Temas 10 y 11 : Trabajo, Energía y Calor

Índice

1. LA ENERGÍA.

1.1 Concepto de Energía.

Los seres humanos y todo ser vivo o máquina necesita energía para sobrevivir o moverse.

*Así pues podemos definir la **energía (E)** como la capacidad de un cuerpo para producir transformaciones, entendiendo transformaciones como realizar cambios sobre el entorno o sobre sí mismos.*

Consideraciones a tener en cuenta para la energía (CARACTERÍSTICAS):

1. Todos los cuerpos poseen energía, es una característica más como la masa o el volumen.

2. La energía se puede transportar, con o sin materia. Puede trasvasarse de unos cuerpos a otros.

3. Puede estar en diversas formas y además transformarse de unas formas a otras.

4. La energía no se puede crear ni destruir, sólo es posible transformarla.

5. Se conserva sea cual sea el proceso que estemos estudiando.

6. No es posible calcularla directamente pero sí sus variaciones.

1.2 Formas de Energía.

Un sistema puede influir en su entorno o realizar cambios sobre sí mismo de diferentes formas por eso hablamos de distintas formas de energía:

Energía interna (U): es la que poseen los cuerpos debido a su constitución molecular.

Energía mecánica (E_m): la poseen los sistemas debido a su posición o su movimiento.

Cuando la tienen gracias al movimiento se le denomina **energía cinética(E_c o T)**, cuando es debida a la posición se le denomina **potencial (E_p)).** Entendemos la **energía mecánica** como la suma de cinética y potencia.

Energía eléctrica (E_q): es la que pueden almacenar las cargas eléctricas que circulan por los conductores.

Energía luminosa (E_L): es la que se produce por la emisión de luz, ya del Sol o cualquier otra fuente.

Energía nuclear (E_n): se encuentra en el interior de los átomos, se pone de manifiesto en las reacciones nucleares.

Energía térmica (Q): es la que poseen los cuerpos por estar a una cierta temperatura.

1.3 Unidades.

La unidad en el SI para la energía es el J**oule (julio).** Debe su nombre al físico James Prescott Joule y se simboliza con **J.**

El joule se relaciona con la unidad de masa, la de longitud y el tiempo.

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

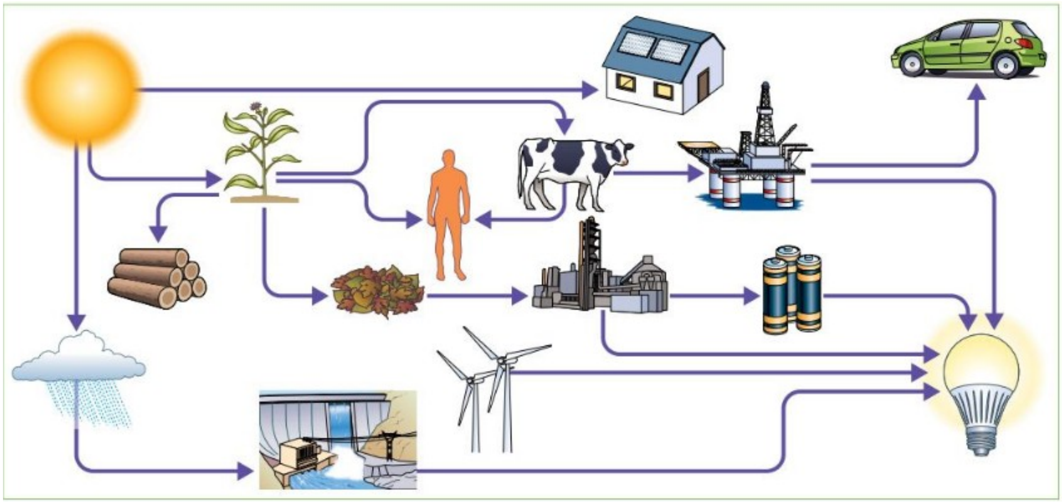
Otras unidades que se usan para la energía son:

1. Kilojoule → 1kJ = 10^3 J
2. Caloría → 1cal = 4,18J. Kilocaloría 1kcal = 10^3cal.
3. Kilovatio-hora → 1kWh = 3,6 · 10^6 J. Se utiliza mucho por parte de las compañías eléctricas.

La energía es una magnitud escalar, por tanto **no tiene signo** y no tiene sentido hablar de energía positiva o negativa.

2. TRANSFORMACIÓN DE LA ENERGÍA.

La energía es capaz de cambiar de forma o viajar de un sistema a otro pero no se puede destruir ni crearse de la nada. Cuando un sistema aumenta de energía lo hace a costa de la energía de otro sistema. También es posible que aumente una forma de energía y otra disminuya.



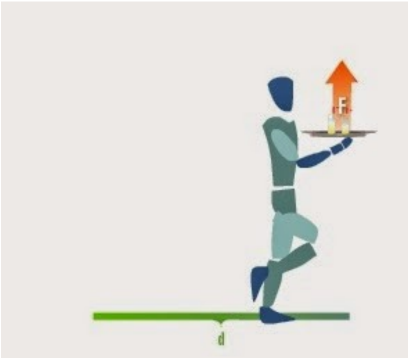
Siempre se produce un intercambio de energía, ya sea en el mismo sistema o en otro.

No es posible que la energía surja de la nada, si un sistema aumenta o disminuye su energía es a costa o a favor de otro sistema. No hay ningún dispositivo o mecanismo capaz de producir energía sin, al mismo tiempo, consumir esa misma energía de otro sistema o de su entorno.

Esto se resume en la frase: ***"La energía total del Universo ni se crea ni se destruye, sólo se transforma. Por tanto podemos afirmar que la energía total se conserva".***

3. TRABAJO MECÁNICO.

En física el concepto de trabajo no es equivalente al que utilizamos en el lenguaje cotidiano.



En la vida real si alguien sólo sostiene un objeto diremos que realiza un trabajo, o le cuesta trabajo sostenerlo. Sin embargo en Física no realiza ningún tipo de trabajo. Al afirmar que al sostener algo realizamos trabajo nos estamos refiriendo al **esfuerzo.**

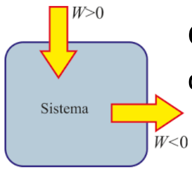
En Física diremos que se realiza un esfuerzo cuando aplicamos una fuerza y se realiza un trabajo cuando la fuerza produce una transformación, ya sea una deformación o un movimiento.

3.1 Concepto de trabajo.

Realizar un trabajo es por tanto equivalente a producir una transformación a partir de una fuerza.

3.1.1 Criterio de signos.

Cuando sobre un sistema se realiza un trabajo diremos que ese trabajo es positivo.



Cuando es el sistema el que realiza trabajo sobre otro sistema o sobre sí mismo decimos que su trabajo es negativo.

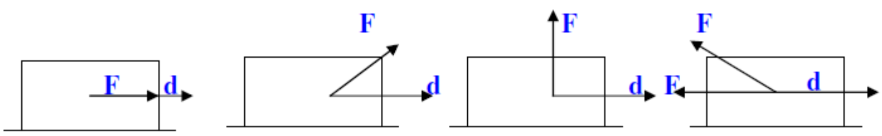
3.1.2 Definición.

Definimos el trabajo como el producto de la fuerza aplicada por el desplazamiento que produce dicha fuerza, teniendo en cuenta el ángulo que forma la fuerza con dicho desplazamiento:

$$W = \vec{F} \cdot \vec{\Delta r} \rightarrow \text{Producto escalar} \rightarrow \boxed{W = F \cdot \Delta r \cdot \cos\alpha}$$

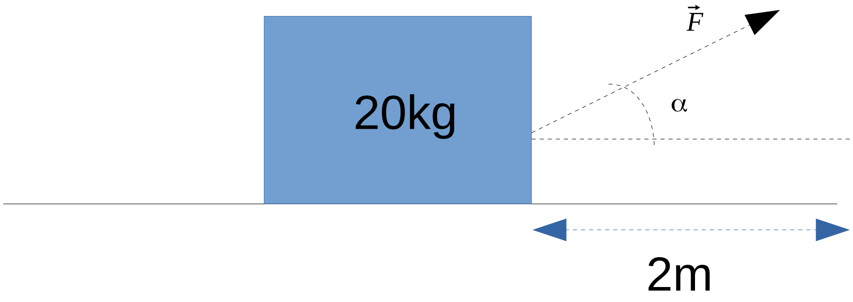
Si $\alpha = 90° = \frac{\pi}{2}$, entonces el coseno es nulo y por tanto no se realiza trabajo. El **máximo valor** de trabajo lo tendremos cuando $\cos\alpha = 1$, es decir cuando la fuerza sea paralela al desplazamiento.

De esta definición proviene que 1J = 1N·1m



$\alpha = 0°$	$0° < \alpha < 90°$	$\alpha = 90°$	$90° < \alpha < 180°$
$\cos\alpha = 1$	$\cos\alpha > 0$	$\cos\alpha = 0$	$\cos\alpha < 0$
W máximo	**W > 0**	**W = 0**	**W < 0**

<u>Ejemplo:</u>Calcula el trabajo que ejerce una fuerza de 5N que forma 30º con la horizontal y arrastra un bloque de 20kg una distancia de 2m.



$$W = F \cdot r \cdot \cos\alpha$$
$$W = 5 \cdot 2 \cdot \cos 30$$
$$W = 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow W = 5\sqrt{3}\, N \cdot m = 5\sqrt{3}\, J$$

4. ENERGÍA MECÁNICA: CINÉTICA Y POTENCIAL GRAVITATORIA.

4.1 Energía cinética (E_c ó T):

Un sistema que está movimiento posee una cierta energía debido a ese movimiento. A esta energía se le denomina **energía cinética.**

Esta energía depende de la velocidad que adquiera el objeto y de su masa, de forma que entre dos cuerpos de igual masa posee más energía el que vaya a mayor velocidad.

$\boxed{Ec = \frac{1}{2} m \cdot v^2}$ m: masa del sistema, v: velocidad del sistema.

Un objeto en reposo tendrá $\mathbf{E_C = 0}$.

4.2 Energía potencial gravitatoria (E_p).

La energía potencial gravitatoria es aquella que poseen los cuerpos según la posición que ocupen. En concreto, en la Tierra, según la altura que se encuentre por encima del nivel del suelo.

$\boxed{E_p = m \cdot g \cdot h}$ m: masa del cuerpo, h: altura del cuerpo respecto al suelo.

Esto quiere decir que un cuerpo que esté a nivel del suelo no tenga energía potencial gravitatoria pero sin embargo si ese mismo objeto lo subimos una cierta altura si tendrá energía potencial gravitatoria que podrá transformar en otra.

Esta forma de energía es la que se utiliza en los saltos de agua de las centrales hidroeléctricas.

4.3 Energía potencial elásticas (E_k).

Es la energía almacenada en un muelle debido a las fuerzas que se aplican sobre él para estirarlo o alargarlo.

$\boxed{E_k=\frac{1}{2}k\cdot\Delta x^2}$ k, es la constante recuperada del muelle y Δx su desplazamiento.

4.4 Energía mecánica (E$_m$).

La energía mecánica la definimos como la suma de la energía potencial más la cinética.

$$\boxed{E_m=E_c+E_p}$$

Esta energía no la podremos analizar en un punto concreto del sistema sino que siempre estudiaremos la variación entre varios puntos del sistema.

5. CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA.

La energía no la podemos calcular sólo en un punto determinado del sistema sino que siempre estudiaremos la variación de energía entre un estado y otro del sistema.

5.1 Teorema de las fuerzas vivas.

Cuando sobre un sistema actúan una o varias fuerzas podemos afirmar que *"El trabajo total de las fuerzas que actúan sobre un sistema es igual que la variación de energía cinética que posee el sistema, por variar su movimiento debido a dichas fuerzas".*

$$\boxed{W_{total}=\Delta E_c}$$

$$\begin{cases} Si\,W_T>0\Rightarrow E_c\ aumenta\Rightarrow La\ velocidad\ aumenta,\ acelera \\ Si\,W_T=0\Rightarrow E_c=cte\Rightarrow La\ velocidad\ es\ constante \\ Si\,W_T<0\Rightarrow E_c\ disminuye\Rightarrow La\ velocidad\ disminuye,\ frena. \end{cases}$$

<u>Demostración:</u>

Si tenemos un sistema sobre el que actúan varias fuerzas, la fuerza total del mismo será $\sum\vec{F}=m\cdot\vec{a}$

El trabajo total que actuará sobre el sistema será $W_{total}=\sum\vec{F}\cdot\Delta\vec{r}$, si suponemos que esa fuerza produce un movimiento paralelo a ella misma: $W_{total}=\sum F\cdot\Delta r$

Por otro lado en cinemática vimos que:

$$\Delta r=v_o\cdot t+\frac{1}{2}\cdot a\cdot t^2 \qquad v=v_o+a\cdot t$$

Si despejamos el tiempo en la segunda ecuación $t=\frac{v-v_0}{a}$ y sustituimos en la primera: $\Delta r=v_0\cdot\left(\frac{v-v_0}{a}\right)+\frac{1}{2}\cdot a\cdot\left(\frac{v-v_0}{a}\right)^2$ desarrollando los paréntesis:

$$\Delta r = v_0 \cdot \left(\frac{v - v_0}{a} \right) + \frac{(v - v_0)^2}{2a}$$

$$\Delta r = 2 v_0 \cdot \frac{(v - v_0)}{2a} + \frac{(v - v_0)^2}{2a}$$

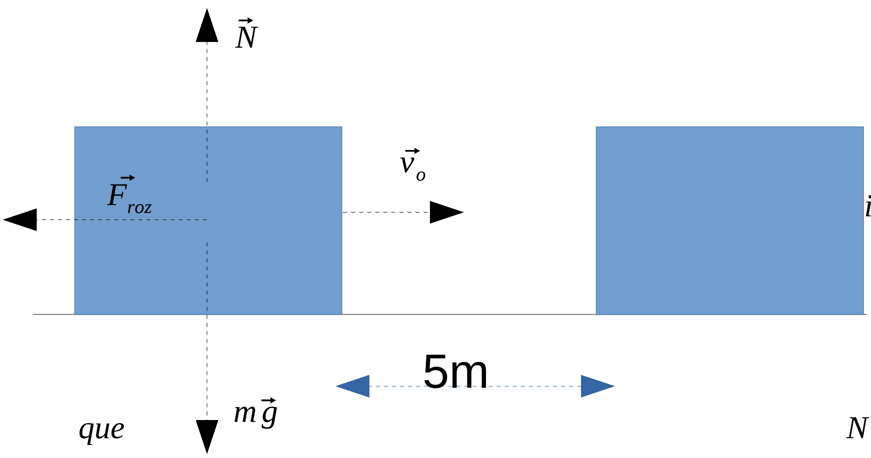
$$\Delta r = \frac{2 v_0 v - 2 v_0^2 + v^2 + v_o^2 - 2 v_0 v}{2a} \rightarrow \Delta r = \frac{v^2 - v_o^2}{2a}$$

Si sustituimos en nuestra expresión para el trabajo total:

$W_T = \sum F \cdot \Delta r = \sum F \cdot \frac{v^2 - v_o^2}{2a}$ como además $\sum F = m \cdot a$ podemos decir que:

$W_T = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_o^2 = E_{cf} - E_{ci} = \Delta E_c$ C.Q.D

Ejemplo: Se lanza un cuerpo de 3kg sobre una superficie rugosa, deslizándose por ella hasta que acaba parándose tras recorrer 5m. Determina la velocidad a la que se lanzó el cuerpo. El coeficiente de rozamiento es $\mu = 0{,}15$



Si aplicamos el teorema de las fuerzas vivas:

$W_T = \Delta E_c$ *La única fuerza que influye en el movimiento es la de rozamiento.*

$W_T = F_{roz} \cdot \Delta x \cdot \cos 180^o$

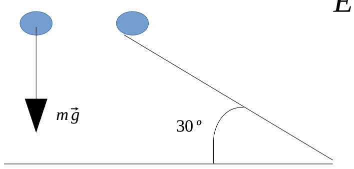
$W_T = \mu \cdot N \cdot \Delta x \cdot (-1)$ *además vemos que N=mg, por tanto* $W_T = -\mu \cdot m \cdot g \cdot \Delta x$

Por otro lado como la velocidad final es 0 $\Rightarrow \Delta E_c = 0 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_o^2$ *, igualando el trabajo y la variación de energía:* $-\mu m g \cdot \Delta x = \frac{-1}{2} m v_0^2 \rightarrow v_o = \sqrt{2 \mu g \cdot \Delta x} \rightarrow v_o = 3{,}8\, m/s$

5.2 Fuerzas conservativas y no conservativas.

Llamamos **fuerzas conservativas** a aquellas que el trabajo que realizan no depende del camino elegido. Sólo del punto inicial y final.

Ejemplo:calcula el trabajo realizado por un cuerpo que cae desde una altura de 10m cuando lo hace en línea recta y cuando lo hace por un plano inclinado 30º con la horizontal.



En el caso de que caiga horizontalmente

$W_T = mgy = 196\,J$

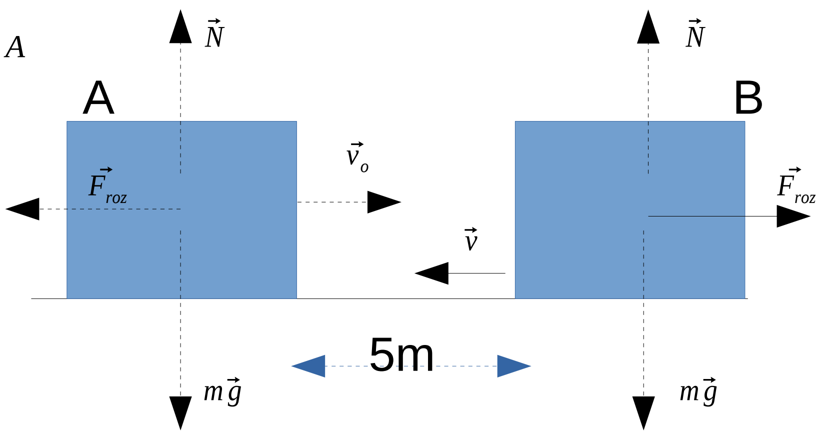
Para el caso del plano inclinado:

$W_T = mgsen\,30^o \cdot h$

En este caso h es la hipotenusa del triángulo $sen\,30^o = \frac{y}{h}$ *, por tanto*

$h = \frac{y}{sen\,30^o} \Rightarrow W_T = mgsen\,30 \cdot \frac{y}{sen\,30^o} \Rightarrow W_T = mgy = 196\,J$ *. No depende de donde lo tiremos, estamos ante una fuerza conservativa.*

<u>Ejemplo 2:</u>Un cuerpo va y vuelve desde un punto A hasta otro B que distan 5m. Calcula el trabajo realizado por la fuerza de rozamiento, siendo su coeficiente $\mu = 0{,}2$.



El trabajo realizado de A hasta B.

$W_{AB} = W_{roz} = F_{roz} \cdot \Delta x \cdot \cos\pi$

El trabajo de B hasta A

$W_{AB} = W_{roz} = F_{roz} \cdot \Delta x \cdot \cos\pi$

La fuerza de rozamiento sería

$F_{roz} = \mu \cdot N = \mu \cdot m \cdot g$

Sustituyendo los valores $W_{AB} = -19{,}6\,J$ *y* $W_{BA} = -19{,}6\,J$ *por tanto el trabajo total:*

$W_{AA} = -39{,}2\,J \neq 0$ *Si la fuerza hubiera sido conservativa el trabajo debería de haber sido nulo.*

5.3 Teorema de la energía potencial.

Cuando queremos subir un cuerpo una altura determinada debemos de realizar un trabajo. Dicho trabajo es transferido al cuerpo como energía potencial.

Si ese cuerpo elevado se deja en libertad caerá transformando su energía potencial en cinética.

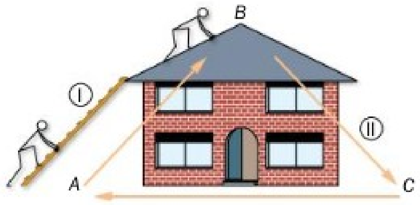
Podemos afirmar entonces: *"La disminución de energía potencial es igual al trabajo realizado por la fuerza conservativa que actúe en el sistema"*.

$$\boxed{W_{cons} = -\Delta E_p}$$

Debemos puntualizar que el **trabajo total** que realiza un sistema será la suma del trabajo que realizan las fuerzas conservativas y las no conservativas del mismo.

$$\boxed{W_T = W_{cons} + W_{nocons}}$$

Ejemplo: Calcula el trabajo realizado por la fuerza gravitatoria sobre un chico de 65kg que trepa por una escalera de mano hasta el tejado de su casa, a 4m de altura.



$$W_{cons}=-\Delta E_p$$
$$W_{cons}=-(E_{pB}-E_{pA})$$
$$W_{cons}=-(mgh-0)$$
$$W_{cons}=-2458\,J$$

5.4 Conservación de la energía mecánica.

Hemos visto que la variación de la energía cinética de un sistema es igual al trabajo que realizan todas las fuerzas que actúan sobre el sistema, además, si hay fuerzas conservativas el trabajo que realizan estas es igual a la variación de la energía potencial. Por otro lado está claro que el trabajo total de un sistema será la suma del trabajo realizado por las fuerzas conservativas y las no conservativas, por tanto:

$$\begin{cases} W_T=\Delta E_c \\ W_{cons}=-\Delta E_p \\ W_T=W_{cons}+W_{nocons} \end{cases}$$ Así pues podemos decir $\Delta E_c=-\Delta E_p+W_{nocons}$ si, reagrupamos:

$\Delta E_c+\Delta E_p=W_{nocons}\Rightarrow E_{cf}-E_{cin}+E_{pf}-E_{pin}=W_{ncons}$ recordando que $E_m=E_c+E_p$

$E_{cf}+E_{pf}-(E_{cin}+E_{pin})=W_{nocons}\Rightarrow E_{mf}-E_{min}=W_{nocons}$ Lo que es lo mismo $\boxed{\Delta E_m=W_{ncons}}$

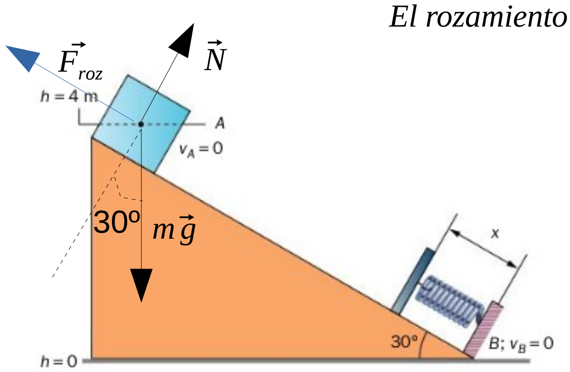
A este resultado se le conoce como **principio generalizado de conservación de la energía.**

En el caso en el que en el sistema no actúen fuerzas no conservativas o la suma de los trabajos que realizan son nulos se pude decir que **la energía se conserva.**

$$Si\ \boldsymbol{W_{ncons}=0}\Rightarrow\Delta E_m=0\Rightarrow\boldsymbol{\Delta E_c=\Delta E_p}$$

Ejemplo: Por una rampa de 30º de inclinación se deja caer un paquete de 0,6kg. Al final de la rampa hay un muelle de k=1100N/m. Calcula cuánto se ha comprimido el muelle cuando:

a) No hay rozamiento *b) Exite un rozamiento de* $\mu_d=0{,}30$



El rozamiento es una fuerza no conservativa por tanto debemos aplicar el principio generalizado de la energía $\Delta E_m=W_{ncons}$

a) En el caso de que no haya rozamiento podemos decir que $W_{ncons}=0$ *, por tanto:*

$$\Delta E_m=0\Rightarrow E_{cf}+E_{pf}=E_{ci}+E_{pi}$$

Ponemos las expresiones para cada energía:

$\frac{1}{2}m\cdot v_f^2+mgh_f+\frac{1}{2}k\Delta x^2=\frac{1}{2}m\cdot v_i^2+mgh_i$ *hemos tenido en cuenta que al principio no está el muelle y al final si, por tanto su energía potencial al principio no existe. Podemos observar, además, que el objeto se deja caer* $v_i=0$ *y pretendemos que se pare con el muelle* $v_f=0$ *. Por otro lado cuando llega la final de la rampa la altura del paquete es* $h_f=0$ *, así pues nuestro balance energético se simplifica mucho:*

$\frac{1}{2}k\Delta x^2=mgh_i$ *despejando el alargamiento del muelle* $\Delta x=\sqrt{\frac{2mgh_i}{k}}$ *qué es* $\boxed{\Delta x=0{,}21\,m}$.

b) En el caso de que si existe rozamiento $W_{ncons}\neq 0$ *, por tanto utilizando el principio generalizado de la energía:*

$\Delta E_m=W_{ncons}$ *La única fuerza no conservativa que actúa es el rozamiento así pues:*
$w_{ncons}=W_{roz}=F_{roz}\cdot\Delta r\cdot\cos\alpha$ *Por otro lado recordamos que* $F_{roz}=\mu\cdot N$.

Para ver el valor de la fuerza normal debemos de recordar el análisis de fuerza de un plano inclinado qué quedaba $N=mgcos\phi$ *. Sustituyendo en el* W_{ncons}

$$W_{ncons}=\mu\cdot mgcos\phi\cdot\Delta r\cdot\cos\alpha$$

Donde ϕ *es el ángulo del plano inclinado y* α *el que forma la fuerza de rozamiento con el desplazamiento. Volviendo al balance energético:*

$$\Delta E_m=W_{ncons}\Rightarrow E_{cf}+E_{pf}-(E_{ci}+E_{pi})=W_{ncons}$$
$$\frac{1}{2}m\cdot v_f^2+mgh_f+\frac{1}{2}k\Delta x^2-\left(\frac{1}{2}m\cdot v_i^2+mgh_i\right)=W_{cons}$$
$$\frac{1}{2}k\Delta x^2-mgh_i=\mu\, mg\cos\phi\,\Delta r\cos\alpha$$
$$\frac{1}{2}k\Delta x^2=mghi+\mu\, mg\cos\phi\,\Delta r\cos\alpha$$
$$\Delta x=\sqrt{\frac{2\cdot mg\cdot(h_i+\mu\cos\phi\,\Delta r\cos\alpha)}{k}}$$

El desplazamiento será $sen\phi=\frac{h_i}{\Delta r}$ *por tanto* $\Delta r=\frac{h_i}{sen\phi}$ *así pues:*

$\Delta x=\sqrt{\frac{2\cdot mg\cdot\left(h_i+\mu\cos\phi\frac{h_i}{sen\phi}\cos\alpha\right)}{k}}\Rightarrow\Delta x=\sqrt{\frac{2\cdot mgh_{i\cdot}\left(1+\mu\frac{\cos\alpha}{\tan\phi}\right)}{k}}$ *El ángulo que forma el desplazamiento con la fuerza de rozamiento es* $\alpha=180^o$ *así pues, sustituimos los datos:*

$\Delta x=\sqrt{\frac{2\cdot 0{,}6\cdot 9{,}8\cdot 4\cdot(1-0{,}3/\tan 30)}{1100}}$ *quedando* $\boxed{\Delta x=0{,}14\,m}$

6. RENDIMIENTO ENERGÉTICO.

El rendimiento en cualquier faceta nos expresa la relación entre lo que producimos y lo que gastamos.

El **rendimiento energético** nos expresa la relación entre el trabajo que produce un sistema y la energía que necesita para producirlo.

$\boxed{\eta=\frac{W}{E}\cdot 100}$ Se expresa en % y su máximo valor será 100. No tiene unidades.

También se puede expresar como el cociente entre la potencia consumida y la potencia realizada:

$$\eta = \frac{\frac{W}{t}}{\frac{E}{t}} \cdot 100 \Longrightarrow \boxed{\eta = \frac{Pot_{rea}}{Pot_{cons}} \cdot 100}$$

Ejemplos: Nuestro cuerpo humando por cada 100J que consume de energía media ante alimentos sólo es capaz de producir 10J para mover nuestro cuerpo $\Rightarrow \eta=10\,\%=0{,}1$.

Un motor de gasolina tiene un 25%, uno de gasoil un 30% y uno eléctrico un 80%.

7. POTENCIA.

Cuando estamos ante una máquina o dispositivo que usamos para darnos energía o para realizar algún tipo de trabajo nos interesa lo rápido que puede realizar ese trabajo o proporcionarnos esa energía. Para medir esto se ideo una nueva magnitud: la **potencia.**

“La potencia es la relación entre el trabajo realizad y el tiempo empleado para realizarlo”.

$\boxed{Pot=\frac{W}{t}}$ *Su unidad en el S.I, es el watio o vatio 1W = 1J / 1s.*

Otras unidades que se utilizan son:

- Kilowatio kW = 10^3 W.

- Caballo de vapor → 1CV = 735W.

No debemos confundir con la unidad que utilizan las compañías eléctricas, kWh, kilowatio hora que es una unidad de energía:

$$1\,kWh=10^3\,W\cdot 3600\,s=10^3\,\frac{J}{s}\cdot 3600\,s=3{,}6\cdot 10^6\,J$$

8. TEMPERATURA Y ENERGÍA INTERNA.

8.1 Temperatura.

La **temperatura** es una propiedad de los cuerpos y que se puede medir, es decir, es una magnitud física. Mide el nivel térmico que tiene un cuerpo.

Su unidad en el SI es el Kelvin. (K).

A menudo usamos el grado Celsius, que es el que usan la mayoría de los termómetros comerciales.

$$T(K)=T(ºC)+273$$

Otra unidad usada en los países anglosajones es el grado Inherente, para convertirlas se usa:

$$T(ºC)=\frac{T(ºF)-32}{1{,}8}$$ y por otro lado $$T(ºF)=1{,}8\cdot T(ºC)+32$$

8.2 Energía interna.

Todos los cuerpos por poseer una cierta temperatura poseen una **energía interna.**

- Esta energía interna no sólo depende de la temperatura, también de la masa que posea el cuerpo.

- La energía interna es además la responsable que los cuerpos que se ponen en contacto adquieran la misma temperatura, esto lo hacen gracias a una transferencia de calor que surge por sus diferencias de energía internas.

9. CALOR.

El **calor (Q)** se define como la cantidad de energía que se transfiere de un cuerpo de más temperatura a otro de menor de temperatura al ponerlos en contacto,es decir, el calor es energía en tránsito.

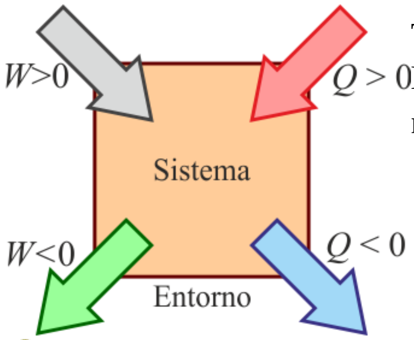
Hay que resaltar que un cuerpo tiene una cierta temperatura por tanto una cierta energía interna pero NO posee calor. Los cuerpos transfieren calor y debido a ello ganan o pierde energía y como consecuencia aumentan o disminuyen su temperatura.

La **unidad** del calor en el SI será el Julio, ya que es una energía en tránsito. Es decir, podemos usar las mismas unidades que para la Energía.

9.1 Criterio de signos termodinámico.

Llamamos **termodinámica** a la rama de la física que estudia el intercambio de calor entre los sistemas.

Para reglar estas transferencias se establece un **criterio de signos** que denominamos criterio de signos termodinámico:



También se le conoce como criterio egoísta, ya que todo lo que llega al sistema lo consideramos positivo y lo que sale del sistema negativo.

9.2 Termómetros.

El funcionamiento de los termómetros se basa en la propiedad de los cuerpos para transferir energía por contacto, el calor.

Cuando colocamos un termómetro sobre un objeto si este está caliente el objeto transfiere calor al termómetro este se expandirá y alcanzará la misma temperatura que el objeto, gracias a la energía que ha absorbido.

Sin embargo si el cuerpo está frío, el termómetro transfiere calor al objeto en contacto por lo que se contrae y baja la temperatura.

9.3 Calor específico.

Definimos el **calor específico (c_e)** de una sustancia como la cantidad de calor que hemos de de suministrar para que aumente un grado la temperatura de un kilogramo de dicha sustancia. Su unidad en el SI es el $\frac{J}{mol \cdot K}$.

Esto se puede ver reflejado en la **ecuación fundamental de la calorimetría:**

$$\boxed{Q = m \cdot c_e \cdot (T_f - T_0) = m \cdot c_{e \cdot} \Delta T}$$

El calor específico se descubrió a partir de experiencias de laboratorio. Imaginemos una experiencia de laboratorio en el que se toman 100g de aceite, 100g de agua y 200g de agua, todos a la misma temperatura. Después se calentaron con mecheros iguales y se observó la temperatura adquirida por cada sustancia a intervalos de tiempos iguales. Se observó:

- La cantidad de calor que había que aplicar a una sustancia para conseguir en ella un aumento de temperatura depende de su masa y naturaleza.

- Masas iguales de sustancias diferentes necesitan más calor para alcanzar una misma temperatura.

<u>Ejemplo:</u> Calcular el calor que transfiere al entorno un bloque(100g) de hielo cuando pasa a temperatura ambiente (25ºC). El calor específico del agua es $74{,}53 \frac{J}{mol \cdot K}$

El hielo está a 0ºc → $T_0 = 0\,ºC = 273\,K$ *y la temperatura ambiente* $T_f = 25\,ºC = 298\,K$

Como disponemos de 100g de agua debemos de pasarlo a moles: $100\,g\ H_2O \cdot \frac{1\,mol}{18\,g\ H_2O} = 5{,}56\,mol\ H_2O$

El calor transferido será:

$$Q = m \cdot c_{e \cdot} \Delta T = 5{,}56 \cdot 74{,}53 \cdot (298 - 273) = 10359{,}67\,J$$

9.4 EQUILIBRIO TÉRMICO.

Cuando se ponen en contacto dos cuerpos a distintas temperaturas ambos llegarán a una temperatura intermedia que depende de la masa de cada uno de los cuerpos, y de su calor específico.

Esto ocurre por conservación de la energía, ya que el calor que cede el cuepo caliente debe absorberlo el cuerpo frío:

$\boxed{Q_{ced} + Q_{abs} = 0} \Longrightarrow Q_{ced} = -Q_{abs}$

Ejemplo: en un recipiente se vierten 500g de agua a 70ºC, si se añaden 200g de agua a 3ºC ¿Cuál es la temperatura final de la mezcla?

Si hay equilibrio térmico $Q_{ced} + Qabs = 0$

Sabemos que $Q = m \cdot c_e \cdot (T_f - T_0)$

Por tanto:

$500 \cdot c_e(T - 70) + 200 \cdot c_e(T - 3) = 0$

$500 \cdot (T - 70) = 200 \cdot (3 - T)$

$500T - 35000 = 600 - 200T \rightarrow 700T = 35600 \rightarrow T = 50,85^oC$

9.5 CALOR LATENTE.

El calor latente es la cantidad de energía que necesita una sustancia para realizar un cambio de estado.

Esta energía la sustancia la invierte en el cambio de fase y no aumente su temperatura.

Así pues es el calor producido en un cambio de fase podemos calcularlo:

$\boxed{Q_L = m \cdot L}$

El calor latente "L" depende de la sustancia.

Ejemplo: Tenemos 100g de hielo a -10ºC que y lo llevamos hasta la temperatura ambiente de 20ºC ¿Cuál es calor total necesario del proceso?

El hielo sube de -10ºC a 0ºC → Hielo 0ºC a Agua 0ºC (Cambio de fase) → Agua a 0ºC sube a 20ºC

Así pues el calor total necesario será:

$Q = m \cdot \cdot c_e^{hielo}(0 - (-10)) + m \cdot L_f + m \cdot \cdot c_e^{agua}(20 - 0)$

Teniendo en cuenta que $c_e^{hielo} = 2,09\frac{J}{g \cdot {}^oC}$, $c_e^{agua} = 4,182\frac{J}{g \cdot {}^oC}$, $L_f = 333J/g$

$Q = 100 \cdot 2,09 \cdot 10 + 100 \cdot 333 + 100 \cdot 4,182 \cdot 20 \rightarrow \boxed{Q = 43754J}$

10. Ejercicios.

1. ¿Qué trabajo realiza un hombre para elevar una bolsa de 70 kp a una altura de 2,5 m?
Sol: 1715 J

2. Un proyectil de 5 kg de masa es lanzado verticalmente hacia arriba con velocidad inicial de 60 m/s, ¿qué energía cinética posee a los 3 s? y ¿qué energía potencial al alcanzar la altura máxima?.
Sol: 2340,9 J y 9000 J

3. Un carrito de 10 kg de masa se mueve con una velocidad de 3 m/s, calcula:
a) La energía cinética.
b) La altura que alcanzará cuando suba por una rampa sin rozamiento.
Sol: a) 45 J b) 0,46 m

4. Un cuerpo de 50 N de peso se halla en el punto más alto de un plano inclinado de 20 m de largo y 8 m de alto sin rozamiento. Determina:
a) La energía potencial en esa posición.
b) La energía cinética si cae al pie de esa altura.
c) La energía cinética si cae al pie deslizándose por la pendiente.
Sol: 400 J en todos los casos

5. Un proyectil de 0,03 N de peso atraviesa una pared de 20 cm de espesor, si llega a ella con una velocidad de 600 m/s y reaparece por el otro lado con una velocidad de 400 m/s, ¿cuál es la resistencia que ofreció el muro?.
Sol: 1530,6 N

6. Un vagón de 95000 kg de masa que desarrolla una velocidad de 40 m/s, aplica los frenos y recorre 6,4km antes de detenerse. ¿Cuál es la resistencia ejercida por los frenos?.
Sol: 11875 N

7. En la cima de una montaña rusa, un coche y sus ocupantes cuya masa total es 1000 kg, están a una altura de 40 metros sobre el suelo y llevan una velocidad de 5 m/s. ¿Qué velocidad llevará el coche cuando llegue a la cima siguiente, que está a una altura de 20 metros sobre el suelo?
Sol: 20,42 m/s

8. Una grúa levanta 2000 kg a 15 m del suelo en 10 s, expresa la potencia empleada en caballos de vapor y en vatios.
Sol: 40 cv y 29400 w

9. Un motor de 120 cv es capaz de levantar un bulto de 2 tm hasta 25 m, ¿cuál es el tiempo empleado?.
Sol: 5,5 s

10. ¿Qué potencia deberá poseer un motor para bombear 500 l de agua por minuto hasta 45 m de altura?.
Sol: 3675 w

11. ¿Cuál será la potencia necesaria para elevar un ascensor de 45000 N hasta 8 m de altura en 30 segundos?.
¿Cuál será la potencia nominal del motor que necesitamos si el rendimiento es de 0,65?.
Sol: a) 12000 w b)18461,5 w

12. Calcular la potencia de una máquina que eleva 20 ladrillos de 500 g cada uno a una altura de 2 m en 1 minuto. Sol: 3,27 w

13. Una persona sube una montaña hasta 2000 m de altura, ¿cuál será su energía potencial si pesa 750 N?
Sol: 1500000 J

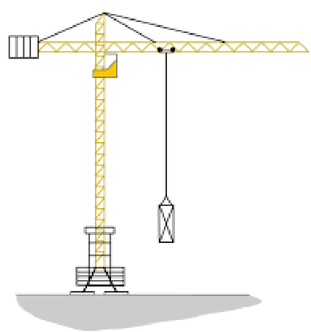
14. Se dispara verticalmente y hacia arriba un proyectil de 500 gramos con velocidad de 40 m/s. Calcula:
a)La altura máxima que alcanza.
b)La energía mecánica en el punto más alto.
c)Su velocidad cuando está a altura 30 metros.
Sol: a) 81,63 m b) 400 J c) 31,81 m/s

15. En una central hidroeléctrica de 40 metros de desnivel y un caudal de 30 m^3 /s, se obtiene una potencia de 11000 C.V. Calcula el rendimiento de la central. (Rend=Pot real/Pot teórica)
Sol: Rend=0,6875

16. Un cuerpo de 5 kg de masa cae libremente. Cuando se encuentra en el punto A, a 7 m del suelo posee una velocidad v_A = 6 m/s. Determina su energía cinética y potencial cuando se encuentre en B a 3 m de altura. **S.** E_p = 147 J E_C = 286,22 J

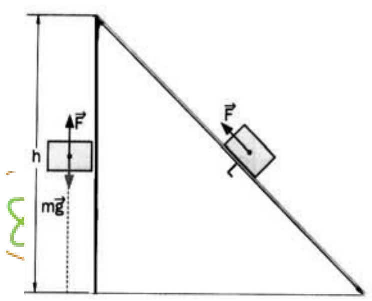
17. El motor de una excavadora tiene una potencia de 250 CV. ¿Cuál es su potencia en vatios y en kilovatios? (1 CV = 735 W)¿Qué trabajo puede realizar en una hora de funcionamiento?**S.** 183750 W; 183,75 kW; $6{,}6.10^8$ J

18. Se sube una caja de 100 kg a una altura de 120 cm del suelo (a un camión). Indica qué trabajo se realiza al subirla directamente o al subirla mediante una tabla de 3 m de longitud. ¿En qué caso se realiza más fuerza? **S.** 1176 J; al subirla directamente.



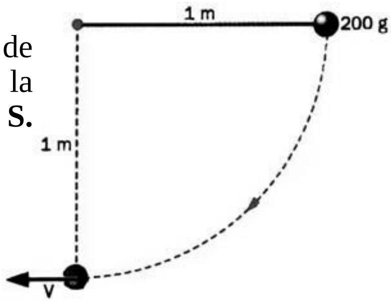
19. Una grúa eleva una carga de 500 kg desde el suelo hasta una altura de 15 metros en 10 segundos. Halla la potencia desarrollada por la grúa en kW y en CV. **S.** 7,35 kW ; 10 CV

20. Una máquina consume una energía de 1000 J para realizar un trabajo útil de 650 J. Calcula su rendimiento. **S.** 65 %



21. Para subir un cuerpo de 10 kg una altura de 2 m mediante un plano inclinado de 5 m de longitud, se necesita aplicar una fuerza constante de 50 N paralela al plano. Calcula el rendimiento. **S.** 78,4 %

22. Un motor que lleva la indicación 1,5 kW eleva un peso de 200 kg a una altura de 7 m en 12 s . ¿Cuál ha sido el rendimiento? ¿Qué energía se ha disipado como calor? **S.** R(%) = 76 % $E_{disipada}$= 4280 J



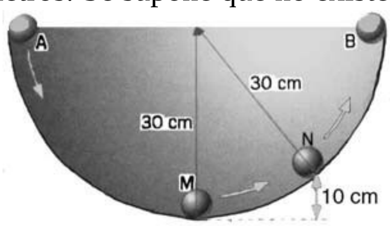
23. Un péndulo de 1 metro de longitud y 200 gramos de masa se deja caer desde una posición horizontal. Halla la velocidad que lleva en el punto más bajo de su recorrido. **S.** 4,43 m/s

24. Un automóvil de 1 000 kg de masa circula por una carretera horizontal con una velocidad constante de 72 km/h; el motor aplica sobre él una fuerza de 200 N en la dirección y sentido de su movimiento a lo largo de 500 metros. a) ¿Cuál es la energía cinética inicial del vehículo? **S.** 2.10^5 J

b) ¿Qué trabajo ha realizado el motor sobre el automóvil? ¿Cuál será la energía cinética final suponiendo que no hay rozamiento? **S.** 10^5 J ; 3.10^5 J

c) ¿Cuál es la velocidad final del automóvil? **S.** 88,2 km/h

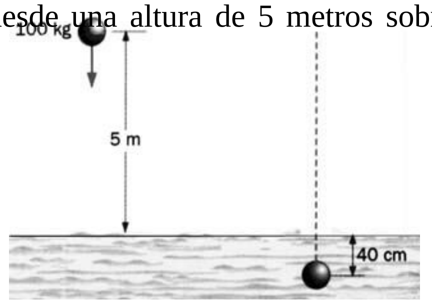
25. Una pequeña esfera de 100 gramos de masa se deja caer desde el punto A por el interior de una semiesfera hueca como se indica en la figura. El radio de la semiesfera es de 30 centímetros. Se supone que no existen rozamientos.



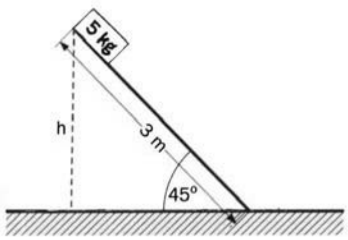
a) Calcula la energía potencial de la esfera en el punto A. **S.** 0,294 J

b) ¿Qué tipo de energías tiene en M y cuáles son sus valores? ¿Y en N? ¿Y en B?**S.**Ec_M=0,294 J; Ec_N= 0,196 J; Ep_N=0,098 J; Ep_B= 0,294 J

26. Una esfera metálica de 100 kg de masa se deja caer desde una altura de 5 metros sobre un suelo arenoso. La esfera penetra 40 cm en el suelo.
Halla la fuerza de resistencia ejercida por el suelo.
S. 12250 N



27. Un cuerpo de 5kg se deja caer desde el punto más alto de un plano de 3 metros de longitud inclinado 45^0. Calcula:



a) La variación de energía potencial del cuerpo al llegar al punto más bajo del plano.**S.** -103,9 J
b) La energía cinética en ese momento.**S.**103,9 J
c) El trabajo realizado sobre el cuerpo.**S.** 103,9 J
d) La velocidad del cuerpo al final del plano.**S.** 6,45 m/s
e) La velocidad con que hubiera llegado si hubiera caído libremente desde la misma altura.**S.** 6,45 m/s

28. Una bomba de 1,5 kW de potencia extrae agua de un pozo de 20 metros de profundidad a razón de 300 litros por minuto. Calcula:

a) El trabajo necesario para elevar cada litro de agua. **S. 980** J
b) El trabajo realizado cada minuto. **S.** 58800 J
c) La potencia desarrollada por la bomba. **S.** 980 W
d) El rendimiento de la bomba. **S.** 65,3 %

29.¿Cuál será la temperatura final de equilibrio cuando 10 g de leche a 10°C se agregan a 60 g de café a 90°C ?. Suponga que las capacidades caloríficas de los líquidos son iguales a la del agua y desprecie la capacidad calorífica del recipiente. Datos: $c_e^{Cu} = 0,385 \frac{J}{g^o C}$, $c_e^{H_2O} = 4,182 \frac{J}{g^o C}$

Solución: 85,3°C

30. 100 g de Cu de temperatura 100 °C se dejan caer en 80 g de agua a 20 °C en un vaso de vidrio de 100 g de masa. ¿Cuál será la temperatura final de la mezcla si el sistema se considera aislado?.
Solución: T=28,2 °C

31.¿Cuántos julios de calor se necesitan para elevar la temperatura de 3 Kg de aluminio de 20 °C a 50 °C ? Datos: $c_e = 0,0896 \frac{J}{g^o C}$ Solución: Q=80,910KJ

32. Se utilizan 8360 J para calentar 600 g de una sustancia desconocida de 15°C a 40°C. ¿Cuál es el calor específico de la sustancia?.
Solución: Ce=557,3 J/ Kg ºC

33. La madre de una niña le dice que llene la bañera para que tome un baño. La niña so lo abre la llave del agua caliente y se vierten 95 litros de agua a 60°C en la tina. Determine cuantos litros de agua fría a 10°C se necesitan para bajar la temperatura hasta 40°C.
Solución: V=63,3 L

34.Se tienen 150 g de hielo a –15°C. Determinar la cantidad de calor necesaria para transformarlos en vapor a 120°C. Datos: $c_e^{H_2O} = 4,182 \frac{J}{g^o C}$ .Solución: Q=468,42KJ

35.Un recipiente de cobre cuya masa es de 0,2 Kg contiene una mezcla compuesta de 0,5 Kg de agua y 0,5 Kg de hielo en equilibrio. Si se añade 1 Kg de agua hirviendo. ¿Cuál es su temperatura final? Dato: $c_e = 4,182 \frac{J}{g^o C}$ Solución: T=29,82 °C

36.Determinar la masa de agua a 10°C que puede ser elevada a 70°C por una masa de vapor de agua de 600 g a 100°C. Datos: $L_c = 2,257 J/kg, c_e^v = 1920 J/kg, c_e^a = 4180 \frac{J}{Kg \cdot k}$. Solución: m=0,15 Kg

37.En 250 g de agua a 50 ° C introducimos un trozo de hielo de 2,5 g a la temperatura de –10° C. Hallar la temperatura final del agua.
Solución: T=48,66ºC