

TEMA N° 4 ESTUDIO DEL TRABAJO, POTENCIA Y ENERGÍA

<http://buscon.rae.es/draeI/Srvlt/ObtenerHtml?IDLEMA=82999&NEDIC=Si>

Para acceder a los videos o páginas Webs pisar **CONTROL** y **PINCHAR** el video o página Web.

Video: Trabajo

<http://www.youtube.com/watch?v=TeKyFIIcLwk&feature=related>

Video: Potencia

<http://www.youtube.com/watch?v=OA7jUN4FYG4>

Video: Energía

<http://www.youtube.com/watch?v=W3x4q0bZfIE>

Según la Real Academia de la Lengua Española el **TRABAJO** se podría definir de las siguientes formas:

1.- **Acción y efecto de trabajar.**

Trabajar:

- 1.1.- Ocuparse en cualquier actividad física o intelectual.
- 1.2.- Tener una ocupación remunerada en una empresa.
- 1.3.- Ejercer determinada profesión u oficio.
- 1.4.- Intentar conseguir algo, generalmente con esfuerzo.
- 1.5.- Dicho de una cosa: Obrar o producir un efecto.
- 1.6.- Aplicarse o dedicarse con esfuerzo a la realización de algo.

2.- **Ocupación retribuida.**

3.- **Obra, resultado de la actividad humana.**

4.- **Penalidad, molestia, tormento o suceso infeliz.**

Ya tenemos conocimiento de lo que es el **TRABAJO**, incluso alguna definición lo considera como algo **NEGATIVO (4)**.

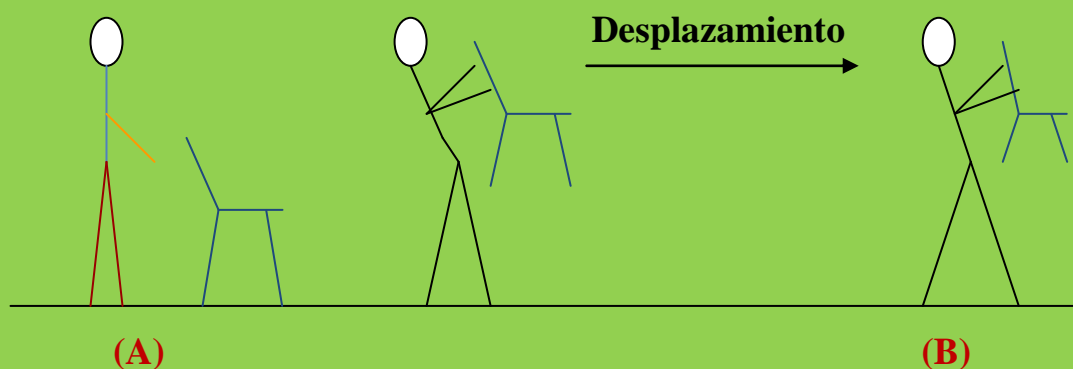
ESTUDIO DEL TRABAJO, POTENCIA Y ENERGÍA

Nosotros vamos a estudiar el **TRABAJO** desde el punto de vista de la **Física**, es decir, como una magnitud y que a veces coincide, en parte con las definiciones dadas anteriormente.

Para realizar cualquier tipo de **TRABAJO**, mecánico o intelectual, es necesario **CONSUMIR ALGO**, este algo se conoce como **ENERGÍA** (la veremos en su punto correspondiente).

Veamos un ejemplo en donde se pueden realizar el trabajo como magnitud física y el trabajo como actividad, **no intelectual**. Julio, alumno del curso, me ayuda a desarrollar esta experiencia.

Julio se encuentra en la posición (A), en esta misma posición va elevar una silla hasta una cierta altura y a continuación la traslada hasta la posición (B)



Podemos afirmar que la operación realizada por Julio en la posición (A) entra dentro de la magnitud **TRABAJO**, sin embargo en el desplazamiento hacia B no se realiza **TRABAJO**, podemos decir que Julio ha desarrollado una **actividad que conlleva cansancio muscular**.

Explicaremos este ejemplo, como otros, con los **contenidos**:



- 1.- Trabajo (pág. N°3)
- 2.- Potencia (pág. N° 12)
- 3.- Energía Mecánica (pág. N° 16)
- 4.- Energía Cinética (pág. N° 17)
- 5.- Energía Potencial Gravitatoria (pág. N° 21)
- 6.- Energía Potencial Elástica (pág. N° 23)

7.- Principio de Conservación de la Energía

(pág. N° 25)

8.- Ejercicios resueltos relacionados con el tema

(pág. N° 28)

1.- El trabajo



Trabajo

<http://www.telefonica.net/web2/luissl/FisyQui4%BAESO/u4energia4eso.PDF>

Trabajo, Potencia y Energía

<http://www.slideshare.net/cote058/trabajo-potencia>

Trabajo, Potencia y energía

<http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esofisicaquimica/impresos/quincena6.pdf>

Trabajo, Potencia y Energía

http://www.fgdiazescalera.com/pv_obj_cache/pv_obj_id_FC0454EE5A8A7A225EEAB7D92A27F9C5680E0400/filename/FQ4%20U3%20Energia%20mecanica%20y%20ondas.pdf

Según hemos podido comprobar para realizar TRABAJO hay que aplicar, a un cuerpo, una fuerza a lo largo de una distancia.

Pero maticemos. Por definición (quiere decir que os la tenéis que tragar), la ecuación del trabajo realizado es:

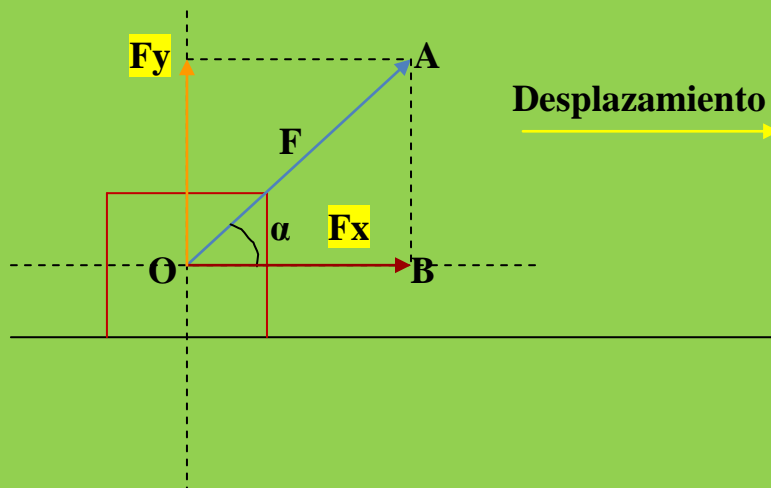
$$W = F \cdot e \cdot \cos \alpha \quad (1)$$

Veamos un croquis:



Recordar que un cuerpo se desplaza en la dirección y sentido de la fuerza que actúa sobre él. En este caso, el cuerpo se desplazaría en sentido ascendente y hacia la derecha. Esto no ocurre, el cuerpo se desplaza por el plano horizontal. Veamos como es posible:

De momento nos olvidamos del **Peso** del cuerpo y de la **Normal**. Hagamos pasar unos ejes de coordenadas por el punto de aplicación de la fuerza F .



Al descomponer la fuerza F sobre los ejes de coordenadas SÍ aparece una componente de la fuerza F en la dirección y sentido del desplazamiento. Sería la componente F_x .

Volvamos a la ecuación (1):

$$W = F \cdot e \cdot \cos \alpha$$

Hagamos una reagrupación de factores en la ecuación:

$$W = F \cdot \cos \alpha \cdot e \quad (2)$$

Si nos vamos al último dibujo y estudiamos el triángulo rectángulo

$\triangle OAB$:

$\cos \alpha = \text{cateto contiguo} / \text{hipotenusa}$

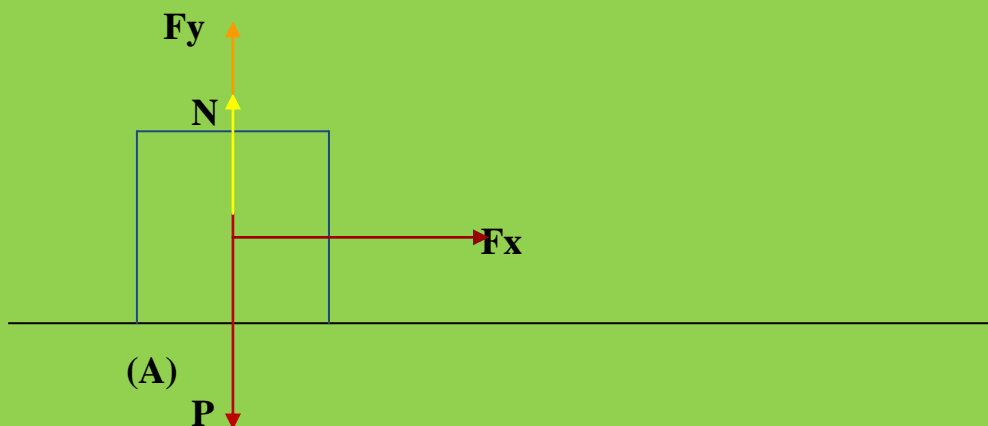
$$\cos \alpha = F_x / F \rightarrow F_x = F \cdot \cos \alpha$$

La ecuación (2) quedaría de la forma:

$$W = F_x \cdot e$$

CONCLUSIÓN: La fuerza que realiza el trabajo es la componente F_x de la fuerza F puesto que es la que lleva la dirección del desplazamiento.

Podemos hacer un croquis más completo y en donde se pone de manifiesto lo que acabamos de decir:

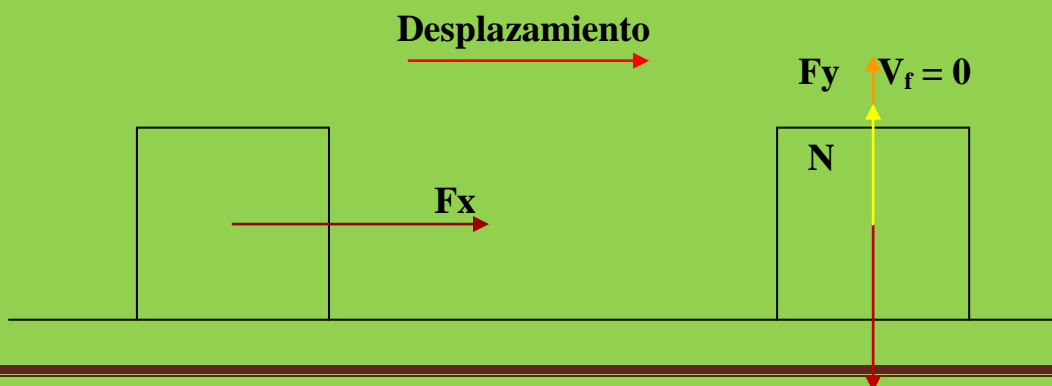


En el eje OY:

$$P = N + F_y \rightarrow P - N - F_y = 0 \text{ (las tres fuerzas se anulan)}$$

Eje OX:

Como no hemos establecido la existencia de Fuerzas de rozamiento, la única fuerza que actúa es, F_x , y en definitiva la que realiza el trabajo:

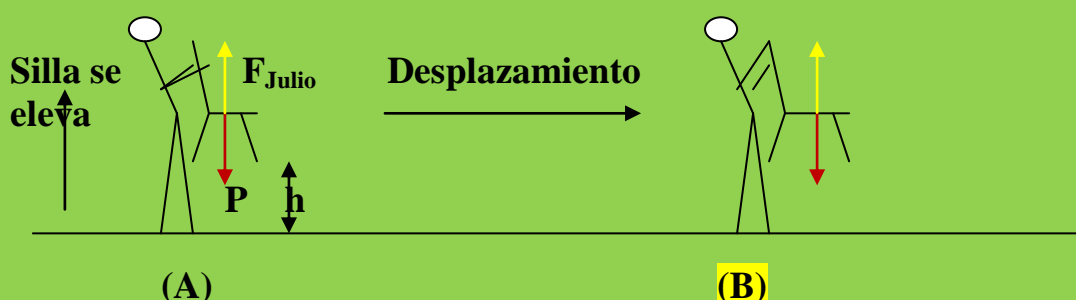


ESTUDIO DEL TRABAJO, POTENCIA Y ENERGÍA

$$(A) \quad \longleftarrow e \quad \longrightarrow (B) \quad P$$

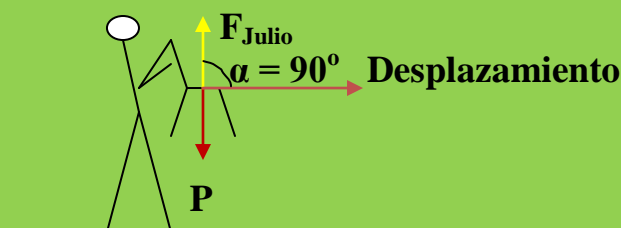
Podemos establecer que para que una fuerza realice trabajo es condición indispensable que tenga componente en la dirección del movimiento.

Si volvemos a la experiencia de Julio observaremos que en la posición (A) lo que ha realizado es la elevación de la silla. Debe realizar una fuerza, como mínimo igual al peso del cuerpo. Veremos en el dibujo como la fuerza que realiza Julio tiene dirección y sentido del desplazamiento de la silla:



En la posición (A), Julio levantó la silla, una altura determinada, con una fuerza que lleva la dirección y el sentido del desplazamiento de la silla, ha realizado **TRABAJO**. Pero cuando Julio lleva la silla de (A) hasta (B), sigue realizando la fuerza inicial pero ahora esta fuerza no tiene componente en la dirección del desplazamiento. Más complicado, pero también nos sirve, la fuerza inicial de Julio al proyectarla sobre unos ejes de coordenadas no tendría componente en la dirección del movimiento. Julio en el paso de (A) a (B) no realiza **TRABAJO** como **magnitud física** pero está realizando una actividad que implica la actuación de una fuerza y por lo tanto un **cansancio muscular**.

También podemos demostrar, que en el desplazamiento, el trabajo es cero si tenemos en cuenta que el ángulo que forma la fuerza ejercida con el desplazamiento es de 90° :



$$W = F \cdot e \cos \alpha ; \cos 90^\circ = 0 \rightarrow W = F \cdot e \cdot 0 = 0$$

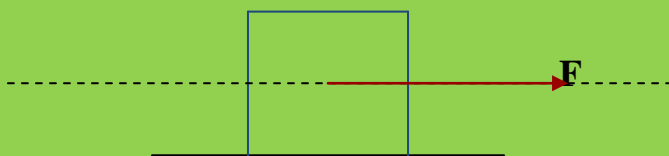
ESTUDIO DEL TRABAJO, POTENCIA Y ENERGÍA

Cuando veáis a un señor transportando un saco de harina, en su espalda, desde el camión a la panadería, que no se os ocurra decirle que no está realizando trabajo.

A la ecuación :

$$W = F \cdot e \cdot \cos \alpha$$

le podemos poner condiciones. Por ejemplo: la fuerza coincide con la dirección del movimiento.



En este caso $\alpha = 0$; $\cos 0^\circ = 1 \rightarrow W = F \cdot e$

Espero que hayáis captado el concepto de TRABAJO como magnitud física.

Unidades del TRABAJO:

Mediante Cálculo Dimensional llegaremos a establecer las unidades de esta nueva magnitud.

En el Cálculo Dimensional, de una ecuación podemos eliminar todo aquello que sea una constante, como por ejemplo un número o una razón trigonométrica.

$$W = F \cdot e \cdot \cos \alpha \rightarrow W = F \cdot e \rightarrow [W] = [F] \cdot [e] \quad (3)$$

$$F = m \cdot a \rightarrow [F] = [m] \cdot [a] \quad (4)$$

$$[m] = M$$

$$a = V / t \rightarrow [a] = [V] / [t] \quad (5)$$

$$[t] = T$$

$$V = e / t \rightarrow [V] = [e] / [t] \quad (6)$$

ESTUDIO DEL TRABAJO, POTENCIA Y ENERGÍA

$$[e] = L$$

$$[t] = T$$

$$\text{Vamos a (6): } [V] = L / T = L \cdot T^{-1}$$

$$\text{Vamos a (5): } [a] = L \cdot T^{-1} / T = L \cdot T^{-2}$$

$$\text{Vamos a (4): } [F] = M \cdot L \cdot T^{-2}$$

$$\text{Vamos a (3): } [W] = M \cdot L \cdot T^{-2} \cdot L ; [W] = M \cdot L^2 \cdot T^{-2}$$

La unidad de trabajo es el producto de una unidad de masa por una unidad de longitud al cuadrado y por una unidad de tiempo elevado a (-2). En el S. I. de unidades:

$$Kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$$

Este producto lo podemos transformar para obtener una unidad que sea más conocida:

$$Kg \cdot m \cdot m \cdot s^{-2}$$

Si reagrupamos:

$$Kg \cdot m \cdot s^{-2} \cdot m$$

Si recordais: $Kg \cdot m \cdot s^{-2} = N$ (Newton)

Nos quedaría: $N \cdot m \rightarrow$ una unidad de fuerza por una unidad de longitud.

El producto del **N** por el **m** es la unidad de **TRABAJO** en el S.I y recibe el nombre de **JULIO** (J).

$$1 J = N \cdot m$$

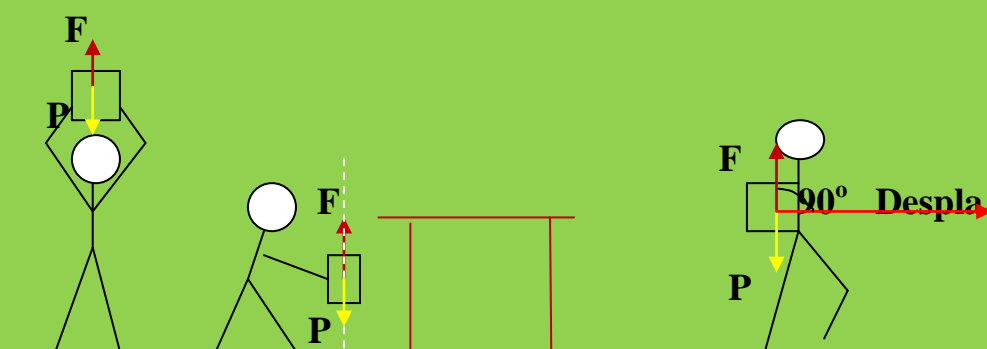
Y lo podemos definir como: **El trabajo realizado por la fuerza de un N a lo largo de un metro.**

Problema resuelto

Razona si se realiza trabajo en los siguientes casos:

- a) Un alumno sostiene una mochila de 10 Kg por encima de su cabeza durante un minuto.
- b) Una alumna sube una mochila de 10 N de peso del suelo a la mesa.
- c) Otra chica lleva la mochila a la espalda de camino a casa

Resolución:



- a) El alumno consigue el equilibrio estático pero **NO EXISTE DESPLAZAMIENTO**, luego **NO SE REALIZA TRABAJO**.
- b) La alumna está elevando, mediante una fuerza igual o mayor que el peso de la mochila, a una altura igual a la altura de la mesa. Se ejerce una fuerza a lo largo de una altura y por lo tanto **SE REALIZA TRABAJO**.
- c) En el tercer caso el ángulo que existe entre la fuerza que hace la alumna para trasladar la mochila y el desplazamiento es de 90° . Sabemos que:

$$W = F \cdot e \cdot \cos 90^\circ$$

$$\cos 90^\circ = 0 \rightarrow W = F \cdot e \cdot 0 = 0$$

NO SE REALIZA TRABAJO.

Problema resuelto:

Calcula el trabajo realizado para arrastrar un carro, si se realiza una fuerza de 3000 N a lo largo de 200 m.

Resolución:

El enunciado no dice nada referente al ángulo que forma la fuerza con la dirección del desplazamiento. **SUPONDREMOS** que la fuerza coincide con la dirección del desplazamiento lo que implica que $\alpha = 0^\circ$. Como el $\cos 0^\circ = 1$ la ecuación del trabajo nos queda de la forma:

$$W = F \cdot e$$

$$W = 3000 \text{ N} \cdot 200 \text{ m} = 600000 \text{ N} \cdot \text{m} = 600000 \text{ Julios}$$

Problema resuelto:

Un saco de ladrillos de 200 Kg tiene que ser elevado al tercer piso de una obra en construcción (10 m). Un obrero realiza el trabajo en 20 minutos mientras que una grúa lo realiza en 2 segundos. ¿Qué trabajo realiza el obrero? ¿Y la grúa?

Resolución:

$$P_{\text{cuerpo}} = m \cdot g = 200 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} = 1960 \text{ N}$$

Obrero:

Tiene que ejercer una fuerza igual al peso del cuerpo coincidiendo con la dirección del desplazamiento ($\alpha = 0^\circ$). Luego el trabajo del obrero será:

$$W = F \cdot e = P \cdot h = 1960 \text{ N} \cdot 10 \text{ m} = 19600 \text{ N}$$

Grúa:

La grúa mediante su cable elevará el saco con una fuerza igual al peso del saco y coincidiendo con la dirección del movimiento ($\alpha = 0^\circ$). El trabajo realizado por la grúa será:

$$W = F \cdot e = P \cdot h = 1960 \text{ N} \cdot 10 \text{ m} = 19600 \text{ N}$$

Grúa y obrero realizan el mismo trabajo. La diferencia estriba en que la grúa no se cansa y el obrero sí.

El dato sobre los tiempos no nos hacen falta. Se utilizarán en el cálculo de la **POTENCIA**.

Laboratorio virtual para todos los puntos del tema. Solo hay que seleccionar lo que queremos

http://www.juntadeandalucia.es/averroes/ies_sierra_magina/d_fyq/laboratorio%20virtual.htm

Problema resuelto

Calcula el trabajo realizado para transportar una maleta de 5 Kg en los siguientes casos:

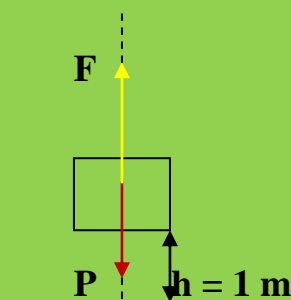
- a) Levantarla del suelo hasta 1m de altura.
 - b) Arrastrarla 1m por el suelo aplicando una fuerza igual a su peso.
 - c) Arrastrarla por el suelo 1m aplicando una fuerza de 20N que forme un ángulo de 30° con respecto a la horizontal.
- (Autor enunciado S. F/Q IES Valle del Tiétar)

Resolución:

a)

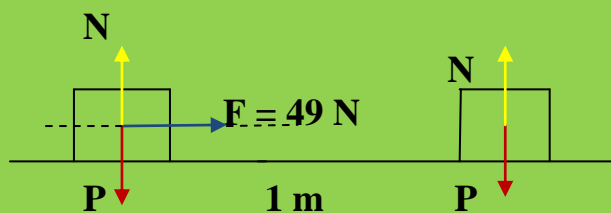
$$m_{\text{cuerpo}} = 5 \text{ Kg}$$

$$P_{\text{cuerpo}} = m \cdot g = 5 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m.s}^{-2} = 49 \text{ N}$$



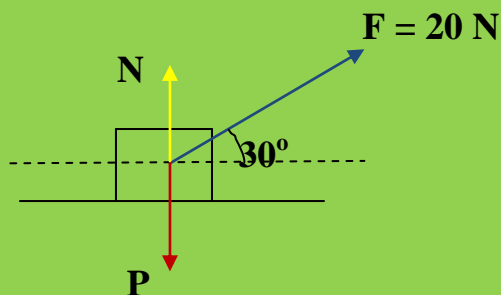
$$W = F \cdot e \cdot \cos 0^\circ = P \cdot h \cdot 1 =$$
$$W = 49 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} \cdot 1 = 49 \text{ J}$$

b)



$$W = F \cdot e \cdot \cos 0^\circ = 49 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} \cdot 1 = 49 \text{ J}$$

c)



$$W = F \cdot e \cdot \cos 30^\circ = 20 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} \cdot 0,87 = 17,4 \text{ J}$$

2.- Potencia

Hemos estudiado el **TRABAJO** como **actividad profesional** y como **magnitud física**. En este estudio no se ha puesto de manifiesto el **TIEMPO** que se ha tardado en realizar esa actividad. Es muy importante este dato, desde el punto de vista del empresario pues a este señor le interesa que el obrero realice un trabajo en el **MÍNIMO TIEMPO** posible. Existe una magnitud que relaciona el trabajo con el tiempo que se tarda en realizar, se le conoce como **POTENCIA**.

Video: Construcción de un hotel

<http://www.youtube.com/watch?v=8cXAV3tQvNw&feature=related>

Vamos a:



Potencia

http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/trabajo/trapoenedinewton9.htm

Potencia

<http://saedsurnaturales.wikispaces.com/4%C2%BA+ESO+FyQ+BLOQUE+III+TRABAJO,+POTENCIA+Y+EM>

Potencia

<http://angelninoarribas.blogspot.com/2010/02/trabajo-y-energia.html>

Potencia

http://recursostic.educacion.es/eda/web/eda2010/newton/materiales/laporta_samitier_raquel-p3/trabajo_potencia_y_energia3_archivos/frame.htm

Con todo lo estudiado en las páginas Webs anteriores podemos establecer que: **La potencia que desarrolla, una persona o una máquina, viene establecida por la relación existente entre el trabajo desarrollado y el tiempo que se empleó en su desarrollo.**

Matemáticamente:

$$\text{Potencia(P)} = W / t$$

Teniendo en cuenta que la unidad de **TRABAJO** en el S.I. es el **Julio** y la unidad de tiempo es el segundo, la unidad de **POTENCIA** en el S. I. es:

$$\text{Julio / s}$$

Esta relación se conoce con el nombre de **VATIO (W)**:

$$\text{Vatio (W)} = \text{Julio / s}$$

que lo podemos definir como: **La potencia desarrollada por el trabajo de un Julio durante un segundo.**

Existe una unidad de **POTENCIA** muy utilizada, en el mundo del motor, y que recibe el nombre de **CABALLO DE VAPOR (CV)**. La relación entre **el vatio (W) y el CV es:**

$$1 \text{ CV} = 735,75 \text{ W} \approx 750 \text{ W}$$

Video: Gran Premio de Fórmula 1

<http://www.youtube.com/watch?v=B2T1PDOLtyQ>

La potencia la puede desarrollar las personas o bien las máquinas. Cuando hablamos de máquinas es interesante saber que no existe la **máquina perfecta**, es decir, aquella que **trabaja al 100 %**. Siempre existe una pérdida de trabajo debido a los rozamientos. Debemos de distinguir entonces entre dos tipos de trabajo:

- a) Trabajo motor.- Aquel que puede desarrollar la máquina.
- b) Trabajo útil.- El que realmente realiza la máquina.

Se cumple siempre que el trabajo motor es mayor al trabajo útil:

$$W_{\text{motor}} > W_{\text{útil}}$$

Como no trabajamos al 100 % debemos conocer que trabajo nos puede desarrollar la máquina. La magnitud que nos determina la validez de una maquina se conoce como **RENDIMIENTO**. Este viene determinado por la relación $W_{\text{útil}}/W_{\text{motor}}$ y se obtiene en % mediante la ecuación:

$$\text{Rendimiento (\%)} = W_{\text{útil}}/W_{\text{motor}} \cdot 100$$

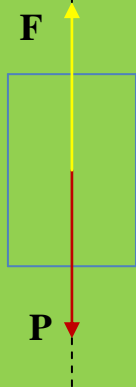
Problema resuelto:

Calcula el trabajo realizado por el motor de un montacargas de 2000Kg cuando se eleva hasta el 4º piso, siendo la altura de cada uno de 3m. Si tarda 10s en la ascensión ¿Cuál es la potencia desarrollada?. (Autor enunciado IES Valle del Tiétar)

Resolución:

$$P_{\text{cuerpo}} = m \cdot g = 2000 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m.s}^{-2} = 19600 \text{ N}$$

$$h = 12 \text{ m}$$



$$W = F \cdot e \cdot \cos 0^\circ = P \cdot h \cdot 1 = 19600 \text{ N} \cdot 12 \text{ m} \cdot 1 = 235200 \text{ J}$$

$$P = W / t ; P = 235200 \text{ J} / 10 \text{ s} = 23520 \text{ W}$$



Problema resuelto

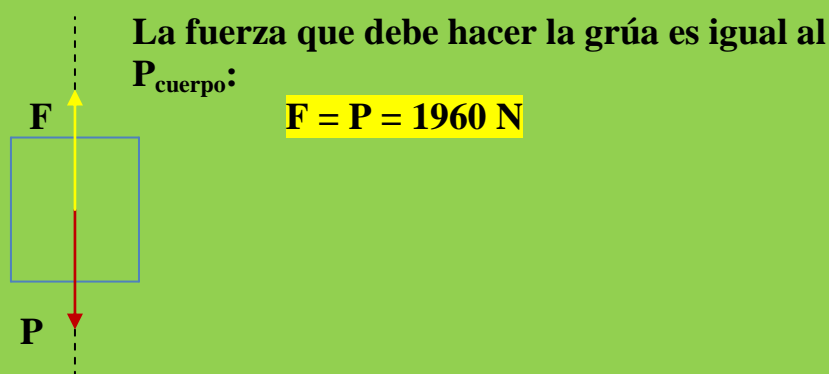
Una grúa eleva una masa de 200 Kg a una altura de 8 m a una velocidad constante en 4 s. Calcula:

- la fuerza realizada por la grúa.
- El trabajo físico realizado por esa fuerza.
- La potencia desarrollada por la grúa.

(Autor enunciado IES Valle del Tiétar)

Resolución:

a) $P_{\text{cuerpo}} = m \cdot g = 200 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m.s}^{-2} = 1960 \text{ N}$



b) $W = F \cdot e \cdot \cos 0^\circ = P \cdot h \cdot 1 = 1960 \text{ N} \cdot 8 \text{ m} \cdot 1 = 15690 \text{ J}$

c) $P = W / t$; $P = 15680 \text{ J} / 4 \text{ s} = 3920 \text{ W}$

Problema resuelto:

Un motor eleva una carga de 500 Kg a 50 m de altura en 25 s. Calcula la potencia desarrollada.

Resolución:

$m_{\text{cuerpo}} = 500 \text{ Kg}$

$P_{\text{cuerpo}} = m \cdot g = 500 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m.s}^{-2} = 4900 \text{ N}$

$h = 50 \text{ m}$

$t = 25 \text{ s}$

$W = F \cdot e \cdot \cos 0^\circ = P \cdot h \cdot \cos 0^\circ = 4900 \text{ N} \cdot 50 \text{ m} \cdot 1 = 245000 \text{ J}$

$P = W / t$; $P = 245000 \text{ J} / 25 \text{ s} = 9800 \text{ W}$

3.- Energía Mecánica

Dijimos al principio del tema que la realización de un trabajo no es **GRATUITA**. La persona o la máquina que realiza un trabajo debe abonar un importe que podrá realizar mediante algo que **NO SE TIENE** pero se puede adquirir. Este algo es la **ENERGÍA**.

Video: La energía de un atleta

<http://www.youtube.com/watch?v=5JPKDkwr154>

Video: Efectos de la falta de Energía en los deportistas

<http://www.youtube.com/watch?v=ZqXRCQHNq4Q>

Vamos a:



Energía. Tipos de Energía

http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/energia/index.html?1&0

Energía. Tipos de Energía

<http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa>

Tipos de Energía

<http://www.renovables.serforem.com/contenido/tipos.asp>

Energía. Tipos de Energía

<http://www.biodisol.com/biocombustibles/la-energia-que-es-la-energia-fuentes-de-energia-tipos-de-energias-energias-renovables-energias-contaminantes/>

Energía. Tipos

<http://html.rincondelvago.com/tipos-de-energias.html>

Energía. Tipos

<http://www.formasdeenergia.com/>

Energía. tipos

<http://www.profesorenlinea.cl/fisica/EnergiaTiposde.htm>

Vistas y leídas las páginas Webs anteriores podemos establecer una definición de **ENERGÍA**: **Capacidad que tienen los cuerpos para realizar un trabajo.**

En este momento nos interesa estudiar la llamada **ENERGÍA MECÁNICA**. La Energía mecánica es la que posee un cuerpo en función de su **velocidad**, de su **posición (altura)** y de su **tensión acumulada**. Estas condiciones hacen posible que la **ENERGÍA MECÁNICA** (E_m), se pueda clasificar en:

- a) **Energía Cinética (E_c)**
- b) **Energía potencial gravitatoria ($E_{p_{gravitatoria}}$)**
- c) **Energía Potencial elástica ($E_{p_{elástica}}$)**

Podemos decir que:

$$E_m = E_c + E_{p_{gravitatoria}} + E_{p_{elástica}}$$

La E_c y $E_{p_{gravitatoria}}$ se relacionan entre sí en un movimiento. La $E_{p_{elástica}}$ no se suele relacionar con las otras dos energías pero se puede, por lo que la ecuación anterior la podemos escribir de la forma:

$$E_m = E_c + E_p$$

Siendo E_p la Energía Potencial Gravitatoria.

4.- Energía Cinética

Vamos a estudiar la **ENERGÍA CINÉTICA** (E_c)

Video: Impactos de coches

<http://www.youtube.com/watch?v=Hm4OgyNbFNE>

Velocidad excesiva como causa de accidentes

<http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/6321/7/06.pdf>

Nos vamos a:



Energía Cinética

http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_cin%C3%A9tica

Energía Cinética

<http://www.profesorenlinea.cl/fisica/EnergiaCinetica.htm>

Energía Cinética

<http://html.rincondelvago.com/energia-cinetica.html>

Video Energía Cinética

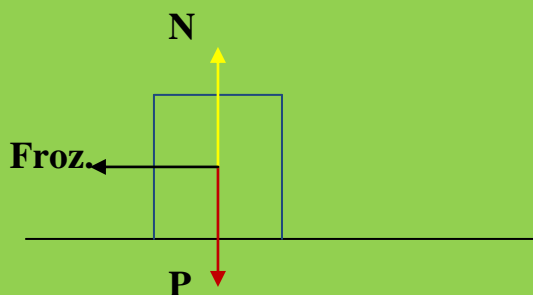
<http://www.youtube.com/watch?v=XAR8MEjnkHA>

Energía Cinética

http://platea.pntic.mec.es/pmarti1/educacion/trabajo_glosario/energia_mecanica/energia_mecanica.htm

Con lo estudiado en las páginas Webs anteriores ya tenemos una idea de lo que es la **ENERGÍA CINÉTICA**.

Vamos a realizar una experiencia para terminar de entender la **Ec**. Queremos desplazar un bloque de madera. Este bloque de madera está en reposo y sobre él actúan las siguientes fuerzas:

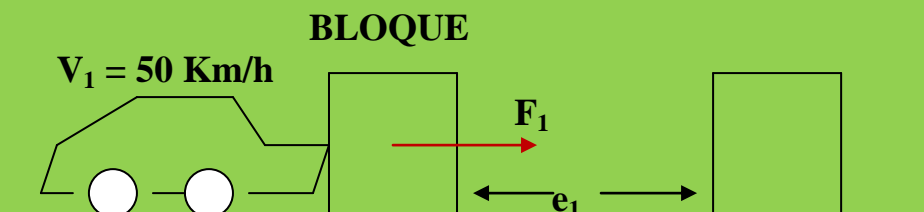


Como sabemos la **$N = P$** y por lo tanto se anulan mutuamente. Solo nos queda la **Froz.** Que se pondrá en funcionamiento cuando el cuerpo empiece a desplazarse hacia la derecha. Para trasladar el cuerpo hacia la derecha vamos a utilizar un coche que va a proporcionar la fuerza necesaria para anular la **Froz.** y deberá ser mayor o igual a la **Froz.**

ESTUDIO DEL TRABAJO, POTENCIA Y ENERGÍA

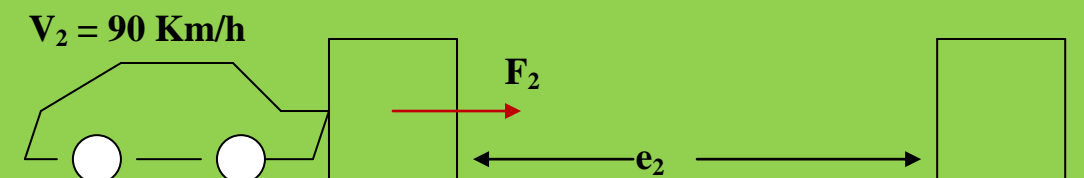
Haremos actuar al coche un tiempo determinado y la fuerza que va a proporcionar será paralela al plano horizontal, de esta forma podremos escribir que:

$$W = F \cdot e$$



El coche ha ejercido sobre el bloque una F_1 que ha permitido desplazar el bloque un espacio e_1 . El coche ha estado ejerciendo una fuerza, F_1 , a lo largo de un espacio y por lo tanto ha realizado un trabajo: $W_1 = F_1 \cdot e$

A continuación haremos actuar al mismo coche, durante el mismo tiempo pero a distinta velocidad:



El coche al llevar mayor velocidad puede, en el mismo tiempo ejercer una fuerza $F_2 > F_1$ y desplazar el bloque a una distancia $e_2 > e_1$. El coche vuelve a ejercer una fuerza, F_2 durante un e_2 y por lo tanto:

$$W_2 = F_2 \cdot e_2$$

El W_2 será mayor que el W_1 , pero lo interesante es entender por qué el W_2 es mayor que el W_1 . La razón está clara, si el coche es el mismo, si el tiempo de actuación es el mismo será la velocidad la responsable de que $W_2 > W_1$ puesto que $V_2 > V_1$. Veamos, el coche ha realizado un trabajo, este trabajo exige que el cuerpo tenga energía y en nuestro ejemplo es la velocidad la que proporciona **ENERGÍA** al cuerpo. Establecemos un tipo de energía que depende de la velocidad que lleve el cuerpo, que se llama **ENERGÍA CINÉTICA** (E_c), y que cuando tengáis conocimientos matemáticos suficientes, entenderéis que esta energía se puede calcular matemáticamente mediante la ecuación:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2$$

También, dependiendo de los conocimientos matemáticos, podemos establecer que: El trabajo realizado es igual a la variación de la Energía Cinética:

$$W = \Delta E_c$$

$$W = E_{c_f} - E_{c_o}$$

La ecuación anterior corresponde al **TEOREMA DE LA FUERZAS VIVAS**

Como la E_c es capacidad para realizar **TRABAJO**, las unidades de la E_c , serán iguales a las unidades del **TRABAJO**. Es decir, en el **S.I.** será el **Julio**. Recordar que:

$$\text{Julio} = \text{N} \cdot \text{m}$$

Comparando el **Julio** con la fórmula de la E_c , no está muy claro que la unidad de E_c sea el Julio. Es decir, debemos transformar el producto de **masa por velocidad al cuadrado** (E_c) en **N . m**. Vamos a demostrarlo:

Recordar que en el Cálculo Dimensional podemos eliminar las constantes:

$$[E_c] = [m] [V]^2 \quad (1)$$

$$[m] = M$$

$$V = e/t \rightarrow [V] = [e] / [t] ; [V] = L / T ; [V] = L \cdot T^{-1}$$

$$[E_c] = M \cdot (L \cdot T^{-1})^2 ; [E_c] = M \cdot L^2 \cdot T^{-2}$$

es decir, la unidad de E_c viene dada por el producto de la **masa** por una **longitud al cuadrado** y por un **tiempo elevado a (-2)**. Trabajemos con la última ecuación:

$$E_c = M \cdot L \cdot L \cdot T^{-2} ; E_c = M \cdot L \cdot T^{-2} \cdot L$$

ESTUDIO DEL TRABAJO, POTENCIA Y ENERGÍA

En el S.I.: $E_c = \text{Kg} \cdot \text{m/s}^2 \cdot \text{m}$

Recordar : $\text{Kg} \cdot \text{m/s}^2 = \text{N}$ (Newton)

Luego $E_c = \text{N} \cdot \text{m}$ y al producto $\text{N} \cdot \text{m}$ se le conoce como Julio que es la unidad de trabajo en el S.I.

Podemos concluir que **LAS UNIDADES DE LA ENERGÍA CINÉTICA SON LAS MISMAS UNIDADES DEL TRABAJO.**

5.- Energía Potencial gravitatoria

Otra Energía Mecánica es la **ENERGÍA POTENCIAL GRAVITATORIA.**

Video: Cimentación para la construcción

<http://www.youtube.com/watch?v=u5rGFMW2SZw&feature=related>

Nos vamos a:



Energía Potencial

<http://www.profesorenlinea.cl/fisica/EnergiaPotencial.htm>

Energía Potencial

<http://www.jfinternational.com/mf/energia-potencial.html>

Energía Potencial

<http://apuntes.infonotas.com/pages/fisica/trabajo-y-energia/faq-trabajo-energia-6.php>

Energía Potencial

<http://definicion.de/energia-potencial/>

Energía Potencial y Elástica

<http://www.fisicapractica.com/energia-potencial.php>

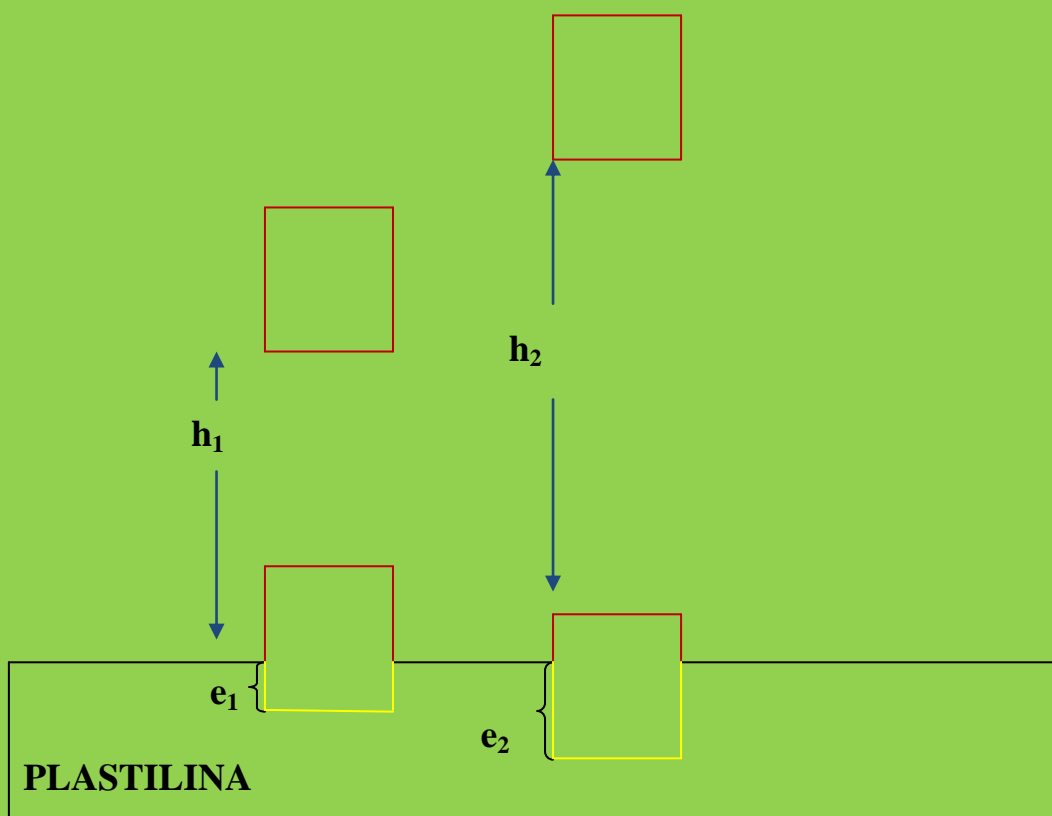
Energía Potencial

http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/energia/potencial.htm

Video: Energía Potencial

<http://www.youtube.com/watch?v=zljMGEWYIqI>

Vamos a realizar la siguiente experiencia: Dejamos caer un mismo cuerpo, desde alturas diferentes sobre una superficie de plastilina. Cuando los cuerpos se pongan en contacto con la plastilina deberán vencer la fuerza de resistencia de la plastilina a ser deformada y podrán penetrar una cierta profundidad en la superficie de la misma.



Se cumple que $h_2 > h_1$ y que $e_2 > e_1$. El cuerpo que está a mayor altura ejercerá una fuerza que le permite penetrar un e_2 en la plastilina y por lo tanto $W_2 > W_1$. En los dos casos se ha realizado un trabajo. Para realizar estos trabajos el cuerpo debe tener una energía que estará en función de la altura que tenga dicho cuerpo sobre un sistema de referencia (en nuestro ejemplo será la superficie de plastilina). A esta energía se le conoce como **ENERGÍA POTENCIAL**

GRAVITATORIA. Su valor lo podemos conocer mediante la ecuación:

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

Existe una experiencia, **que aconsejo no hacerla**, muy sencilla y aclaratoria de la dependencia de la E_p con la altura. Consiste en dejar caer desde 1 m de altura un cuerpo de 5 Kg de masa sobre el pie derecho. Una vez repuestos de esta primera experiencia, dejaremos caer el mismo cuerpo sobre el pie izquierdo pero desde una altura de 2 m. El nivel de dolor determinará la dependencia de la E_p con la altura.

Energía Potencial es sinónimo de **Trabajo**, luego las unidades de la E_p son las mismas que las de **W**. Podéis demostrarlo como hicimos en la Ec.

Luego la unidad de E_p en el S. I. es el **Julio**.

6.-Energía Potencial elástica

Desde muy antiguo, en las pinturas rupestres, aparecían unos dibujos de unos señores con un artilugio en las manos, que utilizaban para cazar. Estos artilugios consistían en un palo, más o menos grueso en cuyos extremos tenía atada una cuerda o lo que hiciera las funciones de una cuerda (reciben el nombre de arcos). Con la cuerda tensaban el palo y podían disparar flechas dirigidas a la caza del animal. Cuanto más se tensaba el arco más velocidad alcanzaba y más fuerza podía realizar la flecha. **Aparece un nuevo tipo de Energía Potencial**.

Más recientemente en los relojes también nos encontramos con este nuevo tipo de energía. El mecanismo consistía en una lámina metálica en forma de espiral. Con la operación **“dar cuerda al reloj”** la forma en espiral desaparecía y se obtenía una forma **cilíndrica** de la lámina que almacenaba una gran **cantidad de energía**. La forma cilíndrica se iba convirtiendo poco a poco en forma espiral **liberando energía** que hacía posible que aquellos relojes funcionaran. Cuando la forma cilíndrica había desaparecido por completo, ya no existía energía y el reloj se paraba. Por sistema, todas las noches se le daba cuerda al reloj para que su funcionamiento no se interrumpiera.

En el mundo de los **juguetes** existían unas escopetas en cuyo interior existía un **muelle**. El niño cargaba la escopeta, operación que consistía en comprimir el muelle almacenando éste gran cantidad de energía. Cuando se disparaba el arma, se ponía en libertad el muelle y su energía se la transmitía a un tapón que se encontraba en la boca del cañón y salía disparado con gran velocidad siendo ésta mayor cuanto más se comprimía el muelle. Nos encontramos con la **ENERGÍA POTENCIAL ELÁSTICA**.

Video: Tiro con arco

<http://www.youtube.com/watch?v=004RoROiTsM>

Nos vamos a:



Energía Potencial Elástica

<http://www.iesnicolascopernico.org/FQ/4ESO/temas/energ.pdf>

Energía Potencial Elástica

http://fp.educarex.es/fp/pruebas_acceso/2009/modulo_IV/ciencias_de_la_naturaleza/4nat04.pdf

Video Energía Potencial Elástica

<http://www.youtube.com/watch?v=eNqlftUkhHs>

Energía Potencial Elástica

<http://cienciasjbosco.wordpress.com/2011/04/21/energia-mecanica/>

Ya tenemos una idea de lo que es la **ENERGÍA POTENCIAL ELÁSTICA**. Su valor lo podemos conocer matemáticamente mediante la ecuación:

$$E_{p\text{elástica}} = \frac{1}{2} \cdot K \cdot x^2$$

En donde **K** es la **Constante elástica** o **Recuperadora**. Su unidad en el S.I. es **N/m**.

X es la longitud que se comprime o se estira el cuerpo elástico. Se trata de una longitud y por lo tanto su unidad en el S.I. es el **metro**.

7.- Principio de Conservación de la Energía

Las energías tienen una propiedad muy importante consistente que **UNAS SE PUEDEN TRANSFORMAR EN OTRAS**. Vamos a estudiar el **PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA**.

Video: Entrada de un meteorito en la atmosfera terrestre

<http://www.youtube.com/watch?v=-xJvP7sNT98&feature=related>

Nos vamos:



Principio de Conservación de la Energía

http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/energia/conservacion.htm?3&1

Principio de Conservación de la Energía

<http://html.rincondelvago.com/conservacion-de-la-energia.html>

Principio de Conservación de la Energía

http://www.kalipedia.com/ecologia/tema/principio-conservacion-energia.html?x=20070924klpcnafyq_269.Kes

Video: Principio de conservación de la Energía

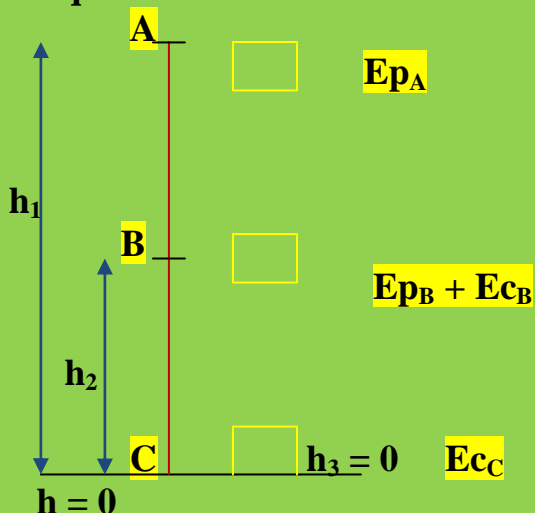
http://www.youtube.com/watch?v=O0K_4ncsLPY

Ya tenemos base para enunciar el **PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA**. Podemos dar varias enunciados:

La Energía ni se crea ni se destruye, simplemente se transforma.

En un sistema AISLADO (que no recibe influencia, energía, fuerza, del exterior) la cantidad total de ENERGÍA MECÁNICA ha de ser siempre constante.

Vamos a intentar demostrar este principio. La experiencia que vamos a realizar consiste en tener un cuerpo a una cierta altura con respecto a un sistema de referencia y lo dejamos caer hasta llegar al suelo (sistema de referencia). Tomaremos tres puntos que se reflejan en el croquis:



En el punto más alto, A, el cuerpo está en reposo ($V = 0$) por lo que no tendrá E_c . Está a una altura, h_1 , y por lo tanto en dicho punto el cuerpo tiene **Energía Potencial, E_{pA}** .

Lo dejamos en libertad y empieza a descender por lo que adquiere **velocidad** y por lo tanto E_c . La altura, respecto al sistema de referencia va disminuyendo y por lo tanto, si recordamos que:

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

la Energía Potencial va **DISMINUYENDO** pero al **adquirir velocidad**, esta pérdida de **energía potencial** se traduce en un aumento de la **ENERGÍA CINÉTICA**.

Al pasar por el punto B el cuerpo tendrá E_p puesto que está a una altura determinada y E_c puesto que lleva velocidad.

Cuando llegamos al punto C el cuerpo está a **altura cero** ($h = 0$) y no tendrá E_p . Llega a dicho punto con una velocidad y el cuerpo en este punto solo tiene E_c .

ESTUDIO DEL TRABAJO, POTENCIA Y ENERGÍA

En el trayecto de A → B: $E_{p_A} = E_{c_B} + E_{p_B}$

En el trayecto de B → C: $E_{c_B} + E_{p_B} = E_{c_C}$

Si sumamos miembro a miembro las dos ecuaciones obtenemos:

$$E_{p_A} + \cancel{E_{c_B}} + \cancel{E_{p_B}} = \cancel{E_{c_B}} + \cancel{E_{p_B}} + E_{c_C}$$

$$E_{p_A} = E_{c_C}$$

Lo que nos demuestra el **PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA.**

Laboratorio virtual: Conservación de la energía.

<http://www.surendranath.org/Applets/Dynamics/Coaster/CoasterApplet.html>

Laboratorio Virtual: Trabajo, Potencia y Energía

Laboratorio virtual: Trabajo y energía.

Conservación de la energía.

Variaciones de la E_c , E_p y $E_{mecanica}$.

Variaciones de E_c , E_p y $E_{mecánica}$.

de un cuerpo en un plano inclinado

<http://www.telefonica.net/web2/izpisua/FYQ/4ESO.htm>

Laboratorio virtual: Concepto de energía.

Tipos de energía.

Trabajo.

Potencia.

Energía mecánica.

Energía cinética.

Energía potencial gravitatoria.

Energía potencial elástica.

Principio de conservación de la energía mecánica.

<http://fisicayquimicaenflash.es>

Laboratorio virtual: Determinación de la E_c , E_p y $E_{mecánica}$.

<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4070002/laboratorios/energia.html>



Pinchar aplicaciones didácticas.

Pinchar Trabajo → Pinchar AQUÍ → Ejercicios con animaciones.

Pinchar Energía mecánica → Pinchar AQUÍ → Ejercicios con animaciones.

<http://www.ibercajalav.net/actividades.php?codopcion=2252&codopcion2=2257&codopcion3=2257>

Laboratorio virtual: Energías.

<http://web.educastur.princast.es/proyectos/fisquiweb/Laboratorio/ AccesoZV.htm>

8.- Ejercicios resueltos relacionados con el tema

Problema resuelto:

Un coche de fórmula 1 que tiene una masa de 800 Kg, circula por una recta a 300 Km/h. Calcula su energía cinética.

Resolución:

$$m = 800 \text{ Kg}$$

$$V = 300 \text{ Km} / \text{h} \cdot 1000 \text{ m} / 1 \text{ Km} \cdot 1 \text{ h} / 3600 \text{ s} = 83,33 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2 ; E_c = \frac{1}{2} \cdot 800 \text{ Kg} \cdot (83,33 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1})^2 = 2777555,56 \text{ J}$$

Problema resuelto:

Halla la energía potencial y la energía cinética de un avión de 60 toneladas que vuela a 8000 m de altura a una velocidad de 1000 Km/h. Calcula su energía mecánica.

Resolución:

$$m = 60 \text{ Tm} \cdot 1000 \text{ Kg} / 1 \text{ Tm} = 60000 \text{ Kg}$$

$$h = 8000 \text{ m}$$

$$V = 1000 \text{ Km} / \text{h} \cdot 1000 \text{ m} / 1 \text{ Km} \cdot 1 \text{ h} / 3600 \text{ s} = 277,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2 ; E_c = \frac{1}{2} \cdot 60000 \text{ Kg} \cdot (277,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1})^2 = 2,31 \cdot 10^9 \text{ J}$$

$$E_p = m \cdot g \cdot h ; E_p = 60000 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2} \cdot 8000 \text{ m} = 4,7 \cdot 10^9 \text{ J}$$

Problema resuelto:

Desde una altura de 200 m se deja caer una piedra de 5 Kg.

- a) ¿Con qué velocidad llega al suelo? B) ¿Cuánto valdrá la energía potencial en el punto más alto? c) ¿Cuánto valdrá su energía cinética al llegar al suelo? d) ¿Cuánto valdrá su velocidad en el punto medio del recorrido?. Emplear sólo consideraciones energéticas para resolver el ejercicio.

Resolución:

a) $h = 200 \text{ m}$

$m = 5 \text{ Kg}$

Por el P.C.E(Principio de Conservación de la Energía):

$$E_p = E_c$$

$$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2$$

$$5 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m.s}^{-2} \cdot 200 \text{ m} = \frac{1}{2} \cdot 5 \text{ Kg} \cdot V^2$$

$$V = (3920 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2})^{\frac{1}{2}} = 62,6 \text{ m.s}^{-1}$$

a) $E_p = m \cdot g \cdot h$; $E_p = 5 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m.s}^{-2} \cdot 200 \text{ m} = 9800 \text{ J}$

b) $E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2$; $E_c = \frac{1}{2} \cdot 5 \text{ Kg} \cdot (62,6 \text{ m.s}^{-1})^2 = 9796,9 \text{ J}$

Podemos comprobar que $E_p \approx E_c$

- c) En el punto medio existirá E_{p_m} y E_{c_m} y se cumplirá que:

$$E_p = E_{p_m} + E_{c_m}$$

En el punto medio $h = 100 \text{ m}$

$$m \cdot g \cdot h = m \cdot g \cdot h_m + \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2$$

$$1960 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2} = 980 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2} + \frac{1}{2} \cdot V^2$$

$$1960 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2} - 980 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2} = \frac{1}{2} \cdot V^2$$

$$1960 = V^2 ; V = 44,27 \text{ m.s}^{-1}$$

Problema resuelto:

Se lanza un balón de 150 g verticalmente hacia arriba con una velocidad de 5 m/s. Calcula: a) su energía cinética inicial, b) la altura máxima que alcanzará, c) la energía potencial a dicha altura.

Resolución:

a) $m = 150 \text{ g} \cdot 1 \text{ Kg} / 1000 \text{ g} = 0,150 \text{ g}$

$V_0 = 5 \text{ m/s}$

$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2$; $E_c = \frac{1}{2} \cdot 0,150 \text{ Kg} \cdot (5 \text{ m/s})^2 = 1,875 \text{ J}$

b) Por el P.C.E:

$E_c = E_p$; $E_c = m \cdot g \cdot h$; $1,875 \text{ J} = 0,150 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m.s}^{-2} \cdot h$

$h = 1,875 \text{ J} / 0,150 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m.s}^{-2}$; $h = 1,27 \text{ m}$

c) $E_p = m \cdot g \cdot h = 0,150 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m.s}^{-2} \cdot 1,27 \text{ m} = 1,87 \text{ J}$

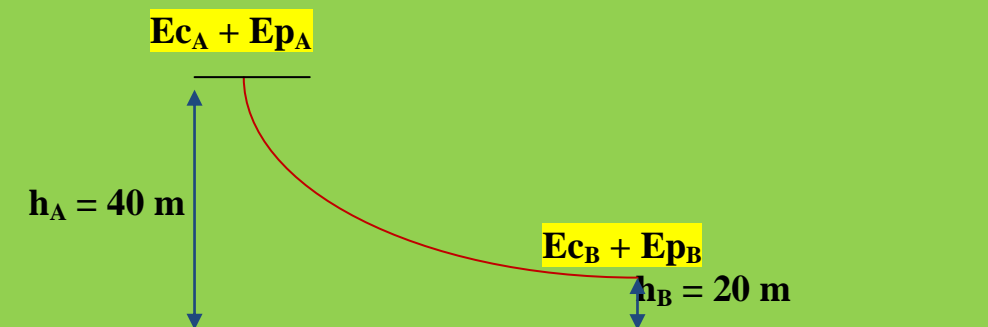
Este apartado también se podía haber hecho aplicando:

$E_p = E_c$; $E_p = 1,875 \text{ J}$

Problema resuelto:

En la cima de una montaña rusa un coche y sus ocupantes cuya masa total es 1000 Kg, está a una altura de 40 m sobre el suelo y lleva una velocidad de 5 m/s. ¿Qué energía cinética tendrá el coche cuando llegue a la cima siguiente, que está a 20 m de altura?. Suponemos que no hay rozamiento.

Resolución



ESTUDIO DEL TRABAJO, POTENCIA Y ENERGÍA

$$m_s = 1000 \text{ Kg}$$

Por P.C.E: $E_{cA} + E_{pA} = E_{cB} + E_{pB}$

$$\frac{1}{2} m_s \cdot V^2 + m_s \cdot g \cdot h_A = E_{cB} + m_s \cdot g \cdot h_B$$

$$\frac{1}{2} \cdot 1000 \text{ Kg} \cdot (5 \text{ m/s})^2 + 1000 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m.s}^{-2} \cdot 40 \text{ m} =$$

$$= E_{cB} + 1000 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m.s}^{-2} \cdot 20 \text{ m}$$

$$12500 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} + 392000 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} = E_{cB} + 196000 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$$

$$E_{cB} = 12500 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} + 392000 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} - 196000 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} =$$

$$E_{cB} = 208500 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} = 208500 \text{ N} \cdot \text{m} = 208500 \text{ J}$$

Problema resuelto:

En una central hidroeléctrica se aprovecha la energía de un salto de agua de 25 m de altura con un caudal de 20 m³ de agua por segundo. Sólo se transforma en energía eléctrica el 40 % de la energía potencial del agua, ¿Qué potencia suministra la central? Comenta muy brevemente las interconversiones de energía que tienen lugar hasta que se produce energía eléctrica.

Resolución:

$$h = 25 \text{ m}$$

$$V_{\text{agua}} = 20 \text{ m}^3$$

$$\text{DATO: } d_{\text{agua}} = 1000 \text{ Kg/m}^3$$

$$d_{\text{agua}} = m_{\text{agua}} / V_{\text{agua}} ; m_{\text{agua}} = d_{\text{agua}} \cdot V_{\text{agua}}$$

$$m_{\text{agua}} = 1000 \text{ Kg/m}^3 \cdot 20 \text{ m}^3 = 20000 \text{ Kg}$$

La E_p que aporta el agua vale:

$$E_p = m_{\text{agua}} \cdot g \cdot h$$

$$E_p = 20000 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m.s}^{-2} \cdot 25 \text{ m} = 4900000 \text{ J} \text{ (teórica)}$$

ESTUDIO DEL TRABAJO, POTENCIA Y ENERGÍA

De esta E_p solo se utiliza el 40 %:

$$4900000 \text{ J} \cdot 40 \text{ J} / 100 \text{ J} = 49000 \text{ J} \text{ (útil)}$$

$$P = W / t = E_p / t = 49000 \text{ J} / 1 \text{ s} = 49000 \text{ J/s} = 49000 \text{ W}$$

La E_p que aporta el agua se transforma en Energía mecánica cuando las turbinas se ponen a trabajar, produciéndose la Energía eléctrica.

Problema resuelto

Desde una altura de 1000m se deja caer un objeto de 2 Kg, calcula:

a) Velocidad y altura a la que se encuentra a los 5s

b) Velocidad con que llega al suelo.

(Autor enunciado: S. F/Q IES Valle del Tiétar)

Resolución:

$$h = 1000 \text{ m}$$

$$m = 2 \text{ Kg}$$

a) A los 5 s el cuerpo está descendiendo y por lo tanto tendrá E_c y E_p . Cumpliéndose por el P.C.E:

$$E_{p_0} = E_{c_5} + E_{p_5}$$

Si sustituimos datos en la ecuación anterior nos vamos a encontrar con una ecuación con dos incógnitas y por lo tanto no la podremos resolver. Veámoslo:

$$m \cdot g \cdot h = m \cdot g \cdot h_5 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot V_5^2 \quad (1)$$

No tenemos más remedio que utilizar Cinemática para obtener una de las dos incógnitas:

$$h_5 = V_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 ; V_0 = 0 \rightarrow h_5 = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$h_5 = \frac{1}{2} \cdot 9,8 \text{ m.s}^{-2} \cdot (5 \text{ s})^2 = 122,5 \text{ m} \text{ (es lo que desciende el cuerpo)}$$

La altura con respecto al sistema de referencia, el suelo, será:

$$h_1 = 1000 \text{ m} - 122,5 \text{ m} = 877,5 \text{ m}$$

Con este dato la ecuación (1) solo tiene una variable, la velocidad:

ESTUDIO DEL TRABAJO, POTENCIA Y ENERGÍA

$$m \cdot g \cdot h = m \cdot g \cdot h_1 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2$$

$$2 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m.s}^{-2} \cdot 1000 \text{ m} = 2 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m.s}^{-2} \cdot 877,5 \text{ m} + \frac{1}{2} \cdot 2 \text{ Kg} \cdot V^2$$

$$19600 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} = 17199 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} + \frac{1}{2} \cdot 2 \text{ Kg} \cdot V^2$$

$$\mathbf{V} = (19600 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} - 17199 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2})^{1/2} = \mathbf{49 \text{ m.s}^{-1}}$$

b) Por el P.C.E:

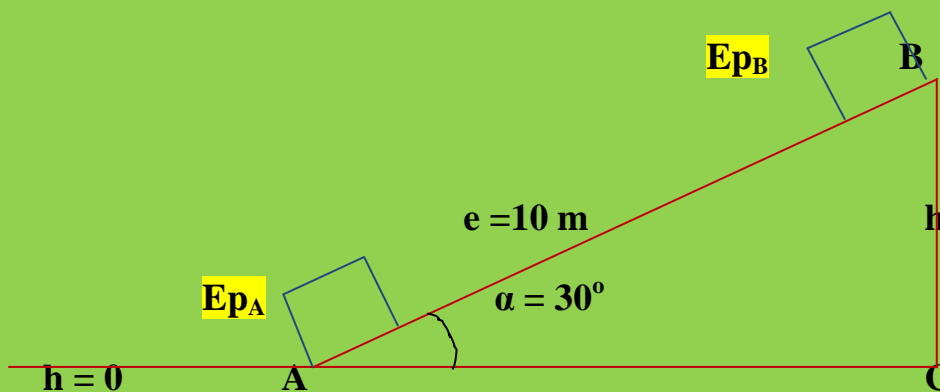
$$\mathbf{E_{p_0} = E_{c_f}} \quad ; \quad m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2$$

$$\mathbf{V} = (2 \cdot g \cdot h)^{1/2} = (2 \cdot 9,8 \text{ m.s}^{-2} \cdot 1000 \text{ m})^{1/2} = \mathbf{140 \text{ m.s}^{-1}}$$

Problema resuelto

Un bloque de 2Kg se encuentra en la parte más alta de un plano inclinado 30° con respecto a la horizontal, si la longitud de dicho plano es de 10 m, calcula la velocidad con que llega la final del plano

Resolución:



Geoméricamente podemos conocer la altura del cuerpo en la posición B:

$$\text{sen } \alpha = h/e \quad ; \quad h = e \text{ sen } \alpha \quad ; \quad \mathbf{h = 10 \text{ m} \cdot \text{sen } 30^\circ = 5 \text{ m}}$$

Por el P.C.E: $\mathbf{E_{p_B} = E_{c_A}}$

$$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2$$

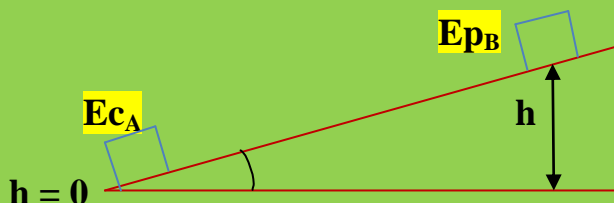
$$2 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m.s}^{-2} \cdot 5 \text{ m} = \frac{1}{2} \cdot 2 \text{ Kg} \cdot V^2$$

$$V = (2 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m.s}^{-2} \cdot 5 \text{ m} / \text{Kg})^{1/2}$$

$$V = 9,89 \text{ m.s}^{-1}$$

Problema resuelto

Desde la parte inferior de un plano inclinado 25° con respecto a la horizontal se impulsa un cuerpo de 3Kg con una velocidad de 50m/s, calcula la altura alcanzada.



$$\text{sen } 25^\circ = 0,42$$

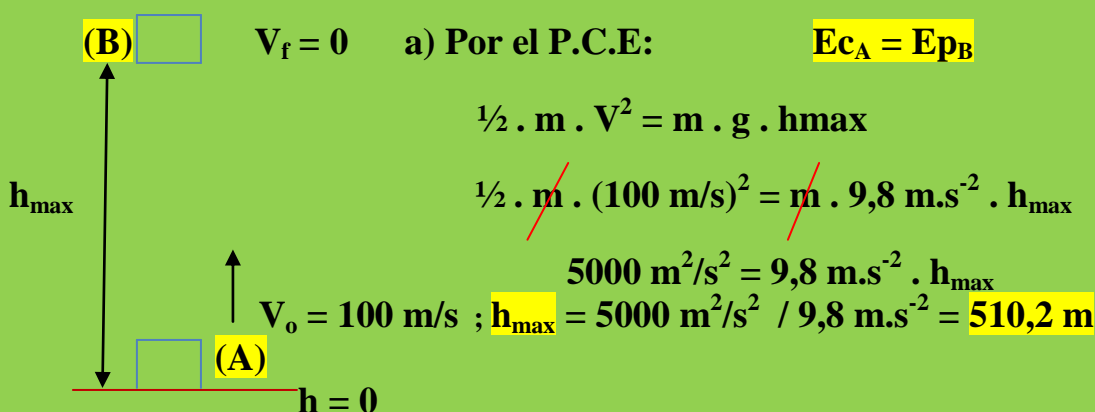
Por el P.C.E: $E_{cA} = E_{pB}$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2 = m \cdot g \cdot h ; \quad \frac{1}{2} \cdot 3 \text{ Kg} \cdot (50 \text{ m/s})^2 = 3 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m.s}^{-2} \cdot h$$

$$3750 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2 = 29,4 \text{ Kg} \cdot \text{m.s}^{-2} \cdot h ; \quad h = 127,55 \text{ m}$$

Problema resuelto

Se lanza verticalmente hacia arriba un objeto con una velocidad de 100m/s, calcula: a) Altura máxima alcanzada. b) Velocidad y altura a los 3s de su lanzamiento



b) $t = 3 \text{ s}$.

Cinemáticamente: $h_3 = V_o \cdot t + \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$

$$h_3 = 100 \text{ m/s} \cdot 3 \text{ s} + \frac{1}{2} \cdot (-9,8 \text{ m.s}^{-2}) \cdot (3 \text{ s})^2$$

ESTUDIO DEL TRABAJO, POTENCIA Y ENERGÍA

$$h_3 = 300 \text{ m} - 44,1 \text{ m} = 255,9 \text{ m}$$

A la altura de 255,9 m el cuerpo está ascendiendo y en ese punto tiene E_c y E_p . Cumpliéndose:

$$E_{c3} + E_{p3} = E_{c0}$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot V_3^2 + m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V_0^2$$

$$\cancel{m} \left(\frac{1}{2} \cdot V_3^2 + g \cdot h_3 \right) = \frac{1}{2} \cdot \cancel{m} \cdot V_0^2$$

$$\frac{1}{2} V_3^2 + 9,8 \text{ m.s}^{-2} \cdot 44,1 \text{ m} = \frac{1}{2} 100 \text{ m.s}^{-1}$$

$$\frac{1}{2} V_3^2 + 432,18 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2} = 5000 \text{ m.s}^{-1}$$

$$V_3 = (4567,82 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2})^{1/2} = 67,54 \text{ m.s}^{-1}$$

Problema resuelto

Calcular la energía que consume una bomba hidráulica para elevar 2 m^3 de agua hasta una altura de 15 m (suponer que el rendimiento es del 80%). Si ese trabajo lo hace en 1 minuto, ¿cuál es su potencia en CV?

Resolución:

$$V_{\text{agua}} = 2 \text{ m}^3$$

$$h = 15 \text{ m}$$

$$d_{\text{agua}} = 1000 \text{ Kg/m}^3$$

$$m_{\text{agua}} = V_{\text{agua}} \cdot d_{\text{agua}} = 2 \text{ m}^3 \cdot 1000 \text{ Kg/1 m}^3 = 2000 \text{ Kg}$$

El trabajo que debe hacer la máquina para subir el agua es:

$$W = E_p = m \cdot g \cdot h = 2000 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m.s}^{-2} \cdot 15 \text{ m} = 294000 \text{ J (teóricos)}$$

Al trabajar el motor al 80%:

Si de cada 100 J ----- Utiliza 80 J

X ----- 294000 J

$$X = 367500 \text{ J (debe realizar el motor)}$$

ESTUDIO DEL TRABAJO, POTENCIA Y ENERGÍA

$$\text{Potencia} = W/t ; P = 367500 \text{ J} / 60 \text{ s} = 6125 \text{ W}$$
$$6125 \text{ W} \cdot 1 \text{ CV} / 735,75 \text{ W} = 8,32 \text{ W}$$

Problema propuesto

Queremos subir a 100 m de altura un caudal de agua de 400 l/min. ¿Qué potencia ha de tener la bomba si trabaja con un rendimiento del 60%?. Sol: P = 14,81 CV

Problema resuelto

Dos masas m_1 y m_2 , tal que $m_2 = 4 m_1$, tienen la misma energía cinética. ¿Cuál es la relación entre sus velocidades?

Resolución:

$$\left. \begin{array}{l} E_{c1} = \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot V_1^2 \\ E_{c2} = \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot V_2^2 \end{array} \right\} \begin{array}{l} E_{c1} = E_{c2} \rightarrow \frac{1}{2} m_1 \cdot V_1^2 = \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot V_2^2 \quad (1) \\ m_2 = 4 m_1 \rightarrow \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot V_1^2 = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot m_1 \cdot V_2^2 \quad (2) \end{array}$$

De (2) deducimos:

$$V_1^2 = 2 V_2^2 ; V_1^2 / V_2^2 = 2 ; V_1 / V_2 = (2)^{1/2}$$

Problema resuelto

Un muelle cuya constante elástica es $K = 500 \text{ N/m}$ es estirado 5 cm. ¿Qué fuerza le ha sido aplicada? ¿Cuál es el trabajo realizado sobre el muelle? ¿Cuánto vale la energía elástica adquirida por éste?

Resolución:

$$K = 500 \text{ N/m}$$

$$\Delta x = 5 \text{ cm} \cdot 1 \text{ m} / 100 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$$

Por la ley de Hooke:

$$F = K \cdot \Delta x ; F = 500 \text{ N/m} \cdot 0,05 \text{ m} = 25 \text{ N}$$

El trabajo realizado sobre el muelle es:

$$W = F \cdot e ; W = 25 \text{ N} \cdot 0,05 \text{ m} = 1,25 \text{ J}$$

Este trabajo realizado sobre el muelle queda almacenado en el mismo en forma de $E_{p\text{elástica}}$.

$$\text{Por lo tanto la } E_{p\text{elástica}} = 1,25 \text{ J}$$

Problema propuesto

Un objeto de 40 kg de masa permanece a una altura de 20 m. Calcular: a) la energía potencial; b) si se deja caer, ¿cuál será su energía potencial cuando esté a 15 m del suelo, ¿y su energía cinética?; c) en el momento del impacto contra el suelo, ¿cuál es su energía potencial?, ¿y la cinética?, ¿con qué velocidad llega?

Sol: a) $E_{P1} = 7840 \text{ J}$; b) $E_{P2} = 5880 \text{ J}$; $E_{C2} = 1960 \text{ J}$; c) $E_{P3} = 0$; $E_{C3} = 7840 \text{ J}$; $v_3 = 19,8 \text{ m/s}$

Problema resuelto

Si en el extremo del muelle (comprimido) colocamos un cuerpo de 5 Kg de masa ¿Qué velocidad adquirirá dicho cuerpo cuando el muelle que en libertad.

Resolución:

Al no existir rozamientos la $E_{p_{elástica}}$ del muelle pasará al cuerpo en forma de E_c (P.C.E):

$$E_{p_{elástica}} = E_{c_{cuerpo}}$$

$$1,25 \text{ J} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2 ; 1,25 \text{ J} = \frac{1}{2} \cdot 5 \text{ Kg} \cdot V^2 ; V = (2 \cdot 1,25 \text{ J} / 5 \text{ Kg})^{1/2}$$

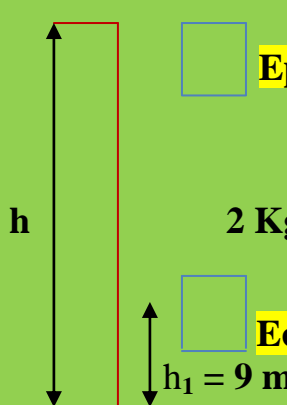
$$V = 0,7 \text{ m.s}^{-1}$$

Problema resuelto

Se deja caer desde la azotea de un edificio una masa de 2 Kg. Al llegar a 9 m del suelo su energía cinética es de 411,6 J. Determina la altura del edificio, considerando que sólo hay energía cinética y/o energía potencial.

Resolución:

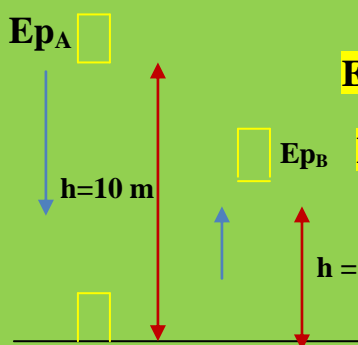




Por el P.C.E:
 $E_{p_A} = E_{c_B} + E_{p_B}$
 $m \cdot g \cdot h = E_{c_B} + m \cdot g \cdot h_1$
 $2 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m.s}^{-2} \cdot h = 411,6 \text{ J} + 2 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m.s}^{-2} \cdot 9 \text{ m}$
 $19,6 \text{ Kg} \cdot \text{m.s}^{-2} \cdot h = 411,6 \text{ J} + 176,4 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
 $h = 588 \text{ J} / 19,6 \text{ Kg} \cdot \text{m.s}^{-2} = 30 \text{ m}$

Problema resuelto

Un cuerpo de 200 g de masa se deja caer desde una altura de 10 m y rebota hasta alcanzar una altura de 8 m. Calcular la energía disipada en el choque.



$E_{p_A} = m \cdot g \cdot h = 0,200 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m.s}^{-2} \cdot 10 \text{ m} = 19,6 \text{ J}$
 $E_{p_B} = m \cdot g \cdot h = 0,200 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m.s}^{-2} \cdot 8 \text{ m} = 15,68 \text{ J}$
 $\Delta E_p = E_{p_A} - E_{p_B} = 19,6 \text{ J} - 15,68 \text{ J} = 3,92 \text{ J}$

Problema resuelto

Un alpinista de 60 Kg de masa realiza una ascensión de 100 m. Considerando que la energía potencial adquirida ha sido a expensas de su propia energía, calcula la cantidad de leche que debería tomar para reponerla suponiendo que el aprovechamiento de la alimentación es de un 80% y que 100 g de leche de vaca proporcionan 272 kJ.

Resolución:

Consumió una cantidad de energía igual a su E_p :

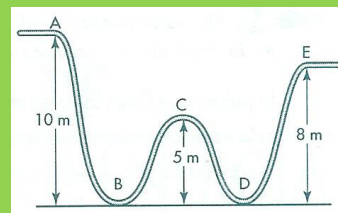
$E_p = m \cdot g \cdot h ; E_p = 60 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m.s}^{-2} \cdot 100 \text{ m} = 58800 \text{ J}$



ESTUDIO DEL TRABAJO, POTENCIA Y ENERGÍA

Problema resuelto

La figura muestra el recorrido de una vagoneta en la montaña rusa de un parque de atracciones. La vagoneta parte del reposo desde el punto A y tiene una masa de 500 kg cuando circula con dos pasajeros. Suponiendo que no existe rozamiento en ninguna parte del recorrido, determina la velocidad de la vagoneta al pasar por los puntos B, C, D y E. ¿Cómo se modifican los valores de las velocidades cuando la vagoneta traslada el doble de pasajeros cada viaje?



Resolución:

$$V_0 = 0$$

$$m = 500 \text{ Kg}$$

Punto B:

$$\text{Por el P.C.E : } E_{pA} = E_{cB}$$

$$m \cdot g \cdot h_A = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V_B^2 ; V_B = (2 \cdot g \cdot h_A)^{1/2} = (2 \cdot 9,8 \text{ m.s}^{-2} \cdot 10 \text{ m})^{1/2} =$$

$$V_B = 14 \text{ m.s}^{-1}$$

$$\text{Punto C: } E_{cB} = E_{cC} + E_{pC}$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot V_B^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V_C^2 + m \cdot g \cdot h_C$$

$$\frac{1}{2} \cdot V_B^2 = \frac{1}{2} V_C^2 + g \cdot h_C$$

$$\frac{1}{2} \cdot 14^2 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2} = \frac{1}{2} V_C^2 + 9,8 \text{ m.s}^{-2} \cdot 5 \text{ m}$$

$$196 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2} = \frac{1}{2} V_C^2 + 98 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$$

$$V_C = (196 \text{ m.s}^{-2} - 98 \text{ m.s}^{-2})^{1/2} ; V_C = 9.89 \text{ m.s}^{-1}$$

$$\text{Punto D: } E_{pA} = E_{cD}$$

$$m \cdot g \cdot h_A = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V_D^2 ; V_D = (2 \cdot g \cdot h_A)^{1/2}$$

ESTUDIO DEL TRABAJO, POTENCIA Y ENERGÍA

$$V_D = (2 \cdot 9,8 \text{ m.s}^{-2} \cdot 10 \text{ m})^{1/2} = 14 \text{ m.s}^{-1}$$

Punto E: $E_{cD} = E_{cE} + E_{pE}$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot V_D^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V_E^2 + m \cdot g \cdot h_E$$

$$\frac{1}{2} V_D^2 = \frac{1}{2} V_E^2 + g \cdot h_E$$

$$\frac{1}{2} \cdot (14 \text{ m.s}^{-1})^2 = \frac{1}{2} V_E^2 + g \cdot h_E$$

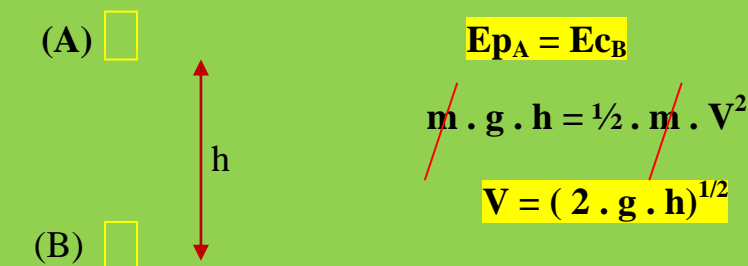
$$98 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2} = \frac{1}{2} V_E^2 + 9,8 \text{ m.s}^{-2} \cdot 8 \text{ m}$$

$$V_E = (196 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} - 156,8 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2})^{1/2} = 6,26 \text{ m.s}^{-1}$$

Problema resuelto

A partir del principio de conservación de la energía, demostrar que un objeto dejado caer desde una altura h , llega al suelo con una velocidad

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}.$$



Problema resuelto

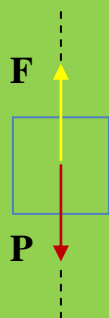
Para subir un cuerpo de 200 kg de masa desde el suelo hasta la caja de un camión de 1,60 m de alto, se dispone de un plano inclinado que tiene una longitud de 5 m. Si el rozamiento es despreciable, determina el trabajo que hay que realizar y la fuerza que hay que aplicar paralela al plano inclinado.

Resolución:

El trabajo será igual a la E_p necesaria para subir el cuerpo hasta una altura de 1,60 m

$$E_p = m \cdot g \cdot h ; E_p = 200 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m.s}^{-2} \cdot 1,60 \text{ m} ; E_p = 3136 \text{ J}$$

ESTUDIO DEL TRABAJO, POTENCIA Y ENERGÍA



Como $W = F \cdot e \cdot \cos \alpha$; $\alpha = 0^\circ$; $\cos 0^\circ = 1 \rightarrow W = F \cdot e$

$$W = E_p ; F \cdot e = m \cdot g \cdot h$$

$$F \cdot 5 \text{ m} = 200 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m.s}^{-2} \cdot 1,60 \text{ m} ; F = 3136 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2} / 5 \text{ m} = 627,2 \text{ N}$$

Problemas Trabajo, Potencia y Energía (resueltos)

<http://www.antonibatista.es/Documentos/4%C2%BA%20ESO/trabajo%20y%20energ%C3%ADa/trabajo%20y%20rendimiento%20con%20soluciones.pdf>

Problemas de trabajo potencia y energía. RESUELTOS Y CON ANIMACIONES

<http://angelninoarribas.blogspot.com/2010/02/trabajo-y-energia.html>

----- O -----

Se terminó

Antonio Zaragoza López