

## Tema 3.- TRABAJO Y ENERGÍA

En Física, una fuerza realiza trabajo cuando actúa sobre un objeto que se mueve a través de una distancia y existe una componente de la fuerza a lo largo de la línea del movimiento. Íntimamente asociado al concepto de trabajo se encuentra el concepto de energía. Cuando un sistema realiza trabajo sobre otro, se transfiere energía entre los dos sistemas. Existen muchas formas de energía. La energía cinética está asociada al movimiento de un cuerpo. La energía potencial es energía asociada con la configuración de un sistema, tal como la distancia de separación entre un cuerpo y la Tierra. La energía térmica está asociada al movimiento aleatorio de las moléculas dentro de un sistema y está íntimamente relacionada con la temperatura.

Una de las leyes fundamentales de la naturaleza es la ley de la conservación de la energía. Si la energía de un sistema se conserva, su energía total no cambia, aunque alguna parte de ella puede que cambie de forma o naturaleza.

### • Trabajo y potencia

El *trabajo*  $W$  realizado por una fuerza  $\mathbf{F}$  que actúa sobre un cuerpo mientras que éste se mueve siguiendo una trayectoria, está definido por la integral:

$$W = \int_1^2 \mathbf{F} \cdot d\mathbf{r}$$

En el caso sencillo de una fuerza constante y un desplazamiento  $\Delta \mathbf{r}$  en línea recta, el trabajo está dado por el producto escalar:

$$W = \mathbf{F} \cdot \Delta \mathbf{r}$$

Para una fuerza variable en una dimensión (por ejemplo, a lo largo del eje  $X$ ):

$$W = \int_{x_1}^{x_2} F_x(x) dx$$

La unidad en el SI del trabajo es el julio (J). La *potencia*  $P$  es la rapidez con que una fuerza realiza un trabajo:

$$P = \frac{dW}{dt}$$

La potencia de una fuerza  $\mathbf{F}$  realizando un trabajo sobre un objeto con velocidad  $\mathbf{v}$  es:

$$\mathbf{P} = \mathbf{F} \cdot \mathbf{v}$$

En el SI la potencia se mide en vatios (W).

### • Energía cinética. Teorema de la energía cinética

La *energía* cinética  $E_c$  de un cuerpo de masa  $m$  que se mueve con velocidad  $v$  es:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

La energía cinética es la energía asociada con el movimiento. El *teorema de la energía cinética* establece que el trabajo realizado por la fuerza resultante que actúa sobre un cuerpo es igual al cambio en la energía cinética del cuerpo:

$$W = \frac{1}{2}mv_{final}^2 - \frac{1}{2}mv_{inicial}^2 = E_{c,final} - E_{c,inicial}$$

, es decir:

$$W = \Delta E_c$$

### • Fuerzas conservativas y energía potencial

Una fuerza es *conservativa* si el trabajo que realiza a lo largo de una trayectoria cerrada es nulo. También se dice que el trabajo es independiente del camino seguido y depende únicamente del estado inicial y final. El trabajo realizado por el peso de un cuerpo

cerca de la superficie de la Tierra es:

$$W = -mg(y_2 - y_1)$$

y es independiente de la trayectoria que conecta los puntos inicial y final. Esta fuerza es conservativa.

La *energía potencial*  $E_p$  es una energía que depende sólo de la posición. Dos ejemplos de energía potencial son la energía potencial gravitatoria:

$$E_p = mgy$$

y la energía elástica de compresión o elongación de un muelle:

$$E_p = \frac{1}{2}kx^2$$

Para una fuerza conservativa el trabajo  $W$  y la energía potencial  $E_p$  están relacionados mediante la ecuación:

$$W = -\Delta E_p$$

y para el caso unidimensional la fuerza y la energía potencial  $E_p$  están relacionadas mediante la ecuación:

$$F_x = -\frac{dE_p}{dx}$$

El movimiento de un objeto puede representarse mediante una gráfica de la energía potencial. Sobre esta gráfica se pueden identificar los puntos de equilibrio.

### • Conservación de la energía mecánica

La suma de las energías cinética y potencial de un sistema se denomina *energía mecánica*  $E_{mec}$ :

$$E_{mec} = E_c + E_p$$

Si todas las fuerzas son conservativas, la energía mecánica total del sistema permanece constante:

$$E_{mec} = E_c + E_p = cte.$$

es decir, entre dos estados inicial 1 y final 2:

$$E_{c,1} + E_{p,1} = E_{c,2} + E_{p,2}$$

La energía total del sistema  $E_{sist}$  es la suma de sus diversos tipos de energía. Una forma de transferir energía (absorbida o cedida) de un sistema es intercambiar trabajo con el exterior. Si ésta es la única fuente de energía transferida, la ley de conservación de la energía se expresa:

$$W_{ext} = \Delta E_{sist}$$

$W_{ext}$  es el trabajo realizado sobre el sistema por las fuerzas externas y  $\Delta E_{sist}$  es la variación de la energía total del sistema. *Éste es el teorema trabajo-energía.*

La conservación de la energía mecánica y el teorema trabajo-energía pueden utilizarse como una alternativa de las leyes de Newton para resolver problemas mecánicos que requieren la determinación del módulo de la velocidad de una partícula en función de su posición.

### • BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

[TIPLER 5ª Edición, 2005] *Cap. 6: Trabajo y energía.*, *Cap. 7: Conservación de la energía*