TRABAJO
Y
ENERGÍA

www.fisicarihondo.jimdo.com

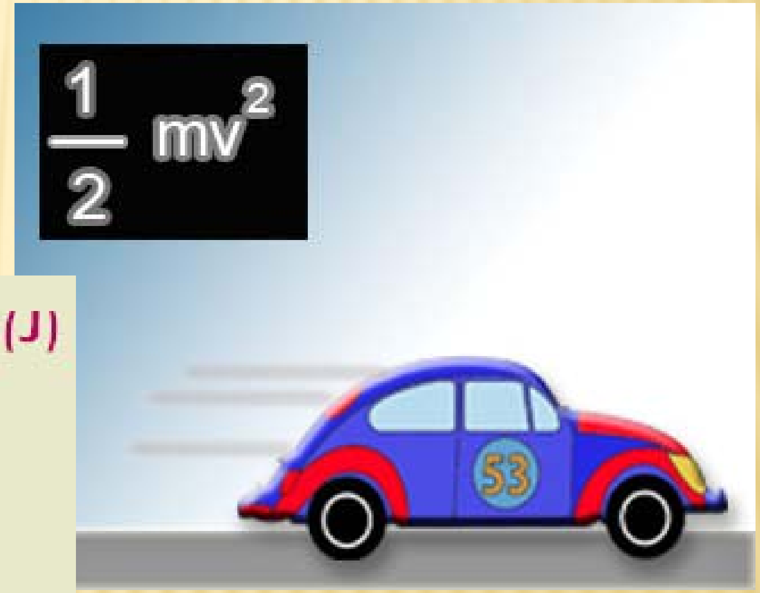
<u>ÍNDICE</u>

TRABAJO Y ENERGÍA

ENERGÍA: es la capacidad que tiene un sistema físico para realizar un trabajo

TIPOS:

Energía Cinética: es la energía que tienen los cuerpos en virtud de su movimiento.

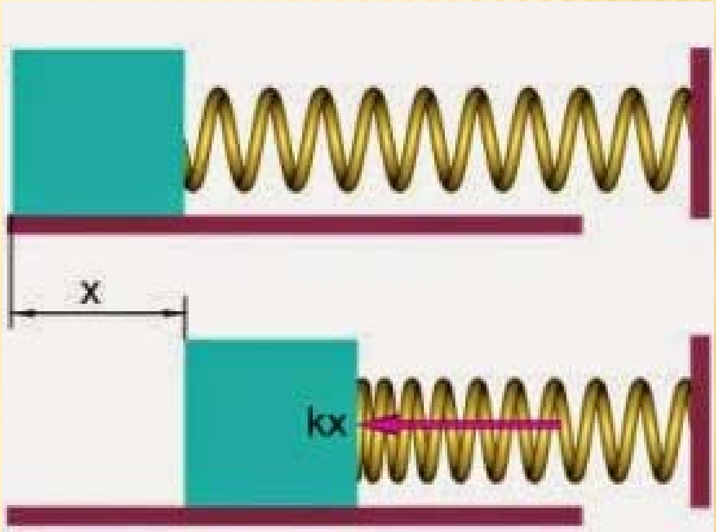


$$Ec = 1/2\ m\ v^2 \left\{ \begin{array}{l} Ec = \text{Energía Cinética (J)} \\ m\ = \text{Masa (Kg)} \\ v\ = \text{Velocidad (m/s)} \end{array} \right.$$

Energía Potencial: es la energía que tienen los cuerpos en virtud de su posición.

Estudiaremos dos tipos de energía potencial:

Energía Potencial Elástica: la energía propia de muelles u objetos elásticos



$$E_p(\text{elástica}) = \frac{1}{2} k x^2$$

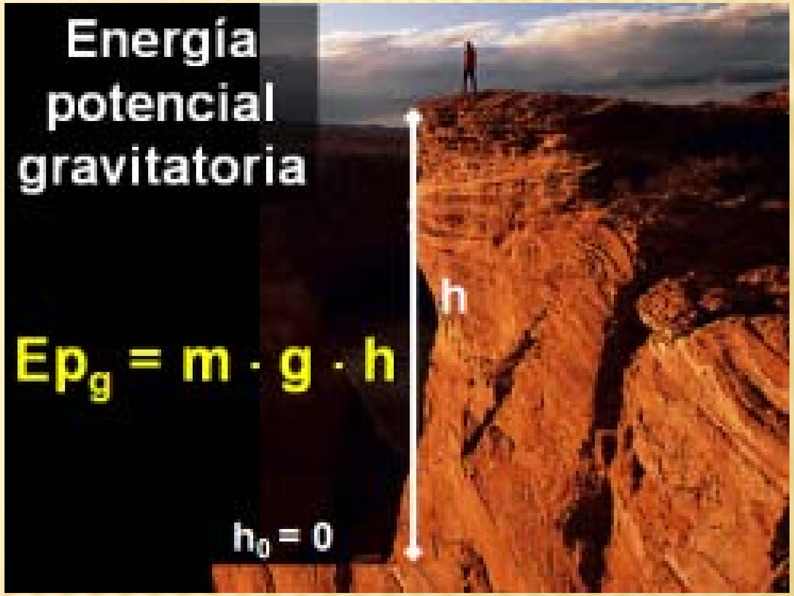
En la expresión anterior:

K es la constante elástica del muelle u objeto elástico, su unidad es Newton / metro (N/m);

X es la distancia (expresada en metros) que se estira o se comprime el muelle.

Energía Potencial Gravitatoria: es la energía que poseen todos los cuerpos por encontrarse a una cierta altura h

$$E_p = mgh$$



En la expresión anterior:

m es la masa del cuerpo (en Kg.)

g es la aceleración de la gravedad, cuyo valor será 9,8 m/s^2

h es la altura respecto al suelo (en m.)

¡Según la expresión anterior, la energía potencial de un objeto en el suelo es cero¡

Esto no sería cierto del todo, y lo que en realidad medimos en un punto es la diferencia de energía potencial con respecto a la que tendría en el suelo.

¡UNIDADES!

La unidad de energía en el sistema internación es el *JULIO (J)*.

1 Julio es la energía necesaria para elevar un peso de 1 Newton hasta 1 metro de altura sobre la superficie terrestre.

1 J = 1 N·m

Otras unidades de energía y su equivalencia en Julios

Unidades de energía		
Unidades	*Símbolo*	*Equivalencia*
Caloría	Cal	1 cal= 4,18 J
Kilowatio hora	KW h	1 KW h = 3600000J

Resolvemos un problema para empezar:

Calcular la energía cinética y potencial de un vehículo de 1500 kg de masa, que atraviesa un puente de 50 m de altura a una velocidad de 90 km/h

Primero pasaremos si es necesario las unidades al S.I.

$$90\ \frac{Km}{h}\cdot\frac{1000\ m}{1\ Km}\cdot\frac{1\ h}{3600\ s}=25\ \frac{m}{s}$$

Primero la Energía Cinética

$$E_c=\frac{1}{2}\cdot m\cdot v^2=\frac{1}{2}\cdot 1500\cdot 25^2=468.750\ J$$

Ahora la Energía Potencial

En este caso la única energía potencial que hay es la gravitatoria, luego

$$E_p=m\cdot g\cdot h=1500\cdot 9{,}8\cdot 50=735.000\ J$$

ENERGÍA MECÁNICA

Es la suma de la Energía Cinética más la Energía Potencial

$$Em = Ec + Ep \begin{cases} Em = \text{Energia Mecánica (J)} \\ Ec = \text{Energia Cinética (J)} \\ Ep = \text{Energia Potencial (J)} \end{cases}$$

La Energía puede transferirse entre sistemas físicos mediante trabajo o mediante calor. Por tanto ambos no son formas de energía, aunque sus unidades sean el Julio. Son formas de transferencia de energía.

Como veremos más adelante, la energía se puede conservar bajo determinadas circunstancias, o bien transformarse.

TRABAJO MECÁNICO

Para que se realice un trabajo es necesario que se cumplan al menos dos condiciones:

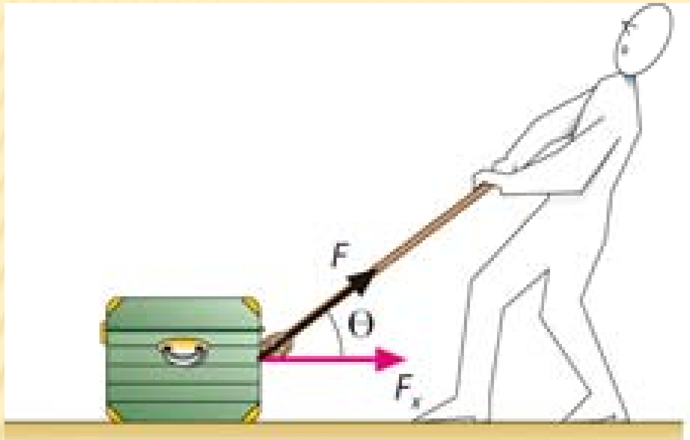
* Debe existir una fuerza.
* Debe producirse un desplazamiento.
* Además, dicha fuerza no debe ser perpendicular al desplazamiento.

Podemos definir el trabajo como el producto escalar de la Fuerza (F) por el desplazamiento Δe.

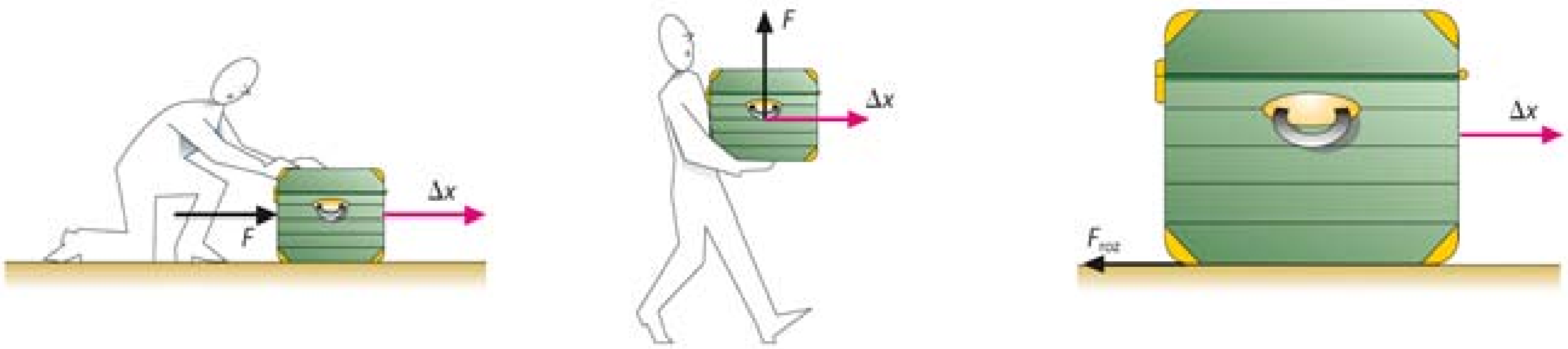
El ángulo que forma la fuerza con el desplazamiento es importante, por ello la expresión para el trabajo es la siguiente:

$$\boxed{W = F \cdot \Delta e \cdot cos\theta}$$

Donde F es el valor de la fuerza, en Newton; Δe es el desplazamiento en metros; y $cos\theta$ es el coseno del ángulo formado entre la fuerza y el desplazamiento.



Cuando tiramos de un objeto por ejemplo como en la figura, solo realizará trabajo efectivo la componente horizontal de la fuerza, la cual es paralela al desplazamiento también en la horizontal.



$$W = F\cdot\Delta x\cdot\cos 0^\circ = F\cdot\Delta x$$

$$W = F\cdot\Delta x\cdot\cos 90^\circ = 0$$

$$W = F\cdot\Delta x\cdot\cos 180^\circ = -F\cdot\Delta x$$

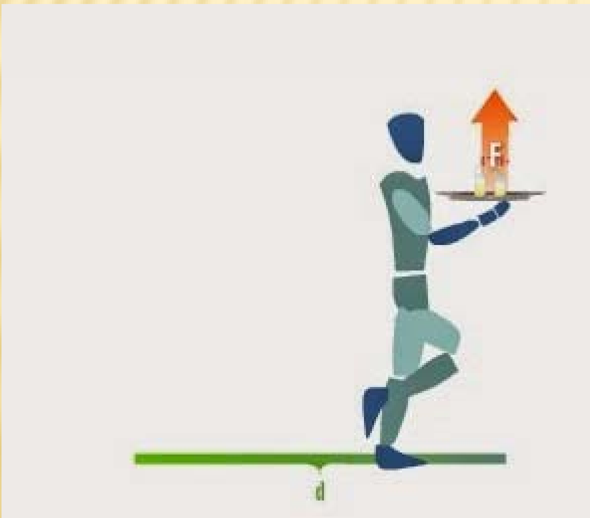
UNIDAD DE TRABAJO

A partir de la expresión del trabajo $W = F \cdot \Delta e \cdot cos\theta$

Sabiendo que la unidad de trabajo en el Sistema Internacional se llama Julio (J), podemos dar otra definición de Julio:

Un Julio es el trabajo realizado por una fuerza de 1 N cuando desplaza un cuerpo 1 m en su misma dirección.

$$1\,J = 1\,N \cdot 1\,m$$

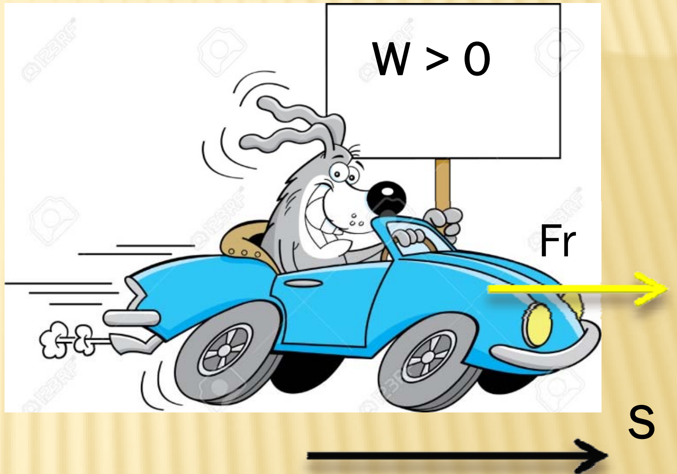


Es importante recordar que las fuerzas perpendiculares al desplazamiento no realizan trabajo.

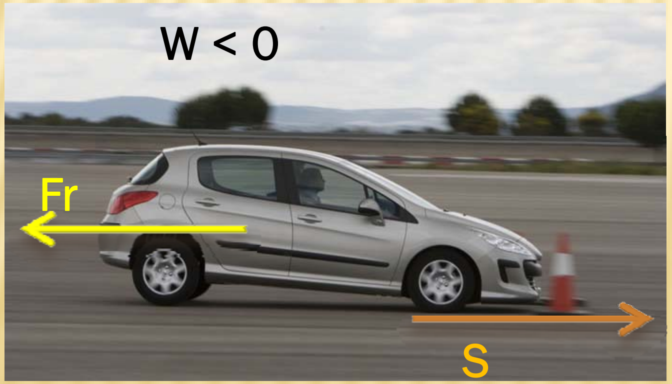
SIGNO DEL TRABAJO

El trabajo W es una magnitud escalar. Puede ser:

* ***Positivo*** (o trabajo motor) cuando incrementa la energía del cuerpo. El desplazamiento se produce en el mismo sentido que la fuerza.



* ***Nulo***: cuando la fuerza es perpendicular a la dirección del desplazamiento. Un ejemplo puede ser la Fuerza Centrípeta.



* ***Negativo*** (o trabajo resistente) cuando disminuye la energía del cuerpo. El desplazamiento se produce en sentido contrario a la fuerza. Un ejemplo es la fuerza de rozamiento.

RELACIÓN ENTRE EL TRABAJO Y LA ENERGÍA CINÉTICA

Sabemos que todo cuerpo en movimiento tiene Energía Cinética.

Si sobre un cuerpo de masa m, que se mueve con una velocidad v_o actúa una única fuerza F constante, transcurrido un tiempo su velocidad habrá variado y también su posición.

La expresión cinemática sería la siguiente: $v_f^2 - v_o^2 = 2a(s - s_o)$

como $(s - s_o) = \Delta e$ obtenemos $v_f^2 - v_o^2 = 2a\Delta e$

si multiplicamos ambos miembros por la masa m, obtenemos

$$mv_f^2 - mv_o^2 = 2ma\Delta e$$

pasamos el 2 dividiendo y nos queda $\frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_o^2 = ma\Delta e$

En el primer miembro tenemos la Energía Cinética final menos la Energía Cinética inicial, y en el segundo, m·a=F y F·Δe = W, tenemos el trabajo total.

Por tanto hemos llegado a la siguiente expresión:

$$\boxed{W_T = E_{c_f} - E_{c_o} = \Delta E_c}$$

Es el <u>TEOREMA DE LA ENERGÍA CINÉTICA O TEOREMA DE LAS FUERZAS VIVAS</u>

"El trabajo realizado por la fuerza resultante o total, que actúa sobre un cuerpo se emplea en modificar su Energía Cinética"

En la expresión, W_T es el trabajo de la Fuerza Resultante, es decir, la suma de todas las fuerzas aplicadas sobre el cuerpo.

Este Teorema de la Energía Cinética es útil en aquellos problemas en los que no hay cambios de Energía Potencial, y sólo hay cambios de velocidad.

EJEMPLO – APLICACIÓN TEOREMA ENERGÍA CINÉTICA

Un automóvil de 1500 kg lleva una velocidad de 90 km/h por una carretera horizontal. En un determinado momento ve un obstáculo y frena hasta pararse. Calcula el trabajo realizado.

Vemos en el problema que no hay cambios de energía potencial (pues no hay variación de altura), y que solo contamos con cambios en la velocidad.

Aplicamos el Tma. De la E. cinética

$$W_T = E_{c_f} - E_{c_o} = \Delta E_c$$

$$W_T = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}m{v_o}^2$$

90 km/h = 25 m/s

$$W_T = \frac{1}{2} \cdot 1500 \cdot 0^2 - \frac{1}{2} \cdot 1500 \cdot 25^2 = -468\,750\ J$$

Obtenemos un trabajo negativo, lo que corresponde a una fuerza que se opone al movimiento.

FUERZAS CONSERVATIVAS Y NO CONSERVATIVAS

El Trabajo conduce a clasificar las fuerzas en dos tipos:

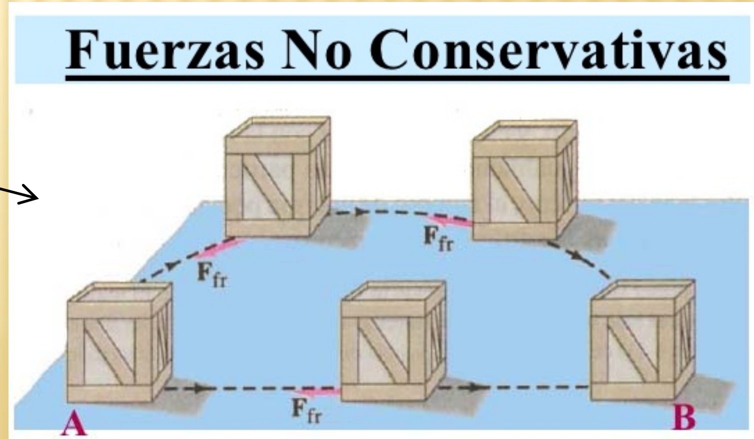
FUERZA CONSERVATIVA: Es aquella que realiza el mismo trabajo al mover un objeto a lo largo de cualquier camino entre dos puntos A y B.

Las fuerzas conservativas hacen que la energía mecánica del sistema no cambie, es decir, que se mantenga constante.

El PESO es una fuerza conservativa, su trabajo no depende del camino elegido.

FUERZA NO CONSERVATIVA: Es aquella cuyo trabajo depende del camino elegido para mover un objeto desde un punto A hasta B.

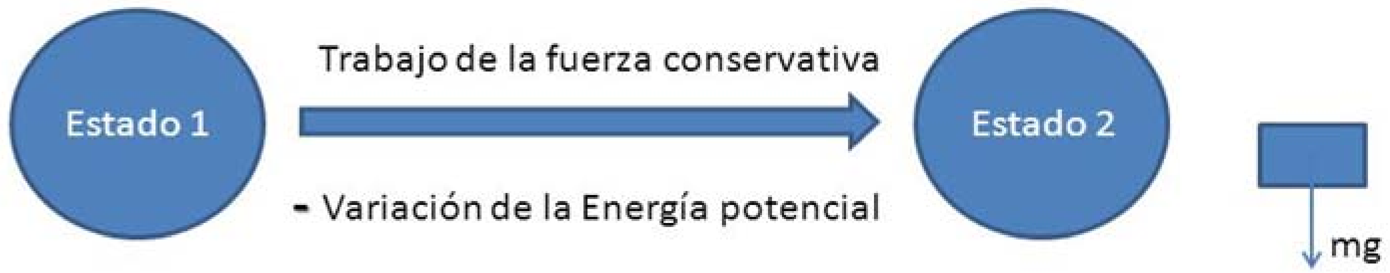
La FUERZA DE ROZAMIENTO es una fuerza no conservativa.



Las fuerzas no conservativas son las responsables de que la energía mecánica del sistema NO se conserve.

FUERZAS CONSERVATIVAS Y ENERGÍA POTENCIAL

Las fuerzas conservativas dan lugar a la **ENERGÍA POTENCIAL**



$$W = -\Delta Ep = Ep_1 - Ep_2$$

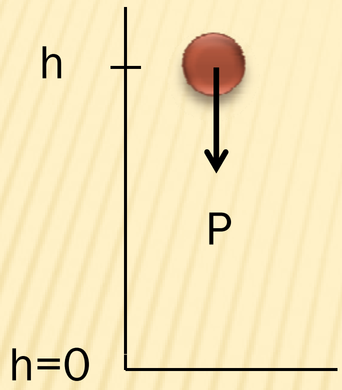
Esto es lo que podemos llamar el ***Teorema de la Energía Potencial***

"El trabajo realizado por una fuerza conservativa es igual a menos la variación de la Energía potencial"

$$W_{Fc} = -\Delta E_P$$

__EJEMPLO__:

Vamos a calcular el trabajo realizado por el Peso, cuando un objeto baja desde un punto A (a una altura h) hasta otro punto B (a una altura 0) con velocidad constante.



v = cte.

$$W_{Fc} = -\Delta E_P$$

$$W_{peso} = -\Delta E_P$$

$$W_{peso} = -(E_{Pf} - E_{Po})$$

$$W_{peso} = -(\cancel{mgh} - mgh_o) \quad = mgh_o$$

Éste es el mismo trabajo que si lo hubiésemos calculado con la expresión del trabajo:

$$W_{peso} = P \cdot \Delta e \quad = mg\Delta e \qquad \text{como} \qquad \Delta e = h_o - h_f$$

$$W_{peso} = mgh_o$$

CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA MECÁNICA

CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA MECÁNICA

Si las únicas fuerzas que realizan trabajo sobre un cuerpo son fuerzas conservativas, como el peso, su Energía Mecánica permanece constante.

$$\Delta E_m = cte \longrightarrow E_{m_o} = E_{m_f}$$

En ausencia de Fuerzas No conservativas, es decir, sin Fuerzas de Rozamiento.

Podemos demostrarlo:

$$\left.\begin{array}{l} W_T = \Delta E_c \\ W_{Fc} = -\Delta E_P \end{array}\right\}$$

como $W_T = W_{FC} + W_{FNC}$

Si no hay Fuerza de Rozamiento $\longrightarrow W_{FNC} = 0$

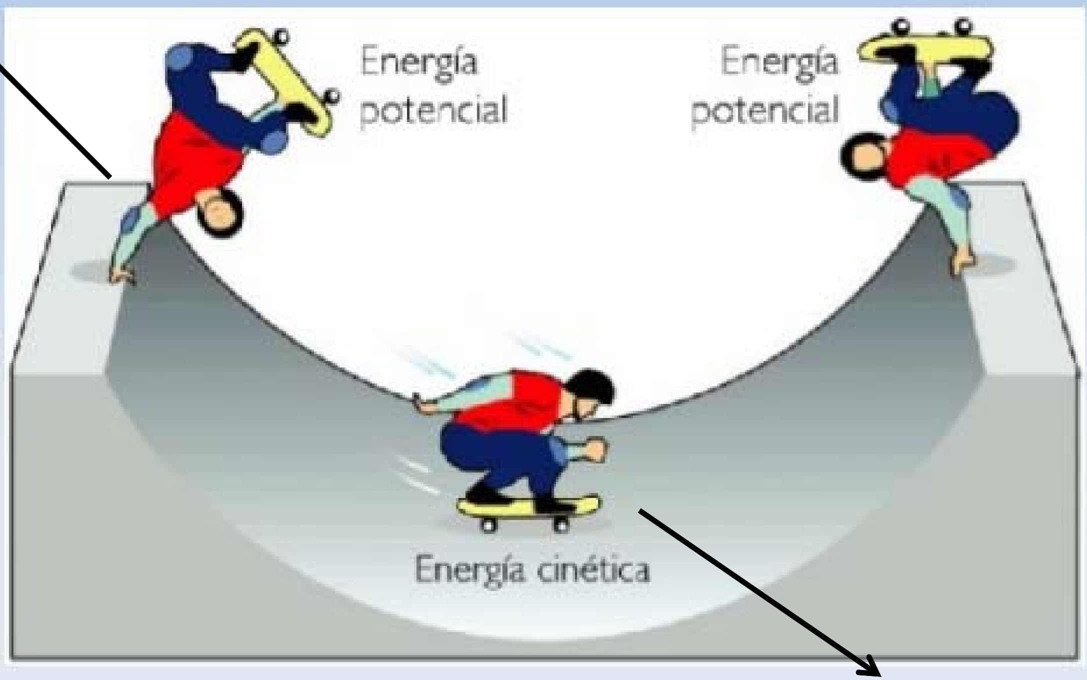
luego $W_T = W_{FC}$

Sustituyendo, obtenemos $\Delta E_c = -\Delta E_p \longrightarrow \Delta E_c + \Delta E_p = 0$

$$E_{m_f} - E_{m_o} = 0 \longrightarrow \Delta E_m = cte$$

Conservación de la energia

Aquí hay altura pero no hay velocidad,
luego solo habrá Energía Potencial.



Aquí hay velocidad pero no hay altura, luego solo habrá Energía Cinética

La Energía Potencial debida a la altura se transforma en Energía Cinética y viceversa.

¿PERO QUÉ OCURRE SI SOBRE UN CUERPO ACTÚAN FUERZAS NO CONSERVATIVAS COMO LA FUERZA DE ROZAMIENTO?

En ese caso, la Energía Mecánica NO SE CONSERVA.
Habitualmente parte de la energía se pierde en forma de calor.

Podemos deducir una expresión para el cálculo del trabajo:

$$W_T = W_{FC} + W_{FNC}$$

$$\left.\begin{array}{l} W_T = \Delta E_c \\ W_{Fc} = -\Delta E_p \end{array}\right\} \Longrightarrow \Delta E_c = -\Delta E_p + W_{FNC}$$

Despejando el trabajo de las fuerzas no conservativas

$$W_{FNC} = \Delta E_c + \Delta E_p \Longrightarrow W_{FNC} = \Delta E_m$$

$$\boxed{W_{FNC} = E_{m_f} - E_{m_o}}$$

En general, y exceptuando la fuerza del peso que es conservativa:

- Las fuerzas que actúan en la dirección y sentido del movimiento, aumentan la energía mecánica.

- Las fuerzas que se oponen al movimiento (como el rozamiento), disminuyen la energía mecánica.

En este caso $$W_{FNC} = E_{m_f} - E_{m_o}$$

como $$W_{FNC} = W_{FR} = F_R \cdot \Delta e \cdot COS\theta$$

$\theta = 180°$ (sentido contrario al movimiento)

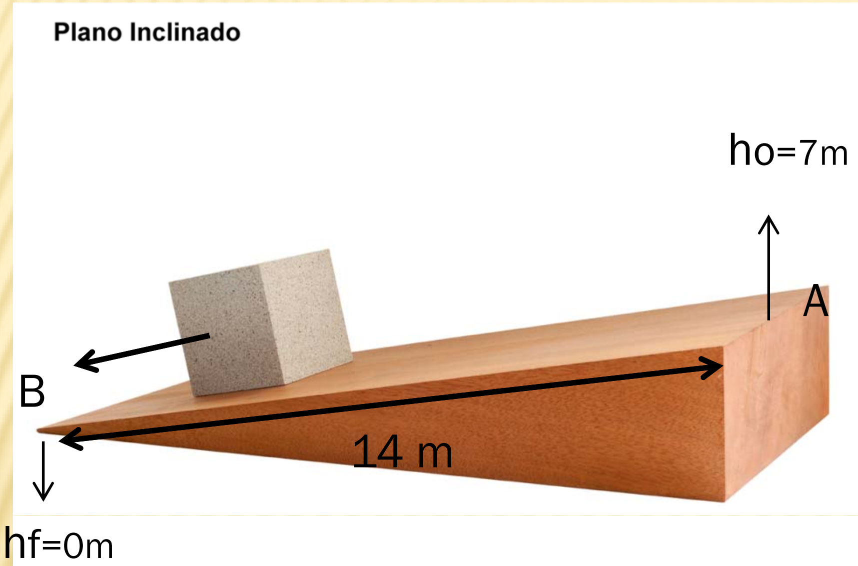
tendremos: $$F_R \cdot \Delta e \cdot COS180° = E_{mf} - E_{mo}$$

como $$cos180° = -1$$

$$\boxed{-F_R \cdot \Delta e = E_{mf} - E_{mo}}$$

EJEMPLO 1: CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA MECÁNICA

Un objeto de 10 kg de masa se deja caer sin rozamiento por un plano inclinado como el de la figura. ¿Qué velocidad lleva en el punto más bajo?



El objeto cae desde el punto A, que está a 7 m de altura, hasta el punto B que está a 0 m de altura.
Recorre la rampa que tiene 14 m.
Como no hay rozamiento, se conserva la Energía Mecánica, es decir, la energía mecánica inicial es igual a la energía mecánica final.

$$\Delta E_m = cte \qquad E_{m_o} = E_{m_f}$$

0 *(no hay velocidad)*

$$Ec_f + \cancel{Ep_f} = \cancel{Ec_o} + Ep_o \rightarrow Ec_f = Ep_o$$

0 *(no hay altura)*

$$\frac{1}{2}\cancel{m}v^2 = \cancel{m}gh_o$$

$$v = \sqrt{2gh_o} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 7} = 11,71 m/s$$

EJEMPLO 2: TEOREMA DE LAS FUERZAS NO CONSERVATIVAS (CON ROZAMIENTO)

Supongamos el problema anterior, pero ahora hay una Fuerza de Rozamiento de 500 Newton y una masa de 10 kg.
Vamos a calcular con que velocidad llega al final de la rampa de 14 m.

Ahora la Energía Mecánica ya no se conserva, pues hay Fuerza de Rozamiento, que es una Fuerza No Conservativa.

$$WF_R = \Delta E_m \longrightarrow WF_R = E_{m_f} - E_{m_0} \longrightarrow F_R \cdot S \cdot COS180^{\circ} = E_{m_f} - E_{m_0}$$

(No hay altura, 0) (0,No hay velocidad)

$$\longrightarrow -F_R \cdot S = \left(E_{c_f} + \cancel{E_{p_f}}\right) - \left(\cancel{E_{c_0}} + E_{p_0}\right) \longrightarrow -F_R \cdot S = mgh_o - \frac{1}{2}mv^2$$

sustituyendo $\longrightarrow -500 \cdot 14 = 10 \cdot 9{,}8 \cdot 7 - \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot v^2$

$\longrightarrow -7000 = 686 - 5v^2$ luego $\longrightarrow \boxed{v = 17{,}5\ m/s}$

POTENCIA

Es una magnitud escalar que mide la relación entre el trabajo realizado por un cuerpo y el tiempo que tarda en realizarlo.

POTENCIA MECÁNICA

La potencia mecánica (P) es el trabajo mecánico (W) desarrollado en una unidad de tiempo (t).

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

La potencia mecánica se define como la rapidez con que se realiza un trabajo. Se mide en watts (W) y se dice que existe una potencia mecánica de un watt cuando se realiza un trabajo de un joule por segundo: **1 W = J/seg.**

OTRAS UNIDADES DE POTENCIA

La potencia se mide en WATIOS (W) en el Sistema Internacional, pero también se utilizan otras unidades:

El kilowatio (kw) ⟹ 1 kw = 1000 w

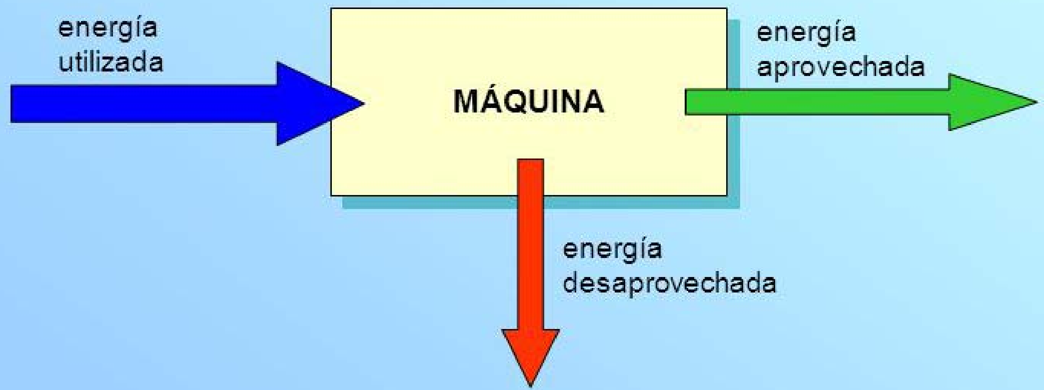
El Caballo de Vapor (CV) ⟹ 1 CV = 735 W

RENDIMIENTO DE LAS MÁQUINAS

Las máquinas pueden transformar toda la energía que se les suministra en trabajo útil

Eficacia o rendimiento (η) es la fracción de energía que aprovechamos en una transferencia energética.

$$\eta = \frac{\text{energía aprovechada}}{\text{energía utilizada}}\ 100$$



Debido a los rozamientos, parte de la energía suministrada a la máquina se pierde en forma de calor. Por tanto:

Trabajo Útil < Energía Suministrada

El rendimiento de una máquina η es el cociente entre el trabajo útil que proporciona y la energía que se le ha suministrado

$$\eta = \frac{E_u}{E_c} \quad \left(\frac{Energía\ útil}{Energía\ consumida\ o\ suministrada}\right)$$

El rendimiento de una máquina es siempre menor que 1 y se suele expresar en %

También se puede expresar en función de la potencia:

$$\eta = \frac{P_u}{P_c} x100 \quad \left(\frac{Potencia\ útil}{Potencia\ consumida\ o\ suministrada}\right)$$

¡¡ Atención: el rendimiento no tiene unidades ¡¡

CONSEJOS PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

- Lee cuidadosamente el enunciado del problema.

- Identifica la situación física que se plantea, buscando los dos estados: inicial y final.

- Haz un balance de las energías en cada uno de los estados que se plantean en el problema.

- Si intervienen fuerzas no conservativas, principalmente fuerzas de rozamiento, debes calcular el trabajo realizado por estas fuerzas.

- Aplica el principio de conservación de la energía, teniendo en cuenta los tres términos: energía inicial, energía final y trabajo de las fuerzas no conservativas si las hubiere.

- Recuerda las fórmulas y sustituye cada magnitud por su valor numérico, teniendo en cuenta la coherencia de las unidades. Resuelve a continuación la ecuación que se plantea.

- Interpreta físicamente el resultado.

- Atento a las unidades. Procura que estén en el Sistema Internacional.

www.fisicarihondo.jimdo.com