:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad (2.2)$$

### 2.3 Actividades Previas al Laboratorio

Use sus apuntes de clase, lecturas adicionales, referencias bibliográficas propuestas en esta guía y/o adicionales, para contestar en forma adecuada las situaciones propuestas a continuación:

1. Tome la ecuación 2.2 y detalle que operaciones matemáticas son necesarias para convertirla en:

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{k}m \quad (2.3)$$

2. Si realiza el cambio de variable  $y = T^2$  y  $x = m$  ¿Cómo queda ahora la ecuación 2.3?, ¿Cómo se llama la última ecuación obtenida por este cambio de variables?, ¿Qué significado tiene el termino  $\frac{4\pi^2}{k}$  dentro de esta ecuación?.
3. Investigue como realizar una regresión lineal utilizando la herramienta de Microsoft Excel.

### 2.4 Herramienta virtual

Para la práctica de laboratorio descargue los siguientes archivos desde el repositorio.:

1. Descargue aquí el software Tracker Video Análisis. Para realizar las mediciones.
2. Descargue aquí el conjunto de vídeos para analizar.

## 2.5 Toma y análisis de Datos

1. Instale el software Tracker Video Análisis usando el instalador descargado en el apartado anterior.
2. Descomprima en un carpeta de su computador los cinco vídeos descargados en el apartado anterior. Verifique que cada uno de ellos tiene por nombre 100, 200, 250, 270 y 280, respectivamente.
3. Abra el software Tracker Video Análisis, desde el menú principal seleccione la opción vídeo, importar... Busque el vídeo 100.MOV y haga clic en abrir. Espere con calma, tal vez se demore unos segundos cargando el vídeo en el programa. El resultado final se observa en la figura 2.3

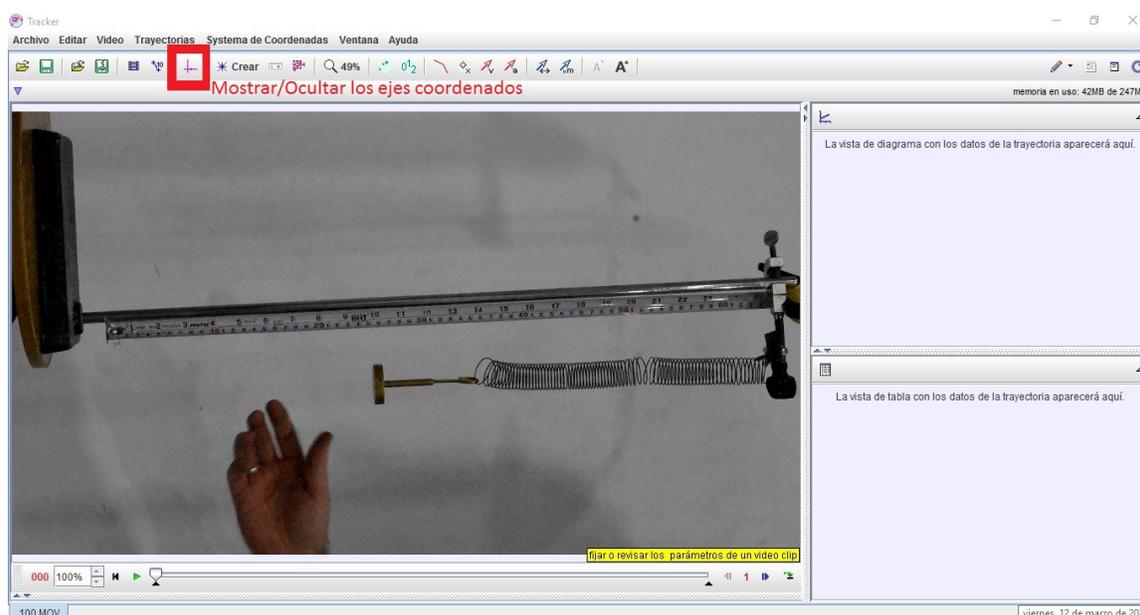


Figura 2.3: Carga de vídeo en Tracker Video Analysis

4. Utilizando el control de la barra superior Mostrar/Ocultar los ejes coordenados (recuadro rojo en la figura 2.3). Active el sistema de referencia y arrástrelo con el mouse (clic sostenido) desde el origen del mismo hasta que coincida con la masa.
5. Un vídeo es una colección de fotografías que se toman con lapsos de tiempo muy cortos, a cada una de ellas se le denomina fotograma y en un segundo pueden ser entre 15 y 30 para una cámara convencional. Sin embargo pueden llegar hacer hasta 90 o mas fotogramas en cámaras de un nivel mas profesionales. El programa facilita moverse fotograma a fotograma en el vídeo, de esa forma se facilita una toma de datos de muy alta fidelidad.
6. Dentro del programa en la parte inferior del mismo se tienen controles específicos para navegar entre los fotogramas. De derecha a izquierda en la figura 4.5, control número de fotograma (recuadro azul), control de retorno al primer fotograma (recuadro rojo), un botón de play en color verde, una barra de desplazamiento para ubicarse en fotogramas específicos (recuadro

violeta) y controles para avanzar fotograma por fotograma (recuadro verde).



Figura 2.4: Controles de navegación en los fotogramas - Tracker Video Analysis

- Regularmente para la toma de datos es innecesario seleccionar todos los fotogramas, en este caso específico nos interesan las oscilaciones de la masa en estudio. Si se revisa el vídeo con cuidado, al inicio existen fotogramas que no aportan mayor información en nuestras mediciones. Usando los triángulos negros que se encuentran en la barra de desplazamiento de fotogramas (recuadro violeta de la figura 4.5) puede ajustarse el rango de fotogramas en el que realizaremos nuestras mediciones, bastan con desplazar los triángulos con el mouse (clic sostenido). En el caso de este primer vídeo ajustaremos el triángulo izquierdo en el fotograma de 287 y el derecho en el fotograma 511 como se observa en la figura , en ese lapso tendremos un total de seis oscilaciones.

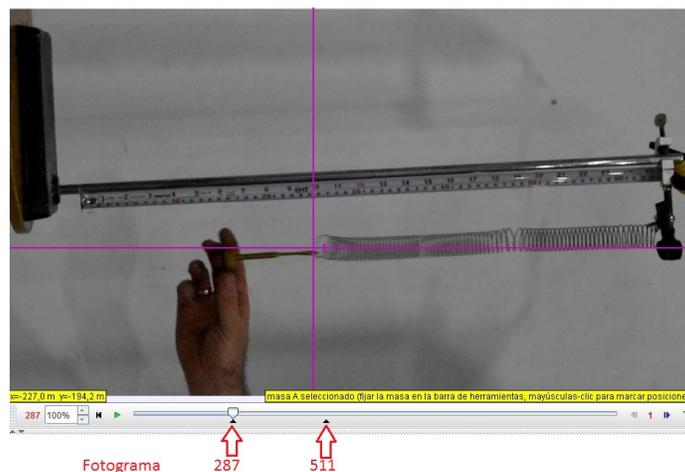


Figura 2.5: Ajuste de los fotogramas inicial y final

- Para la toma de datos; haga clic en control de retorno al primer fotograma (recuadro rojo de la figura 4.5). Ubique en el menú superior la opción crear, masa puntual como se observa en la figura 4.7

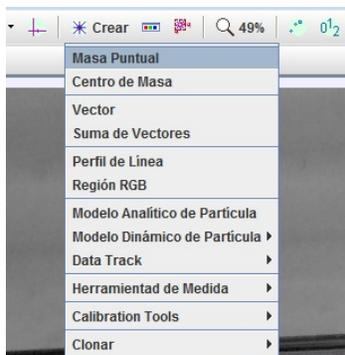


Figura 2.6: Creación de masa para la toma de medidas

9. Una vez este listo pulse la tecla shift y note que el cursor del mouse cambia su forma original (flecha blanca) a un recuadro de bordes blancos siempre y cuando se encuentre sobre la región del vídeo, por fuera de ella continuara teniendo la forma original.
10. SIN SOLTAR LA TECLA SHIFT haga clic sobre un punto específico de la masa y note que el fotograma avanza, siga cuidadosamente el movimiento de ese punto haciendo clic nuevamente sobre el punto una y otra vez en cada fotograma. **¡OJO! SI SUELTA LA TECLA SHIFT** la medición se terminará y debería volver a iniciar creando otra masa.
11. Una vez llegue al último fotograma, fíjese que en la parte derecha de la ventana, todos los datos han queda almacenados en una tabla (vease figura 2.7 ), copie las columnas  $t(s)$  y  $x(m)$ , llévelas a Microsoft Excel y construya una gráfica.

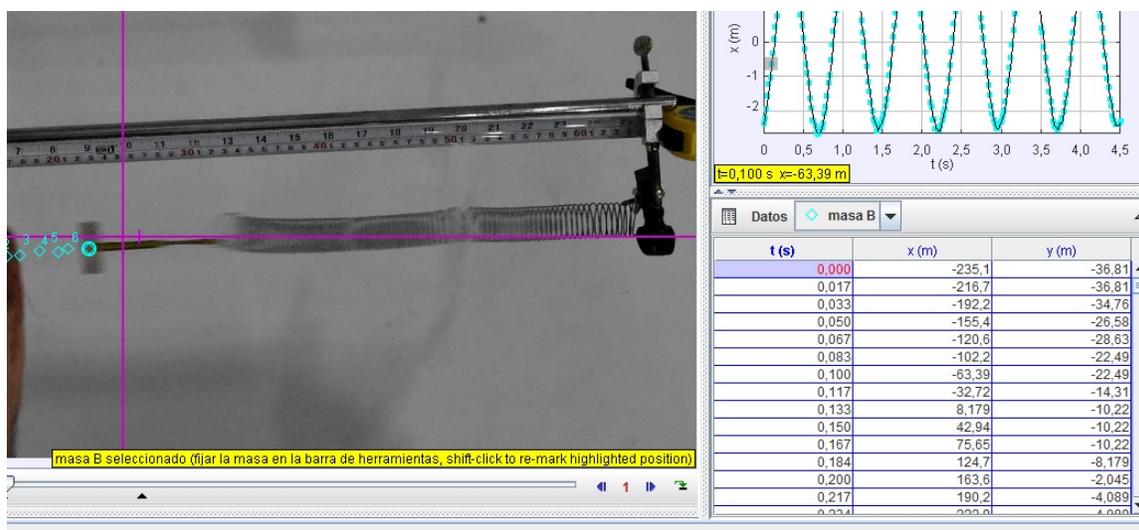


Figura 2.7: Tabla de datos almacenada después de tomar las medidas.

12. De la gráfica construida en Microsoft Excel, utilice los datos para encontrar cinco puntos

máximos y medir cinco periodos de las seis oscilaciones que se tomaron inicialmente. Consigne todos esos valores en la tabla 2.1. En la última columna consigne en promedio de los cinco periodos medidos.

- Repita todo el procedimiento anterior con cada una de las masas (vídeos suministrados), teniendo presente que usted definirá el lapso de fotogramas que usara para tomar las medidas en cada vídeo respetando el criterio que garantiza la medición de al menos seis oscilaciones. Registre todos sus datos en la tabla 2.1.

| $m(kg)$ | $T_1(s)$ | $T_2(s)$ | $T_3(s)$ | $T_4(s)$ | $T_5(s)$ | $T(s)$ |
|---------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|
| 0.100   |          |          |          |          |          |        |
| 0.200   |          |          |          |          |          |        |
| 0.250   |          |          |          |          |          |        |
| 0.270   |          |          |          |          |          |        |
| 0.280   |          |          |          |          |          |        |

Tabla 2.1: Datos experimentales de periodos de oscilación

- Con los datos conseguidos, realice una gráfica en papel milímetro del periodo promedio calculado ( $T$ ) en función de la masa ( $m$ ). Revise sus resultados e identifique el tipo de comportamiento que tienen los datos.
- Realice ahora una gráfica en papel milímetro del periodo ( $T^2$ ) en función de la masa ( $m$ ). Revise sus resultados e identifique el tipo de comportamiento que tienen los datos.
- Realice una regresión lineal para la gráfica desarrollada en el numeral anterior y obtenga la constante elástica del resorte  $k$ .
- Describa y comente en su análisis experimental que tan buen mecanismo experimental es este procedimiento para determinar el valor de la constante elástica del resorte.
- Realice un análisis experimental de todo el procedimiento realizado.

## 2.6 Referencias

- Gutiérrez, Carlos (2005). «1». Introducción a la Metodología Experimental (1 edición). Editorial Limusa. p. 15. ISBN 968-18-5500-0.
- Tipler, P.A. Física Vol 1. Ed Reverté, México, (1985)