

Conservación de la energía III

Objetivo

Estudio de la conservación de energía mecánica en la caída libre de un cuerpo

Introducción

Uno de los principios más generales de la física es el principio de conservación de la energía, conocido como el primer principio de la termodinámica. El objetivo de este experimento es poner a prueba su validez en procesos mecánicos simple, en este caso la caída libre de un cuerpo.

El cambio de energía potencial gravitatoria que sufre un cuerpo de masa m al elevarlo una altura Δy viene dado por^{1,2}:

$$\Delta E_p = m \cdot g \cdot \Delta y \quad (1)$$

donde g es el valor de la aceleración de la gravedad. Por otro lado, la energía cinética de un cuerpo de masa m que se mueve a la velocidad v viene dado por^{1,2}:

$$\Delta E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2. \quad (2)$$

De modo que si un cuerpo cae desde una cierta altura, el mismo va perdiendo energía potencia, como el movimiento de caída libre es acelerado, ocurrirá también que la energía cinética aumenta. La cuestión que deseamos investigar es que ocurre con el valor combinado de ambas formas de energía. A la suma de la energía cinética más potencial la designamos como energía mecánica, $\Delta E_{mec} = \Delta E_c + \Delta E_p$.

Para poder realizar este experimento en forma cuantitativa, debemos medir simultáneamente la altura del cuerpo (o su variación de altura Δy) y su velocidad (o variación de velocidad Δv).

Proyecto

Un modo de poder medir simultáneamente la velocidad v y posición (altura y) de un cuerpo que cae, es usar una cebra de plástico como la que se indica esquemáticamente en la Fig.1

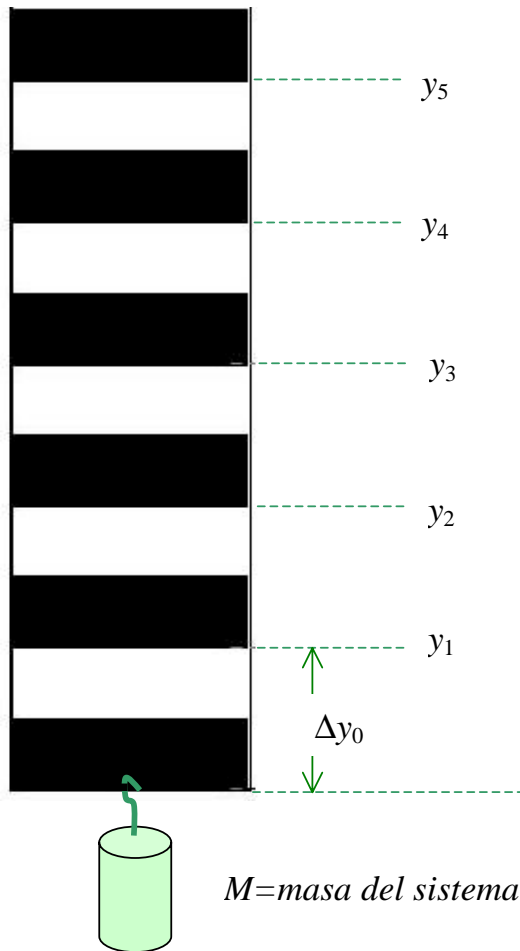


Figura 1 “Cebra” plástica para el experimento de caída libre.

La masa M del sistema esta formada por la cebra y el peso que se le agrega. Dicho valor puede conocerse por medición directa (pesada). La distancia entre franjas oscuras, Δy_0 , puede conocerse por medición directa. Usando un fotointerruptor, es posible medir la velocidad media en cada sección de la cebra. Asimismo, usando el valor medido de

Δy_0 , podemos determinar los valores de y_1, y_2, \dots, y_n de la cebra. Como lo que se mide en cada intervalo de la cebra es la velocidad media, v_n , debemos asociar esta velocidad a la coordenada $z_n = 0.5 \cdot (y_n + y_{n-1})$. Si suponemos que la energía mecánica se conserva, hipótesis a ser falseada en este experimento, tenemos que:

$$\Delta E_{mec} = \Delta E_p + \Delta E_c = 0 \quad (3)$$

o sea

$$\frac{1}{2} \cdot M \cdot v_1^2 + M \cdot z_1 \cdot g = \frac{1}{2} \cdot M \cdot v_n^2 + M \cdot z_n \cdot g \quad (4)$$

donde el subíndice 1 se refiere al primer intervalo y n a cualquier otro. Por lo tanto, (4) implica que:

$$\frac{1}{2} \cdot v_1^2 + z_1 \cdot g = \frac{1}{2} \cdot v_n^2 + z_n \cdot g = A = \text{constante} \quad (5)$$

Por lo tanto, la hipótesis que sostiene que la energía mecánica se conserva, conduce a la conclusión:

$$v_n^2 = A - 2 \cdot g \cdot z_n. \quad (6)$$

Por lo tanto si graficamos los valores medidos v_n^2 en función de z_n , deberíamos obtener una recta de pendiente negativa e igual a $2 \cdot g$, e independientemente de la masa del sistema. Esto nos un criterio para falsear la hipótesis y analizar si la energía mecánica se conserva o no en el proceso de caída libre.

- Usando el dispositivo de la figura 1, asociado a un fotointerruptor para medir tiempos, estudie el movimiento de la cebra colgando varios pesos diferentes.
- Represente gráficamente los valores experimentales valores medidos v_n^2 en función de z_n , para cada masa (peso) utilizada. ¿Qué concluye de este gráfico acerca de la conservación de la energía?

Referencias

- [1] *Física*, G. Wilson, Prentice Hall- México 1997.
- [2] *Física, Principios y Aplicaciones*, D. Giancoli - Prentice Hall- México 1997.
- [3] *Física re-Creativa*, S. Gil y E. Rodríguez, Prentice Hall, Buenos Aires, 2001.