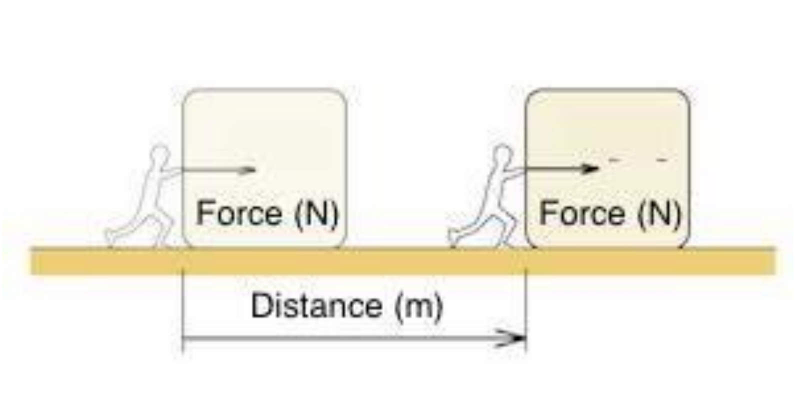
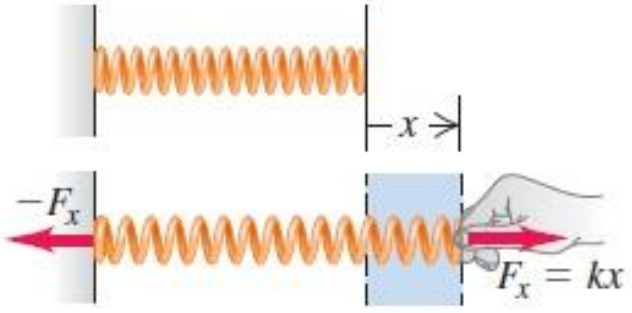
FISICA 1

Marisela Benitez Barahona

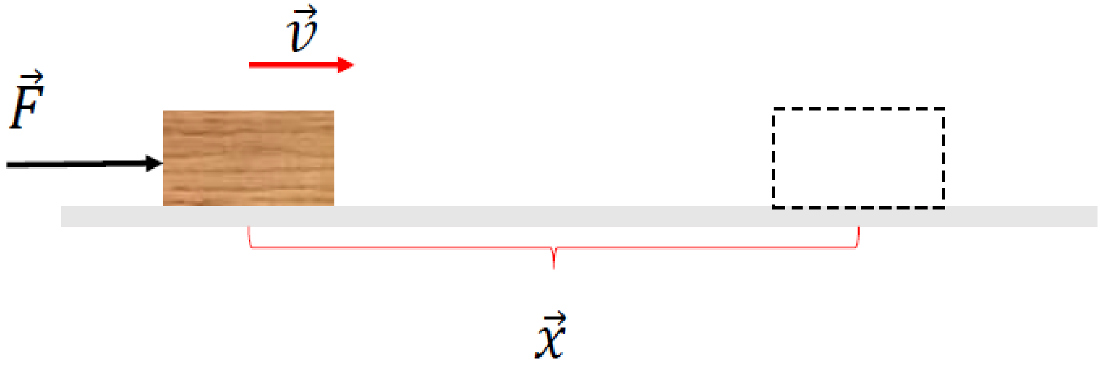
Departamento de Física
Facultad de Ciencias Naturales y Exactas
Universidad del valle





TRABAJO EFECTUADO POR UNA FUERZA CONSTANTE

Consideramos un cuerpo al cual se le aplica una fuerza horizontal hacia la derechas y que experimenta un desplazamiento de magnitud s en línea recta, en la misma dirección de la fuerza aplicada.



Definimos el **trabajo** W realizado por esta fuerza constante en dichas condiciones como el producto de la magnitud $\vec{F}_1$ de la fuerza por la magnitud $\vec{x}$ del desplazamiento:

$$W = \vec{F} \cdot \vec{s}$$

ESCALAR

Producto escalar entre dos vectores

Utilizando el concepto de producto escalar, para este caso particular, la fuerza y el desplazamiento son paralelos, por lo tanto:

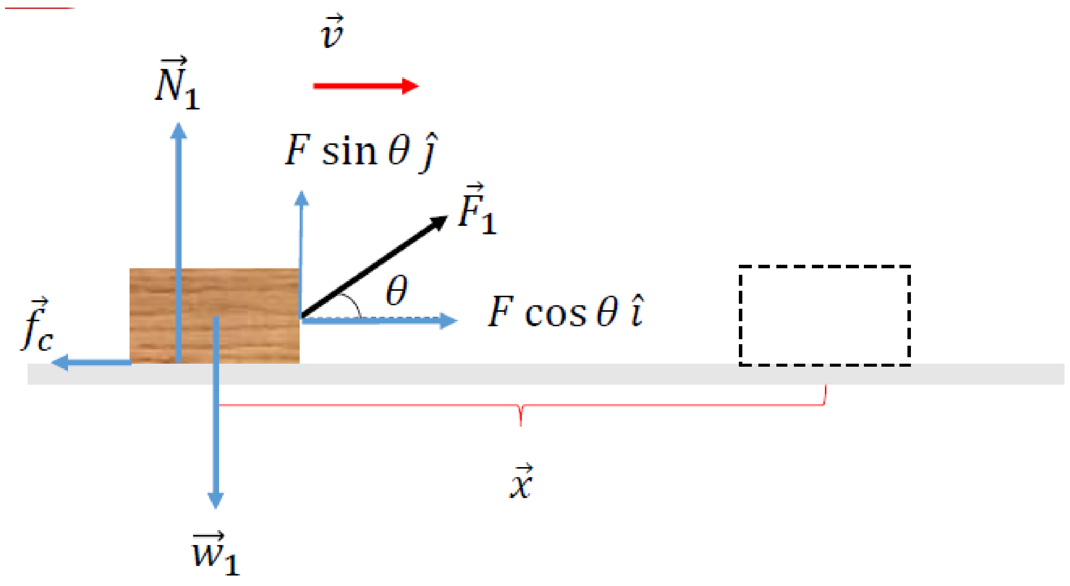
$$W = |F||s|\cos\theta = Fs\cos 0$$

$$W = Fs$$

(Fuerza constante en dirección del desplazamiento rectilíneo)

NOTA: PARA DIFERENCIAR TRABAJO DE PESO, SE UTILIZARÁ W MAYÚSCULA PARA TRABAJO Y w MÍNUSCULA PARA PESO

TRABAJO NETO



$$W_N = W_{\vec{F}_1} + \underbrace{W_{\vec{N}_1} + W_{\vec{w}_1}} + W_{\vec{f}_c}$$

Solo la componente $\vec{F}_{\parallel}$ realiza trabajo.

Cero, porque ambas fuerzas son perpendiculares al desplazamiento.

El trabajo total sobre un cuerpo como resultado de que varias fuerzas actúan sobre un el, es la suma algebraica de los trabajos realizados por las fuerzas individuales.

$$W_N = W_1 + W_2 + W_3 + \cdots + W_4$$

TRABAJO EFECTUADO POR UNA FUERZA CONSTANTE

De la expresión general, determinada para el trabajo realizado por una fuerza constante, se puede definir las unidades de trabajo:

$$W = |F_1||x| \longrightarrow [W] = [N][m] = [J] \longrightarrow Joule$$

Unidades de trabajo en sistemas a nivel atómico $1\ eV = 1.602 \times 10^{-19}\ J$

En el sistema británico,

Fuerza $\longrightarrow$ $Libra\ (lb)\ (Fuerza)$ $\longrightarrow$ $1\ lb = 4.44822\ N$

Desplazamiento $\longrightarrow$ $pie\ (ft)$ $\longrightarrow$ $1\ ft = 0.3048\ m$

Trabajo $[W] = [lb][ft]$

FACTOR DE CONVERSIÓN AL SISTEMA SI $1[lb][ft] = 1.356\ J$

En el sistema cgs

Fuerza $\longrightarrow$ $dina\ (dyn)$ $\longrightarrow$ $1\ dyn = 10^{-5}\ N$

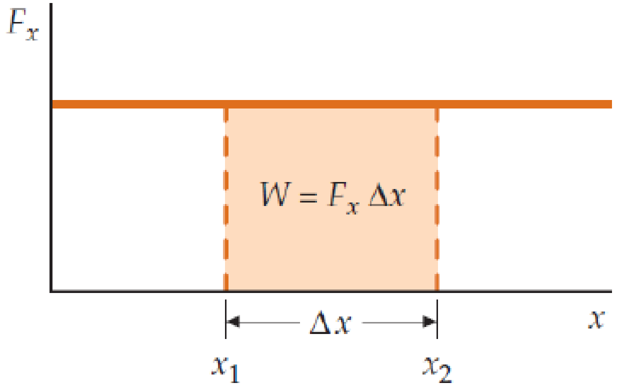
Desplazamiento $\longrightarrow$ $centímetro\ (cm)$ $\longrightarrow$ $1\ cm = 10^{-2}$ m

Trabajo $[W] = [dyn][cm] = [erg] = Ergio$

FACTOR DE CONVERSIÓN AL SISTEMA SI $1[erg] = 10^{-7}\ J$

TRABAJO REALIZADO POR UNA FUERZA VARIABLE

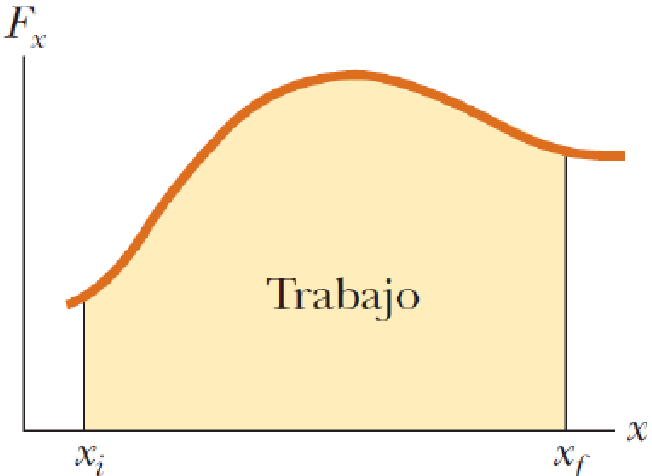
Hasta aquí, se había considerado la Fuerza como una constante.



El trabajo realizado por una fuerza constante para desplazar un objeto, se puede determinar como el área rectangular bajo la línea comprendida en el intervalo Δx.

$$W = F_x \Delta x$$

¿Qué sucede si la Fuerza no es constante?

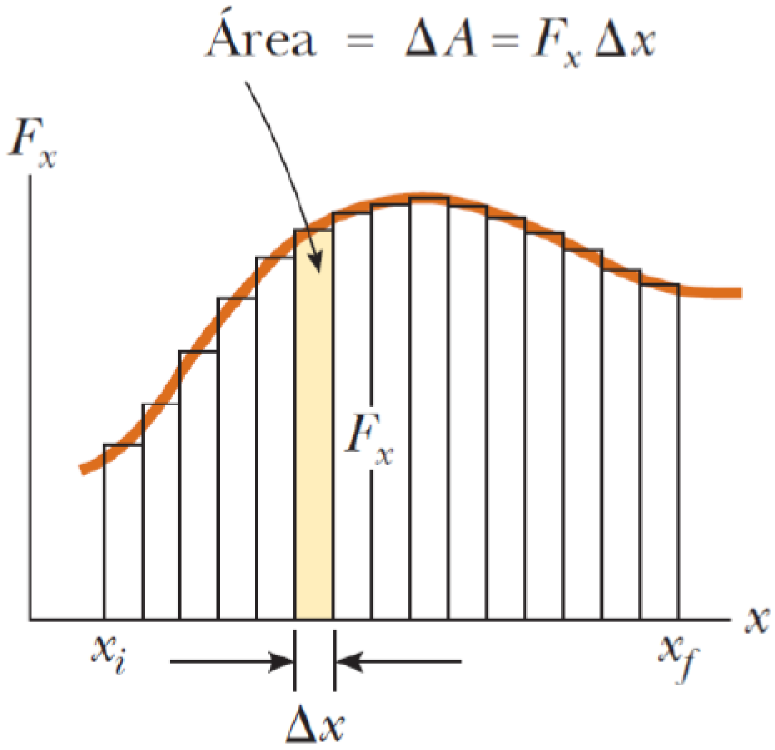


Para determinar el trabajo realizado por una fuerza que varía con la posición sobre una partícula que se desplaza a lo largo del eje x, ya no podremos utilizar la expresión general, será necesario, analizar esta nueva situación.

TRABAJO REALIZADO POR UNA FUERZA VARIABLE

Si consideramos que la partícula se somete a un desplazamiento muy pequeño Δx, la componente $x$de la fuerza, Fx, es aproximadamente constante en este intervalo pequeño:

$$W_i \approx F_x \Delta x_i$$



El trabajo realizado por la fuerza en el desplazamiento total de x_i a x_f es aproximadamente:

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + \cdots W_i$$

$$W = \sum_{x_i}^{x_f} W_i = \sum_{x_i}^{x_f} F_x \Delta x_i$$

En el límite donde el número de segmentos se vuelve muy grande y el ancho de los segmentos muy pequeño:

$$W = \lim_{\Delta x \to 0} \sum_{x_i}^{x_f} F_x \Delta x_i \qquad W = \int_{x_i}^{x_f} F_x \, dx$$

REPASO DE INTEGRALES

PROPIEDADES FUNDAMENTALES

Para facilitar el calculo de una integral definida se usan las siguientes propiedades:

Propiedad 1.- Si a > b, entonces

$$\int_a^b f(x)dx = -\int_b^a f(x)dx$$

Propiedad 2.- Si f(a) existe, entonces

$$\int_a^a f(x)dx = 0$$

Propiedad 3.- Si k es una constante cualquiera, entonces

$$\int_a^b kdx = k(b-a)$$

1.– $\int 0dx = C$

2.– $\int 1dx = x + C$

3.– $\int x^k dx = \frac{x^{k+1}}{k+1} + C \quad \forall k \in R \; k \neq -1.$

4.– $\int \frac{1}{x} dx = \ln|x| + C \quad \forall x \in (-\infty,0) \cup (0,+\infty).$

5.– $\int e^x dx = e^x dx + C \quad \forall x \in R.$

6.– $\int k^x dx = \frac{k^x}{\ln k} + C \quad \forall x \in R \; k > 0 \; k \neq 1.$

7.– $\int \sin x dx = -\cos x + C \quad \forall x \in R.$

8.– $\int \cos x dx = \sin x + C \quad \forall x \in R.$

9.– $\int \frac{1}{\cos^2 x} dx = \tan x + C \quad \forall x \in \left\{\frac{\pi}{2} + 2k\pi, -\frac{\pi}{2} + 2k\pi\right\}, k \in Z.$

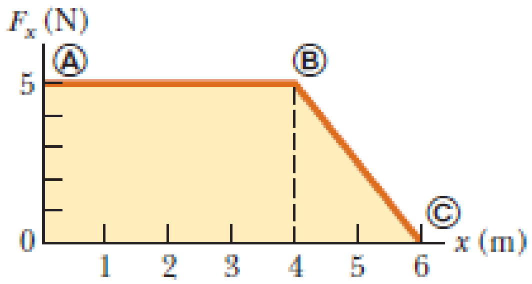
10.– $\int \frac{1}{\sin^2 x} dx = -\cot x + C \quad \forall x \in R - \{k\pi, -k\pi\}, k \in Z.$

11.– $\int \frac{1}{1+x^2} dx = \arctan x + C \quad \forall x \in R.$

12.– $\int \frac{1}{\sqrt{1-x^2}} dx = \arcsin x + C \quad \forall x \in (-1,1).$

Ejemplo 1

Una fuerza que actúa sobre una partícula varia con *x* como se muestra en la figura. Calcule el trabajo consumido por la fuerza en la partícula conforme se traslada de *x*=0 a *x*=6.0 m.

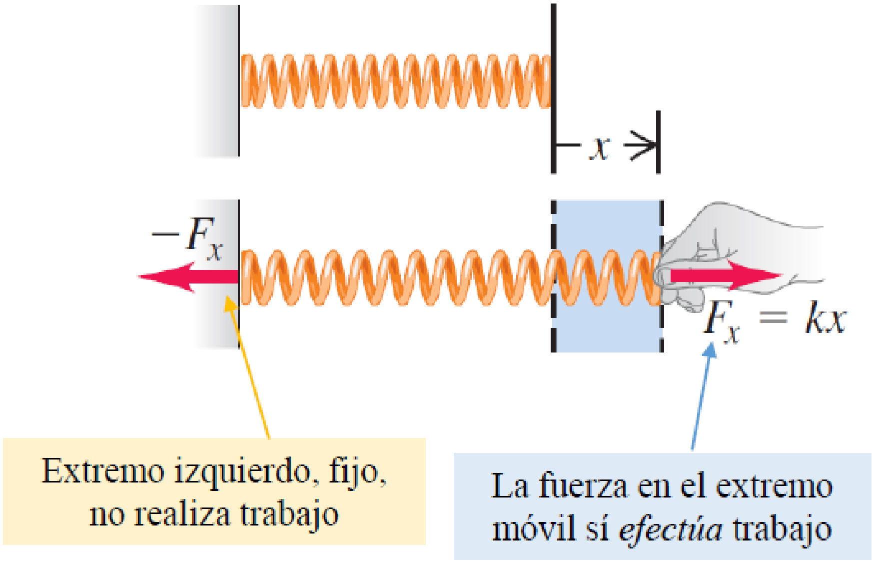


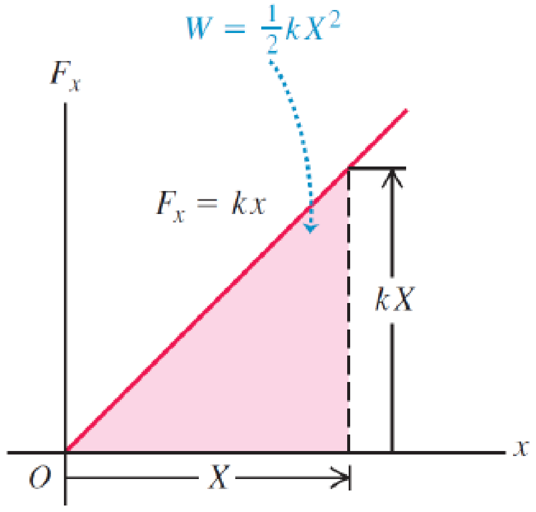
$$W_{ⒶⒷ} = (5.0\ \text{N})(4.0\ \text{m}) = 20\ \text{J}$$

$$W_{ⒷⒸ} = \tfrac{1}{2}(5.0\ \text{N})(2.0\ \text{m}) = 5.0\ \text{J}$$

$$W_{ⒶⒸ} = W_{ⒶⒷ} + W_{ⒷⒸ} = 20\ \text{J} + 5.0\ \text{J} = \boxed{25\ \text{J}}$$

TRABAJO REALIZADO POR LA FUERZA DE UN RESORTE





Recordemos que la Ley de Hooke: $\vec{\mathbf{F}}_s = F_s\hat{\mathbf{i}} = -kx\hat{\mathbf{i}}$

$$F_R = -Kx$$

La fuerza es función del desplazamiento (No es constante).

La fuerza aplicada para deformar el resorte será:

$$F_x = Kx$$

Para estirar un resorte, debemos efectuar trabajo desde la posición de equilibrio $x_i = 0$ hasta una posición final $x_f = X$

$$W = \int_0^X F_x\,dx = \int_0^X Kxdx = \frac{1}{2}K\,x^2\Big|_0^X$$

$$W = \frac{1}{2}KX^2$$

El trabajo realizado por esta fuerza cuando el alargamiento va de cero a un valor máximo X

k se llama *constante de elasticidad del resorte* (mide la rigidez y está en N/m) x es la *elongación* o *compresión* del resorte

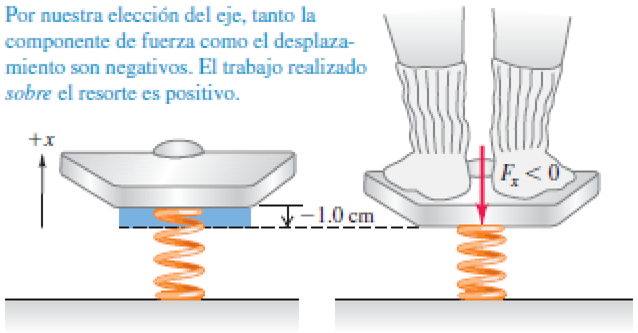
$$W = \int_{x_1}^{x_2} F_x\,dx = \int_{x_1}^{x_2} kx\,dx = \frac{1}{2}kx_2^2 - \frac{1}{2}kx_1^2$$

Cuando el resorte ya está estirado una distancia x1

Ejemplo 2

Trabajo sobre una balanza de resorte

Una mujer que pesa 600 N se sube a una báscula que contiene un resorte rígido. En equilibrio, el resorte se comprime 1.0 cm bajo su peso. Calcule la constante de fuerza del resorte y el trabajo total efectuado sobre él durante la compresión.



$$|\vec{\mathbf{F}}_s| = kd$$

$$k = \frac{F_x}{x} = \frac{-600\ \text{N}}{-0.010\ \text{m}} = 6.0 \times 10^4\ \text{N/m}$$

Entonces, usando $x_1 = 0$ y $x_2 = -0.010$ m en la ecuación (6.10),

$$W = \frac{1}{2}kx_2^2 - \frac{1}{2}kx_1^2$$

$$= \frac{1}{2}(6.0 \times 10^4\ \text{N/m})(-0.010\ \text{m})^2 - 0 = 3.0\ \text{J}$$

EL CONCEPTO DE ENERGÍA

La capacidad que poseen todos los cuerpos para realizar un trabajo y producir cambios en ellos mismos o en otros cuerpos. Se trata de una propiedad física que no se crea ni se destruye, sino que se transforma en otro tipo de energía.

La unidad de medida es el **joule (J)**.

La energía no se crea, sino que se transforma y es durante esta transformación cuando se manifiestan las diferentes formas de energía.

Al final de cualquier proceso de transformación energética nunca puede haber más o menos energía que la que había al principio, siempre se mantiene. La energía no se destruye.

La energía pasa de un cuerpo a otro en forma de calor, ondas o trabajo.

Solo una parte de la energía transformada es capaz de producir trabajo y la otra se pierde en forma de calor o ruido (vibraciones mecánicas no deseadas).

TIPOS DE ENERGÍA

Energía mecánica

La energía mecánica es aquella relacionada tanto con la posición como con el movimiento de los cuerpos.

Energía eléctrica

Se manifiesta en determinadas reacciones químicas en las que se forman o rompen enlaces químicos.

Energía térmica

Se asocia con la cantidad de energía que pasa de un cuerpo caliente a otro más frío manifestándose mediante el calor.

Energía electromagnética

Esta energía se atribuye a la presencia de un campo electromagnético, generado a partir del movimiento de partículas eléctricas y magnéticas moviéndose y oscilando a la vez.

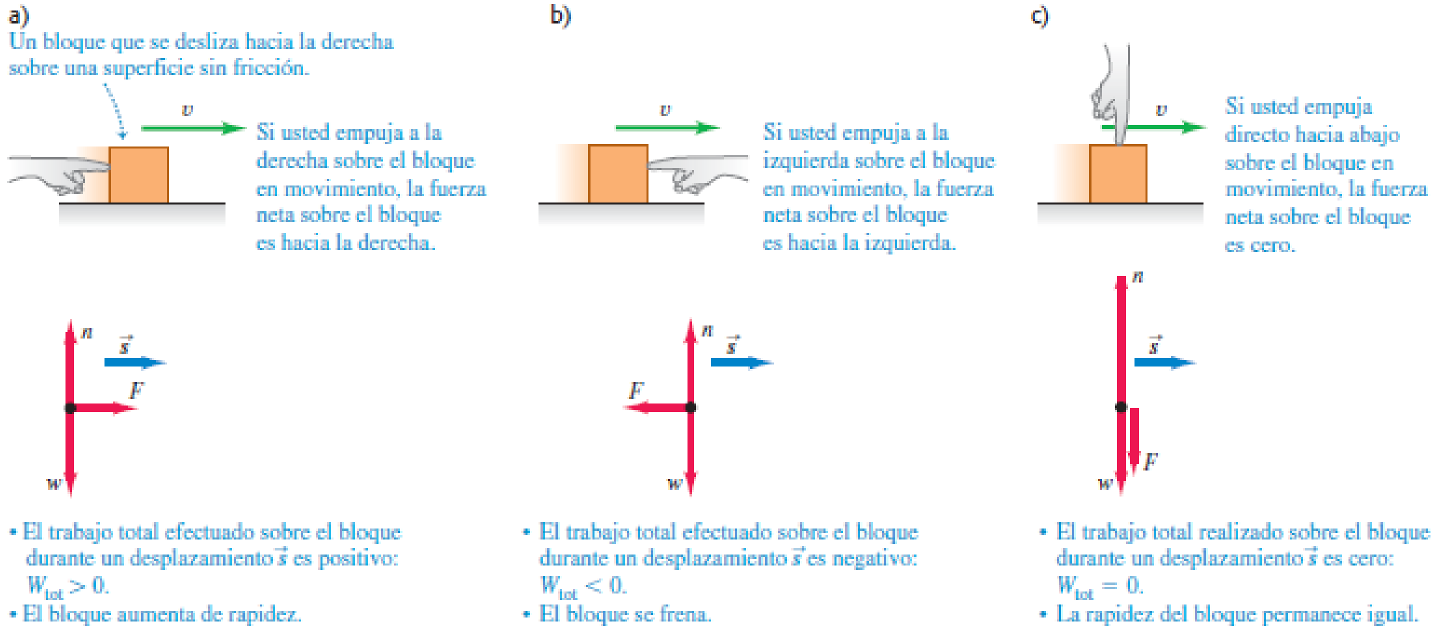
Energía química

Se manifiesta en determinadas **reacciones químicas** en las que se forman o rompen enlaces químicos.

La energía nuclear

Es la que se genera al interactuar los átomos entre sí. Puede liberarse a través de su rotura, lo que se conoce como fisión, o de

ENERGÍA CINÉTICA Y EL TEOREMA TRABAJO-ENERGÍA

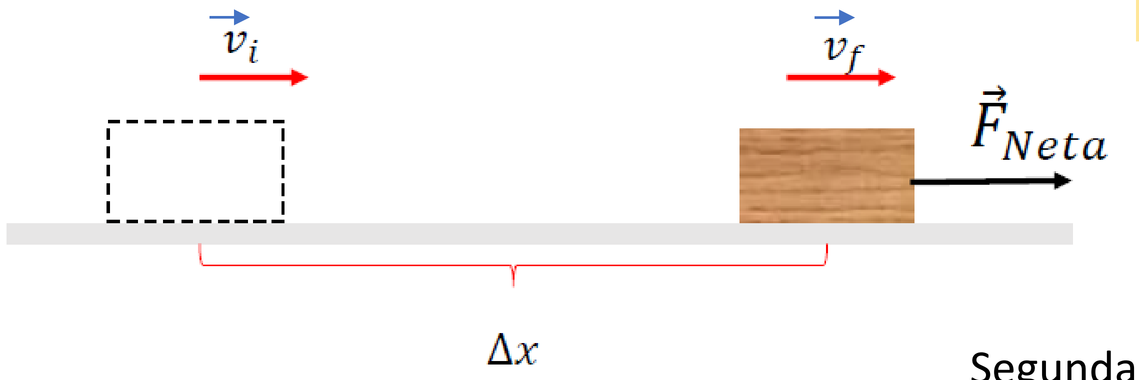


6.8 La relación entre el trabajo total efectuado sobre un cuerpo y la manera en que cambia la rapidez del cuerpo.

ENERGÍA CINÉTICA Y EL TEOREMA TRABAJO-ENERGÍA

FUERZA CONSTANTE

Considere una partícula con masa m que se mueve en el eje x bajo la acción de una fuerza neta constante de magnitud $\vec{F}$ dirigida a lo largo del eje $+x$.



Aceleración del sistema es constante $(F = Constante)$

ES POSIBLE UTILIZAR LAS EXPRESIONES QUE DESCRIBEN EL MOVIMIENTO RECTILÍNEO CON ACELERACIÓN CONSTANTE.

Segunda ley de Newton.

Conociendo el desplazamiento, la velocidad inicial y final del sistema, es posible determinar la aceleración del sistema:

$$\vec{v_f}^2 = \vec{v_i}^2 + 2\vec{a}(\Delta x)$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{v_f}^2 - \vec{v_i}^2}{2\Delta x}$$

Reorganizando la ecuación y multiplicando a ambos lados la ecuación anterior por la masa:

$$\text{Trabajo } W \quad \boxed{\underbrace{m\vec{a}}_{\vec{F}}\Delta\vec{x}} = m\left(\frac{\vec{v_f}^2 - \vec{v_i}^2}{2}\right)$$

Donde es posible distinguir el producto $m\vec{a}$, el cual corresponde por la segunda ley de Newton a la fuerza que actúa sobre el sistema, además el producto entre la fuerza constante y el desplazamiento realizado por el cuerpo, es conocido como el trabajo total realizado por la fuerza para desplazar el cuerpo:

$$W_{total} = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 \qquad [1]$$

donde $K = \frac{1}{2}mv^2$ ***ENERGÍA CINÉTICA***

Por lo tanto,

$$K_i = \frac{1}{2}mv_i^2$$ **ENERGÍA CINÉTICA INICIAL**

$$K_f = \frac{1}{2}mv_f^2$$

La energía cinética de un cuerpo es aquella energía que posee debido a su movimiento.

TEOREMA TRABAJO-ENERGÍA

$$W_{total} = \underbrace{\frac{1}{2}m{v_f}^2}_{\text{ENERGÍA CINÉTICA FINAL}} - \underbrace{\frac{1}{2}m{v_i}^2}_{\text{ENERGÍA CINÉTICA INICIAL}}$$

TEOREMA DEL TRABAJO Y LA ENERGÍA

$$\boxed{W_{total} = K_F - K_i}$$

Cuando se consume trabajo en un sistema, y el único cambio en el sistema es en su rapidez, el trabajo neto consumido en el sistema es igual al cambio en energía cinética del sistema.

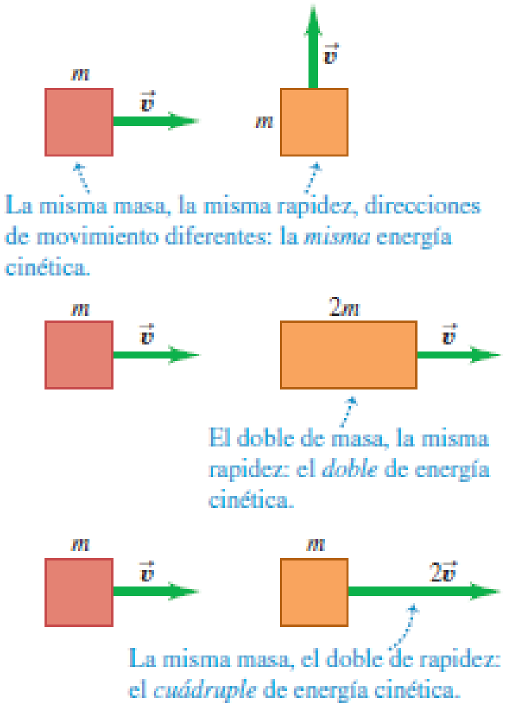
La energía cinética y el trabajo deben tener las mismas unidades.

$$[W] = [K] = [N][m] = [J] \longrightarrow Joule$$

COMPARACIÓN ENTRE LA ENERGÍA CINÉTICA DE CUERPOS DISTINTOS.

Igual que el trabajo, la energía cinética de una partícula es una cantidad escalar; sólo depende de la masa y la rapidez de la partícula, no de su dirección de movimiento.

$$W_{total} = \frac{1}{2}m{v_f}^2 - \frac{1}{2}m{v_i}^2$$



Unidades

$$1\ \text{J} = 1\ \text{N}\cdot\text{m} = 1\ (\text{kg}\cdot\text{m/s}^2)\cdot\text{m} = 1\ \text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}^2$$

En el sistema británico, la unidad de energía cinética y trabajo es

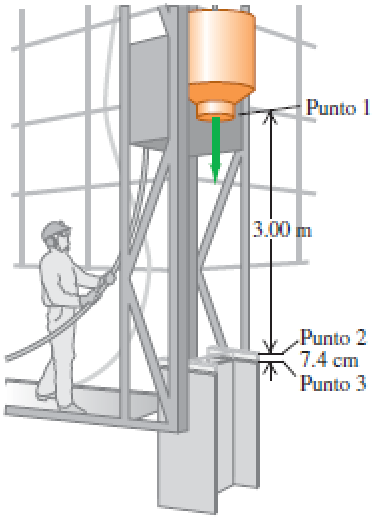
$$1\ \text{ft}\cdot\text{lb} = 1\ \text{ft}\cdot\text{slug}\cdot\text{ft/s}^2 = 1\ \text{slug}\cdot\text{ft}^2/\text{s}^2$$

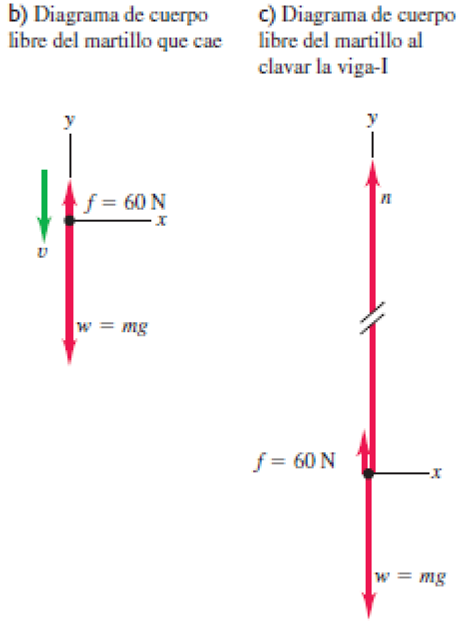
Puesto que usamos las leyes de Newton para deducir el teorema trabajo-energía, sólo podemos usarlo en un marco de referencia inercial. Además, observe que el teorema es válido en *cualquier* marco inercial; sin embargo, los valores de W_{tot} y K_2-K_1 podrían diferir de un marco inercial a otro (porque el desplazamiento y la rapidez de un cuerpo pueden ser diferentes en diferentes marcos.

Ejemplo 3

Fuerzas sobre un martillo

En un martinete, un martillo de acero con masa de 200 kg se levanta 3.00 m sobre el tope de una viga en forma de I vertical, que se está clavando en el suelo. El martillo se suelta, metiendo la viga- I otros 7.4 cm en el suelo. Los rieles verticales que guían el martillo ejercen una fuerza de fricción constante de 60 N sobre éste. Use el teorema trabajo-energía para determinar *a*) la rapidez del martillo justo antes de golpear la viga-I y *b*) la fuerza media que el martillo ejerce sobre la viga-I. Ignore los efectos del aire.





SIGNIFICADO DE LA ENERGÍA CINÉTICA

Así, *la energía cinética de una partícula es igual al trabajo total que se efectuó para acelerarla desde el reposo hasta su rapidez actual.*

Cuando un jugador de billar golpea una bola blanca en reposo, la energía cinética de la bola después de ser golpeada es igual al trabajo que el taco efectuó sobre ella. Cuanto mayor sea la fuerza ejercida por el taco y mayor sea la distancia que la bola se mueve mientras está en contacto con el taco, mayor será la energía cinética de la bola.

$$\boxed{W_{tot} = K - 0 = K}$$

$$\boxed{K = \tfrac{1}{2}mv^2;}$$