

CAMBIO DE LA ENERGIA POTENCIAL

Experiencia N° 09

Energía potencial: energía asociada con la posición de la partícula en un campo gravitacional.

I. OBJETIVO

1. Investigar los cambios de energía potencial elástica en un sistema masa-resorte.
2. Establecer diferencias entre la energía potencial elástica y la energía potencial gravitatoria.

II. EQUIPOS Y MATERIALES

- Resorte
- Traer hojas de papel milimetrado
- Portapesas vertical
- Regla graduada de 1 metro
- Soporte universal
- Prensa
- Juego de pesas
- Clamp
- Pesas hexagonales



Fig. 9.1

III. INFORMACION TEORICA

Los sólidos elásticos son aquellos que recuperan rápidamente su conformación original al cesar la causa de la deformación. En realidad, todos los cuerpos son deformables. Excedido un cierto límite pierde sus características elásticas. Los resortes se estiran cuando se les aplican fuerzas de tracción. A mayor estiramiento, mayor tracción, esto indica que la fuerza no es constante. La ley de Hooke nos da la relación de la magnitud de la fuerza F_x con la longitud x de deformación.

$$F_x = -kx \quad (9.1)$$

Donde k es una constante elástica, su valor depende de la forma y de las propiedades elásticas del cuerpo. El signo negativo indica que la fuerza elástica del resorte se opone a la deformación (estiramiento o compresión).

Se demuestra que al estirarse un resorte el trabajo realizado es:

$$W = U_s = \frac{1}{2}kx^2 \quad (9.2)$$

La Fig. 10.1 muestra la posición x_0 del extremo inferior de un resorte libre de la acción de fuerzas externas (*sistema de referencia para medir los estiramientos del resorte*).

Sea una masa m sostenida en x_0 . Se le hace descender estirando el resorte una pequeña distancia hasta el punto x_1 . Si después la masa se deja libre esta caerá a una posición x_2 , luego continuará vibrando entre posiciones cercanas a x_1 y x_2 . Después de un cierto tiempo la masa se detendrá.

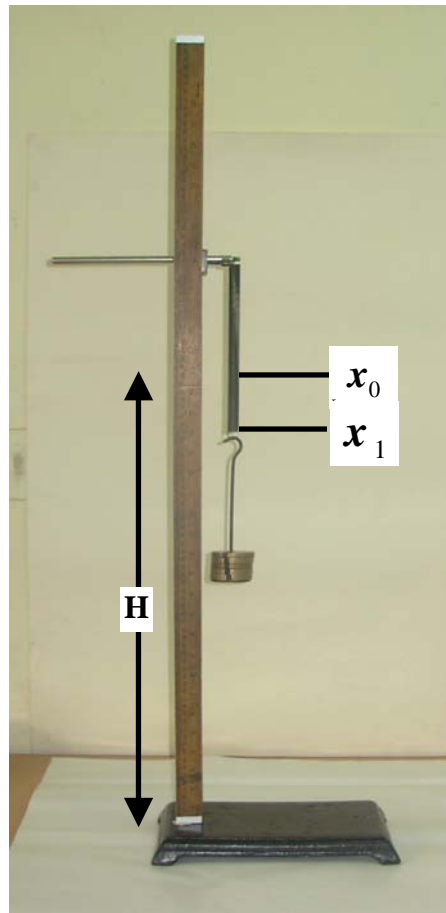


Fig. 9.2

Bajo estas condiciones el trabajo realizado para estirar el resorte de x_1 a x_2 está dado por:

$$W = U_{s2} - U_{s1} = \frac{1}{2}kx_2^2 - \frac{1}{2}kx_1^2 = \frac{1}{2}k(x_2^2 - x_1^2) \quad (9.3)$$

Esto define el cambio de energía potencial elástica ΔU_s producida por el resorte. La energía se expresa en Joules.

Por otro lado, el cambio de energía potencial gravitatoria ΔU_g experimentada por la masa está dada por:

$$\Delta U_g = mg\Delta x = mg(x_2 - x_1) \quad (9.4)$$

Para medir la energía potencial gravitatoria $U_g (= mgy)$ se puede considerar el sistema de referencia en la vertical, con y_0 en la base. En este caso otra forma de escribir la ecuación (9.4) es:

$$\Delta U_g = mgy_1 - mgy_2 = mg(y_1 - y_2) \quad (9.5)$$

Donde y_1 , y_2 se pueden determinar una vez las conocidas x_1 y x_2 . Llamando H a la distancia comprendida entre x_0 e y_0 se encuentra que:

$$\left. \begin{array}{l} y_1 = H - x_1 \\ y_2 = H - x_2 \end{array} \right\} \quad (9.6)$$

H es una cantidad fácilmente mensurable.

IV. PROCEDIMIENTO

PARTE A: DETERMINAR LA CONSTANTE ELÁSTICA DEL RESORTE

1. Monte el equipo tal como se muestra en la figura 9.2 y elija un punto de referencia para medir los estiramientos del resorte
2. Cuelgue el porta pesas del extremo inferior del resorte. Es posible que en estas condiciones se produzca un pequeño estiramiento, si es así, anota la masa del porta pesas y el estiramiento producido en el resorte en la tabla 1.
3. Adiciona sucesivamente masas y registra los estiramientos del resorte para cada una de ellas. Cuide de no pasar el límite elástico del resorte.
4. Retire una a una las masas y registre nuevamente los estiramientos producidos en el resorte para cada caso.
5. Complete la tabla 1 calculando el promedio de las lecturas y determinando los correspondientes estiramientos para cada masa usada.

PARTE B: DETERMINACIÓN DE LA ENERGÍA POTENCIAL ELÁSTICA Y LA ENERGÍA POTENCIAL GRAVITATORIA

6. Suspenda ahora una masa de 0.5 Kg. (o cualquier otra sugerida por el profesor), del extremo inferior del resorte y mientras las sostiene en la mano hazla descender de tal forma que el resorte se estire 1cm. Registra este valor como x_1 .
7. Suelta la masa de manera que caiga libremente. Después de dos o más intentos observa la posición aproximada del punto más bajo de la caída. Registre esta lectura como x_2 .

8. Repite los pasos (6) y (7) considerando nuevos valores para x_1 tales como 2cm, 3cm, 4cm y 5cm. Anota todos estos valores en la tabla 2 y completa según la información que has recibido.

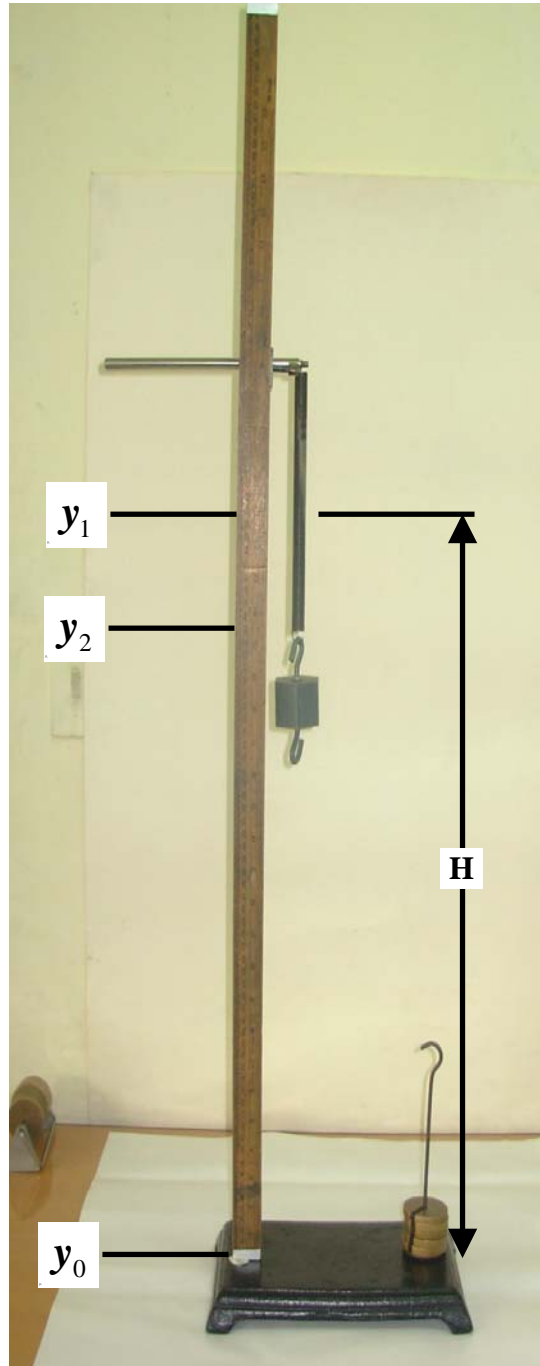


Fig. 9.3

TABLA 1

Masa Suspendida M (Kg)	Fuerza Aplicada F (N)	Estiramientos del Resorte			
		Adicionando masas x (cm)	Retirando masas x'' (cm)	Promedio en x (cm)	Promedio en x (m)

TABLA 2

x_1 (m)	x_2 (m)	$U_{s_1} = \frac{1}{2} kx_1^2$ (J)	$U_{s_2} = \frac{1}{2} kx_2^2$ (J)	ΔU_s (J)	y_1 (m)	y_2 (m)	$U_{g1}=mgy_1$ (J)	$U_{g2}=mgy_2$ (J)	ΔU_g (J)

5. CUESTIONARIO

1. Grafique e interprete las fuerzas aplicadas versus los estiramientos del resorte usando los valores de la Tabla 1. En el experimento desarrollado ¿F es proporcional a x ?
2. A partir de la pendiente de la gráfica F vs. x determine la constante elástica, k del resorte.
3. Halle el área bajo la curva en la gráfica F vs. x . ¿Físicamente qué significa esta área?
4. Sí la gráfica F vs. x no fuese lineal para el estiramiento dado del resorte. ¿Cómo podría encontrar la energía potencial almacenada?. **Sugerencia**, en matemáticas superior se usa la integral y otros métodos, averiguar e indicarlos en su respuesta.

5. Observe de sus resultados la pérdida de energía potencial gravitatoria y el aumento de la energía potencial del resorte cuando la masa cae. ¿Qué relación hay entre ellas?
6. Grafique simultáneamente las dos formas de energía en función de los estiramientos del resorte. **Sugerencia:** U_{S1} , U_{g1} v.s. x_1 y U_{S2} , U_{g2} v.s. x_2 . Dé una interpretación adecuada tanto a las curvas obtenidas como a la interpretación a los puntos de interpolación .
7. ¿ En las interacciones tratadas entre la masa y el resorte se conserva la energía?
8. Cuando la masa de 0,5Kg. para k menores que 30N/m, o masa de 1,10Kg. para k más de 50N/m, ha llegado a la mitad de su caída, ¿cuál es el valor de la suma de las energías potenciales?
9. Grafique la suma de las energías potenciales en función de los estiramientos del resorte. **Sugerencia** : $U_{S1} + U_{g1}$ v.s. x_1 y $U_{S2} + U_{g2}$ v.s. x_2 , coloque en un solo sistema de ejes ¿Qué puede deducir usted de este gráfico?
10. ¿Bajo qué condiciones la suma de la energía cinética y la energía potencial de un sistema permanece constante?.