



□ LOGROS

- ▶ Define y hace uso con propiedad de una estructura conceptual de los conceptos de trabajo, energía y potencia lo que le permite aplicarlo para solucionar situaciones problémicas
- ▶ Identifica los tipos de energía mecánica que posee un cuerpo y establece sus diferencias.
- ▶ Resuelve problemas sobre trabajo, potencia y Energía.
- ▶ Usa los conceptos de trabajo, energía y potencia para explicar eventos de la vida diaria.

□ BASE CONCEPTUAL

- ▶ Manejo y utilización del concepto de fuerzas mecánicas
- ▶ Despeje de variables
- ▶ Solución de sistemas de ecuaciones
- ▶ Relaciones e identidades trigonométricas
- ▶ Gráficas, ecuación de la línea recta, pendiente
- ▶ Ecuaciones y conceptos del Movimiento Uniformemente acelerado

□ IDEAS PREVIAS

1. Crees que existe alguna diferencia entre la idea de trabajo que se usa en la vida cotidiana y el trabajo que se estudia en Física.
2. Cuales crees que son las magnitudes físicas que tienen que ver con trabajo
3. ¿Es necesario la fuerza para que exista trabajo?
4. Un cuerpo que posee una velocidad posee energía
5. Un cuerpo que se encuentra sobre una mesa posee energía
6. Si un cuerpo no posee energía ¿puede realizar algún trabajo?
4. ¿Si no existe fuerza actuando sobre un cuerpo ¿no debe existir trabajo?
5. ¿Siempre que exista fuerza actuando sobre un cuerpo se le está realizando un trabajo?
6. Indica en cuales de las siguientes actividades se esta realizando un trabajo sobre el objeto desde el punto de vista de la física
 - a) Estando parado, sostener durante media hora un bloque de cemento en las manos
 - b) Transportar sobre la espalda un bulto por una superficie horizontal
 - d) Arrastrar por el piso un bulto durante 10 minutos
 - e) Subir un bulto desde un primer piso hasta un segundo piso por una escalera
 - f) Subir un bulto desde un primer piso hasta un segundo piso por un ascensor
 - g) Transportar sobre la espalda un bulto por un plano inclinado que forma un ángulo de 30° con la horizontal
 - h) Dejar caer un cuerpo libremente desde cierta altura
 - i) Cuando una persona durante algunos minutos ejerce una fuerza sobre una pared
7. Se desea subir un bulto pesado que se encuentra en el piso a la parte trasera de un camión. Indique en cual de las siguientes formas de subirlo se realiza mayor trabajo
 - a) levantando el bulto vertical y directamente del piso al camión
 - b) llevándolo por un plano inclinado o rampa de 5 metros de largo que conecte el piso con el camión
 - c) llevándolo por un plano inclinado o rampa de 10 metros de largo que conecte el piso con el camión
8. Cuando se lanza una piedra verticalmente hacia arriba la fuerza de la gravedad ejercida sobre el cuerpo la cual se llama peso realizará un trabajo sobre dicho cuerpo. El trabajo lo realiza en que momento:
 - a) cuando el cuerpo sube
 - b) cuando el cuerpo baja
 - c) durante todo el recorrido

□ CONTENIDO BASICO

● INTRODUCCION:

Toda experiencia humana puede ser descrita en términos de transferencia y/o transformación de la energía. Subir un objeto pesado por un plano inclinado, encender un bombillo, un motor de combustión interna, una planta termoeléctrica o la digestión de los alimentos, son solo algunos ejemplos de fenómenos en los cuales ocurre transferencia y transformación de energía. Aún cuando podemos evidenciar sus efectos y manifestaciones, el concepto mismo de energía no es fácil de definir. En el contexto de la física clásica, la energía se define como la capacidad para realizar un trabajo. Pero ¿Qué es el trabajo? EL concepto de trabajo está asociado a su vez con palabras como actividad, movimientos y, en términos mas generales, con cambio. Ahora bien, como se explico en guías anteriores en donde se estudio la relación entre fuerza, impulso y cantidad de movimiento, sabemos que un cuerpo cambia su estado de movimiento solo cuando actúa sobre él una fuerza. La aplicación de dicha fuerza implica una transferencia de energía que se manifiesta en un cambio en el estado de movimiento del cuerpo. Vemos como los términos fuerza, energía y trabajo se interrelacionan para generar un marco conceptual dentro del cual podemos describir explicar y predecir la ocurrencia de fenómenos físicos de muy diversas índole. A lo largo de esta guía expondremos los aspectos prácticos de estos conceptos (trabajo y energía) sin profundizar en el problema de las definiciones que como hemos esbozados en esta líneas es mas complejo de lo que parece

● TRABAJO

El concepto de trabajo en la vida diaria se relaciona inmediata e íntimamente con los conceptos de: fuerza, actividad muscular y ejercicio físico. Así por ejemplo, cuando una persona sostiene un objeto pesado o lo lleva de un lugar a otro, se dice que ha realizado un trabajo, ya que ha tendido que ejercer una fuerza. Por otra parte, si un mismo objeto se lleva a una distancia el doble, se debe considerar que se ha realizado un doble trabajo, lo que implica que se ha realizado el doble de la fuerza inicial.

El trabajo que se realiza sobre un sistema desde la óptica de la física, lo cual llamaremos **trabajo físico**, se realizará siempre que se aplique una fuerza sobre dicho sistema y como consecuencia el sistema sufra un desplazamiento o sufra un cambio en su estado de movimiento en la dirección de la fuerza o en dirección de una de sus componentes. En otras palabras se puede decir que un sistema A realiza trabajo sobre un sistema B, cuando el primero le transfiere o le resta energía al segundo a través de la fuerza que se aplica.

Tenemos entonces que para se produzca un trabajo es necesario que exista al menos una fuerza, ya que un cuerpo en reposo se pone en movimiento bajo la acción de una o varias fuerzas cuya resultante neta no sea cero.

Por otro lado refiriéndonos nuevamente a la energía, vemos que los problemas relacionados con la producción y consumo de la energía se ocupan a diario los programas de noticias en la televisión y los periódicos. La energía que puede producir y consumir un país es fundamental para su desarrollo. Es evidente entonces que la energía desempeña un papel muy importante en el mundo actual, por lo cual se justifica que la conozcamos mejor. En esta guía se hará una introducción al estudio de la energía, comenzando por presentar un concepto de trabajo, el cual se relaciona de manera estrecha con la medición de la energía.

➔ DEFINICIÓN DE TRABAJO

El trabajo es la energía consumida en el desplazamiento de un cuerpo y efectuado por la componente de la fuerza que va en la misma dirección del desplazamiento

otra manera de cómo podemos definir el trabajo en función de la fuerza aplicada y del desplazamiento producido en un cuerpo. Así, **El trabajo (W) producido por una fuerza (F), aplicada sobre un cuerpo, es igual al producto de la intensidad de la fuerza aplicada en la dirección del movimiento por el módulo del desplazamiento (Δx), por el ángulo (θ) que se forma entre el vector fuerza y el desplazamiento**

➔ ECUACIÓN DE TRABAJO

$$W = F \times d \times \cos\theta$$

Podemos aplicar esta ecuación de la siguiente manera:

$W = f \cdot d$ Si la fuerza “ F ” está aplicada en la misma dirección del desplazamiento “ d ”

$W = f \cdot d \cos \Theta$ Si la fuerza f y el desplazamiento d actúan en diferentes direcciones y forman un ángulo Θ entre ellos

➔ UNIDADES DE TRABAJO

De acuerdo a la ecuación anterior las unidades de trabajo están dadas por:

$$[W] = [F] \times [d] \times \cos\theta$$

$$[W] = N \times m$$

$$[W] = \text{Julio}$$

El trabajo se expresa en Newton por metro, que es equivalente a Julio (J), es decir que $1J = 1N \cdot 1m$. Esta unidad se escogió en honor al físico inglés **James Prescott Joule** (1818 – 1889).

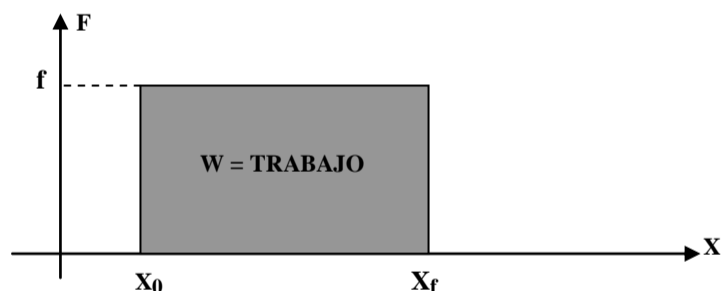
En otras palabras un julio es el trabajo realizado por una fuerza de un Newton que produce un desplazamiento de un metro en la misma dirección de la fuerza

SISTEMA M.K.S **JULIO** = New. m

SISTEMA C.G.S **ERGIO** = Dina . cm

➔ ANALISIS GRÁFICO DE TRABAJO PARA UNA FUERZA COSNTANTE

Cuando sobre un cuerpo actúa una fuerza constante f desde una posición X_0 hasta una posición X_f podemos representar gráficamente la componente de la fuerza en dirección del movimiento en función del desplazamiento ($X - X_f$), siendo el **trabajo el área bajo la curva**



➔ CONSIDERACIONES IMPORTANTES SOBRE EL CONCEPTO DE TRABAJO

Es importante de acuerdo a lo explicado y a la ecuación de trabajo precisar y resaltar lo siguiente:

1. El trabajo es una cantidad escalar
2. Dado que el trabajo es Fuerza por desplazamiento, si a pesar de que se ejerza fuerza sobre un cuerpo no lo logras desplazarlo, entonces no se habrá realizado trabajo
3. Dado que θ es el ángulo que se forma entre el vector fuerza y el vector desplazamiento, al ser de 90° , el coseno será cero y el trabajo realizado sobre el cuerpo será entonces cero. Esto quiere decir que aquellas fuerzas que se apliquen sobre un cuerpo y sean perpendiculares al desplazamiento que sufre el cuerpo no realizan ningún trabajo sobre el cuerpo
4. si la fuerza se aplica en la misma dirección del desplazamiento el ángulo θ es cero y el coseno de cero es uno, lo que indica que la fuerza produce el mayor trabajo posible y además le suministra energía al sistema
5. si la fuerza se aplica en dirección contraria del desplazamiento el ángulo θ es entonces de 180° , y el coseno de 180° es -1, lo que indica que la fuerza produce un trabajo negativo sobre el sistema, lo que indica que le está quitando energía al sistema
6. Un trabajo positivo sobre un sistema le transfiere energía y un trabajo negativo sobre un sistema le disminuye la energía

➤ EJERCICIOS DE APLICACIÓN

Ej1:

Determina el trabajo que se realiza sobre un carro si se hala con una cuerda sobre el que se ejerce una tensión de 20 N y forma un ángulo con la horizontal de 43° si logra desplazar 3,5 m el carro

Sol.

Al realizar un gráfico (fig. 1) de la situación se tiene

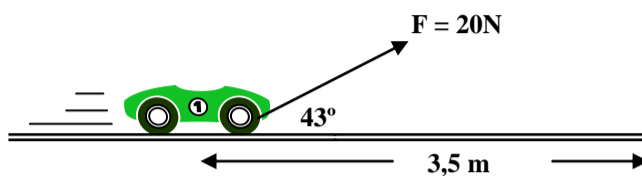


fig. 1

Utilizando la ecuación para el trabajo en el que la fuerza y el desplazamiento no tienen la misma dirección

$$W = f \cdot d \cdot \cos \Theta \quad \rightarrow \quad W = 20\text{N} \cdot 3,5\text{m} \cdot \cos 43^\circ \quad \rightarrow \quad \mathbf{W = 51,194 \text{ J}}$$

Ej2:

Un bloque se mueve 2 m hacia abajo por un plano inclinado de 37° (fig. 2). Si la masa del bloque es de 30 Kg y el coeficiente de rozamiento es de 0,3 calcula:

- El trabajo realizado por el peso
- El trabajo realizado por la fuerza normal
- El trabajo realizado por la fuerza de rozamiento
- El trabajo Neto o total que se realiza sobre el bloque (sumando los trabajos individuales que realizó cada fuerza)
- El trabajo Neto o total (Calculando la fuerza neta determinando el trabajo que ella realizó)
- Compara los resultados que obtuviste en los incisos d) y e) y saca una conclusión frente a como se puede calcular el trabajo

Sol.

Se realiza un gráfico que permita visualizar el ejercicio (fig. 2)

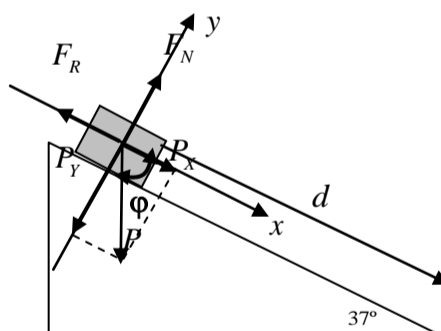


Fig. 2

Para determinar cada uno de los trabajos que hace cada una de las fuerzas es necesario conocer el valor de cada una de las fuerzas y el ángulo que forma cada una con el desplazamiento (que es el mismo para todos)

- Para determinar el peso se utiliza la expresión $P = m \cdot g$, Donde

$$P = (30 \text{ Kg.}) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2)$$

$$\mathbf{P = 294 \text{ N}}$$

Para determinar el trabajo que realiza el peso el cual llamaremos W_P , utilizamos la ecuación de trabajo

$$W_P = P \cdot d \cdot \cos \varphi$$

Donde φ es el ángulo que se forma entre el peso P y el desplazamiento d , como se muestra en la figura 2. en la figura, utilizando los elementos de geometría se muestra que el ángulo φ es de 53° , así se tiene que:

$$W_P = (294 \text{ N}) \cdot (2\text{m}) \cdot (\text{Cos}53^\circ)$$

$$W_P = 353,867 \text{ j}$$

- b) Para determinar el trabajo que realiza la fuerza normal, se debe calcular inicialmente el valor de ella, que de acuerdo a las ecuaciones que se pueden plantear en el sistema es igual a la componente del peso en el eje Y. Luego utilizar la ecuación del trabajo $W_{FN} = F_N \cdot d \cdot \text{Cos}\Theta$.

Sin embargo no es necesario realizar esta operación ya que el ángulo Θ que forma la fuerza normal con el desplazamiento es de 90° y por tanto el coseno de 90° es cero, por lo que el trabajo realizado por la fuerza normal es cero. Así, que se puede decir entonces que:

$$W_{FN} = 0$$

- c) Para determinar el trabajo que realiza la fuerza de rozamiento, se debe calcular inicialmente el valor de ella, que de acuerdo a las ecuaciones dada es

$$F_R = \mu \cdot N$$

Pero la Normal (Fuerza Normal) de acuerdo a las ecuaciones que se pueden plantear en el sistema, es igual a la componente del peso en el eje Y. es decir:

$$\begin{aligned} N = P_Y &\rightarrow N = P \cdot \text{Cos}37^\circ \\ N &= (294 \text{ N}) \cdot \text{Cos}37^\circ \\ N &= 75,071 \text{ N} \end{aligned}$$

Así:

$$\begin{aligned} F_R &= (0,3) (75,071 \text{ N}) \\ F_R &= 22,521 \text{ N} \end{aligned}$$

Luego al utilizar la ecuación del trabajo para calcular $W_{FR} = F_N \cdot d \cdot \text{Cos}\beta$.

Donde β es el ángulo que se forma entre el peso P y el desplazamiento d , y como se muestra en la figura 2. el ángulo es de 180° .

Así se tiene que:

$$W_{FR} = (22,521 \text{ N}) \cdot (2\text{m}) \cdot (\text{Cos}180^\circ)$$

$$W_{FR} = 45,042 \text{ j}$$

- d) Para calcular el trabajo neto total W_T , se deben sumar los trabajos individuales que realizó cada fuerza

$$\begin{aligned} W_T &= W_P + W_{FN} + W_{FR} \\ W_T &= 353,867 \text{ j} + 0 \text{ j} + 45,042 \text{ j} \\ W_T &= 398,88 \text{ j} \end{aligned}$$

- e) Para determinar el trabajo producido por la fuerza neta que actúa sobre el cuerpo, es necesario entonces conocer el valor o magnitud de la fuerza resultante, que resulta de sumar todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo, la cual se puede obtener utilizando el método de descomposición vectorial. Conocido la magnitud de la fuerza se debe entonces establecer el ángulo que forma con el desplazamiento y por ultimo utilizar la ecuación que permite encontrar el trabajo físico

POTENCIA

Las maquinas son dispositivos en los cuales no solo es importante el trabajo realizado, sino también la rapidez con que se realiza; así, el calculo de un trabajo mecánico realizado ya sea por una persona o por una máquina no se ve afectado por el factor tiempo, es decir, el trabajo mecánico es independiente del tiempo que se tarde en hacerlo. Así por ejemplo para elevar 200 ladrillos a cinco metros de altura el trabajo es el mismo, aunque se empleara un tiempo de media hora o cinco horas en

realizarlo. Sin embargo en la actividad industrial no solo importa el trabajo que se realiza, sino que es indispensable tomar en consideración el tiempo invertido para efecto del rendimiento obtenido.

Si dos personas transportan a un tercer piso 5 bultos de cemento y una de ellas emplea 20 minutos y la otra una hora, es lógico que ambos realizan el mismo trabajo pero como una a empleado mayor tiempo que la otra desde el punto de vista de la física se dice que una tiene mayor potencia que la otra

➔ DEFINICIÓN DE POTENCIA

La **Potencia (P)** es el **trabajo (w)** realizado en un intervalo de **tiempo (Δt)**. la expresión matemática que se utiliza para calcularla es:

$$P = \frac{W}{\Delta t}$$

Es decir, Operacionalmente, la potencia es la razón entre el trabajo realizado y el tiempo empleado

La Potencia indica entonces la rapidez con se realiza un trabajo, así cuanto mas rápida sea una máquina para realizar un trabajo, mayor será la potencia desarrollada por esta

➔ UNIDADES DE POTENCIA

A partir de la ecuación que define la potencia podemos establecer sus unidades en el sistema Internacional S.I.

$$[P] = \frac{[W]}{[\Delta t]}$$

$$[P] = \frac{\text{Joule}}{\text{seg}} = \text{Vatios (W)}$$

La unida de potencia es el **Vatio** y equivale aproximadamente a la potencia de una máquina que levanta un cuerpo de 102 gramos (es decir un peso de 1 N) a una altura de un metro en un segundo con rapidez constante. La unidad de potencia esta dada en honor James Watt, quien desarrolló la máquina de vapor antecesora a las grandes maquinas de la actualidad

➔ OTRAS UNIDADES DE POTENCIA

Puesto que el Vatio es una unidad de potencia muy pequeña, es usual expresar la potencia en **Caballos de Potencia (HP)** que equivale a 746 vatios. Por ejemplo la potencia de los motores de los carros se expresa en caballos de potencia.

Otra unidad de potencia de potencia muy utilizada es el **Kilovatio (KW)** que equivale a 1000 vatios. Esta es aproximadamente la potencia que suministra una grua al levantar un objeto de 100 Kg a la altura de un metro en un segundo.

Por otro lado, al observar las facturas de energía eléctrica encontramos que el consumo de energía se mide en KWh, abreviatura de una unidad llamada **kilovatio-hora.**, Así que:

$$1 \text{ Kwh} = 1 \text{ KW} \cdot \text{h}$$

Entonces, un Kilovatio-hora se define como el trabajo que realiza una máquina cuya potencia es un Kilovatio durante una hora de funcionamiento.

➔ RELACIÓN ENTRE POTENCIA Y VELOCIDAD

Recordando que potencia es el trabajo realizado en la unidad de tiempo

$$P = \frac{W}{\Delta t}$$

Y que trabajo es: $W = F.d$, se tiene que:

$$P = \frac{F.d}{\Delta t} \Rightarrow P = F \frac{d}{\Delta t} \Rightarrow P = F.v$$

En otra palabra la potencia se puede calcular realizando el producto de la fuerza que se ejerce sobre el cuerpo por la velocidad a la que se está moviendo mientras se aplica la fuerza

➔ EJEMPLOS

Ej.

Un ascensor de masa 500 Kg con cuatro personas a bordo, cada una con una masa de 75 Kg. asciende una altura de 28m. (fig. 3) con una velocidad constante, en 32 segundos. Calcula el trabajo realizado por el motor y su potencia

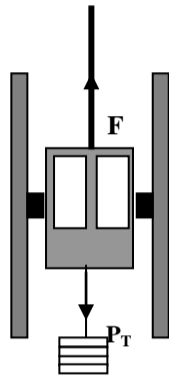


fig. 3

Dado que el ascensor sube con velocidad constante la fuerza ejercida por el motor es igual al peso de las personas más la del ascensor

$$\sum F_y = F_M - P_T = 0$$

Donde F_M : Fuerza ejercida por el motor

P_T : El trabajo Total de las personas más la del ascensor

$$\text{Por tanto } F_M = P_T = P_A + 4P_p$$

El trabajo que realiza el motor está dado por:

$W = F_M.d.\text{Cos}\theta$, donde d corresponde a la altura h a la que se eleva el ascensor y θ el ángulo que se forma entre el desplazamiento que es hacia arriba y la fuerza que ejerce el motor que también es hacia arriba, por lo que el ángulo es de 0° , así:

$$W = F_M.d.\text{Cos}\theta = P_T \cdot h \cdot \text{Cos}0^\circ$$

$$W = (P_A + 4P_p) \cdot h \cdot \text{Cos}0^\circ$$

$$W = [(500\text{Kg} \cdot 9,8\text{m/s}^2 + (4)(75 \text{ Kg} \cdot 9,8\text{m/s}^2)] \cdot 28\text{m} \cdot 1$$

$$W = [4900\text{N} + 2940\text{N}] \cdot 28\text{m}$$

$$W = 7840\text{N} \cdot 28\text{m}$$

$$W = 219.520 \text{ N.m}$$

Para calcular la potencia P

$$P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{219520\text{J}}{32 \text{ s}} \Rightarrow P = 6860 \text{ W}$$

● ENERGÍA

La energía es uno de los conceptos más importantes de la física, además es uno de los términos que más se utiliza en nuestro lenguaje cotidiano. Así, a pesar de que no es fácil definirla, la utilización comúnmente, como se dijo, da una idea de lo que significa. Sin embargo en física dado que está muy ligada a los conceptos de trabajo y potencia se puede definir como **la capacidad para realizar un trabajo**. Esta definición deja muchos conceptos por fuera, pero es una manera sencilla de abordar o comenzar a hacer el estudio de la energía.

Es importante anotar que cuando realizamos un trabajo sobre un cuerpo o un sistema, le hemos transferido una cierta cantidad de energía, lo que lleva a que ese cuerpo o sistema pueda a su vez realizar también un trabajo. Por ejemplo, una persona es capaz de realizar un trabajo al levantar un cuerpo, debido a la energía que le proporciona los alimentos. Del mismo modo el vapor de agua es capaz de levantar la tapa de la olla en la que está hirviendo debido a que se le ha suministrado una energía al agua a través del calor.

La energía se puede presentar de diversas formas: Energía química, térmica, eléctrica, atómica, nuclear, etc. En el caso de la energía proporcionada por los alimentos, estos al ser ingeridos sufren unas reacciones que permiten liberar energía, es decir,

podemos afirmar que los alimentos liberan energía química en el organismo. En el caso del vapor de agua decimos que posee una energía térmica lo que hace que algunas moléculas adquieran suficiente velocidad para salir del líquido y chocar contra la tapa lo que hará levantarse.

Como la energía se puede relacionar estrechamente con el trabajo también es una cantidad escalar. Como el trabajo permite que un sistema adquiera o pierda energía y la energía permite al sistema realizar un trabajo, la energía posee las mismas unidades de trabajo.

El tipo de energía que se estudiará en esta guía es la llamada **energía mecánica** que es la que está presente en el movimiento de un cuerpo (**Energía cinética**), la que posee un cuerpo que se encuentra a una altura determinada (**Energía Potencial Gravitatoria**) o la que se encuentra en un resorte cuando se comprime o se estira (**Energía potencia elástica**)

➤ ENERGÍA CINÉTICA

Consideremos un bloque en movimiento acercándose a un resorte como se muestra en la figura, al chocar contra el resorte la velocidad del bloque irá disminuyendo en la medida que el resorte se va comprimiendo, por lo tanto el bloque en movimiento fue capaz de realizar un trabajo. De la misma manera que un auto en movimiento que choque con otro que este inmóvil logrará moverlo. Vemos entonces que cualquier cuerpo en movimiento tiene capacidad de realizar trabajo por lo que ese cuerpo móvil posee una energía esta se denomina **Energía Cinética** y se le representará por E_C .

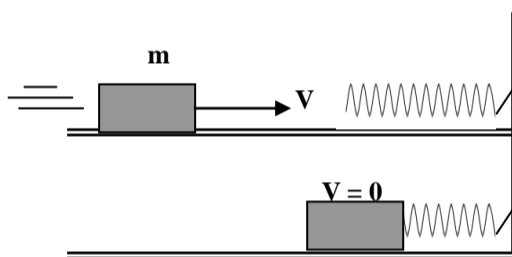


fig. 3

Así:

Cuando un cuerpo de **masa m se mueve** a una **velocidad V** posee una **energía cinética E_C** dada por la expresión:

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

➤ UNIDADES DE LA ENERGÍA CINÉTICA

En el Sistema Internacional **S.I** la energía cinética son

$$[E_C] = \frac{1}{2}[m][v]^2$$

$$[E_C] = Kg \cdot \frac{m^2}{s^2}$$

$$[E_C] = \text{Joule} = J$$

➤ RELACIÓN ENTRE EL TRABAJO Y LA ENERGÍA CINÉTICA

Supongamos un cuerpo de masa **m** que se mueve de manera rectilínea sobre una superficie horizontal. Cuando el cuerpo pasa por un punto **A** de su trayectoria su velocidad es \mathbf{V}_0 . en el punto **A** considere que existen varias fuerzas actuando, de tal manera que la resultante de la suma de todas dichas fuerzas produce una fuerza resultante \mathbf{F}_R constante que está en

la dirección y sentido del movimiento del cuerpo. Como producto de dicha fuerza resultante, el cuerpo cambia su cantidad de movimiento, en este caso se aumenta, en otras palabras se acelera en la dirección del movimiento aumentando su velocidad. Después de transcurrido un tiempo desde que comenzó a actuar la fuerza resultante se encontrará en una posición **B** a una distancia **d** de la posición en la que tenía la velocidad V_0 y en esta nueva posición tendrá una posición V_F mayor que V_0 (ver fig. 4)



fig. 4

El trabajo total realizado por la fuerza resultante F_R sobre el cuerpo desde **A** hasta **B** denotado por T_{AB} estará dado por:

$$T_{AB} = F_R \cdot d$$

Por la segunda ley de Newton sabemos que:

$$F_R = m \cdot a$$

Donde **a** representa la aceleración adquirida por el cuerpo producto de la fuerza.

Reemplazando esta ecuación en T_{AB}

$$T_{AB} = m \cdot a \cdot d$$

Como se habla de una fuerza constante la aceleración es constante y el movimiento de la masa es Uniformemente acelerado, por lo que se puede utilizar las ecuaciones de **M.U.A.**. Utilizaremos la que nos relaciona la velocidad final, la velocidad inicial y la distancia recorrida mientras pasa de una velocidad a otra, es decir:

$$V_F^2 - V_0^2 = 2ad$$

Despejando la distancia se tiene;

$$\frac{V_F^2 - V_0^2}{2a} = d$$

En este caso la Velocidad inicial $V_0 = V_A$ y la Velocidad final $V_F = V_B$

Reemplazando **d** en T_{AB}

$$T_{AB} = m \cdot a \cdot \frac{V_B^2 - V_A^2}{2a}$$

$$T_{AB} = m \cdot \frac{V_B^2 - V_A^2}{2}$$

$$T_{AB} = \frac{m V_B^2}{2} - \frac{m V_A^2}{2}$$

Pero como $\frac{m V_B^2}{2}$ es la Energía cinética de la masa en el punto **B**, E_{CB} y $\frac{m V_A^2}{2}$ es la energía Cinética en el punto **A**, es decir E_{CA} . El trabajo total sobre el cuerpo es igual a la variación de la energía cinética

$$T_{AB} = E_{CB} - E_{CA}$$

A pesar de haber sido demostrado para el caso particular que se indica en la figura 4 este resultado es general, es decir para cualquier caso se puede afirmar:

Si un cuerpo en movimiento pasa por un punto A con una energía cinética E_{CA} . Y llega a un punto B con una energía cinética E_{CB} , la variación de la energía cinética que este cuerpo experimenta será igual al trabajo total T_{AB} realizado sobre él

Vemos de la relación entre trabajo y energía cinética que si el trabajo neto es positivo la energía cinética aumenta y si el trabajo es negativo la energía cinética disminuye

Ej2.

Un cuerpo de masa 2,5 Kg se mueve por una superficie horizontal de coeficiente de rozamiento $\mu = 0,25$ a una velocidad de 6,5 m/s. determine la velocidad que adquiere el cuerpo después de recorrer 1,5 m

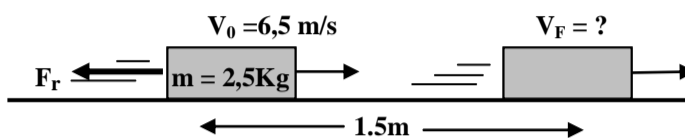


fig. 5

Sol.

Dado que la energía cinética y el trabajo se relacionan por:

$$T = E_{CB} - E_{CA} \quad (1)$$

Que se puede escribir como

$$T = \frac{mV_F^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} \quad (2)$$

Además se conoce de acuerdo a las condiciones del ejercicio que solo esta actuando la fuerza de rozamiento, luego el trabajo total es el producido por la fuerza de rozamiento.

Por otro lado la fuerza de rozamiento siempre se opone al movimiento lo que indica que forma un ángulo de 180° con el desplazamiento. Así utilizando la ecuación del trabajo para la fuerza de rozamiento se tiene:

$$T = Fr \cdot d \cdot \cos 180^\circ \quad (3)$$

Como

$Fr = \mu \cdot N$ y dado que $N = mg$ la fuerza de rozamiento será:

$$Fr = \mu \cdot mg \quad (4)$$

Reemplazando (4) en (3)

$$T = \mu \cdot mg \cdot d \cdot \cos 180^\circ \quad (5)$$

Reemplazando el Trabajo T de (5) en (2)

$$\mu \cdot m \cdot g \cdot d \cdot \cos 180^\circ = \frac{mV_F^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} \quad (6)$$

Despejando la Velocidad Final de la ecuación (6)

$$\frac{mV_F^2}{2} = \mu \cdot m \cdot g \cdot d \cdot \cos 180^\circ + \frac{mV_0^2}{2}$$

$$\cancel{m} \frac{V_F^2}{2} = \frac{2m \cdot m \cdot g \cdot d \cdot \cos 180^\circ + mV_0^2}{\cancel{2}}$$

$$mV_F^2 = 2m \cdot m \cdot g \cdot d \cdot \cos 180^\circ + mV_0^2$$

$$V_F^2 = \frac{2m \cdot m \cdot g \cdot d \cdot \cos 180^\circ + mV_0^2}{m}$$

$$V_F = \sqrt{\frac{2m \cdot m \cdot g \cdot d \cdot \cos 180^\circ + mV_0^2}{m}}$$

Introduce los valores para cada variable y verifica que al resolver se obtengan unidades de velocidad

➤ ENERGÍA POTENCIAL GRAVITATORIA

Ya se ha estudiado la trayectoria que describe un cuerpo que es dejado caer desde una altura con respecto al suelo. Esto se debe a que nuestro planeta atrae a todos los cuerpos que se encuentran en las proximidades de su superficie. La fuerza con que los atrae se le denomina fuerza de gravedad y se considera que esa fuerza aplicada sobre el cuerpo se le denomina peso. En lo estudiado hasta ahora sobre trabajo vemos que el peso realiza trabajo en la medida que el cuerpo desciende. Por otro lado para subir del suelo un objeto y colocarlo en una mesa hay que aplicarle una fuerza y desplazarla una distancia correspondiente a la altura de la mesa, por consiguiente hay que realizar un trabajo sobre el cuerpo, y como todo trabajo que se realiza sobre un cuerpo es suministrarle energía esta energía que se le suministra a un cuerpo para elevarlo hasta una altura determinada se le denomina **ENERGÍA POTENCIAL GRAVITATORIA (E_{Pg})**.

Supongamos un cuerpo de masa m que se encuentra a una distancia h en relación con un nivel horizontal de referencia que bien podría ser el suelo sobre el suelo. La energía potencial gravitatoria que posee ese cuerpo en esa posición puede calcularse por el trabajo que el peso de este cuerpo realizaría al caer desde esa posición hasta el nivel de referencia. Se define entonces La energía potencial gravitatoria (E_{Pg}) como el producto del peso (w) del cuerpo por la altura (h) a la que se encuentra, es decir:

$$E_{Pg} = w \cdot h, \text{ y siendo el peso } w = m \cdot g \text{ se tiene que}$$

$$E_{Pg} = m \cdot g \cdot h \quad (m: \text{ masa, } g: \text{ gravedad } h: \text{ altura})$$

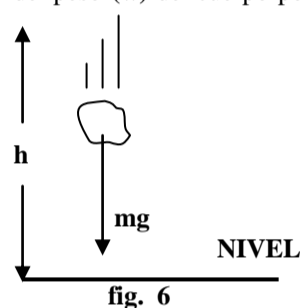


fig. 6

Obsérvese que la energía potencia gravitatoria esta relacionada con el peso del cuerpo y con la posición que tiene. Cuanto mas grande sea el peso del cuerpo y mayor se la altura a la que se encuentre tanto mayor será su energía potencial gravitatoria

Se puede decir para resumir entonces que **la energía potencial gravitatoria** Es la capacidad que tienen los cuerpos de realizar un trabajo en virtud a la posición que ocupan o a su altura respecto a un punto determinado. Es una forma de energía almacenada que se puede recobrar totalmente en otra forma de energía o trabajo

➤ UNIDADES DE LA ENERGÍA POTENCIAL GRAVITATORIA

En el Sistema Internacional **S.I** las unidades de la energía potencial Gravitatoria son

$$\begin{aligned} [E_{Pg}] &= [m] \cdot [g] \cdot [h] \\ [E_{Pg}] &= \text{Kg} \cdot \frac{m}{s^2} \cdot m \\ [E_{Pg}] &= \text{Kg} \frac{m^2}{s^2} = \text{Joule} \end{aligned}$$

➤ RELACIÓN ENTRE EL TRABAJO Y LA ENERGÍA POTENCIAL GRAVITATORIA

Consideremos un cuerpo de masa m , inicialmente en el punto **A**, a una altura h_A por arriba de un nivel de referencia **ver fig. 7** Cuando este cuerpo se desplaza verticalmente desde **A** hasta otro punto cualquiera **B** situado a una altura h_B con respecto al mismo nivel de referencia, su peso realizará un trabajo T_{AB} . Durante este desplazamiento podrán actuar sobre el objeto otras fuerzas pero solo se calculará el trabajo efectuado por el peso del cuerpo.

Como el objeto se desplaza desde una altura h_A hasta una altura h_B . Su peso ($m \cdot g$) realiza un trabajo durante el desplazamiento dado por $d = h_B - h_A$

$$T = m \cdot g (h_B - h_A)$$

$$T = m \cdot g \cdot h_B - m \cdot g \cdot h_A$$

Pero la expresión $m \cdot g \cdot h_A$ representa la energía potencial gravitatoria a la altura A (E_{PA}) y $m \cdot g \cdot h_B$ representa la energía potencial gravitatoria a la altura B (E_{PB}), así pues:

$$T = E_{PB} - E_{PA}$$

Por lo tanto podemos concluir que cuando un cuerpo se desplaza desde un punto A hasta otro B, su peso realiza un trabajo igual a la diferencia entre la energía potencial gravitatoria del cuerpo en esos puntos

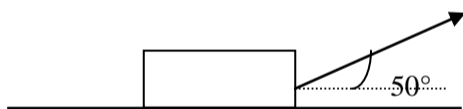
Se puede decir que la energía potencial es un concepto relativo por que en una posición el cuerpo puede tener con respecto a un sistema de referencia energía potencial gravitatoria y no tener con respecto a otro sistema energía potencial

● preguntas

Explique por que la fuerzas normales no realizan trabajo sobre los cuerpos que se deslizan sobre las superficies

● EJERCICIOS DE APLICACION

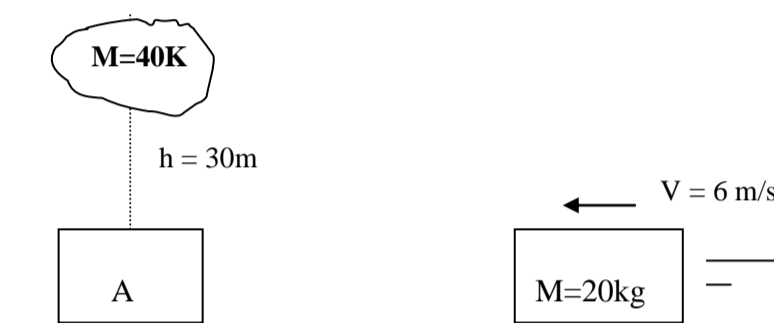
- 1) Indica en cual de las siguientes actividades se está realizando físicamente trabajo y explica
 - a) Levantar verticalmente un bulto de 20 Kg.
 - b) Atar una piedra a una cuerda y hacerla girar sobre un plano horizontal
 - c) Dejar caer un cuerpo libremente desde cierta altura
 - d) Transportar un bulto por una escalera que forma un ángulo de 30°
 - e) Mantener un bulto de cemento en la cabeza durante una hora
 - f) Darle la vuelta a la manzana con una piedra de 5 Kilos sobre los hombros
- 2) Cuál es le trabajo que realiza la fuerza de 50 N en la gráfica para desplazar el cuerpo 20m



- 3) Al realizar un trasteo, entre varios hombres suben un mueble de 100Kg a una altura de 20 m. ¿Qué trabajo realizan y que potencia desarrollan si tardan media hora en subirlo?
- 4) Es posible que la energía cinética de un objeto tenga valor negativo
- 5) Cual es la masa de un cuerpo que posee una energía de 1000 julios y una velocidad de 50 m/s
- 6) Que velocidad posee un cuerpo de 40 Kg. de masa cuya energía cinética es de 400 julio
- 7) A que altura se debe elevar un cuerpo para que adquiriera una Energía gravitatoria de 8000 ergios
- 8) De cuanto será la masa de un cuerpo que al elevarlo 10 m adquirió una Energía potencial gravitatoria de 6000 ergios
- 9) Que le sucede a la energía potencial gravitatoria de un cuerpo si:
 - g) se duplica la altura y la masa permanece constante
 - h) se triplica la masa y se reduce a la tercera parte la altura a la que se encuentra
 - i) se cuadruplica la altura a la que está y se reduce a la mitad la masa
 - j) se reduce a la mitad la altura y la masa

k) se duplica la altura a la que se encuentra y la masa del cuerpo

- 10) Dos cuerpos de igual masa se encuentran a la misma altura del suelo, pero uno está en la tierra y el otro en la luna. ¿cuál de los dos posee mas energía potencial gravitatoria?
- 11) Un cuerpo de masa m se encuentra a una altura h , y otro cuerpo de masa $m/4$ se encuentra a una altura $4h$. ¿Al soltarlos y dejarlos caer al suelo cual de los dos realizará mayor trabajo?
- 12) Que energía cinética posee un cuerpo de 30 Kg. que lleva una velocidad de 10 Km/h
- 13) ¿Qué trabajo se debe realizar para duplicar la velocidad de un cuerpo de 6 Kg. que viaja a una velocidad de 20 m/s?
- 14) Que le sucede a la energía cinética si la velocidad se duplica y se reduce a la mitad la masa
- 15) ¿Qué velocidad adquirirá un cuerpo de 5000 gr. que viaja a la velocidad de 50 m/s, sobre el que se realiza un trabajo sobre él de 80 J?
- 16) En la gráfica cual de los dos cuerpos realiza mayor trabajo sobre el cuerpo A. ¿el de masa de 40 o el de masa 20?



- 17) Si se triplica la rapidez de un partícula, ¿qué le sucede a su energía cinética? ¿en cuanto aumenta o disminuye?
- 18) ¿Qué energía cinética máxima adquiere un cuerpo de 20 Kg. que se deja caer libremente desde una altura de 70m?
- 19) ¿Qué velocidad tenía un cuerpo de 400 gr que al aplicarle un trabajo de 2 julio le aumento su velocidad a 300 m/s?
- 20)Cuál será la energía cinética y potencial de avión Un avión de 15000 Kg. Que vuela a una altura de 1200 m con una velocidad de 300 Km/h.
- 21) Un cuerpo de 10 Kg. se encuentra a una altura de 40 m y se deja caer libremente. Calcula la pérdida de energía potencial cuando el cuerpo ha descendido durante 3 seg.
- 22) Qué trabajo se debe hacer para elevar un cuerpo de 20000 gr desde una altura de 18m hasta una de 20 m

EJERCICIO DE PROFUNDIZACIÓN (calculo de la energía disipada por rozamiento y Conservación de la energía)

Un cuerpo de 2 Kg. De masa desciende por un plano inclinado de 30° . El coeficiente de rozamiento entre el bloque y el plano es 0,2. el bloque recorre 2 m sobre el plano inclinado y continua en movimiento sobre una superficie horizontal de idéntico coeficiente de rozamiento. Calcula: a) La velocidad del cuerpo al final del plano inclinado b) la distancia que recorre sobre el plano horizontal antes de detenerse

