

a) Se habla de fuerzas conservativas cuando el trabajo efectuado sobre la partícula es independiente de la trayectoria seguida por esta y sólo depende de las posiciones inicial y final. En tales situaciones el trabajo se puede obtener a partir de una función escalar denominada energía potencial. Para una fuerza conservativa, si la trayectoria es cerrada:

$$W(\text{trayectoria cerrada}) = \oint \vec{F} \cdot d\vec{r} = 0$$

Inversamente se puede afirmar que si el trabajo en una trayectoria cerrada es cero la fuerza es conservativa. Obviamente será condición necesaria para que una fuerza sea conservativa que $\vec{F}$ sólo dependa de la posición de su punto de aplicación y no de la trayectoria recorrida.

Se habla de fuerzas no conservativas cuando el trabajo efectuado sobre la partícula depende de la trayectoria seguida por esta y no solamente de las posiciones inicial y final. Una fuerza no conservativa es, por ejemplo, el rozamiento por deslizamiento. Como la fuerza de rozamiento se opone siempre a la dirección del movimiento, es obvio que el trabajo realizado por ella será siempre negativo. Así, cuando un objeto recorre una trayectoria cerrada y regresa a su posición inicial, el trabajo total realizado por la fuerza de rozamiento es negativo. Evidentemente, se trata de una fuerza no conservativa que, dado que el trabajo realizado por ella es siempre negativo (disipa energía) se dice que es disipativa. En el caso de fuerzas no conservativas, no es posible expresar el trabajo a partir de una ninguna función escalar (o energía potencial).

En cuanto a la energía mecánica, ésta es la suma de la energía cinética y la energía potencial, al margen de que las fuerzas que actúen sean conservativas o no. Consideremos una partícula sobre la que actúan fuerzas conservativas (cuya resultante representaremos por $\vec{F}_c$) y fuerzas no conservativas (cuya resultante representaremos por $\vec{F}_{nc}$). El trabajo neto realizado por la partícula cuando se desplaza entre dos puntos bajo la acción de la fuerza resultante $\vec{F} = \vec{F}_c + \vec{F}_{nc}$ es igual a la variación de su energía cinética, esto es:

$$W = W_c + W_{nc} = \Delta E_c$$

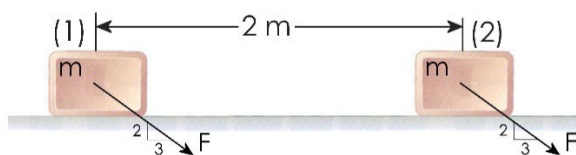
donde W_c y W_{nc} representan el trabajo realizado por la resultante de las fuerzas conservativas y no conservativas respectivamente. El trabajo W_c realizado por las fuerzas conservativas puede expresarse como la variación, cambiada de signo, de la energía potencial (relacionada con dichas fuerzas conservativas) cuando la partícula pasa de un punto a otro:

$$W_c = -\Delta U$$

No podemos decir otro tanto del trabajo W_{nc} realizado por las fuerzas no conservativas, pues al depender de la trayectoria seguida por la partícula, no queda definida ninguna función del punto. Así, podemos escribir:

$$W_c + W_{nc} = \Delta E_c \Rightarrow -\Delta U + W_{nc} = \Delta E_c \Rightarrow W_{nc} = \Delta E_c + \Delta U = \Delta(E_c + U) = \Delta E_{\text{mecánica}} \Rightarrow W_{nc} = \Delta E_{\text{mecánica}}$$

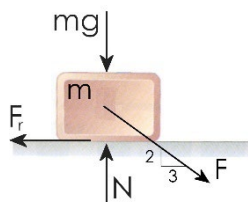
Esta expresión nos muestra que la energía mecánica (cinética+potencial) de la partícula no permanece constante en el transcurso del movimiento, sino que experimenta un cambio igual al trabajo realizado por las fuerzas no conservativas. Si las fuerzas no conservativas realizan un trabajo positivo, la energía mecánica de la partícula aumenta y disminuirá en el caso contrario. Obsérvese que hemos rehusado utilizar el término de total para designar a la energía mecánica $E_m = E_c + U$ de la partícula. El concepto de energía total de una partícula sólo tiene significado si son conservativas todas las fuerzas que actúan sobre ella; en el caso de que actúen fuerzas no conservativas, el concepto no será aplicable, por no incluirse todas las fuerzas presentes.



b) Denominamos posición 1 a la inicial, cuando la masa parte del reposo, y posición 2 a la final, cuando ha recorrido 2 m. El ángulo θ que forma la fuerza F con la horizontal es:

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{2}{3} \Rightarrow \theta = 33,69^\circ$$

A lo largo de los 2 m que se recorren tenemos todas las fuerzas que aparecen en la figura, luego aplicando el teorema de las fuerzas vivas:



$$W_{12} = \Delta E_C \Rightarrow W_{mg} + W_F + W_N + W_{Fr} = \Delta E_C \Rightarrow W_F + W_{Fr} = \Delta E_C$$

Ambas fuerzas son no conservativas pero constantes, luego podemos calcular sus trabajos como el producto escalar de la fuerza por el desplazamiento. Además, puesto que el movimiento se produce solo en el eje X, en el eje Y la suma de las fuerzas es nula, luego:

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow N - mg - F \sin \theta = 0 \Rightarrow N = mg + F \sin \theta \Rightarrow F_r = \mu N = 0,2(9,8 + 57 \sin 33,69^\circ) = 8,284 \text{ N}$$

Sustituimos ahora en el teorema de las fuerzas vivas y tendremos:

$$W_F + W_{Fr} = \Delta E_C \Rightarrow \vec{F} \cdot \vec{x} + \vec{F}_r \cdot \vec{x} = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow 57 \cdot 2 \cos 33,69^\circ + 8,284 \cdot 2 \cos 180^\circ = \frac{1}{2} v^2 \Rightarrow v = 12,513 \text{ m/s}$$

$$\underline{v = 12,513 \text{ m/s}}$$