

## SESIÓN 13

# TRABAJO Y ENERGÍA CINÉTICA

Al finalizar esta sesión serás capaz de:

- Comprender los conceptos de *Trabajo* y *Energía*.
- Calcular el trabajo que realizan fuerzas constantes o variables cuando actúan sobre un sistema.
- Aplicar el Teorema del Trabajo y la Energía
- Calcular la potencia a la que una fuerza realiza trabajo.

Nuestro estudio del movimiento lo iniciamos describiendo las distintas características que definen el movimiento: posición, velocidad, aceleración. Después analizamos las causas o fuerzas que generan dicho movimiento. Ahora nos ocuparemos por considerar el hecho de que en la vida real, dichos agentes tienen que generar cierto esfuerzo para poder aplicar dichas fuerzas. Considere por ejemplo empujar una caja pesada por una rampa (ver Figura 13.1) El esfuerzo que tiene que realizar un agente para mover un objeto depende tanto de la distancia por la que se aplique la fuerza, como de la magnitud y dirección de esta. En Física llamamos a este esfuerzo *Trabajo* y está asociado con la cantidad de *Energía* que hay que invertir para cambiar el estado de movimiento del sistema.

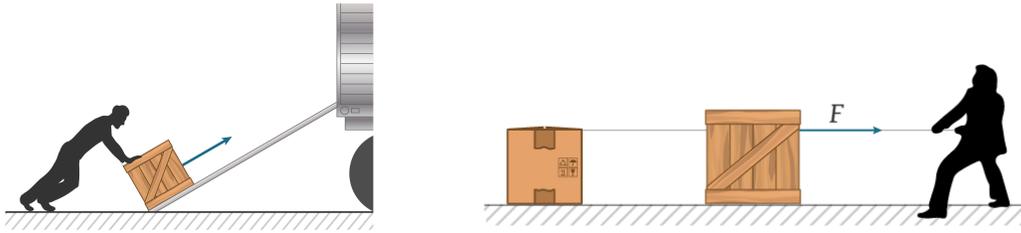


Figura 13.1: Para empujar un objeto pesado, se requiere generar *trabajo*.

## 13.1 Trabajo

El trabajo,  $W$ , realizado por una fuerza constante, de magnitud  $F$ , al desplazar un objeto una distancia  $s$ , está dado por

$$W = \vec{F} \cdot \vec{s} = Fs \cos \theta, \quad (13.1.1)$$

donde  $\theta$  es el ángulo que se forma entre la dirección de aplicación de la fuerza y la dirección del desplazamiento.

Nótese que el trabajo es una cantidad física escalar. A partir de la ecuación (13.1.1), y en particular debido a las propiedades de la función *coseno*, el trabajo que realiza una fuerza puede ser positivo, negativo o inclusive ser nulo. En general, podemos decir que si

- $W > 0$ , la fuerza que realiza dicho trabajo actúa a favor del movimiento,
- $W < 0$ , la fuerza que realiza dicho trabajo actúa en contra del movimiento,
- $W = 0$ , la fuerza que realiza dicho trabajo no se ve involucrada en el movimiento.

En el S.I, la unidad de trabajo es el  $\text{N} \cdot \text{m}$ , que recibe el nombre de *joules* (J):

$$1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ J} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}.$$

## 13.2 Trabajo y Energía Cinética

La energía asociada al movimiento, también llamada *Energía Cinética*, de un objeto de masa  $m$ , al moverse con rapidez  $v$ , está dada por

$$K = \frac{1}{2}mv^2. \quad (13.2.1)$$

Cuando una fuerza acelera un objeto, cambiando su velocidad de un valor inicial  $v_{\text{inicial}}$  a un valor final  $v_{\text{final}}$ , el trabajo que realiza la fuerza está dado por el cambio de energía cinética que experimenta el objeto bajo el efecto de esa fuerza:

$$W = \Delta K = \frac{1}{2}mv_{\text{final}}^2 - \frac{1}{2}mv_{\text{inicial}}^2 \quad (13.2.2)$$

Esta última expresión se conoce como *Teorema de Trabajo-Energía*.

Note que la energía cinética tiene unidades de trabajo. Es decir, la energía se expresa en julios en el S.I.

Otras unidades relacionadas con trabajo y energía bastante usadas son

- el *caballo de fuerza* (hp):

$$1 \text{ hp} = 746 \text{ W},$$

- el *kilowatt-hora* (kW·h):

$$1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{ W} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}.$$

- la *caloría* (cal):

$$1 \text{ cal} = 4.18 \text{ J}.$$

- la *Caloría grande*:

$$1 \text{ Cal} = 1000 \text{ cal} = 1 \text{ kcal}$$

- el *electronvoltio*:

$$1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

- el *ergio*:

$$1 \text{ erg} = 1 \times 10^{-7} \text{ J}$$

- el *British thermal unit* (BTU o BTu)<sup>a</sup>:

$$1 \text{ BTU} = 257 \text{ cal}$$

<sup>a</sup>Una BTU representa la cantidad de energía que se requiere para elevar en un grado Fahrenheit la temperatura de una libra de agua en condiciones atmosféricas normales.

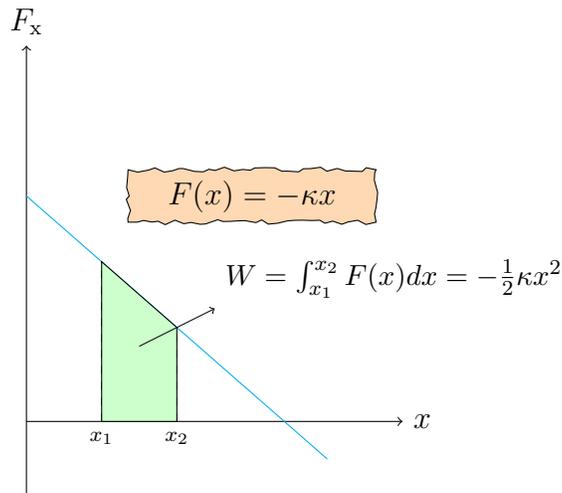


Figura 13.2: Fuerza vs posición para fuerza elástica.

### 13.3 Trabajo y energía con fuerza variable

En el caso en que la fuerza aplicada sea variable (es decir, que dependa de la posición o del tiempo), el trabajo se define mediante la siguiente expresión:

$$W = \int \vec{\mathbf{F}} \cdot d\vec{\mathbf{s}} = \int F(s) \cos \theta ds. \quad (13.3.1)$$

Esta definición se puede interpretar diciendo que para una fuerza variable, el área bajo la curva en un gráfico de “fuerza vs posición” es el trabajo realizado por la fuerza a lo largo del desplazamiento (ver Figura 13.2).

### 13.4 Potencia

A la hora de considerar la cantidad de trabajo (energía) que se efectúa por unidad de tiempo, se define la *Potencia*,  $P$ :

$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t} \quad (\text{potencia media})$$

$$P = \frac{dW}{dt} \quad (\text{potencia instantánea}),$$

de donde

$$W = \vec{\mathbf{F}} \cdot \vec{\mathbf{v}} = Fv \cos \theta, \quad (13.4.1)$$

donde  $v$  es la velocidad instantánea del objeto sujeto a la fuerza  $F$ . La potencia es el ritmo al que se transfiere la energía. La unidad de potencia en el S.I es el *watt* (W)

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s.}$$

Otras unidades relacionada con la potencia bastante utilizada son

- el *caballo de fuerza* (hp):

$$1 \text{ hp} \approx 746 \text{ W,}$$

- el *caballo de vapor* (CV):

$$1 \text{ CV} \approx 735 \text{ W}$$

## Créditos

Vicerrectoría de Docencia  
CEDA-TEC Digital

Proyecto de Virtualización 2017  
Física General I

Gerardo Lacy Mora (Profesor)  
Ing. Andrea Calvo Elizondo (Coordinadora de Diseño)