

Apunte 12

**Energía Potencial -  
Conservación de la Energía**

Se tiene un objeto (sistema) de masa  $m$  que está inicialmente en el suelo y se le aplica una fuerza ( $F$ ) del mismo módulo que la fuerza peso del objeto de modo que el objeto comienza a moverse en la dirección vertical, a velocidad constante hasta llegar a una altura donde se lo deja sobre una mesa, en reposo. En el estado inicial y final el objeto se encuentra en reposo, pero durante el proceso se realizó trabajo sobre el objeto y el mismo se encuentra, ahora, en una altura  $h$  mayor respecto de la posición inicial. El trabajo realizado por la fuerza neta sobre el libro se ve reflejado en la mayor altura que ha logrado.

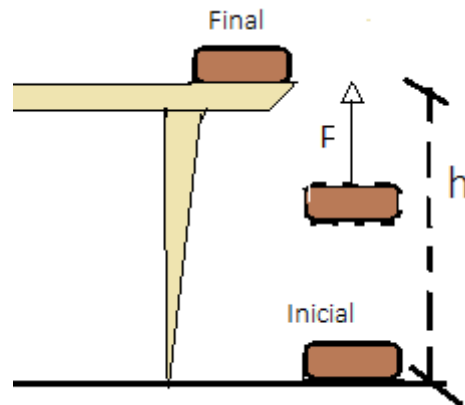


Figura 1

Si se empuja al objeto hacia la derecha, en un momento se éste caerá al suelo, acelerándose por acción de la gravedad. Se observa un aumento continuo de la energía cinética hasta impactar contra el suelo y una disminución también continua de la altura respecto del suelo. La pregunta es: de dónde ha surgido la energía cinética que se observa en el objeto durante su caída? Sobre este objeto se ha aplicado una fuerza de manera que ha ascendido una altura  $h$ , se ha aplicado trabajo. Resultado del trabajo aplicado en la energía que ahora posee el objeto, que al estar en reposo sobre la mesa no se visualiza, sin embargo, cuando se lo desplaza hasta su borde, adquiere energía cinética creciente que surge del propio sistema. Como se ha aplicado trabajo, éste debe haber aumentado la energía del objeto y ese contenido de energía ha permanecido en él durante el tiempo en que estuvo sobre la mesa, en reposo. La energía cinética que se observa al caer deriva de esa energía almacenada que tenía estando a la altura  $h$ . Entonces, la energía acumulada en el objeto, que se convierte en energía cinética, se denomina *energía potencial*.

$$W = F \cdot \Delta y = m \cdot g \cdot \Delta y$$

$$W = m \cdot g \cdot y_f - m \cdot g \cdot y_i \quad (1)$$

Este trabajo es el trabajo neto sobre el sistema (objeto) porque es la única fuerza aplicada al sistema desde el entorno. Y se ha transferido en forma de energía potencial denominada gravitatoria. La ecuación (1) sólo es válida en el espacio cercano a la superficie terrestre. La unidad es el Joule [J], como en los casos vistos en las clases anteriores: energía potencial elástica y Teorema del Trabajo y de la Energía Cinética.

Se observa en la ecuación (1) que esta forma de energía depende sólo de la altura respecto de una referencia (que en general es el suelo). Ahora, esto es válido en la superficie terrestre y cercanías a la misma. Por otra parte, el objeto está sometido a la fuerza de atracción gravitatoria, que realiza trabajo sobre el sistema al elevarse hasta la altura  $h$  y luego al caer. El trabajo invertido para elevar al sistema a la altura  $h$  es el mismo que la magnitud de la energía potencial que almacena el sistema (en ausencia de fuerzas

no conservativas).

En realidad nuestro objeto no está aislado, forma parte de un sistema mayor: objeto-Tierra. En todo sistema formado por dos o más masas existe una interacción entre ellas. Entonces, la fuerza peso que aplica al objeto estudiado por la Tierra tiene un equivalente que nuestro objeto aplica sobre la Tierra. La fuerza peso sobre el objeto acelera al mismo hasta impactar contra el suelo, al liberarlo. Ahora una fuerza equivalente en módulo es aplicada en la Tierra por el objeto, pero no afecta al planeta, no lo acelera debido a su masa infinitamente mayor.

### *Interconversión de energía.*

Hemos visto recién la energía potencial gravitatoria como una forma de energía que depende exclusivamente de la altura respecto a una referencia a la que una masa se encuentra o se lleve por el trabajo aplicado, por ejemplo, por acción de una fuerza externa. En las clases anteriores se ha investigado otra forma de energía: la energía potencial elástica, que se desarrolla en sistemas con capacidad de deformación. Otra forma de energía es la cinética, también estudiada. Estas tres formas pueden presentarse simultáneamente en un sistema o simplemente una o dos de ellas. La suma de estas formas de energía conservativa constituyen la energía mecánica de un sistema. Se presenta en la figura 2 la energía mecánica de una esfera de masa  $m$  que se encuentra en distintos puntos de la trayectoria, desde el punto inicial A:

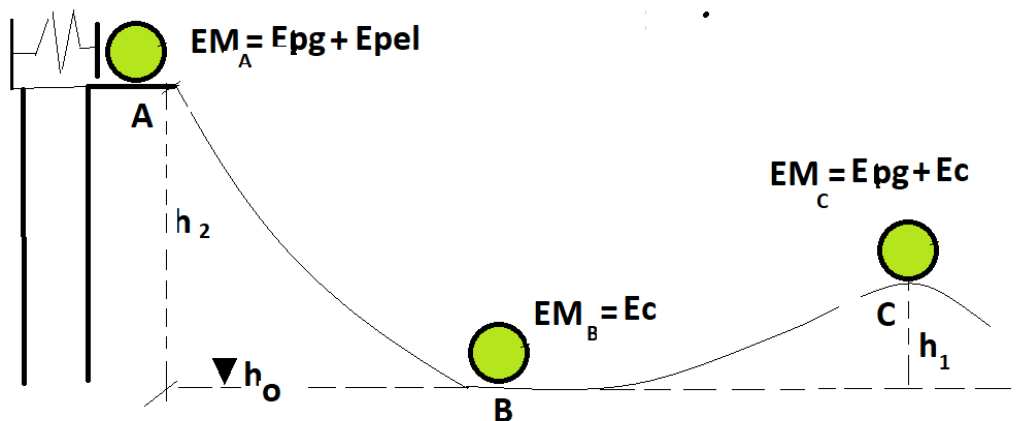


Figura 2: Energía mecánica (EM) como la sumatoria de energías potenciales y cinética en los distintos puntos de la trayectoria de la esfera.

La energía mecánica en un sistema conservativo (donde no existe trabajo realizado por fuerzas no conservativas) es el mismo en todo punto de la trayectoria, luego :

$$EM_A = EM_B = EM_C \quad (2)$$

Esta igualdad es válida porque existe interconversión de las formas de energía vistas:

$$(E_{pg} + E_{pel})_A = E_{cB} = (E_c + E_{pg})_C \quad (3)$$

Dos propiedades caracterizan a las fuerzas conservativas:

- El trabajo invertido por una fuerza conservativa sobre una partícula entre dos puntos

cualquiera de una trayectoria es independiente de la trayectoria.

- El trabajo invertido por una fuerza conservativa a lo largo de una trayectoria cerrada es cero

### *Presencia de fuerzas no conservativas*

Hasta ahora se desestimó a las fuerzas denominadas no conservativas, como las fuerzas de rozamiento. Una fuerza es no conservativa cuando introduce cambios en la energía mecánica inicial del sistema. Estas fuerzas realizan un trabajo que generan un aumento en la energía interna del sistema que se percibe como calor y luego esa energía emigra del sistema. Entonces ya no se cumple la igualdad (2)

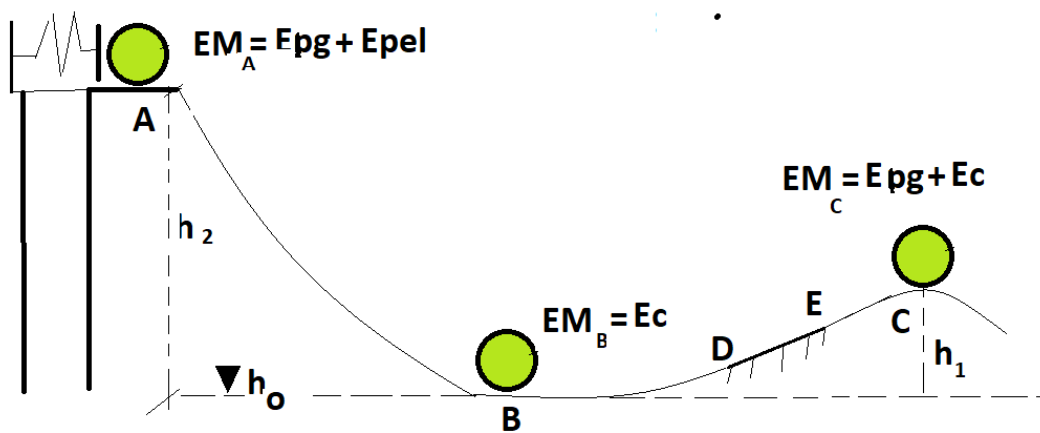


Figura 3: Trayecto DE donde existe rozamiento entre la esfera y la rampa. El trabajo de las fuerzas no conservativas sustraen energía al sistema,.

El trabajo de las fuerzas de rozamiento sustrae parte de la energía del sistema al pasar la esfera por el tramo DE:

$$W_{froz} = EM_B - EM_c \quad (4)$$

Entonces, en C la energía mecánica será menor que en B al pasar por primera vez por ese tramo. Cada vez que la esfera circule por ese sector de la trayectoria, las fuerzas de rozamiento generan trabajo que sustrae parte de la energía mecánica remanente del sistema.

### Referencias:

Serway, R. Jewett, J. 'Física para Ciencias e Ingeniería' 7ª Edición – Capítulo 7- Ed. Cengage-Learning (2008)