Instituto Politécnico

Universidad Nacional de Rosario

Trabajo y Energía

3º Año

Cód- 7305-19

Prof. Liliana Grigioni
Prof. Marcela Palmegiani

Física

fisica.ips.edu.ar
www.ips.edu.ar

Dpto. de Física

Masterización: RECURSOS PEDAGOGICOS

CAPITULO V

TRABAJO Y ENERGÍA

La energía está presente en el Universo en varias formas: energía mecánica, electromagnética, nuclear, etc. Además, una forma de energía puede convertirse en otra. Cuando la energía se transforma de una forma a otra, su cantidad total permanece igual, se conserva.

Este hecho hace que los conceptos de trabajo y energía sean tan útiles. Nos van a permitir aplicarlos a la dinámica de un sistema mecánico sin recurrir a las leyes de Newton. Además, las ideas generales del concepto de trabajo y energía pueden aplicarse a una amplia gama de fenómenos en los campos del electromagnetismo y la física atómica y nuclear.

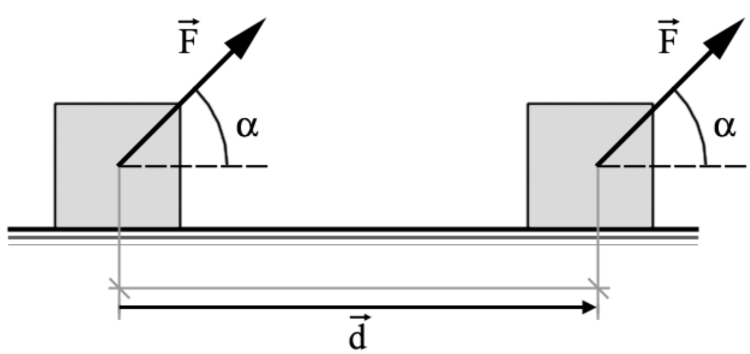
El “enfoque de la energía” en una situación compleja brinda un análisis más simple que la aplicación directa de la segunda Ley de Newton y las relaciones cinemáticas.

Este método alternativo de descripción del movimiento es en especial útil cuando la fuerza que actúa sobre una partícula no es constante. En este caso, la aceleración no es constante y no podemos aplicar las simples ecuaciones cinemáticas. La energía es quizás el concepto científico más popular, con todo, es uno de los más difíciles de definir.

TRABAJO REALIZADO POR UNA FUERZA CONSTANTE ▶

Casi todos los términos utilizados hasta ahora, velocidad, aceleración, fuerza, etc., han tenido el mismo significado en física que en la vida diaria. Ahora, sin embargo, encontraremos un término cuyo significado en física es muy diferente a su significado cotidiano. Mecánicamente, trabajo comprende fuerza y desplazamiento.

Consideremos un cuerpo que experimenta un desplazamiento ***d*** mientras actúa sobre él una fuerza ***F***, que forma un ángulo α con el ***d***.



Definimos el trabajo efectuado por la fuerza ***F*** al producto de los valores de la *F* y el *d* y el coseno del ángulo α (que forma la ***F*** con el ***d***).

Dicho de otra manera, el producto de la componente de la ***F*** en la dirección del desplazamiento y el valor desplazamiento.

$$\boxed{W_F = Fd\cos\alpha}$$

Vemos, por definición, que el trabajo es una magnitud escalar y que su signo depende exclusivamente del cos α.

$$W_F \begin{cases} W_F = 0 \quad si \quad \cos\alpha = 0 \quad \Rightarrow \quad \alpha = 90° \quad \Rightarrow \quad \vec{F} \perp \vec{d} \quad o \quad \vec{d} = \vec{o} \\ W_F > 0 \quad si \quad \cos\alpha > 0 \quad \Rightarrow \quad 0° \leq \alpha \prec 90° \\ W_F < 0 \quad si \quad \cos\alpha < 0 \quad \Rightarrow \quad 90° \prec \alpha \leq 180° \end{cases}$$

<u>Unidad de W *(S.I)*</u>

$[W] = [F].[d] = N.m = J \ (Joule)$

En general, una partícula puede moverse con una velocidad constante o variable bajo la influencia de varias fuerzas. En este caso, puesto que el *W* es una magnitud escalar, el *W* total realizado cuando la partícula experimenta algún desplazamiento es la suma algebraica de las cantidades de W realizados por cada una de las fuerzas.

$$\boxed{W_{TOTAL} = \sum W_i}$$

Se demuestra que el trabajo de la resultante de fuerzas actuantes sobre una partícula es igual a la suma de los trabajos de todas las fuerzas

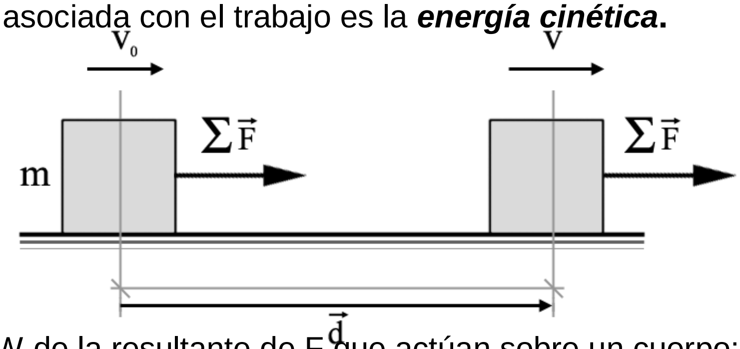
$$W_{\sum F} = \sum W_i$$

¨Es importante que cuando se te plantee una situación física, primero realices el D.C.L. y dibujes el vector desplazamiento con el objetivo de identificar el ángulo entre cada fuerza que actúa y el desplazamiento¨

Resolvamos un ejemplo:
Un cajón de 85 kg se coloca sobre una rampa inclinada 30º. Se le fija una cuerda y se tira paralelamente a la rampa hacia arriba. Una vez en movimiento, el cajón es desplazado 12 m aplicando una tensión de 750 N. La fuerza de roce dinámico entre el cajón y la rampa es de 216,4 N. Calcula:
a) El trabajo de cada una de las fuerzas actuantes.
b) El trabajo total.
c) La resultante de fuerzas.
d) El trabajo de la resultante.
e) Compara los ítems b) y d) y concluye.

TEOREMA DEL TRABAJO Y LA ENERGÍA – ENERGÍA CINÉTICA ▶

Veamos cómo se relaciona el trabajo (*W*) con la energía (*E*). Una forma de energía que está estrechamente asociada con el trabajo es la ***energía cinética*.**



Planteemos el W de la resultante de F que actúan sobre un cuerpo:

$$W_{\sum F} = \sum F.d.\cos 0° = \sum F.d$$

Recordemos que: $\sum F = m.a \quad \Rightarrow \quad W_{\sum F} = m.a.d$

Como el movimiento del cuerpo es rectilíneo y con aceleración constante, podemos aplicar la siguiente relación cinemática del MRUV.

$$v^2 = v_0^2 + 2.a.(x - x_0)$$

$$\Rightarrow \quad W_{\sum F} = m.a.(\frac{v^2 - v_0^2}{2.a}) = \frac{1}{2}.m.v^2 - \frac{1}{2}.m.v_0^2$$

El término ($\frac{1}{2}.m.v^2$) se llama ***energía cinética*** y es la energía que posee un cuerpo en virtud de su movimiento.

$$\boxed{E_C = \frac{1}{2}.m.v^2}$$

$$\Rightarrow \quad W_{\sum F} = E_C - E_{C0} \quad \Rightarrow \quad \boxed{W_{\sum F} = \Delta E_C}$$

Concluimos que el trabajo de la resultante de fuerzas es igual a la variación (al cambio) en la E_c del cuerpo.

Vemos que la E_c tiene las mismas unidades que el trabajo y que también es una magnitud escalar.

Ejemplos:

1) Una persona tira de un trineo de 80 kg, inicialmente en reposo, con una tensión de 180 N que forma un ángulo de 20º con la horizontal. Suponga que el roce es despreciable. Calcula el trabajo de la resultante y la velocidad del trineo al desplazarse 5 m.

2) Cuando el auto movido a reacción ¨*Spirit of America*¨perdió el control durante unas pruebas en Utah, dejó sobre la pista unas marcas de frenado de 9,5 km de longitud.
Si el auto estaba moviéndose inicialmente a una velocidad de 708 km/h, calcula el coeficiente de roce. Supone para el auto una masa de 1250 kg.

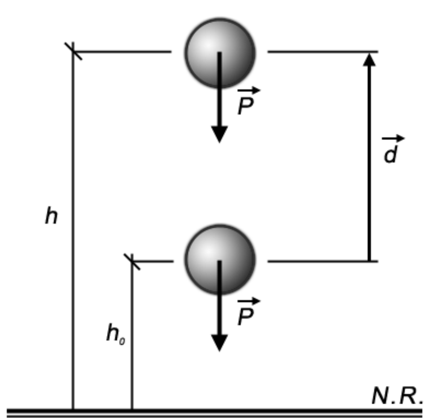
3) Inicialmente un cuerpo posee una energía cinética $\mathbf{E_c}$. el mismo cuerpo se mueve después en dirección opuesta y a una velocidad triple de la inicial. ¿Cuál es ahora su energía cinética?

a) $\mathbf{E_c}$ b) 3 $\mathbf{E_c}$ c) - 3 $\mathbf{E_c}$ d) 9 $\mathbf{E_c}$ e) -9 $\mathbf{E_c}$

TRABAJO DEL PESO – ENERGÍA POTENCIAL GRAVITATORIA ▶

Presentaremos otra forma de energía mecánica, la ***energía potencial***, la cual es la energía asociada a la posición o configuración de un objeto. La energía potencial puede considerarse como la energía almacenada que puede convertirse en energía cinética o en otras formas de energía.

Calculemos el W del peso (***P***) en un tiro vertical hacia arriba desde una posición inicial P_0 hasta una posición final P.



$$W_P = P.d.\cos\alpha = m.g.(h-h_0).\cos 180°$$
$$W_P = -m.g.(h-h_0) = -((m.g.h)-(m.g.h_0))$$

El término (*m.g.h)* se llama ***energía potencial gravitatoria*** y es la energía que posee un cuerpo en virtud de su posición con respecto a un nivel de referencia elegido.

$$\boxed{E_{PG} = m.g.h}$$

$$\Rightarrow \quad W_P = -(E_{PG} - E_{PG0}) = -\Delta E_{PG} \quad \Rightarrow \quad \boxed{W_P = -\Delta E_{PG}}$$

Vemos que la E_{pq} tiene las mismas unidades que el W y que es también una magnitud escalar. Además, el valor de E_{pq} de un cuerpo va a depender de donde se elija el nivel de referencia. Con frecuencia es conveniente elegir la superficie de la Tierra como posición de

referencia para energía potencial cero, pero, otra vez, esto no es importante. Casi siempre, el planteamiento del problema indica un nivel conveniente a elegir.

CUESTIONES:

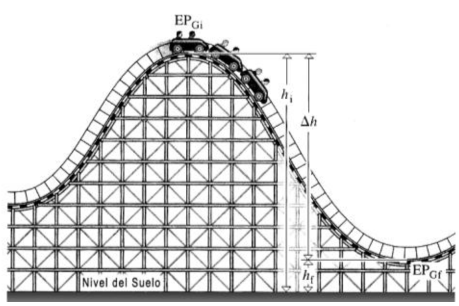
1) Un cuerpo de masa m se encuentra a una altura h_1 sobre la superficie de una mesa. La superficie de la mesa se encuentra a una altura h_2 sobre el piso.

Una persona dice que la E_{pg} del cuerpo es ***mgh₁*** y otra dice que es ***mg(h₁ + h₂)***¿Quién tiene razón?. Justifica tu respuesta.

2) La energía potencial gravitatoria de un objeto se modifica en – 6 J. Esto significa que el trabajo realizado por la fuerza gravitatoria sobre el objeto es:

a) – 6 J y la elevación del objeto aumenta.
b) – 6 J y la elevación del objeto disminuye.
c) 6 J y la elevación del objeto aumenta.
d) 6 J y la elevación del objeto disminuye

Dependiendo de donde se define el nivel de referencia, la E_{pq} puede ser positiva, negativa o nula.



CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA ▶

Las leyes de la conservación son las piedras angulares de la Física. La conservación de la energía podría considerarse como la más importante y trascendente de estas importantes leyes.

Cuando decimos que algo se conserva, queremos decir que es constante. Debido a que muchas cosas cambian continuamente en los procesos físicos, las magnitudes que se conservan son de una extraordinaria ayuda en nuestros intentos de comprender y describir el Universo.

A diferencia de las Leyes de Newton, que requieren conocer los detalles del movimiento para poder efectuar el análisis, la formulación con la energía proporciona una nueva perspectiva.

Con ella podemos determinar el estado final de un sistema a partir de su configuración inicial sin fijarnos en las etapas intermedias por las que pasa.

Por lo general las magnitudes se conservan bajo condiciones especiales, pero aun así, a tales magnitudes se les da un lugar especial haciéndolas sujeto de las leyes de la conservación.

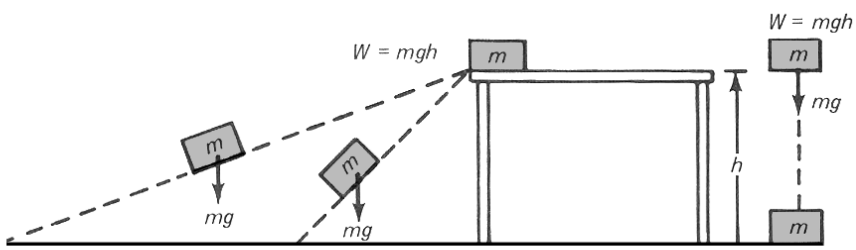
FUERZAS CONSERVATIVAS Y NO CONSERVATIVAS ▶

Las fuerzas que se encuentran en la naturaleza pueden dividirse en dos categorías: conservativas y no conservativas.

Podemos definir una fuerza conservativa de dos maneras:

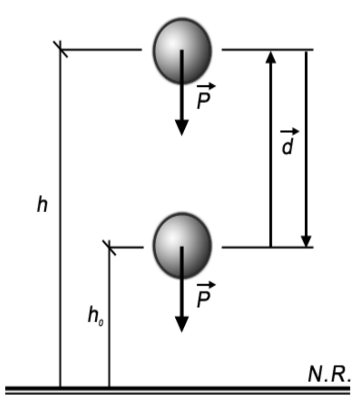
- ***Una fuerza es conservativa si el trabajo que hace sobre una partícula, que se mueve entre dos puntos cualesquiera, hecho por ella (o contra ella) es independiente de la trayectoria seguida.***

Esto significa que el trabajo de la fuerza depende sólo de la posición inicial y final del cuerpo.



- **Una fuerza es conservativa cuando el trabajo hecho por ella en una trayectoria cerrada es nulo**.

Analicemos que clase de fuerza es el peso. Para ello consideramos una masa (*m*) en un tiro vertical que luego regresa a su posición inicial (trayectoria cerrada).



SUBIDA:

$$W_P = P.\cos\alpha = m.g.(h-h_0)\cos 180°$$

$$W_P = -m.g.(h-h_0)$$

BAJADA:

$$W_P = P.\cos\alpha = m.g.(h-h_0)\cos 0°$$

$$W_P = m.g.(h-h_0)$$

$$W_{P\,TOTAL} = W_{P\,SUB} + W_{P\,BAJ} = 0 \quad \Rightarrow$$ ***El P es una fuerza conservativa.***

Por lo general, una fuerza conservativa es función solo de la posición, y no de la velocidad ni el tiempo. La fuerza gravitacional es conservativa, porque el trabajo efectuado solo depende de las posiciones inicial y final de la partícula. La fuerza elástica es conservativa, porque el trabajo efectuado por un resorte solo depende de sus estados de deformación inicial y final.
Veamos que clase de fuerza es la fricción. Para esto planteemos una trayectoria cerrada sobre una superficie horizontal.

Encontramos que el trabajo neto no es nulo, depende del valor del desplazamiento. Por lo tanto es una fuerza no conservativa. Se dice que es una fuerza disipativa.

ENERGÍA MECÁNICA ▶

Se define la energía mecánica de un sistema como la suma de la energía cinética (E_C) y la energía potencial (E_P). Es decir:

$$\boxed{E = E_C + E_P}$$

CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA MECÁNICA ▶

Sabemos por el teorema del trabajo y la energía que:

$$W_{\sum F} = \Delta E_C$$

A la $\sum F$ podemos escribirla como: $\sum F = F_{CONS} + F_{NO\,CONS}$ y además el $W_{\sum F} = \sum W_i \quad \Rightarrow$

$$W_{F\,CONS} + W_{F\,NO\,CONS} = \Delta E_C$$

Supongamos que sobre la partícula solo hacen trabajo fuerzas conservativas. Tendremos:

$$W_{F\,CONS} = \Delta E_C$$

$$-\Delta E_P = \Delta E_C \quad \Rightarrow \quad \boxed{\Delta E_C + \Delta E_P = 0}$$

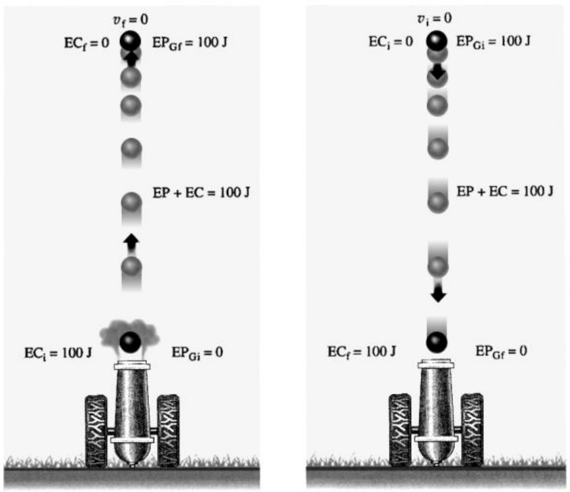
Sigamos trabajando esta ecuación:

$$(E_C - E_{C0}) + (E_P - E_{P0}) = 0 \quad \Rightarrow \quad E_{C0} - E_{P0} = E_C - E_P \quad \Rightarrow \boxed{E_0 = E \quad o \quad \Delta E = 0}$$

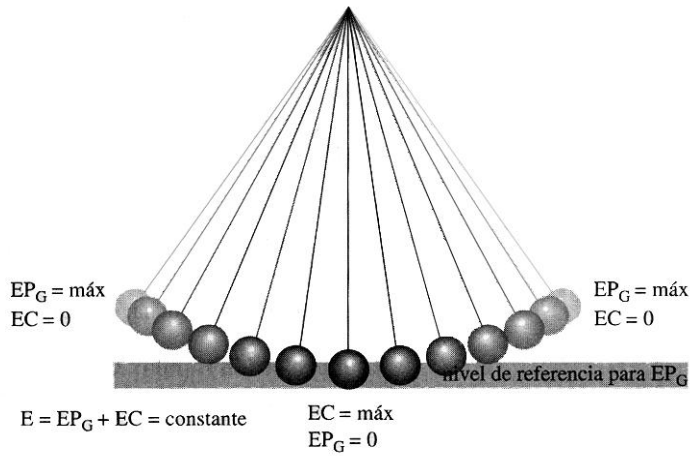
Esto significa que la energía mecánica se mantiene constante, es decir se conserva.

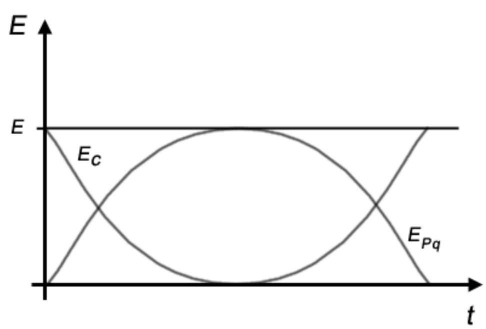
Concluimos que cuando solamente hacen trabajo fuerzas conservativas, como el peso y/o la fuerza elástica, la energía mecánica total es constante.

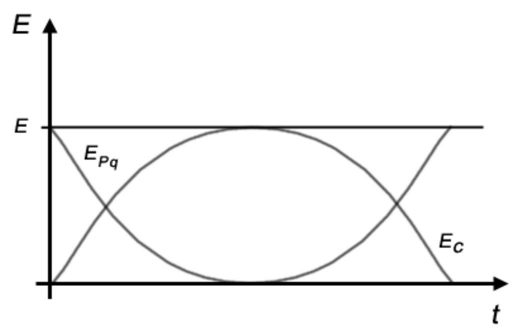
Analicemos las siguientes situaciones físicas:



(a) (b)





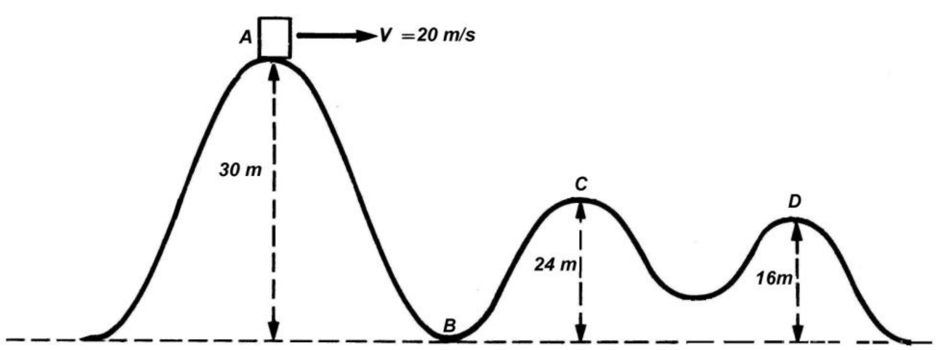


Ejemplos:

1) Un pintor que está sobre un andamio deja caer, desde el reposo, una lata de pintura de 1,5 kg desde una altura de 6 m. Calcula:

a) la energía mecánica inicial.
b) la velocidad de la lata cuando llega al suelo.
c) la altura a la que se encuentra la lata cuando alcanza una velocidad de 6,26 m/s.

2) En la figura se muestra una montaña rusa. Suponiendo despreciable el rozamiento, calcula la velocidad de la vagoneta en los puntos B, C y D, si su velocidad al pasar por A es de 20 m/s.



NO CONSERVACIÓN DE LA Energía MECÁNICA ▶

Veamos que sucede si existen fuerzas no conservativas, como la fricción, realizando trabajo.

$$W_{\sum F} = \Delta E_C$$

$$W_{F\,CONS} + W_{F\,NO\,CONS} = \Delta E_C$$

$$-\Delta E_P + W_{F\,NO\,CONS} = \Delta E_C$$

Por lo tanto, encontramos que:

$$W_{F\,NO\,CONS} = \Delta E_C + \Delta E_P$$

Pero la suma de las variaciones de la energía cinética y potencial es igual a la variación de la energía mecánica.

$$\boxed{W_{F\,NO\,CONS} = \Delta E}$$

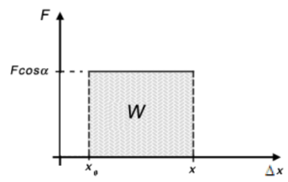
Concluimos que cuando fuerzas no conservativas realizan trabajo, este es equivalente a la variación en la energía mecánica del cuerpo o sistema.
Esto parece indicarnos que hay pérdida de energía mecánica y podría llevarnos a pensar que esa energía se destruye y no es transformada. Veremos…

Ejemplos:
1) Una bala de 10 g es disparada verticalmente hacia arriba con una velocidad inicial de 200 m/s. La bala llega a una altura máxima de 1,2 km.
a) Verifica que no hay conservación de la energía mecánica.
b) Calcula la fuerza de roce promedio entre la bala y el aire.
2) Un chico de 28 kg se desliza por un tobogán de 3 m de altura. Llega a la parte inferior con una velocidad de 2,5 m/s. Si el tobogán está inclinado 20º, calcula el coeficiente de roce entre el chico y el tobogán.

TRABAJO Y ENERGÍA POTENCIAL ELÁSTICA ▶

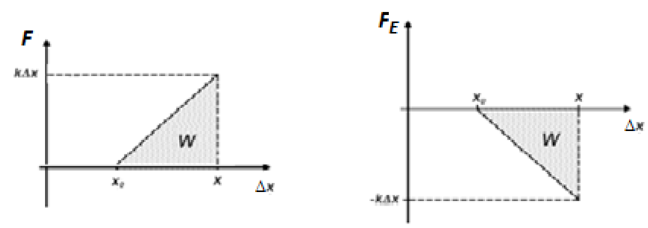
En el capítulo de Leyes de Newton vimos que la fuerza elástica es una fuerza variable y, por lo tanto, no podemos calcular su trabajo utilizando la expresión definida para las fuerzas constantes. Lo haremos, entonces, a través del método de área.

Si representamos gráficamente $F = f.(\Delta x)$ para una fuerza constante, el área encerrada representa el trabajo de dicha fuerza.



ÁREA $= F.\cos\alpha.\Delta x = W_F$

Representemos gráficamente $F = f(\Delta x)$ para la fuerza $\overline{F}$ aplicada y para la fuerza de restauración del resorte $\overline{F}_E$.



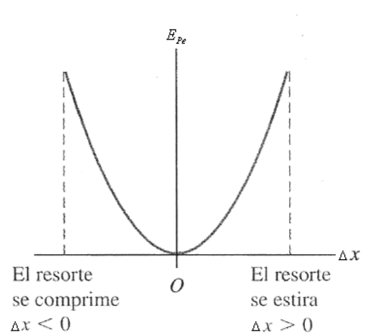
El área encerrada representa el trabajo de dichas fuerzas

$$\textbf{ÁREA} = \frac{(X - X_0).(k.\Delta X)}{2} = \frac{\Delta X.k.\Delta X}{2} = \frac{1}{2}.k.\Delta X^2 = W_F$$

$$\textbf{ÁREA} = \frac{(X - X_0).(-k.\Delta X)}{2} = \frac{-\Delta X.k.\Delta X}{2} = -\frac{1}{2}.k.\Delta X^2 = W_{Fe}$$

El trabajo W_F es el que se debe efectuar sobre el resorte para alterar su longitud. Si se estira o se comprime el resorte, la fuerza aplicada al extremo móvil del resorte tiene la misma dirección y el mismo sentido que el desplazamiento y, por lo tanto, el trabajo es positivo. La fuerza recuperadora elástica del resorte tiene igual dirección pero distinto sentido que el desplazamiento y, por lo tanto, el W_{Fe} es negativo.

La expresión $\frac{1}{2}.k.\Delta X^2 = \frac{1}{2}k(X - X_0)^2$ se llama ***energía potencial elástica*** E_{Pe} y es la energía almacenada en un resorte en virtud de su deformación.



Si el resorte no está deformado su energía potencial elástica es nula

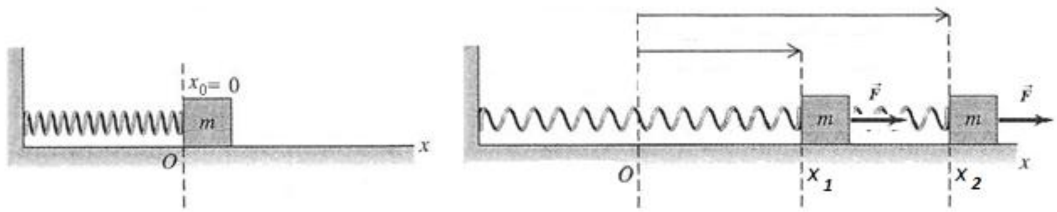
Si el resorte se estira o se comprime ΔX , su energía potencial elástica es: $\boxed{E_{Pe} = \frac{1}{2}.k.\Delta X^2}$

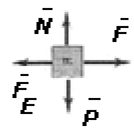
Cuanto mayor es la deformación, mayor es la energía almacenada en el resorte en forma de energía potencial elástica.

TRABAJO REALIZADO POR UN RESORTE CONECTADO A UN BLOQUE

La figura muestra un sistema formado por un resorte ideal con su extremo izquierdo fijo y el extremo derecho conectado a un bloque de masa *m* que puede moverse sobre una superficie horizontal lisa.
El sistema se encuentra inicialmente en reposo en $x_0 = 0$ con el resorte sin deformar.

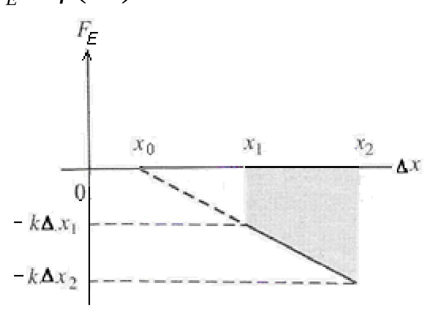
Luego se aplica sobre el bloque la fuerza $\overline{F}$ que lo mueve desde la extensión X_1 hasta una extensión mayor X_2





Nos interesa analizar qué trabajo realiza la fuerza elástica $\overline{F}_E$ del resorte sobre el bloque al mover el bloque desde la posición X_1 hasta la posición X_2

Representamos gráficamente $F_E = f(\Delta x)$



El área sombreada en la gráfica representa el trabajo de la fuerza $\overline{F}_E$ que ejerce el resorte sobre el bloque

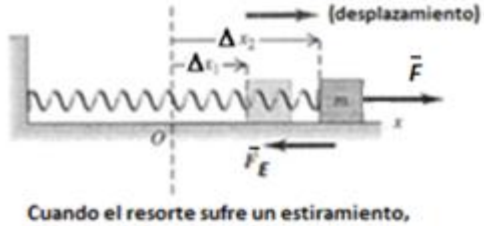
ÁREA=

$$= \frac{(X_2 - X_0)(-k.\Delta X_2)}{2} - \frac{(X_1 - X_0)(-k.\Delta X_1)}{2} = \frac{(X_2 - X_0)(-k.(X_2 - X_0))}{2} - \frac{(X_1 - X_0)(-k.(X_1 - X_0))}{2} =$$

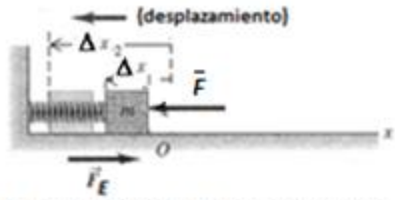
$$= -\left[\frac{1}{2}k(X_2 - X_0)^2 - \frac{1}{2}k(X_1 - X_0)^2\right] = W_{F_E}$$

$$\boxed{W_{Fe} = -\left(\frac{1}{2}k\Delta X_2{}^2 - \frac{1}{2}k\Delta X_1{}^2\right)}$$

La fuerza del resorte hace un trabajo negativo sobre el bloque mientras el resorte se estira.



Ocurre lo mismo cuando el resorte se comprime.



Como $\frac{1}{2}.k.\Delta X^2 = E_{Pe}$

$$W_{Fe} = -\left(\frac{1}{2}k\Delta X_2{}^2 - \frac{1}{2}k\Delta X_1{}^2\right) = -\left(E_{Pe2} - E_{Pe1}\right) = -\Delta E_{Pe}$$

$$\boxed{W_{Fe} = -\Delta E_{Pe}}$$

El trabajo de la fuerza que ejerce el resorte sobre el bloque durante el estiramiento o la compresión del resorte es igual al opuesto de la variación de energía potencial elástica.

Ejemplos:

1) Se requiere un trabajo de 12 J para estirar un resorte 3 cm respecto de su longitud sin deformar.

a) ¿Cuál es la constante del resorte?

b) ¿Cuánto trabajo debe efectuarse para comprimir ese resorte 4 cm respecto a su longitud sin deformar?

2) ¿Cuál es la variación de energía potencial del resorte de constante elástica k = 100 N/m cuando se lo estira desde una deformación de 2 cm hasta una de 5 cm?

CUESTIÓN:

Un resorte ideal tiene su extremo izquierdo fijo y el extremo derecho conectado a un bloque de masa *m* que puede moverse sobre una superficie horizontal lisa. El resorte se encuentra inicialmente comprimido. Analiza las transformaciones de energías que ocurren cuando el sistema se libera.

POTENCIA ▶

Desde un punto de vista práctico, es interesante conocer no solo el trabajo realizado sobre un cuerpo sino también el tiempo durante el cual se efectúa el trabajo, la velocidad a la cual se realiza.

La ***potencia*** se define como la rapidez con la que se efectúa un trabajo.
Si una fuerza actúa sobre una partícula, efectuando un trabajo W en un intervalo de tiempo t, definimos ***potencia media*** como:

$$\boxed{P_m = \frac{W}{t}}$$

En forma más general, potencia es la tasa a la cual se transfiere energía hacia adentro o hacia fuera de un sistema.
Cuando una fuerza constante ***F*** actúa sobre un cuerpo que, en el proceso se desplaza efectuando un trabajo en un tiempo *t*, tenemos:

$$P_m = \frac{F.\cos\alpha.d}{t} = F.\cos\alpha.v_m$$

La potencia aplicada a un cuerpo en movimiento es igual al producto de la componente de la fuerza en la dirección del movimiento por la velocidad.
La unidad de potencia en el S.I. es:

$$[P] = \frac{[W]}{[t]} = J/s = w \text{ (watt)}$$

POTENCIA HUMANA

Una persona en buenas condiciones físicas puede efectuar trabajo a una tasa bastante constante e igual, más o menos, a $\frac{1}{10}$ hp o 75 W. Al trabajar a un paso uniforme, el cuerpo humano desarrolla potencia en proporción a la cantidad de oxígeno que consume. Lo que se requiere para un rendimiento de 75 W es un consumo aproximado de 1 litro (10^3 cm^3) de oxígeno por minuto. Un atleta puede desarrollar 300 W de potencia continua. Un nivel de potencia sostenido más o menos igual al doble del anterior es el límite que puede mantener un ser humano durante más de un minuto. Durante cortos intervalos de tiempo (como lo que dura un salto en el aire o un lanzamiento de pelota) se pueden alcanzar niveles mucho mayores de potencia; los velocistas pueden producir 1200 W en impulsos de 6 s. Cuando descansan los músculos, cuentan con un suministro adicional de oxígeno, de corto plazo, que pueden emplear. Esta reserva limitada puede suministrar impulsos de potencia de unos 450 W durante más o menos un minuto, o hasta varios kilowatts durante una fracción de segundo. Una vez agotada esa reserva se necesita algún tiempo para reabastecerla; cualquier atleta se da cuenta de esta naturaleza del impulso momentáneo.

Importa destacar que por razones históricas existen dos unidades de uso práctico. Son el caballo vapor (**CV**) y el *horse power* (**HP**) cuyos valores son:

1 CV = 735 w
1 HP = 746 w

LEYES DE LA CONSERVACIÓN ►

Los científicos, a través de la historia, han buscado caminos para describir la naturaleza con números y teorías. El hecho de encontrar magnitudes que se conservan es de fundamental importancia.

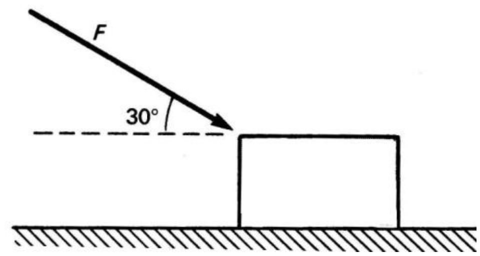
La ***energía*** es una de ellas. En el transcurso de este año, estudiaremos dos magnitudes que también se conservan: el ***momento lineal*** (cantidad de movimiento) y el ***momento angular***.
Estas tres magnitudes están relacionadas con el estado de un sistema. Debido a que se conservan, podremos usarlas para predecir en forma general o especifica como un sistema se comportará en el futuro.

En el estudio de la termodinámica, que veremos el año próximo, encontraremos que la energía puede transformarse en energía interna del sistema. Por ejemplo, cuando un bloque desliza sobre una superficie rugosa, la energía mecánica perdida se transforma en energía interna almacenada temporalmente en el bloque y la superficie lo que se evidencia por un incremento mensurable en la temperatura. Veremos que en una escala submicroscópica esta energía interna esta asociada a la vibración de los átomos en torno a sus posiciones de equilibrio. Tal movimiento atómico interno tiene energía cinética y potencial. Por tanto, si a este incremento en la energía interna del sistema lo incluimos en nuestra expresión de energía, la energía total se conserva.

Este es un ejemplo de cómo podemos analizar un sistema aislado y encontrar siempre que su energía total no cambia, siempre que se tomen en cuenta todas las formas de la energía. Esto significa que ***la energía nunca puede crearse ni destruirse. La energía puede transformarse de una forma en otra, pero la energía total de un sistema aislado siempre es constante.*** Desde un punto de vista universal, podemos decir que la ***energía total del Universo se conserva, es constante*.** Si una parte del Universo gana energía en alguna forma, otra parte debe perder una cantidad igual de energía. No se ha encontrado ninguna violación a este principio.

PROBLEMAS

1. Un bloque de 50 kg es empujado por una fuerza de 160 N que forma un ángulo de 30º como indica la figura. El cuerpo se mueve con aceleración constante de 0,5 m/s^2. Si el coeficiente de rozamiento entre el bloque y el suelo es 0,2, calcula:
   a) El trabajo realizado por la fuerza aplicada cuando el bloque se ha desplazado 20 m.
   b) La variación de la energía cinética del bloque cuando se ha desplazado la distancia anterior.



2. Un esquiador de 70 kg es arrastrado a velocidad constante por un cable sobre una pista inclinada 37º sobre la horizontal. La fuerza de rozamiento es de 120 N y el esquiador recorre 300 m. Calcula:
   a) La fuerza que el cable ejerce sobre el hombre.
   b) El trabajo que realiza cada una de las fuerzas aplicadas al hombre.
   c) La variación de energía potencial gravitatoria y la variación de energía cinética del esquiador.

3. Se arroja un cuerpo de 30 kg verticalmente hacia arriba con una velocidad de 18 m/s. Calcula:
   a) La altura máxima alcanzada por el cuerpo.
   b) La energía mecánica del cuerpo en la cuarta parte de su recorrido ascendente.

4. Un avión bombardero que vuela a 600 km/h suelta una bomba de 50 kg cuando se encuentra a una altura de 800 m. Suponiendo despreciable el rozamiento con el aire, determina:
   a) La energía mecánica de la bomba cuando empieza a caer.
   b) La velocidad cuando se halla a la mitad de su caída.
   c) La velocidad cuando llega a tierra.

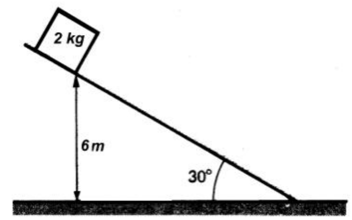
5. Un cañón lanza un proyectil de 35 kg con una velocidad de 900m/s y una inclinación de 60º desde una elevación del terreno de 100 m. Suponiendo despreciable el rozamiento con el aire, halla:
   a) La energía mecánica del proyectil al ser lanzado.
   b) La altura máxima que alcanza.
   c) La velocidad cuando se encuentra a 200m del suelo.
   d) El trabajo realizado por la fuerza gravitatoria, desde que el proyectil es lanzado hasta que llega al suelo.

6. Una bola, de 0,355 kg, sujeta al extremo de un hilo gira recorriendo una circunferencia vertical de 1,10 m de radio. Calcula su velocidad en la parte más baja, sabiendo que en la parte más alta es de 3,75 m/s.

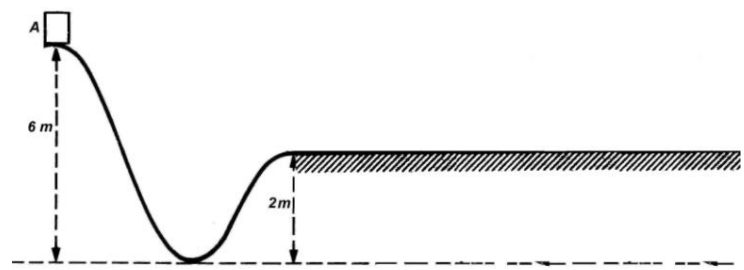
7. Un péndulo simple, de 1m de longitud, es apartado de su posición de equilibrio, se lo suelta desde una altura de 15 cm con respecto a dicha posición y se lo deja oscilar. Considerando despreciable el rozamiento con el aire y en el punto de suspensión. Calcula:
   a) La velocidad máxima que adquiere.
   b) La altura cuando la rapidez es 1,2 m/s.

8. Se lanza verticalmente hacia arriba un cuerpo de 225 g con una velocidad de 100 m/s y vuelve al punto de partida con una velocidad de 95 m/s. Calcula la fuerza media de rozamiento del aire si alcanzó una altura de 495 m.

9. Una masa de 2 kg se suelta partiendo del reposo en la parte superior de un plano inclinado. Al llegar a la parte inferior ha alcanzado una velocidad de 5 m/s. Determina el coeficiente de fricción cinética entre el plano y la masa



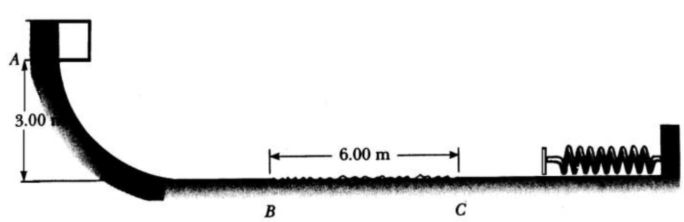
10. Se deja caer un cuerpo de 3 kg por la pista curva lisa de la figura; llega al plano horizontal que se encuentra a 2 m sobre el piso y tiene un coeficiente de rozamiento μ desconocido. En ese plano horizontal avanza 7 m hasta detenerse. Determina el coeficiente μ.



11. Se descargan cajas por una rampa inclinada 30º, de 2 m de longitud y rozamiento despreciable. Se suelta una caja de 50 kg desde la parte superior de la rampa y luego de llegar al piso recorre cierta distancia hasta detenerse. El coeficiente de fricción cinética entre el piso y la caja es 0,4.
    a) ¿Cuál es el trabajo realizado por las fuerzas no conservativas, desde que se la suelta hasta que se detiene?
    b) ¿Cuál es el trabajo realizado por las fuerzas conservativas, desde que se la suelta hasta que se detiene?

12. Un cuerpo de 5 kg se desliza por una superficie horizontal sin rozamiento con una velocidad de 2 m/s. Si este cuerpo choca con un resorte, de masa despreciable, cuya constante elástica vale 8 N/m. ¿Cuánto se comprimirá el resorte?

13. En la figura se ve un bloque de 10 kg que se suelta desde el punto A. La pista no ofrece fricción excepto en la parte BC de 6 m de longitud. El bloque se mueve por la pista, golpea un resorte de constante elástica k = 2250 N/m y lo comprime 0,3 m a partir de su posición de equilibrio antes de quedar momentáneamente en reposo. Calcula el coeficiente de fricción dinámica entre la superficie BC y el bloque.



14. Una máquina de Atwood soporta masas de 0,2 kg y 0,3 kg. Las masas se mantienen en reposo una al lado de la otra y después se sueltan. Si se ignora la fricción, ¿cuál es la velocidad de cada masa en el instante en que ambas se han movido 0,4 m?

15. El motor de un bote desarrolla una potencia media de 3 000 W, haciendo que marche a velocidad constante, recorriendo 10 km en 1 h. ¿Cuál es la fuerza que realiza el motor?

16. Un niño de 40 kg trepa a velocidad constante por una cuerda hasta 8m de altura, en 15s. Calcula la potencia que desarrolla durante la ascensión.

17. Calcula el trabajo realizado y la potencia media desarrollada por el cable de un ascensor de 1500 kg cuando éste desciende 8m, desde el reposo, con una aceleración de 0,5 m/s^2. Las fuerzas de rozamiento son prácticamente despreciables.

18. El lanzador en una máquina de "pinball" funciona mediante un resorte que tiene una constante de 1,2 N/cm. La superficie sobre la que se mueve la bola está inclinada 10º sobre la horizontal. Si el resorte se comprime inicialmente 5 cm, encuentra la rapidez de lanzamiento de una bola de 0,010 kg cuando el émbolo se suelta. La fricción y la masa del émbolo son insignificantes.

Bibliografía

Física, Wilson J, Buffa A, Lou B, Prentice Hall Inc., México, 2007

Física para la Ciencia y la Tecnología, Volumen 1, Tipler P, Editorial Reverté, España, 2001

Fundamentos de Física, Volumen 1, Sexta Edición, Serway R, Faughn J, International Thomson Editores, México, 2004

Física Conceptos y aplicaciones, Tippens P, Mc Graw Hill, México, 2001

Física, Wilson J, Prentice Hall Hispanoamericana, México, 1996

Física, Blatt F, Prentice Hall Hispanoamericana, México, 1991

Física, Tomo 1, Serway R, Mc Graw Hill, México, 1997

Física Principios y aplicaciones, Giancoli D, Editorial Reverté, España, 1985