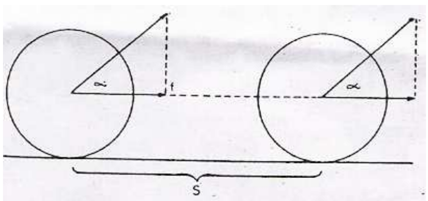
Conceptos previos

TRABAJO MECÁNICO

El concepto que generalmente tenemos del trabajo es el de realizar alguna actividad manual o intelectual: el campesino siembra sus tierras, realizando un trabajo muscular; el novelista, al escribir una obra, realiza un trabajo intelectual; el alumno que resuelve un problema realiza un trabajo mental, etc. Dicen las “Sagradas Escrituras” que cuando el Todopoderoso echó a Adán y Eva del Paraíso, les dijo: “Ganarás el pan con el sudor de tu frente”. De este punto de vista, el Trabajo es una maldición bíblica, pero en física, el concepto de *trabajo* no es tan amplio, pues se “efectúa un trabajo mecánico cuando una fuerza se traslada a lo largo de su recta de acción”. Por ejemplo, cuando se traslada venciendo una resistencia como el roce, peso, etc.; un operario al subir un saco de trigo a un camión, un caballo al arrastrar un carretón, al mover una piedra con un chuzo, etc. En cambio, un operario no efectúa ningún trabajo al aplicar su fuerza contra una pared, en una silla maciza tampoco se efectúa un trabajo al resistir el peso de una persona, en cambio, se efectúa un trabajo si la persona se sienta en una silla con resortes. Cuando la dirección de una fuerza que actúa sobre un cuerpo no coincide con la dirección del desplazamiento del cuerpo, “el trabajo realizado se define como el producto del desplazamiento por la proyección de la fuerza sobre el desplazamiento”.



Si es *s* el desplazamiento del cuerpo producido por la fuerza *F* su proyección sobre este desplazamiento es *f* (componente de *F* en la dirección del desplazamiento), por lo tanto, el trabajo efectuado por la fuerza *F* es:

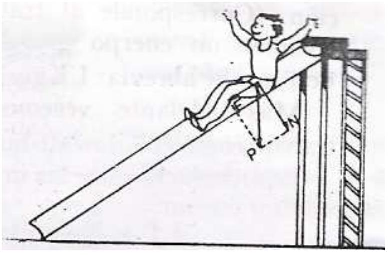
$$\boxed{\mathbf{T = f \cdot s}}$$

Es una magnitud escalar que designaremos con la letra griega tau τ.
(Para los alumnos que saben trigonometría, les es más fácil calcular la componente *f*, obteniéndose la fórmula:

$$\tau = \mathbf{F \cdot s \cdot \cos\alpha}$$

Luego “una fuerza *F* efectúa un trabajo al actuar sobre un cuerpo sólo cuando *F* tiene un componente en la dirección del desplazamiento del cuerpo”.
Una persona que lleva sobre sus espaldas un saco de trigo y camina sobre un piso horizontal no efectúa ningún trabajo desde el punto de vista de la física, pues el peso actúa verticalmente y no tiene componente sobre el desplazamiento que es horizontal.
Una persona que está detenida sosteniendo un paquete en sus manos, tampoco efectúa trabajo mecánico, pues no ha habido desplazamiento y si se mueve horizontalmente

conservando la altura del paquete sobre el suelo, tampoco ha efectuado trabajo; en cambio, al colocar el paquete sobre una tarima alta, sí efectúa trabajo, pues en este caso, se traslada de cierta altura a otra mayor.

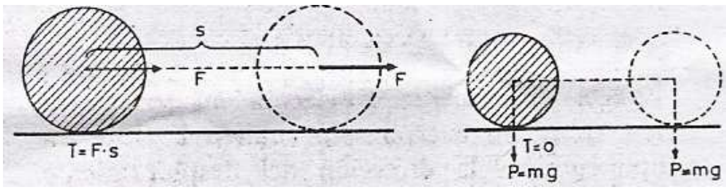


En el niño que se desliza en el tobogán, la fuerza normal *N* no efectúa trabajo, por no tener componente en la dirección del desplazamiento del cuerpo, pero sí efectúa trabajo la fuerza *F* que se traslada en la misma dirección que el desplazamiento del cuerpo.
Por eso una persona que sube una escalera sólo efectúa trabajo cuando sube de un peldaño a otro. Podemos decir entonces que las fuerzas que actúan *perpendicular al desplazamiento* de ellas no efectúan trabajo mecánico:
Cuando las fuerzas se trasladan en la dirección en que actúan, efectúan un trabajo "que es igual al producto de la fuerza por el desplazamiento de ella".
Es decir:

$$T = F \cdot s$$

UNIDADES DE TRABAJO*:* En el sistema CGS es 1 *erg* que es el trabajo efectuado por una DINA al trasladarse 1cm. en su misma dirección. (En griego erg = trabajo).
1 erg = 1 dina · cm; pero

$$1 \text{ dina} = \frac{gr \cdot cm^2}{Seg^2}$$



Luego la dimensión del erg es:

$$1erg = 1\ \frac{gr \cdot cm^2}{Seg^2}$$

En el sistema MKS es 1 *joule* que es el trabajo efectuado por 1 *Newton* al trasladarse 1 m en su misma dirección. Se abrevia J.

$$1 \text{ joule} = 1\ N \cdot m;\ \text{pero } 1\ N = \frac{kg \cdot m}{Seg^2}$$

Resultando su dimensión:

$$1J = 1\,\frac{kg \cdot m^2}{Seg^2}$$

En el sistema gravitacional es 1 kilográmetro o kilopondmetro y es el trabajo realizado por un kg. al trasladarse 1m en su misma dirección. (corresponde al trabajo que se efectúa al levantar un cuerpo que pesa 1kg a la altura de 1m). Se abrevia: Kgm o Kpm.
Equivalencia entre las unidades de trabajo:

	$1J = N \cdot m$,
Pero	$1N = 10^5$ dinas y $1m = 100cm$
Luego:	$1J = 10^5$ dinas $\cdot\ 10^2$ cm $= 10^7$ dinas $\cdot$ cm;
Es decir:	$1J = 10^7$ erg (diez millones de erg)
	$1Kpm = 1Kg \cdot 1m$
Pero	$1Kg = 9{,}8 \cdot 10^5$ dinas y $1m = 10^2$ cm
Luego	$1Kpm = 9{,}8 \cdot 10^5$ dinas $\cdot\ 10^2$ cm $= 9{,}8 \cdot 10^7$ dinas $\cdot$ cm
Es decir	$1Kpm = 9{,}8 \cdot 10^7$ erg (noventa y ocho millones de erg)

De las equivalencias anteriores se obtiene además:

1Kpm = 9,8 Joule

1J = 0,102 Kpm

En resumen:

$1J = 10^7$ erg = 0,102 Kpm

$1Kpm = 9{,}8 \cdot 10^7$ erg = 9,8J

PROBLEMAS

13-1.- ¿Qué trabajo se efectúa al subir un paquete de 25kg a una tarima de 4m de alto?

T = x; F = 25kg; s = 4m

T = F · s = 25kp · 4m = 100Kpm

13-2.- Para trasladar 7m una fuerza en su misma dirección se efectuó un trabajo de 490J ¿Cuánto vale la fuerza?

F = x

T = 490J

s = 7m

Usando el sistema MKS, se obtiene:

$$F = \frac{T}{S} = \frac{490J}{7m} = 70N$$

13-3.- ¿qué trabajo se efectúa al trasladar una masa de 400 gr con la aceleración de 5m/s^2 a la distancia de 2 km?

T = x; m = 400gr = 0,4kg; a = 5m/s^2

s = 2Km = 2000m

Usando el sistema MKS se obtiene:

T = F · s; pero F = m · a, de donde T = m · a · s

T = 0,4kg · 5m/s^2 · 2000m

$$T = 4000\,\frac{Kg\ m^2}{Seg^2}$$

Es decir: T = 4000J (=) 408 Kpm

13-4.- Un cajón es arrastrado 20m sobre u piso horizontal, para lo cual fue necesario vencer una fuerza de roce de 40Kg. ¿Qué trabajo se efectuó?

$F = 40Kg$; $s = 20m$; $T = x$

Usaremos el sistema gravitacional:

$T = F \cdot s = 40Kg \cdot 20m = 800Kpm$

13-5.- Un operario usa un rodillo para emparejar horizontalmente una calle; lo mueve aplicando su fuerza de 100Kg en una vara que forma un ángulo de 30º con la horizontal. ¿Qué trabajo efectúa al trasladarlo horizontalmente una distancia de 40m?

Como la fuerza F aplicada no coincide con el desplazamiento, hay que determinar previamente la componente f sobre la horizontal. El △ FOf, es la mitad de un △ Equilátero de lado OF = 100Kg y en el cual Of es la altura de este triángulo equilátero.

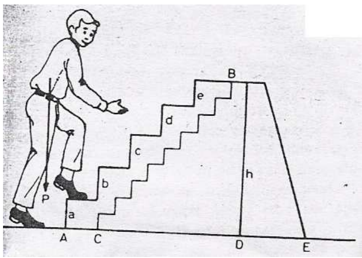
Luego, por un teorema de geometría se obtiene:

f = 50 raíz de 3kg = $50 \cdot 1{,}73 = 86{,}5$ Kg

Además el trabajo es igual, en este caso, al producto del desplazamiento por la componente f de la fuerza F en la dirección del desplazamiento.

Resulta: $T = f \cdot s = 86{,}5Kg \cdot 40m = 3460Kpm$

13-6.- Para subir desde el suelo hasta una altura h = BD, una persona de peso P, tiene diferentes caminos:



a) La escala AB; b) la escala CB de peldaños más pequeños; c) el tablón EB y d) del palo DB. ¿Por cuál de estos medios efectúa mayor trabajo?

Respuesta: por todos efectúa el mismo trabajo, pues sólo se efectúa trabajo cuando el peso P que debe vencer la persona, sube de un peldaño al otro; cuando avanza horizontalmente no efectúa trabajo por ser el peso P perpendicular a su desplazamiento. Luego el trabajo efectuado por cualquiera de estos caminos es:

$T = P \cdot h$; pues $h = a + b + c + d + \dots$

13-7.- Un operario arrastra sobre un piso horizontal un cajón de 60kg una distancia de 30m y en seguida lo sube a un camión cuya "plataforma" está a 1,20m del piso. ¿Qué trabajo efectuó en total si el coeficiente del roce es 0,25?

$R = \mu \cdot N = 0{,}25 \cdot 60kg = 15kg$

T_1 (trabajo para vencer el roce) = $15kg \cdot 30m = 450Kpm$.

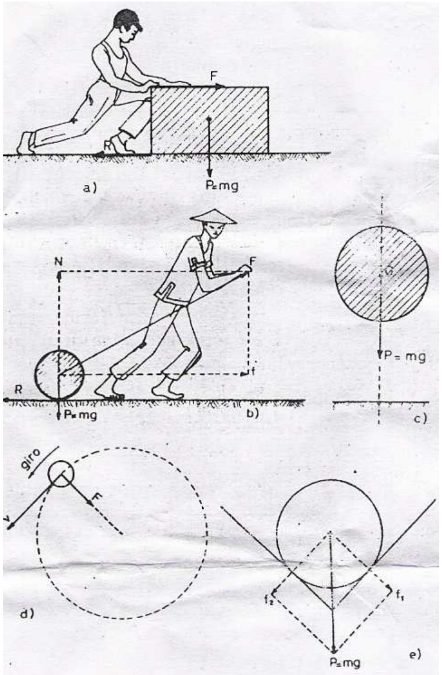
T_2 (trabajo para vencer el peso) = $60kg \cdot 1{,}20m = 72Kpm$.

Trabajo total: $T = 522Kpm$.

Si este trabajo lo realiza un operario en 20 minutos y otro en 50 minutos. ¿Cuál trabaja más?

Los dos trabajan lo mismo pero el primero es más "rápido" para trabajar. Así llegamos al concepto de potencia que veremos a continuación.

13-8.- Indique en los casos a, b, c, d y e, cuáles de las fuerzas efectúan trabajo y cuáles no. (En c el cuerpo viene cayendo y en e está acuñado)



POTENCIA

Cuando un ingeniero, arquitecto u otro profesional necesita contratar operarios para realizar una obra, no solo debe considerar el trabajo que van a realizar, sino que también el tiempo en que va a efectuar ese trabajo. Sin duda que, en igualdad de condiciones, se preferirá el operario que hace el mismo trabajo que el otro pero en menos tiempo.
Se llama “potencia al cuociente entre el trabajo efectuado y el tiempo en el que se efectuó”. Designando la potencia por W, resulta:

$$W = T / t$$

Numéricamente, la potencia corresponde al trabajo efectuado en la unidad de tiempo. (Corresponde a la “rapidez” con que se efectúa un trabajo).
Unidades de potencia. En el sistema CGS, es 1erg/seg. En el sistema MKS es 1 joule/seg que se designa por:

$$1\text{Watt} = \frac{1\text{Joule}}{\text{Seg.}}$$

En el sistema gravitacional es 1Kpm/seg.
Otras unidades de potencia usadas son: 1C.V. (caballo de vapor); 1HP (horse power) y el KW (kilowatt) = 1000 watt
Equivalencias:
1C.V. = 75Kpm/seg = 736 watt
$1\text{HP} = 550\ \frac{\text{Ib} \cdot \text{pie}}{\text{Seg}} = 76{,}04\text{Kpm/seg} = 746\text{ watt}$
$1\text{Watt} = 10^{7}\text{ erg/seg} = 0{,}102\text{Kpm/seg}$
1Kpm/seg = 9,8 Watt.

Cuando se dice que un motor tiene la potencia de 1 “caballo” (se subtiende 1 C.V.), significa por ejemplo que es capaz de:
Levantar un peso de 75kg a 1m en 1seg o levantar un peso de 1kg a 75m en 1seg o levantar un peso de 25kg a 3m en 1seg o levantar un peso de 1kg a 1m en 1/75seg, etc.

Otras fórmulas para calcular la potencia:

a) Como $T = F \cdot s$, se obtiene al sustituir este valor en $W = T/t$ que $W = \frac{F \cdot s}{t}$

b) Pero esta fórmula podemos escribirla:
$W = F \cdot \frac{s}{t}$; como $\frac{s}{t} = V$
se obtiene $W = F \cdot V$ en la cual V es la velocidad media.

13-9.- Una grúa levanta un camión que pesa 6 toneladas a una altura de 5m en 25seg. ¿Qué potencia desarrolla el motor de la grúa en C. V.?

F = 6ton. = 6000kg
s = 5m
t = 25seg
W = x

$$W = \frac{F \cdot s}{t}$$

$$W = \frac{6000kg \cdot 5m}{25seg} = 1200\frac{Kpm}{seg}$$

Pero: 1C. V. = 75Kpm/seg;
Luego

$$W = \frac{1200}{}C.V. = 16C.V.$$

13-10.- Una persona de 72kg sube un cerro de 360m de altura en ¼ de hora. ¿Qué potencia desarrolla en C. V.? La fuerza que tiene que vencer en su propio peso, es decir:

F = 72Kg
s = 360m
1C. V. = 75Kpm/seg
W = x
t = 900seg

$$W = \frac{F \cdot s}{t}$$

$$W = \frac{72kg \cdot 360m}{900seg}$$

W = 28,8Kpm/seg

Luego: $W = \frac{28{,}8}{}C. V. = 0{,}384C. V.$

13-11.- La fuerza de reacción que impulsa a un avión es de 2000kg con lo cual vuela a una velocidad de 900km/h. ¿Qué potencia desarrollan los motores?

F = 2000kg; v = 900km/h = 250m/seg; W = x
$W = F \cdot 1 = 2000kg \cdot 250m/seg = 500000$

En C. V. la potencia es:

$$W = \frac{500000}{75}C. V. = 6666\ 2/3C. V.$$

13-12.- ¿Qué potencia desarrolla un motor que acciona una bomba paralíquidos que suministra 3m^3 de agua por minuto a un estanque que está a 12m del suelo?

$F = 3m^3$ de agua = 3000kg
t = 1min = 60seg

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

s = 12m t

$$W = \frac{3000kg \cdot 12m}{60seg} = 600Kpm/seg$$

W = x $W = \frac{600}{75} C. V. = 8C. V.$

EXPERIENCIA

Determinar la potencia de un alumno.

1) Desde el segundo piso de una escuela se deja caer una bolita de acero o una piedra pequeña tomándose el tiempo que demora en llegar al 1er piso.
2) A un alumno de peso conocido se le toma el tiempo que demora en subir por la escala al 2do piso.

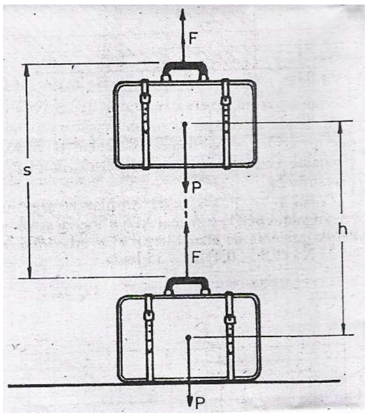
Estos dos datos experimentales bastan para calcular la potencia desarrollada por el alumno al subir al 2do piso.

Indicación: $h = \frac{1}{2} gt^2$; $W = \frac{mg \cdot h}{t}$

TRABAJO POSITIVO Y TRABAJO NEGATIVO:

Trabajo motor o positivo: (Tm) es el que efectúan las fuerzas al trasladarse en el mismo sentido en que actúan.

En cambio, el trabajo resistente o negativo (Tr) es el que efectúan las fuerzas al trasladarse en sentido contrario al que actúan.



Por ejemplo: al levantar a una altura h una maleta de peso P, el peso P efectúa un trabajo negativo o resistente, pues actúa hacia abajo y se traslada hacia arriba.

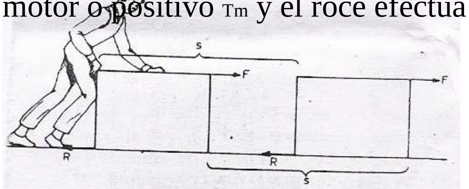
La fuerza F aplicada en la manilla efectúa un trabajo motor (positivo), pues actúa y se traslada hacia arriba una distancia s.

Estos dos trabajos son iguales en magnitud, es decir:

$$T_m = T_r$$

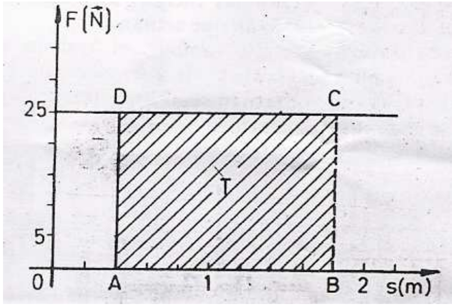
Pues p = F y h = s

Lo mismo sucede cuando una persona empuja un cuerpo: su fuerza F efectúa un trabajo motor o positivo T_m y el roce efectúa un trabajo resistente o negativo T_r.



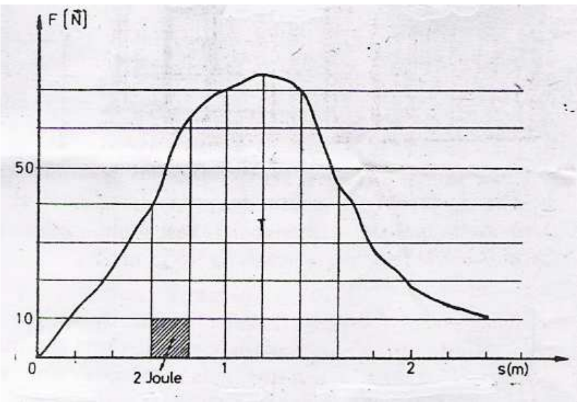
Gráficos del trabajo:

a) Fuerza constante.



Sobre un cuerpo actúa una fuerza constante de 25 N trasladando el cuerpo cierta distancia en la misma dirección de la fuerza. Calcular el trabajo efectuado entre los 40 cm y los 180 cm de desplazamiento.

Como T = F · s basta calcular el área del rectángulo ABCD en el cual AD = fuerza y AB = desplazamiento de ella. Luego: T = AD · AB = 25 N · (1,8 – 0,4) m = 35 J.



b) Fuerza variable.

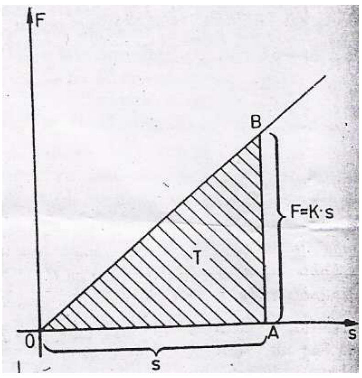
El trabajo está representado por el area comprendida entre la curva y el eje s. Para calcular esta área se la cuadricula. Por ejemplo: calcular el trabajo efectuado entre los 60 cm y los 160 cm. El area de un cuadradito es 10 N · 0,2 m = 2 J. y hay aproximadamente 31,5 cuadritos que representan un trabajo 63 J.

c) Trabajo en un resorte:

Vimos que al aplicar una fuerza sobre un resorte se produce un alargamiento o acortamiento según el sentido de la fuerza y que esta fuerza es proporcional al estiramiento, es decir F = K · s en la cual K es una constante característica del resorte. A su vez la fuerza que ejerce el resorte es de sentido contrario al desplazamiento y vale
F = -K · s.

Gráficamente se obtiene una recta que pasa por el origen y el área comprendida por esta recta y el eje s representa el trabajo que se efectúa al estirar el resorte una distancia s bajo la influencia de la fuerza F = K · s. Calculando el area del triángulo OAB se obtiene el trabajo efectuado, resultando:

$$T = \frac{AB \cdot OA}{2} = \frac{1}{2} K \cdot s$$



Este trabajo lo guarda el resorte en forma de energía potencial elástica que puede aprovecharse cuando suelte el resorte.

ENERGÍA

Se dice que un cuerpo o un sistema de cuerpos posee energía cuando es capaz de realizar un trabajo.
Como la energía se mide por el trabajo efectuado, las unidades usadas son las ya conocidas del trabajo: erg, Kpm, joule. Otra unidad muy usada, sobre todo para medir la energía eléctrica es el Kilowatt- hora.

1 Kw-h es la energia consumida o proporcionada durante una hora con la potencia de 1 kw.
Su equivalencia con el joule es:

1kw-h = 1000 w · 1 h = 1000J/s · 3600

De donde:

1Kw-h = 3600000 J ; como 1 J = 0,102 Kpm

Se obtiene además:

1Kw-h = 367200Kpm

Luego:

1Kw-h = 3600000J = 367200Kpm

Otra unidad de energía es el “Caballo Vapor por hora”, (C. V.-h), que es la energía desarrollada o consumida durante una hora, con la potencia de 1C. V.

$$1\text{C. V.-h} = 75\frac{\text{Kpm}}{\text{Seg}}\ 3600\text{seg} = 270000\text{J}$$

Y como

1Kpm = 9,8J

Se obtiene:

1C. V.-h = 2.646.000J

Luego:

1C. V.-h = 270000Kpm = 2.646.000J

Clases de energía: la energía se presenta en la naturaleza en formas muy variadas

Energía solar: para aprovecharla se construyen ahora cocinas solares, generadores termoeléctricos que serán de gran utilidad en las naves espaciales, etc.

Energía química: de gran utilidad para la industria.

Energía calórica: los combustibles al quemarse desprenden energía calórica que puede aprovecharse para el funcionamiento de algunas máquinas. Incluso los alimentos que ingerimos se queman en nuestro organismo, proporcionando la energía de que disponemos para nuestras actividades diarias.

Energía eléctrica: de gran utilidad para el desenvolvimiento económico e industrial de los pueblos.

Energía mecánica: se manifiesta en sus formas de energía cinética y de energía potencial o latente.

Energía cinética: es la que poseen los cuerpos en movimiento: un vehículo, etc.

Energía potencial: es la que poseen los cuerpos sin manifestarla actualmente, pero que llegado el momento son capaces de producir un trabajo. Por ej: el agua retenida por un tranque, los cuerpos suspendidos a cierta altura, los combustibles antes de arder, el aire comprimido, un resorte estirado o comprimido, etc.

Energía potencial de posición: es la que poseen algunos cuerpos que están a cierta altura. Por ej: los cuerpos colgados, como cuadros, lámparas, etc, el cuchillo de la guillotina antes de caer. Se llama también, energía potencial gravitatoria.

Energía muscular: la que posee el hombre y los animales para efectuar movimientos.

Energía hidráulica: en nuestro país es de importancia aprovechar las innumerables caídas de agua para que por medio de instalaciones especiales accionen generadores eléctricos.

Otras formas de energía serían la energía acústica, luminosa, radiante, magnética, etc.

Según el principio de conservación de la energía, la energía no se crea ni se pierde, sino que sufre transformaciones de una a otra. Es decir, la energía total de un sistema aislado se mantiene constante.

Los transformadores de energía más corriente, son:

1) La máquina a vapor transforma energía calórica en mecánica.
2) La pila eléctrica y acumuladores transforman energía química en eléctrica.
3) El motor eléctrico transforma la energía eléctrica en mecánica.
4) El dinamo transforma la energía mecánica en eléctrica.
5) Un termo-elemento transforma la energía calórica en eléctrica.
6) Un molino de viento puede transformar la energía cinética del viento y aprovecharse para sacar agua de un pozo, cargar acumuladores eléctricos, etc.
7) La energía hidráulica de un salto de agua puede transformarse en energía eléctrica como se hace en las plantas de Abanico, Pilmaiquén, El Sauzal y tantas que existen a lo largo de nuestro territorio.

8) Una estufa o cocina eléctrica transforma la energía eléctrica en calórica, etc.

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ENERGIA CINETICA

La energia de un cuerpo en movimiento se mide por el trabajo que es capaz de efectuar. Es decir:

$Ec = T = F \cdot s$

$F = m \cdot a$

Pero

$$s = \frac{a}{2} \cdot t^2$$

Sustituyendo estos valores se obtiene:

$Ec = m \cdot a \cdot \frac{a}{2} \cdot t^2$

$Ec = ½\, m \cdot a^2 \cdot t^2$

$Ec = ½\, m \cdot a^2 \cdot t^2$

Finalmente como $a \cdot t = v$

Resulta:

$$Ec = ½\, mv^2 \quad \Longrightarrow \quad F \cdot s = ½\, m \cdot v^2$$

Luego: "la energía cinética de un cuerpo es proporcional a su masa y al cuadrado de su velocidad".

13-26.- ¿Qué sucede con la energía cinética de un cuerpo si su masa se triplica y su velocidad disminuye a la mitad?

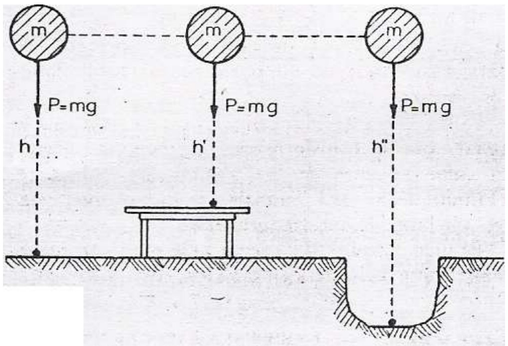
Resp.: la Ec se reduce a las ¾ partes, (75%).

13-27.- Si la masa de un cuerpo se reduce a la cuarta parte, ¿Cómo debe variar su velocidad para que la energía cinética se mantenga constante?

Resp.: la velocidad debe duplicarse.

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ENERGÍA POTENCIAL DE POSICIÓN O GRAVITATORIA

Si un cuerpo de peso $P = mg$ está suspendido a cierta altura *h* del suelo, efectuará un trabajo cuando caiga recorriendo esta distancia. Mientras esté suspendido su energía estará en estado latente o potencial y equivale al trabajo que va a efectuar cuando caiga.

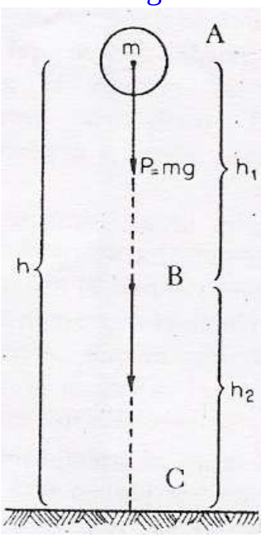


$E_p = T = F \cdot s$ pero $F = p = mg$; $s = h$
Luego: $E_p = mg - h$

Es decir, la energía potencial de los cuerpos que están a cierta altura sobre el suelo es proporcional al peso del cuerpo y a la altura a que está. (Como origen de referencia de la energía potencia se acostumbre a tomar el nivel del suelo, pero puede tomarse otro según se estipule, como una mesa, un pozo, etc.).

Principio de conservación de la energía

Ya dimos su enunciado más simple: la energía total de un sistema aislado se mantiene constante.
Veamos este principio para un cuerpo de peso P = mg situado a la altura h del suelo u otro nivel de referencia. Calcularemos la energía potencial y la cinética en el punto A antes de empezar a caer, en un punto B intermedio y en el punto C en el instante en que choca con el suelo. Basta recordar que la velocidad de caída en función de la altura es v = raíz de 2gh



En A: $E_p = mgh$; Luego: $E_{TOTAL} = E_p + E_c = mgh$
$E_c = 0$

En B: $E_p = mgh_2$

$E_c = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m \cdot$ (raíz cuadrada de 2hg al cuadrado) = mgh

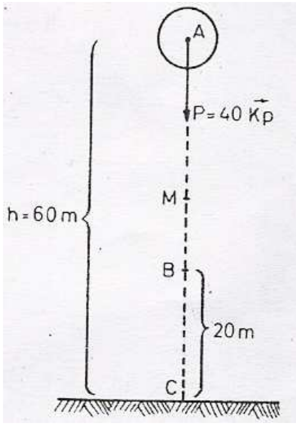
Luego: $E_c = E_p + E_c$
$E''_t = mgh_2 + mgh$
$E''_t = mg(h_2 + h) = mgh$

En C: $E_p = 0$

$E_c = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m \cdot$ (raíz cuadrada de 2hg al cuadrado) = mgh
Luego: $E'''_t = mgh$

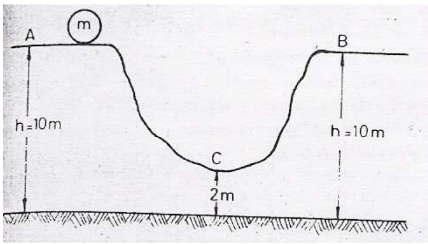
Se ve que al empezar, terminar o en cualquier punto de la caída la energía total es mgh =cte.
Al chocar el cuerpo contra el suelo su energía se transforma en calor, o hace un hoyo en el suelo o deforma el cuerpo sobre el cual cae, etc.

13-28.- Un cuerpo A que esta a 60 m sobre el suelo. Calcule la Ec y la Ep que tiene: 1) Antes de caer, 2) en el punto medio de su caída, 3) a 20 m del suelo, 4) en el instante de chocar contra el suelo.



1) En A: Ep = mgh = 2.400 Kpm
   Ec = 0 pues v = 0

   Luego la energía total en A = 2400 Kpm
2) En M: Ep = 1200 Kpm
   Ec = 1200 Kpm (lo que perdió de Ep)
3) En B: Ep = 800Kpm
   Ec = 1600 Kpm
4) En C: Ep = 0 (h = 0)
   Ec = 2400 Kpm (todo Ep se transformó en Ec)



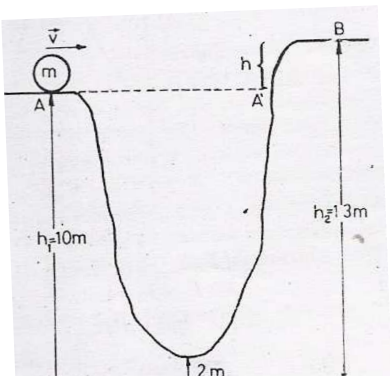
13-29.- En el borde A se encuentra una bolita de masa m en equilibrio inestable en reposo. Un leve empujón lo hace caer. ¿alcanza a llegar al borde B? (se desprecia la influencia del roce).

En A el cuerpo posee energía potencial Ep = mg · 8 respecto a C, o mg · 10 respecto al suelo. A medida que el cuerpo cae su energía potencial disminuye y a su vez aumenta la energía cinética. Al llegar a C toda la energía potencial que tenia en A se ha transformado en cinética. Es decir:

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

Al pasar el cuerpo de C irá disminuyendo la Ec y la Ep irá aumentando en lo mismo que disminuye la Ec. De este modo el cuerpo llegará justo al otro lado B.

13-30.- Un cuerpo de 10 Kg llega al borde A con una velocidad de 4m/s



1) ¿Alcanzará a llegar al lado B?
2) Si no llega ¿hasta que altura alcanza el otro lado?
3) ¿Hasta que altura llega si se triplica la masa de la bolita?

a) En A el cuerpo posee energía cinética y energía potencial. La energía potencial la aprovecha para llegar al mismo nivel A' al otro lado.

Luego, la energía cinética que posee en A es la que le servirá para subir una altura h' en A' y transformarse en energía potencial mgh'.

Es decir: $\frac{1}{2}mv^2 = mgh'$ de donde $h' = \frac{v^2}{2g}$

Al sustituir los datos y tomando para

g (=) $10 m/s^2$ resulta h' = 0,8 m

luego, no alcanza allegar a B pues h' = 3m.

b) Llega a 10m + 0,8m sobre el suelo.

c) No influye la masa pues al dividir por m la relación $\frac{1}{2} m \cdot v^2 = mgh$ se obtiene $\frac{1}{2} v^2 = g \cdot h$ que es independiente de m.

13-31.- Si en el problema anterior la velocidad con que llega la bolita a A es de 5m/s y la altura al lado B es 10,5m ¿con qué velocidad continúa la bolita en B?

Se obtiene $\frac{1}{2} v^2 = mgh + \frac{1}{2} x^2$; sustituyendo los valores: x (=) 3,87m/seg.

13-32.- Una bala de 49gr choca a 600m/seg contra una pared que le opuso una resistencia a 2000kg/peso. ¿Cuánto penetró la bala en la pared?

La energía cinética de la bala $Ec = \frac{1}{2} mv^2$ se aprovecha en el trabajo $T = F \cdot s$ que se efectúa al penetrar la bala una distancia s.

Luego:

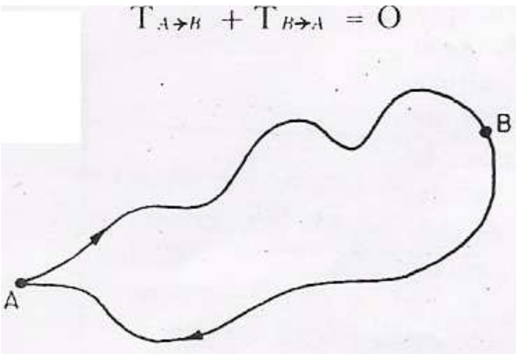
$$F \cdot s = \frac{1}{2} mv^2$$

Exprese todos los datos en el sistema MKS y obtendrá s = 0,45m

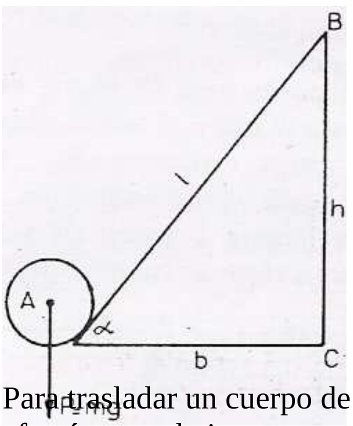
FUERZAS CONSERVATIVAS Y NO CONSERVATIVAS

Es cierto que la energía no es fácil definirla en pocas palabras y por eso la forma más aproximada de definirla es como la "capacidad de un cuerpo o de un sistema de cuerpos para efectuar un trabajo". Al subir un cuerpo a cierta altura, debemos, sin duda, efectuar un trabajo para vencer la fuerza de gravedad y es en el valor de este trabajo lo que aumenta la energía potencial del cuerpo. En seguida el cuerpo puede devolver este

mismo trabajo si regresa al punto de partida, solo que, en este caso, el trabajo lo efectúa el cuerpo a expensas de su energía potencial.
Análogamente, al disparar verticalmente hacia arriba una bala, tanto su velocidad como la energía cinética van disminuyendo gradualmente hasta que al alcanzar su altura máxima se anulan.
En ete punto, la bala invierte la dirección de su movimiento y recupera gradualmente la velocidad y la energía cinética llegando al punto de partida con la misma velocidad y energía cinética que tenía al ser disparada. (Esto es sin considerar la resistencia del aire).
Estos dos ejemplos indican que la capacidad de estos cuerpos, para efectuar trabajos de recorrido de ida y vuelta al punto de partida, se mantiene constante. Cada vez que esto sucede se dice que la fuerza que ha actuado es conservativa. De este tipo son la fuerza de gravedad, las fuerzas del campo eléctrico y magnético, la fuerza que estira y comprime alternativamente un resorte, etc.
Si llamamos positivo al trabajo que se efectúa en un sentido, (por ejemplo, al bajar el cuerpo), y negativo al que se efectúa en sentido contrario, (al subir), el trabajo total hecho por la fuerza resultante en un “viaje cerrado”, es nulo. Por eso se puede definir también como fuerza conservativa a la fuerza que efectúa un trabajo nulo al mover un cuerpo en cualquier trayectoria hasta volver al punto de partida. Es decir:



(Si el trabajo efectuado al trasladarse el cuerpo de A a B es positivo, al regresar de B a A es negativo).



Para trasladar un cuerpo de peso P = mg de A a B siguiendo la trayectoria AB = *l* se efectúa un trabajo T_1 que será igual al trabajo, pero de sentido contrario, al que se efectúa al regresar el cuerpo al punto A ya sea siguiendo la trayectoria BA o la
BC + CA.

Lo mismo sucede en un campo eléctrico o magnético, en los cuales solo interesa en el trabajo el punto de partida, por ej. de una carga eléctrica y el de llegada sea cual sea la trayectoria seguida. Si para trasladarse una carga eléctrica q de un punto A a un campo eléctrico a otro punto B se efectúa el trabajo T cualquiera que sea la trayectoria, el trabajo que se efectúa al regresar la misma carga de B a A será –T de moto que el trabajo en “redondo” de las fuerzas del campo es nulo.

Cuando al aplicar al cuerpo una fuerza regresa al punto de partida, con una energía cinética, (capacidad de trabajo), diferente a la que tenía al partir, se dice que ha actuado una fuerza no conservativa. Entre ellas está el roce. En nuestro ejemplo de la bala, ésta regresa -debido al roce- con menor energía cinética que la que tenía al ser disparada. El roce tanto al subir la bala como al bajar efectúa un trabajo negativo, lo que trae una disminución en la energía cinética. Por lo tanto, una fuerza es no conservativa cuando al mover un cuerpo en un “viaje en redondo”, el trabajo efectuado por la fuerza es distinto de 0.

También puede decirse que una fuerza es no conservativa, cuando al actuar sobre un cuerpo para trasladarlo entre dos puntos, el trabajo que efectúa depende de la trayectoria que siga.

Por ej, al trasladar un cajón sobre un piso de cemento, (harto roce), hay que efectuar un trabajo sobre un roce al trasladarlo de un punto A a otro B. Como el roce actúa siempre en sentido contrario al movimiento, efectuará un trabajo negativo sobre el cajón. Si se regresa se B a A, nuevamente el roce efectúa un trabajo negativo y po lo tanto, el trabajo total en ida y vuelta al punto A de partida no será nunca 0. Además si se varía la trayectoria, también varía el trabajo hecho por el roce, es decir, depende de la trayectoria que siga.