

1. Ley de Hooke y (MAS)

1.1 Objetivos

1.1.1 General

- Comprobar experimentalmente la Ley de Hooke y entender las características en un movimiento armónico simple (MAS)

1.1.2 Específicos

- Determinar el periodo de oscilación de un resorte a partir
- Desarrollar habilidades en técnicas de graficación para encontrar de forma experimental la relación entre distintas variables.
- Representar gráficamente un MAS

1.2 Referentes Conceptuales y Marco Teórico

Robert Hooke, un físico inglés del siglo XVII, estudió experimentalmente la dependencia entre las deformaciones y los esfuerzos en un material. Él mostró que *dentro de los límites de elasticidad de un cuerpo el esfuerzo es directamente proporcional a la deformación que produce*. Podemos expresar de forma matemática este resultado como:

$$F = -kx, \quad (1.1)$$

donde F representa la fuerza efectuada para elongar el resorte, x representa la distancia que mide el resorte con la fuerza aplicada y k es una propiedad llamada *constante de elasticidad del resorte* cuya unidad de medida en el sistema internacional es de fuerza dividida entre distancia (N/m). La ecuación (1.1) se conoce como *Ley de Hooke*. El signo menos en ésta expresión indica que la fuerza que experimenta un resorte es una fuerza *restauradora*: si desplazamos por ejemplo el resorte en la dirección x positiva, la fuerza actúa en dirección contraria (sobre el eje x negativo) *intentando* llevar al resorte a su posición inicial.

2. Vea con detenimiento el siguiente video <https://www.youtube.com/watch?v=7duVmwYpxw8>. Reproduzca en detalle los ejemplos propuestos.
3. Escriba las características más importantes del MAS. Relacione cantidades como la frecuencia angular o el periodo con las variables del sistema masa-resorte.
4. Aparte del sistema masa-resorte cite dos ejemplos más de MAS.

1.4 Herramienta Virtual

Para la práctica virtual se hará uso del simulador disponible en el link

https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs-basics/latest/masses-and-springs-basics_es_MX.html

Si no puede correr la simulación al descargarla, asegúrese que su computador tenga instalada una versión reciente de Java Runtime Environment. Para descargar o actualizar una versión Windows, Mac o Linux visite el siguiente link:

<https://www.java.com/es/download/>

Existe además un tutorial sobre el uso del simulador disponible en

<https://www.loom.com/share/25e59f901c234cac89a094311c1f9dc7>

Se desplegará entonces una ventana con tres tareas diferentes



Figura 1.2: Tareas del simulador *masas y resortes*

1.5 Toma y análisis de Datos

1.5.1 Estiramiento

En ésta tarea comprobaremos la Ley de Hooke dada por la expresión (1.1).

1. La primera parte consiste en familiarizarse con el entorno. Existen dos resortes para los cuales su constante elástica k puede variarse. Además, varias masas, algunas de ellas desconocidas. La herramienta regla del lado derecho permite medir los desplazamientos verticales. Existe en adición un panel para ubicar la longitud sin esitrar del resorte y su posición de equilibrio (la posición que obtiene cuando colocamos una masa). La elongación x del resorte será la distancia entre estas dos líneas.

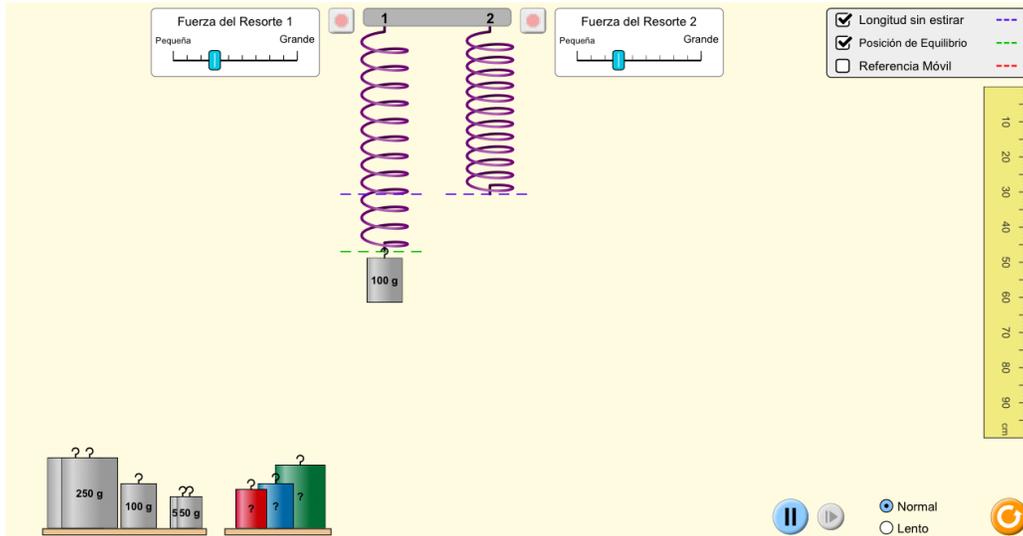


Figura 1.3: Entorno gráfico de la herramienta estiramiento.

2. Investigue con el simulador, colgando una masa, qué ocurre al aumentar la constante elástica en un resorte. De una explicación para lo que observa.
3. Una vez fijo el valor de la constante k determine su valor usando la Ley de Hooke. Para esto observe que una vez la masa se ha colocado y el resorte se encuentra en su posición de equilibrio, el peso de la masa ($w = mg$) iguala a la fuerza del resorte. En este caso tendremos

$$k = \frac{mg}{x}. \quad (1.6)$$

Use la herramienta regla para determinar la elongación x . Repita estos pasos para **3** valores de k diferentes (tres posiciones del cursor, figura 1.4)



Figura 1.4: Ajuste para la constante del resorte.

4. Para un valor fijo de la constante k del item anterior determine la elongación para las tres masas diferentes de 250 g, 100 g y 50 g. Complete la tabla 1.1

	Fuerza (N)	Elongación (cm)
Masa 1 (250 g)		
Masa 2 (100 g)		
Masa 3 (250 g)		

Cuadro 1.1: Estiramiento de los resortes.

A partir de los datos de la tabla 1.1, y aunque son pocos puntos, realice una gráfica de la fuerza F en función de la elongación x . Obtenga la ecuación de la recta que ajusta los puntos. Si compara la pendiente de ésta recta con la constante k del resorte, ¿qué puede concluir?

- Con la constante fija, determine las masas interrogantes **roja**, **azul** y **verde**. Explique en detalle el procedimiento.
- A continuación vamos a trabajar con los dos resortes a la vez. Intente conseguir que los dos resortes tengan la misma elongación cuando colgamos las masas **verde** y **roja**, tal y como se observa en la figura 1.5. Una vez que lo haya conseguido compruebe, usando la Ley de Hooke que la elongación es la misma en cada caso.

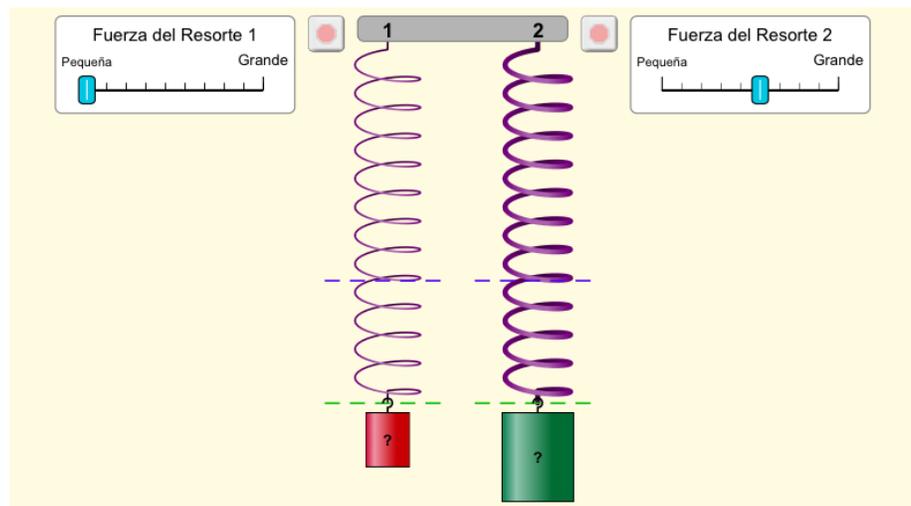


Figura 1.5: Verificando la Ley de Hooke con dos resortes.

1.5.2 Oscilación

En esta parte vamos a hacer una simulación de un movimiento armónico simple. En este movimiento, la fuerza restauradora está relacionada con la frecuencia angular ω y el período T a través de las expresiones (1.4) y (1.5) respectivamente. Utilice en particular el cronómetro, con el movimiento lento y lograr pausar la animación.

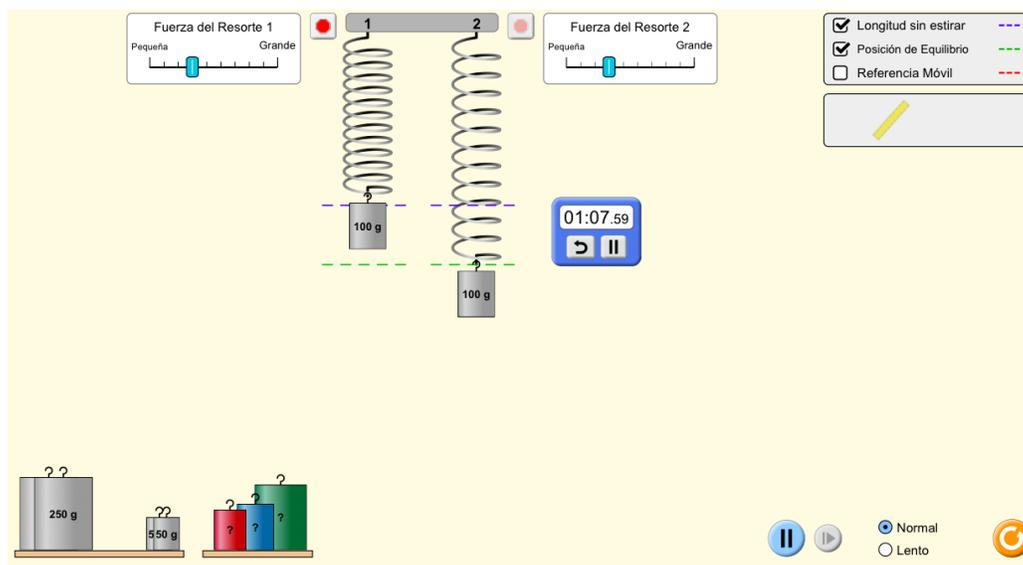


Figura 1.6: Entorno gráfico de la herramienta oscilación.

1. Elija un resorte cuya constante k conozca de ejercicios anteriores. Prepare las líneas de referencia, el cronómetro y coloque la masa en la posición de equilibrio. Inicie el movimiento de oscilación separando la masa de la posición de equilibrio una determinada distancia. Mida 10 oscilaciones completas (ida y vuelta) o periodos. Dividiendo entre 10 determinará el periodo de la oscilación T . Repita dos veces el mismo ensayo y tome el promedio de los periodos. Compruebe usando la ecuación del periodo del movimiento armónico, si el resultado corresponde al periodo promedio.
2. Coloque los dos resortes con la misma constante k y la misma masa colgada en la posición de equilibrio. Investigue si influye en el periodo de oscilación, separar la masa de la posición de equilibrio más o menos distancia. Realice una captura de pantalla de la situación.
3. Vamos a investigar ahora cómo influye la masa en el periodo. Para esto coloque dos resortes iguales (misma k) y dos masas diferentes colgadas en la posición de equilibrio. Compare ambos periodos sin calcularlos. ¿Cómo varía el periodo si aumenta la masa? ¿Y la frecuencia angular? Sin necesidad de calcular nada, razone usando la ecuación del periodo del MAS, lo que observa experimentalmente.
4. Calcule o utilice de cálculos anteriores dos valores de k diferentes. Con estos dos valores y a través de la medida del periodo (mida 10 periodos y luego divida entre 10), calcule la masa **verde** desconocida y compruebe que corresponde al valor antes determinado. Debe calcular la masa con la ecuación del periodo dos veces.

1.5.3 Laboratorio

Finalmente nos vamos a la última pestaña de la simulación. Una de sus características es que podemos poner la masa que quiera gramo a gramo. Aparte, podemos hacer experimentos con distintos valores de aceleración de gravedad g . También, podemos ver los vectores velocidad y aceleración en cada momento.

1. Active los vectores velocidad, aceleración y coloque una masa de 125 g en la posición de equilibrio en reposo. Comience a oscilar la masa y observe los vectores de velocidad y

aceleración.

- ¿En qué momentos la velocidad es cero? ¿En qué momentos la velocidad es máxima o mínima?
 - ¿En qué momentos la aceleración es cero? ¿Cuándo toma su valor máximo o mínimo?
 - Justifique sus dos respuestas anteriores teniendo en cuenta la expresión matemática de la Ley de Hooke.
2. Seleccione la misma masa de 125 g y averigüe si el valor de la aceleración de la gravedad, es decir, que nos encontremos en un planeta o en otro influye en el periodo del resorte, es decir, que tarde menos en hacer una oscilación completa. Justifique su resultado con la ecuación correspondiente.
 3. Determine la gravedad en el *planeta X*. Para ello, deberá usar dos masas diferentes y un resorte de k conocido. Obtenga dos valores para la gravedad del planeta X y realice el promedio en caso de que no coincidan.
 4. Coloque ahora una determinada masa y un resorte de una determinada constante. Tenemos que colocar los cursores y medidores de nivel tal y como muestra la figura 1.7. Note que hemos separado la masa 50 cm de la posición de equilibrio y en cuanto le demos a la tecla play, empezará el cronómetro a funcionar. Si le damos al lado de la tecla play, el tiempo pasará de centésima en centésima, permitiéndome medir valores pequeños de tiempo. Por cada tiempo, debe medir la elongación, positiva o negativa, según esté por encima o debajo de la posición de equilibrio, respectivamente. El objetivo es ahora obtener una gráfica que represente valores de tiempo en el eje X y elongación (separación de la posición de equilibrio) en el eje Y. Nos tendría que dar una función sinusoidal si está bien hecha. Tome valores cada 0.10 s.

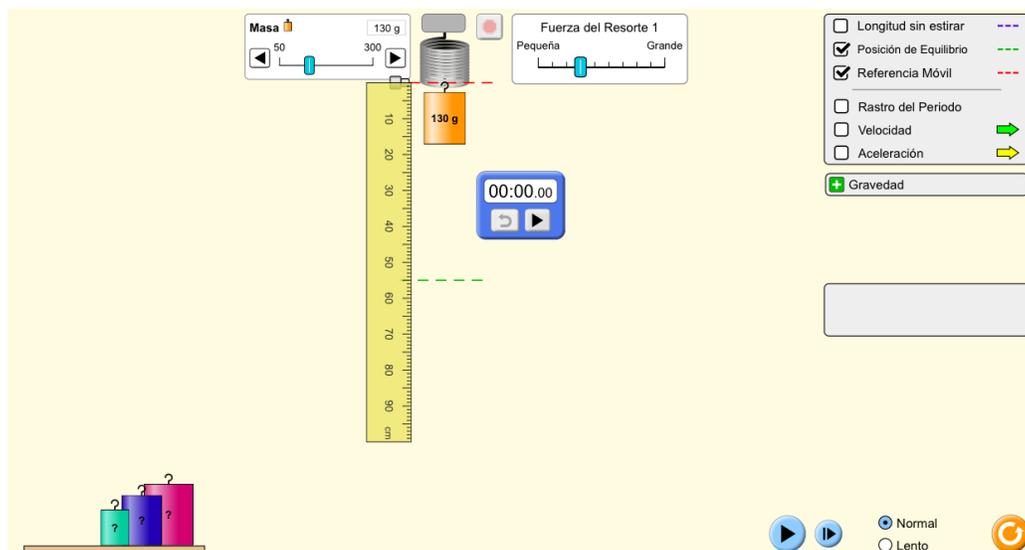


Figura 1.7: Esquema para obtener gráfica del MAS.

Para hacer la gráfica debe representar una tabla de valores de x y de tiempo parecida a la mostrada a continuación. Debe tomar valores suficientes para que aparezcan dos periodos.

Tiempo (s)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5		
Posición (cm)	0.50							

Cuadro 1.2: Datos de elongación y tiempo en el MAS.

5. La ecuación genérica del MAS (asumiendo la fase $\phi = 0$ por simplicidad) es $x = A \cos(\omega t)$. Recordemos que A es la amplitud o elongación máxima del resorte. Para nuestro caso tenemos que en $A = 50$ cm, con lo cual nos queda la elongación como función del tiempo dada por

$$x(t) = (50 \text{ cm}) \cos(\omega t). \quad (1.7)$$

Verifique que se cumple esta ecuación. Tome dos valores de t mayores de 5 segundos y a través de la ecuación calcule el valor de x . Compruebe que con la simulación obtenemos el mismo valor que con la ecuación en las dos ocasiones. Realice una captura de pantalla en uno de los casos.

1.6 Referencias

-  HUGH, Young; Roger FREEDMAN.: Sears and Zemansky Física Universitaria (13ª edición) (2013)
-  TIPLER, P. A.: “Física”. Vol. I. Ed. Reverte, Barcelona.
-  SERWAY, R. A.: “Física”. Tomo I McGraw- Hill (2002).