

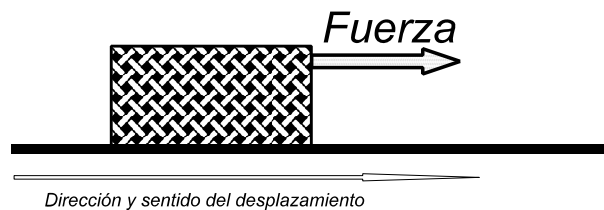
TRABAJO Y POTENCIA. LA ENERGÍA

1 - CONCEPTO DE TRABAJO

Generalmente suele asociarse la idea del trabajo con la del esfuerzo. En ciertos casos es verdad, como cuando una persona arrastra un objeto, pero en otros casos, como por ejemplo cuando se está de pie, nos cansamos pero no realizamos trabajo.

Para que exista trabajo, es necesario que como consecuencia de la aplicación de una fuerza a un cuerpo **éste se desplace**. El trabajo, por tanto, queda determinado por estos dos factores: **la fuerza aplicada** y **el espacio recorrido** por el cuerpo sobre el que se aplica la fuerza.

Puesto que todo cuerpo tiende a moverse en la dirección de la fuerza aplicada, si dicha fuerza y el desplazamiento del cuerpo no tienen la misma dirección, parte de la fuerza se "perderá" en vencer la resistencia del cuerpo para seguir esa dirección, por lo que se debe de considerar siempre **la fuerza que efectivamente desplaza al cuerpo**, es decir, **la fuerza que actúa en la misma dirección del desplazamiento**.



En todos los casos, por tanto, hemos de considerar solo la parte de la fuerza que efectivamente desplaza al cuerpo, es decir, la componente de la fuerza en la dirección del desplazamiento. En este curso solamente veremos aquellos casos en los que la fuerza aplicada y el desplazamiento del cuerpo tienen la misma dirección.

Desde el punto de vista de la Física, el **TRABAJO** es *una magnitud escalar definida por el producto de la fuerza efectiva por el espacio recorrido por su punto de aplicación*.

$$T = F \cdot s$$

Trabajo = Fuerza x Espacio recorrido en la dirección de la fuerza

Cuando la fuerza y el espacio recorrido tienen la misma dirección, el trabajo tiene su valor máximo, y cuando la dirección de la fuerza es perpendicular a la dirección del espacio recorrido, el trabajo es cero. En este curso no vamos a considerar los casos en los que las direcciones de la fuerza y del desplazamiento forman otros ángulos.

UNIDADES DE TRABAJO

La unidad de trabajo del Sistema Internacional es el **JULIO**, el cual se define como *el trabajo que realiza una fuerza de 1 Newton cuando origina un desplazamiento de 1 m en su misma dirección*.

$$1 \text{ Julio} = 1 \text{ Newton} \cdot 1 \text{ metro}$$

EJEMPLO:

Se arrastra un cuerpo de 5 Kg, que está inicialmente en reposo, por una superficie horizontal tirando de él con una fuerza constante de 2 N también horizontal. Calcular la aceleración que le comunica, el espacio que recorrerá en 10 segundos así como el trabajo realizado en ese tiempo

En este caso, tanto la fuerza como la superficie por la que se desplaza el objeto son horizontales, es decir, ambos: fuerza y espacio recorrido son de la misma dirección.

Para calcular la aceleración, le aplicamos la ecuación fundamental de la dinámica:

$$F = m \cdot a \implies 2 \text{ N} = 5 \text{ Kg} \cdot a ; a = 0,4 \text{ m/s}^2$$

Hemos de calcular ahora el espacio recorrido en los 10 segundos que dura el movimiento, para lo cual hemos de utilizar la ecuación general del espacio:

$$s = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \implies s = 0.10 \text{ s} + \frac{1}{2} \cdot 0,4 \text{ m/s}^2 \cdot (10 \text{ s})^2$$

$$s = 20 \text{ metros}$$

Tenemos ya por tanto la fuerza que origina el movimiento (2 N) así como el espacio recorrido por el objeto (100 m). Por tanto, el trabajo realizado por esa fuerza será:

$$T = F \cdot s \implies T = 2 \text{ N} \cdot 20 \text{ m} = 40 \text{ Julios}$$

2 - CONCEPTO DE POTENCIA

Si nos plantean un problema para calcular el trabajo realizado por dos obreros que suben un saco de 50 Kg a una altura de 5 metros, de tal manera que uno de ellos lo hace en un minuto pero el otro emplea cinco minutos, evidentemente el trabajo realizado por ambos es el mismo ya que realizan una fuerza igual al peso del saco (50 Kg de masa, que pesan 500 Newton) durante una distancia de 5 metros, por lo que el trabajo realizado por ambos será: $T = 500 \text{ N} \cdot 5 \text{ m} = 2500 \text{ Julios}$.

Hasta ahora no habíamos tenido en cuenta para nada el tiempo que se emplea en realizar ese trabajo, aspecto éste que es de gran importancia, pues resulta mucho más eficaz aquel que lo realiza en menos tiempo. Por ello, se hace necesario definir una nueva magnitud física que nos relacione el trabajo realizado con el tiempo empleado en realizarlo: **la POTENCIA**

La **POTENCIA** se define como *la relación que existe entre el trabajo realizado y el tiempo invertido en realizarlo*. Equivale al trabajo realizado en la unidad de tiempo.

$$W = \frac{T}{t} \quad \text{Potencia} = \frac{\text{Trabajo realizado}}{\text{Tiempo empleado en realizarlo}}$$

UNIDADES DE POTENCIA

La unidad de potencia del Sistema Internacional es el **WATIO**, el cual se define como *la potencia que tiene una máquina que realiza un trabajo de 1 Julio en un tiempo de 1 segundo*

$$1 \text{ Watio} = \frac{1 \text{ julio}}{1 \text{ segundo}}$$

OTRAS UNIDADES: EL KILOWATIO-HORA Y EL CABALLO DE VAPOR

Existen además otras unidades de las que se habla con una cierta frecuencia y que no pertenecen al Sistema Internacional.

El **CABALLO DE VAPOR** es una unidad de potencia que equivale a 736 watios.

El **KILOWATIO-HORA** es una unidad de TRABAJO que equivale al trabajo desarrollado por una máquina cuya potencia sea de 1 Kilowatio (1000 watios) que funcione durante una hora (3600 s). Así, la equivalencia con la unidad de trabajo del Sistema Internacional será:

$$T = 1000 \text{ watios} \cdot 3600 \text{ s} = 1000 \text{ J/s} \cdot 3600 \text{ s} = 3.600.000 \text{ J}$$

EJEMPLO:

Una grúa levanta una viga de hormigón de 1000 Kg con movimiento uniforme a una altura de 18 m en un cuarto de minuto. ¿Qué trabajo realiza, expresado en julios y Kw.h? ¿Cuanto vale la potencia del motor que la acciona? Expresa el resultado en Watios y Caballos de Vapor

Para elevar dicha viga con movimiento uniforme, el motor de la grúa debe ejercer una fuerza igual al peso de la misma, que es:

$$P = m \cdot g ; P = 1000 \text{ Kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 10.000 \text{ Newton}$$

y esta fuerza actuará durante todo el trayecto en que se mueve la viga: los 18 m a que se eleva. Así, el trabajo realizado será:

$$T = F \cdot s ; T = 10000 \text{ N} \cdot 18 \text{ m} = 180.000 \text{ Julios}$$

cantidad que expresada en Kw.h será: $T = \frac{180.000 \text{ julios}}{3600000 \frac{\text{julios}}{\text{Kw.h}}} = 0,05 \text{ Kw.h}$

cálculo que podemos realizar también así:

$$180000 \text{ julios} = 180000 \cdot \left(\frac{1}{3600000} \text{ Kw.h} \right) = 0,05 \text{ Kw.h}$$

Para determinar la potencia del motor hemos de tener en cuenta que todo el trabajo se realiza el un cuarto de minuto, que son 15 segundos, y así:

$$W = \frac{\text{Trabajo}}{\text{tiempo}} = \frac{180000 \text{ Julios}}{15 \text{ segundos}} = 12000 \text{ watios}, \text{ cantidad ésta que, expresada en Caballos de vapor,}$$

será: $W = \frac{12000 \text{ watios}}{736 \frac{\text{watios}}{\text{caballo de vapor}}} = 16,30 \text{ caballos de vapor}$

cálculo éste que podemos realizar también de la siguiente manera:

$$12000 \text{ watios} = 12000 \cdot \left(\frac{1}{736} \text{ caballos de vapor} \right) = 16,30 \text{ caballos de vapor}$$

PROBLEMAS SOBRE TRABAJO Y POTENCIA

- 1 - ¿Qué trabajo realiza un caballo que arrastra un carro a 5 Km de distancia si la fuerza media que realiza el caballo en ese trayecto es de 500 Newtons?
- 2 - Para subir 20 sacos de 50 Kg a un camión cuya caja tiene una altura de 1,2 m, un obrero tarda veinte minutos. ¿Qué trabajo ha realizado? ¿Qué potencia habrá desarrollado?
- 3 - ¿Por qué se suelen utilizar planos inclinados para elevar objetos en lugar de subirlos verticalmente?
- 4 - ¿Qué trabajo desarrolla una persona de 80 Kg cuando sube por una escalera hasta una altura de 20 m? ¿Realizará el mismo trabajo si recorre esos 20 m por un camino horizontal?
- 5 - Sobre un cuerpo de 5 Kg que se encuentra en reposo sobre una superficie horizontal se aplica una fuerza constante, también horizontal, de 25 Newton. Calcular la aceleración que le comunica. ¿Qué velocidad tendrá ese cuerpo a los 15 s? ¿Qué espacio habrá recorrido en ese tiempo? ¿Cual será el trabajo que habrá realizado?
- 6 - Un coche de 700 Kg circula a 108 Km/h cuando frena y se para en 20 s. Determinar la aceleración del frenado, si se supone constante, ¿Cual es la fuerza de frenado? ¿Qué trabajo se ha realizado?
- 7 - Se aplica una fuerza constante y horizontal de 10 Newton sobre un cuerpo de 2 Kg que se encuentra en reposo sobre una superficie también horizontal. Calcular la aceleración que le comunica. ¿Qué velocidad tendrá ese cuerpo a los 15 s? ¿Qué espacio habrá recorrido en ese tiempo? ¿Qué trabajo ha realizado esa fuerza?
- 8 - Un aeroplano de 4000 Kg realiza un recorrido de 600 m para despegar de un aeródromo. Si parte del reposo y se mueve con una aceleración constante de 30 m/s², ¿Cuanto tardará en despegar? ¿Con qué velocidad lo hace? ¿Qué fuerza ejercerá el motor, supuesta constante? ¿Qué trabajo realiza hasta despegar? ¿Cual será su potencia?.
- 9 - Una grúa levanta un cuerpo de 1000 Kg hasta una altura de 15 m en quince segundos con movimiento uniforme. ¿Qué trabajo realiza el motor? ¿Cual es su potencia en Caballos de vapor?
- 10 - Un motor de 10 CV de potencia eleva agua hasta una altura de 15 m. ¿Cuanto tiempo tardará en llenar un depósito de 1000 litros de capacidad? ¿Qué trabajo ha realizado?
- 11 - ¿Qué potencia, medida en CV, desarrolla un motor que realiza un trabajo de 10⁶ julios en una hora?
- 12 - Un ciclista de 65 Kg lleva una bicicleta de 12 Kg y asciende con velocidad constante por una cuesta de 10 Km de larga hasta la cima de un puerto que se encuentra a 1500 m por encima del punto de partida empleando un

tiempo de veinte minutos. ¿Qué trabajo ha efectuado? ¿Cuál ha sido la potencia que ha desarrollado? ¿Cuál ha sido su velocidad media?

- 13 - Las cataratas Victoria, en el río Zambeze de África, tienen una altura de 107 m y por ellas caen aproximadamente 100.000 litros de agua por segundo. Si toda esta agua pudiese ser utilizada para mover las turbinas de una central hidroeléctrica, ¿Qué trabajo se podría desarrollar en un segundo? ¿Cuál sería la potencia de dichas cataratas?
- 14 - Para abastecer una ciudad como Astorga, es necesario elevar diariamente hasta los depósitos 2200 m³ de agua desde el río, cuyo nivel se encuentra 50 m por debajo del lugar en el que se encuentra el depósito. ¿Qué trabajo se consumirá al cabo de un año? Expresarlo en Julios y Kw.h
- 15 - El agua a la que se refiere el ejercicio anterior se eleva por medio de bombas que tienen un rendimiento del 75% (de cada 100 Julios de trabajo que realizan solamente se aprovechan 75 para elevar el agua) y funcionan una media de 10 horas diarias.
Determinar: a) Trabajo real realizado. b) Potencia de dichas bombas. c) Coste de la elevación del agua si esas bombas son eléctricas y el Kw.h vale a 0,04 Euros
- 16 - Un pequeño móvil está dotado de un motor de 500 vatios. Si se pone en marcha y durante 1 minuto recorre 100 m, calcular la fuerza que ejerce dicho motor, supuesta constante, así como el trabajo que ha realizado. ¿Cuál es la potencia de dicho motor?
- 17 - Tenemos un pozo que tiene el agua a 30 m de profundidad. ¿Qué cantidad de agua podremos sacar en 10 minutos con cada una de las bombas siguientes: a) 20 Kw ; b) 10 Kw ; c) 5 Kw.
- 18 - Calcular el trabajo que desarrolla un motor de medio caballo trabajando durante una hora. Expresa la respuesta en todas las unidades de trabajo que conozcas.
- 19 - ¿Qué potencia teórica ha de tener una bomba para llenar un depósito de agua de 100 m³ que se encuentra a 25 m de altura si necesita cinco horas para llenarlo?
- 20 - ¿Cuál debería ser la potencia de la bomba del ejercicio anterior si el rendimiento de la misma es del 70%? Expresa la respuesta en Caballos de Vapor y en unidades del Sistema Internacional.
- 21 - Para elevar un cuerpo se emplea una grúa cuyo motor tiene una potencia de medio Caballo de Vapor, el cual consigue subirlo con una aceleración de 3 m/s². Determine el peso de dicho cuerpo en unidades del sistema internacional.
- 22 - Una grúa levanta un cuerpo de 1200 Kg, inicialmente en reposo, hasta una altura de 15 m en 10 segundos. Calcule el trabajo realizado por el motor de dicha grúa así como su potencia en los siguientes casos:
a) Cuando el objeto sube con movimiento uniforme.
b) Cuando sube con movimiento uniformemente acelerado.
- 23 - El programa de un lavavajillas dura 50 minutos. Si la potencia del aparato es de 3000 vatios y el Kw.h vale 0,06 Euros, ¿Cuanto costará cada "fregado"?
- 24 - ¿Qué trabajo útil, realiza una máquina que realiza un trabajo equivalente a 1000 Julios, sabiendo que su rendimiento es del 60%?
- 25 - Calcula la potencia que ha de tener el motor de unas escaleras mecánicas de unos grandes almacenes para que sea capaz de elevar a 60 personas por minuto hasta una altura de 5 metros, si se supone que la masa media de una persona es de 70 Kg.

EJEMPLOS DE POTENCIAS CONOCIDAS

Corazón de un hombre	1,3 W	Motor de un automóvil	3.000 a 75.000 W
Locomotora	1.000 a 10.000 CV	Motor de un reactor	7.000 a 10.000 CV
Motor de barco	100.000 a 200.000 CV	Central eléctrica	hasta 500.000 CV

3 - LA ENERGÍA: SUS TIPOS.

La **ENERGÍA** es la capacidad que tiene un cuerpo para producir trabajo.
Se mide por tanto por el trabajo que es capaz de producir, utilizándose las mismas unidades del trabajo.

La unidad del Sistema Internacional es el **JULIO**, que es trabajo que realiza una fuerza de 1 Newton al actuar durante una distancia de 1 metro.

Otra unidad también muy utilizada, sobre todo para medir el calor o energía térmica es la **CALORÍA**, que es la cantidad de calor que hay que suministrar a un gramo de agua para que aumente su temperatura 1°C (desde 14,5°C hasta 15,5°C) unidad ésta que no pertenece a ningún sistema.

La energía se clasifica en diversos tipos, según la propiedad que se considere, así puede ser:

Tipos de energía	{	Energía CINETICA
		Energía POTENCIAL
		Energía TERMICA
		Energía NUCLEAR
		etc

La **ENERGÍA CINÉTICA** es la capacidad que tiene un cuerpo para producir trabajo, en virtud de la velocidad que lleve en ese momento.

La **ENERGÍA POTENCIAL** es la capacidad que tiene un cuerpo para producir trabajo en virtud de la altura a la que se encuentre.

La **ENERGÍA TÉRMICA** es la capacidad que tiene un cuerpo para producir trabajo en virtud de su temperatura.

La **ENERGÍA NUCLEAR** es la capacidad que tiene un cuerpo de producir trabajo en virtud de la inestabilidad de los núcleos de sus átomos.

En general podemos definir tantos tipos de energía como propiedades de los cuerpos cuyas variaciones sean factibles de convertirse en trabajo.

4 - PRINCIPALES FUENTES DE ENERGÍA

5 - PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

Las diferentes formas de energía son transformables unas en otras, de modo que en estas transformaciones se considera imposible el crear o perder energía, es decir, que **en cualquier sistema aislado, la cantidad total de energía permanece siempre constante**.

En este curso, solamente vamos a aplicar este principio de conservación de la energía a las dos clases de energía mecánica; aunque ello supone despreciar otros tipos de energía en los que se convierte parte de la energía que se pierde, y que en la naturaleza siempre existen, como es el caso del calor ya que cualquier movimiento siempre llega a producir un calentamiento y este calor generado el cuerpo caliente lo cede al aire o a otros cuerpos, por lo que produce un intercambio de energía.

Así, si tenemos un cuerpo que se mueve sin rozamiento (y por tanto no hay pérdida de energía debida a esos rozamientos), los únicos intercambios de energía que tienen lugar se dan entre los dos tipos de energía mecánica: **cinética y potencial**.

Por consiguiente, teniendo en cuenta el principio de conservación de la energía, tendremos:

$$E_{total} = E_{cinética} + E_{potencial} = \text{Constante}$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2 + m \cdot g \cdot h_1 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_2^2 + m \cdot g \cdot h_2$$

EJEMPLO:

Desde una ventana situada a 20 m de altura se lanza verticalmente hacia arriba un objeto de 200 g con una

velocidad inicial de 15 m/s. Calcular:

- Altura máxima a la que subirá.
- Altura a la que tendrá una velocidad de 10 m/s.
- Velocidad con la que llegará al suelo.

Altura máxima $V=0$

$E_{t_2} = \frac{1}{2} \cdot (0,2 \cdot 0)^2 + 0,2 \cdot 10 \cdot h_1$

$V=10 \text{ m/s}$

$E_{t_1} = \frac{1}{2} \cdot 0,2 \cdot 10^2 + 0,2 \cdot 10 \cdot h_2$

Punto de partida $h=20 \text{ m}$

$E_{t_0} = \frac{1}{2} \cdot 0,2 \cdot 15^2 + 0,2 \cdot 10 \cdot 20 = 22,5 \text{ Julios}$

Suelo: $h=0 \text{ m}$

$E_{t_3} = \frac{1}{2} \cdot 0,2 \cdot v^2 + 0,2 \cdot 10 \cdot 0$

Y teniendo en cuenta el principio de conservación de la energía, **La energía total en todos los puntos es constante,**

$E_{t_0} = E_{t_1} = E_{t_2} = E_{t_3}$

$$22,5 = \frac{1}{2} \cdot 0,2 \cdot 10^2 + 0,2 \cdot 10 \cdot h_2 \implies h_2 = (22,5 - 10) / 2 \implies h_2 = 6,25 \text{ m}$$

$$22,5 = \frac{1}{2} \cdot 0,2 \cdot 0^2 + 0,2 \cdot 10 \cdot h_1 \implies h_1 = (22,5 - 0) / 2 \implies h_1 = 11,25 \text{ m}$$

$$22,5 = \frac{1}{2} \cdot 0,2 \cdot v^2 + 0,2 \cdot 10 \cdot 0 \implies v = \sqrt{\frac{(22,5 - 0) \cdot 2}{0,2}} ; v = 15 \text{ m/s}$$

PROBLEMAS SOBRE ENERGÍA Y SU CONSERVACIÓN

- ¿Qué energías cinética, potencial y total tiene una paloma de 0,5 Kg cuando se encuentra posada encima de un poste de la luz de 5 m de alto?
- Se lanza verticalmente hacia arriba un proyectil de 100 g con una velocidad inicial de 20 m/s. Aplicando el principio de conservación de la energía, calcular: a) Altura máxima que puede alcanzar; b) Velocidad que llevará cuando se encuentre a 2 m del suelo; c) Altura a la que llevará una velocidad de 10 m/s.
- Para elevar un cuerpo de 50 Kg hasta una altura determinada, una grúa realiza un trabajo de 580 Julios. ¿Qué energía potencial adquiere el cuerpo? ¿Hasta qué altura lo eleva?. Si se deja caer desde allí, ¿Con qué energía cinética llegará al suelo? ¿Con qué velocidad llegará?
- Un automóvil de 1000 Kg se encuentra parado en lo alto de una cuesta de 20 m de altura y 300 de larga, cuando se le rompen los frenos y empieza a deslizarse cuesta abajo. ¿Con qué velocidad llegará a la parte baja de la cuesta? ¿Cuanto tardará en hacerlo? (Supóngase que no hay rozamientos)
- Se lanza verticalmente hacia arriba un cuerpo de 100 g con una velocidad inicial de 20 m/s. ¿A qué altura tendrá una energía potencial de 5 Julios?. ¿Cuales serán su energía cinética y su velocidad en ese momento?
- Calcule el trabajo que tiene que efectuar una fuerza para hacer que un objeto de 500 gramos que lleva una velocidad de 4 m/s la aumente de manera uniforme hasta 36 Km/h.
- Desde la terraza de un edificio de 40 m de altura se lanza verticalmente hacia abajo un objeto de 500 gramos con una velocidad inicial de 2 m/s. Determinar cuanto tiempo tardará en encontrarse a una altura de 20 m. ¿Cuales serán sus energías cinética, potencial y total en ese punto?

- 8** - Para subir un saco de 50 Kg a la caja de un camión de 1,5 m de alta, un obrero emplea un plano inclinado de 4 m de longitud, mientras que otro lo sube verticalmente. ¿Cual de los dos realiza más trabajo? Razonar la contestación.
- 9** - Se lanza verticalmente hacia abajo un objeto con una velocidad de 2,5 m/s desde la terraza de un edificio de 35 m de altura. **a)** ¿Cuanto tardará en llegar al suelo? ¿Con qué velocidad lo hará? **b)** Calcular el tiempo que tardará en encontrarse a una altura de 10 m así como la velocidad que llevará en ese punto.
- 10** - Un coche de 800 Kg circula a 72 Km/h cuando frena y se para. Determinar el trabajo realizado por los frenos para detenerlo.
- 11** - Calcule el trabajo que tiene que efectuar una fuerza para hacer que un objeto de 500 gramos que lleva una velocidad de 4 m/s la aumente de manera uniforme hasta 36 Km/h.
- 12** - Se lanza verticalmente hacia arriba un cuerpo de 100 g con una velocidad inicial de 20 m/s. Determinar la altura a la cual tendrá una energía potencial de 5 Julios. ¿Cual es su velocidad en ese momento?
- 13** - Se lanza verticalmente hacia arriba un objeto de 200 g con una velocidad de 25 m/s. **a)** ¿Cuanto subirá? **b)** Calcular el tiempo que tardará en encontrarse a una altura de 20 m., ¿Cuales serán sus energías cinética, potencial y total en ese punto?
- 14** - Desde una altura de 30 m se lanza verticalmente hacia arriba un proyectil de 50 g con una velocidad de 100 m/s. ¿Cuanto tardará en encontrarse a 50 m de altura? ¿Cual será su velocidad en ese momento? ¿Y sus energías cinética, potencial y total?
- 15** - Un objeto de 5 Kg se deja caer desde una altura de 1200 m ¿Cuanto tardará en llegar al suelo? ¿Con qué velocidad llegará? ¿Cuanto tardará y qué velocidad llevará cuando se encuentre a la mitad de su altura?
- 16** - ¿Hasta qué altura podrá elevarse un cuerpo de 200 g que tenga una velocidad tal que su energía cinética sea 402 Julios, si asciende verticalmente? ¿Y si lo hace con una inclinación de 45°? Razone la respuesta.
- 17** - Se lanza verticalmente hacia arriba un cuerpo de 40 Kg con una energía de 1250 Julios. Calcular: a) ¿Hasta qué altura subirá?. b) ¿A qué altura su velocidad será la cuarta parte de la que tenía al comenzar a subir?
- 18** - Ordene las siguientes partículas en orden creciente de energía cinética:
a) Un electrón que sale de un acelerador de partículas con una velocidad de $20 \cdot 10^6$ m/s. (Masa del electrón : $9,1 \cdot 10^{-31}$ Kg)
b) Un automóvil de 800 Kg que circula a 144 Km/h
c) Un tren de mercancías, cuya masa total es de 3000 Tm, y que circula a 54 Km/h
- 19** - Ordenar según un orden creciente de energía potencial:
a) Un objeto de 120000 Kg, que está en el suelo.
b) Un avión de 400 Tm que vuela a 2000 m de altitud
c) Un satélite artificial de 400 Kg que se encuentra en una órbita a 200 Km de altura sobre la tierra en la que el valor de g es 8 m/s^2
- 20** -- Se lanza verticalmente hacia arriba una bola de 5 Kg con una velocidad inicial de 20 m/s. Sabiendo que llega hasta una altura de 18 m y que $g = 10 \text{ m/s}^2$, Calcular la pérdida de energía debida a la resistencia del aire.

6 - CALOR Y TEMPERATURA. ESCALAS DE TEMPERATURA

Los conceptos de calor y temperatura suelen confundirse en numerosas ocasiones, identificando uno con el otro a pesar de ser diferentes.

El **CALOR** es una forma de energía que se transmite de un cuerpo a otro y cuyas variaciones se manifiestan por cambios en la temperatura o en el estado físico de los cuerpos.

Así, si tenemos dos cuerpos que contiene una cierta cantidad de energía térmica cada uno de ellos, pueden intercambiar entre ellos parte de esa energía térmica, pues bien, el calor es esa "parte de energía térmica" que intercambian ambos cuerpos; es decir, que un cuerpo pierde parte de su energía térmica, la cual se convierte en calor pasando al otro cuerpo, y cuando ha pasado ya a este segundo cuerpo, se vuelve a convertir en energía térmica, lo cual ocasionará en este segundo cuerpo o bien un cambio en su temperatura o un cambio de estado en el mismo.

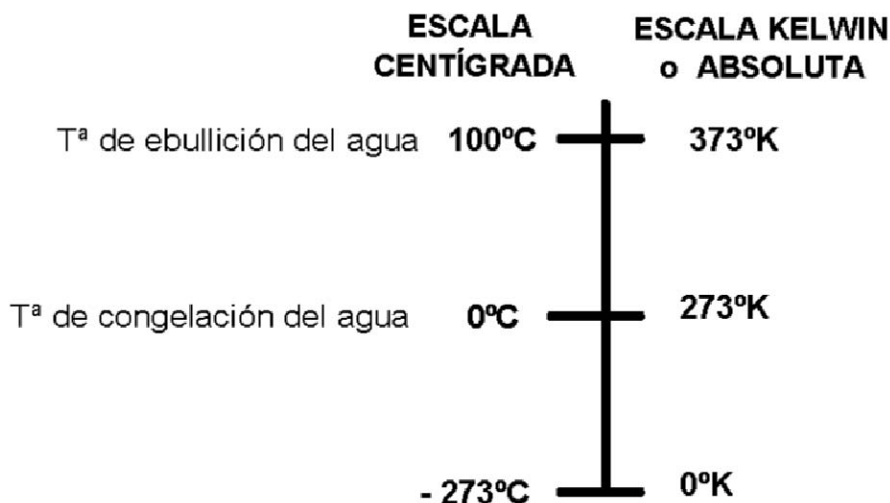
Por tanto, el calor es la energía térmica que pasa de un cuerpo a otro.

La **TEMPERATURA** es una medida del "nivel térmico" del cuerpo.

Si tenemos dos cuerpos cada uno de ellos tendrá una cierta cantidad de energía térmica, al igual que si tenemos dos depósitos de agua, cada uno de ellos contendrá una cantidad de agua que depende de la forma del recipiente y de la altura hasta la que esté lleno (nivel). Pues bien, de forma análoga, la cantidad de energía térmica de cada cuerpo depende de la naturaleza del mismo (aspecto que podemos comparar con la forma del recipiente de agua anterior) y del "nivel de calor o nivel térmico", que es la temperatura y que es comparable al nivel del agua del recipiente con el que lo hemos comparado.

Para medir la temperatura existen varias escalas termométricas o escalas de temperatura, de las que solamente vamos a ver dos: **Escala centígrada y Escala Kelvin o absoluta.**

En ambas se toma como referencia las temperaturas de fusión y ebullición del agua, dividiendo dicho intervalo de temperaturas en CIENTO PARTES, lo cual quiere decir que el "grado centígrado" y el "grado kelvin" son "iguales", por lo que la diferencia entre estas dos escalas de temperatura está en la temperatura a la cual fijan el CERO:



La escala KELVIN o ABSOLUTA sitúa el 0° en el CERO ABSOLUTO de temperatura, que corresponde a la temperatura más baja a la que se puede llegar, y que corresponde a -273°C.

La escala CENTÍGRADA sitúa el 0° en la temperatura de fusión del agua.

Por tanto, la relación que hay entre estas temperaturas viene dada por la diferencia entre los "0°" de ambas escalas:

$$^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$$

Por tanto, si tenemos una temperatura expresada en grados centígrados, debemos sumarle 273 para expresar dicha temperatura en la escala Kelvin, o restárselos si queremos pasar de la escala Kelvin a la centígrada..

Así, por ejemplo: 542°C => °K = 542 + 273 = 815°K

$$193^{\circ}\text{K} \Rightarrow 193^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273 ; ^{\circ}\text{C} = 193 - 273 = - 80^{\circ}\text{C}$$

7 - EFECTOS DEL CALOR SOBRE LOS CUERPOS. CALOR ESPECIFICO Y CALOR LATENTE

Ya hemos indicado que cuando a un cuerpo se le comunica una cantidad de calor, o bien se modifica su temperatura o bien cambia de estado.

En ambos casos el efecto producido depende tanto de la masa del cuerpo como de su propia naturaleza.

En el caso de que el calor produzca una variación de temperatura, esta "dependencia" de la naturaleza del cuerpo viene determinada por una magnitud física denominada **CALOR ESPECIFICO** que se define como "*la cantidad de calor que es preciso comunicar a 1 gramo de esa sustancia para que su temperatura aumente 1°C*".

De acuerdo con la definición anterior, las **unidades** en las que se mide el calor específico son: calorías/(g.°C) o bien julios/(Kg.°C)

El calor específico es una propiedad característica de cada sustancia y en muchas ocasiones, sirve para identificarla. Sus valores para el agua son: **Hielo**: 0,5 cal/g.°C; **Agua líquida**: 1 cal/g.°C y para el **vapor de agua**: 0,25 cal/g.°C

La relación entre el calor suministrado a un cuerpo y la variación de temperatura a que da lugar viene dado por la expresión:

$$\Delta Q = m \cdot c_e \cdot \Delta T \quad \text{donde} \quad \begin{cases} \Delta Q = \text{calor suministrado} \\ m = \text{masa del cuerpo} \\ c_e = \text{calor específico} \\ \Delta T = \text{variación de temperatura} \end{cases}$$

Esta expresión debe utilizarse para calcular las relaciones calor-temperatura siempre que no exista un cambio de estado.

Si existe un cambio de estado, el calor suministrado se empleará en cambiar el estado físico de cuerpo (de sólido a líquido o de líquido a gas), produciéndose este cambio de estado a temperatura constante. En este caso en el que el calor produce un cambio de estado, la influencia de la naturaleza del cuerpo viene determinada por una magnitud física denominada **CALOR LATENTE DE CAMBIO DE ESTADO** que se define como "*la cantidad de calor que es preciso comunicar a 1 gramo de esa sustancia para que cambie de estado*".

La relación entre el calor suministrado y la cantidad que cambia de estado viene dada por la expresión:

$$\Delta Q = m \cdot c_l \quad \text{donde} \quad \begin{cases} \Delta Q = \text{calor suministrado} \\ m = \text{masa del cuerpo} \\ c_l = \text{calor latente de} \\ \quad \text{cambio de estado} \end{cases}$$

Para el caso del agua, el calor latente de fusión (paso de sólido a líquido) es de 80 calorías por gramo, y el de vaporización (paso de líquido a vapor) es de 540 calorías por gramo.

EJEMPLOS:

1) ¿A qué temperatura quedarán 200 g de agua que están a 10°C si le damos 6000 calorías?.

SOLUCIÓN

DATOS: $\Delta Q = 6000$ calorías

$m = 200$ g

$$6000 = 200 \cdot 1 \cdot (T - 10)$$

$$\Delta T = T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}} = T_f - 10$$

$$6000/200 = T - 10$$

$c_e \text{ agua} = 1$ cal/g.°C

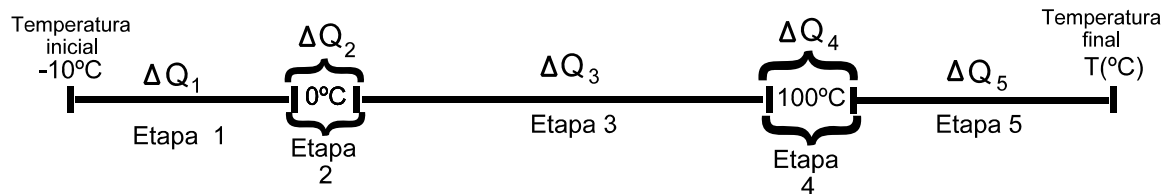
$$30 = T - 10 \implies T = 40^\circ\text{C}$$

2) Se tienen 500 g de hielo a una temperatura de -10°C , ¿Cual será su temperatura si se le suministran 370.000 calorías?

SOLUCIÓN

Al suministrarle una cantidad de calor a un bloque de hielo, hemos de suponer que nos queda a una temperatura T , que en este caso suponemos mayor de 100°C , por lo que estará en forma de vapor de agua.

Así, en una primera etapa comenzará a aumentar su temperatura hasta llegar a 0°C . Después, en una segunda etapa, se fundirá todo el hielo, manteniéndose la temperatura en 0°C . En la tercera etapa, el agua que tenemos en estado líquido a 0°C se calentará hasta llegar a 100°C . En una cuarta etapa, toda el agua que tenemos líquida a 100°C pasará a estado de vapor, manteniéndose constante la temperatura a 100°C , y finalmente, el vapor de agua aumentará su temperatura hasta que se agote la cantidad de calor.



Por tanto, vamos a ir calculando la cantidad de calor que se necesita para completar cada etapa:

Etapa 1: El bloque de hielo sólido pasa desde (-10°C) hasta 0°C , manteniéndose en es estado sólido:

$$Q_1 = m \cdot c_e \cdot (T - t) \qquad \text{Calorías que quedan:}$$

$$Q_1 = 500 \cdot 0,5 \cdot (0 - (-10)) = 2500 \text{ calorías,} \qquad 370000 - 2500 = 367500 \text{ cal.}$$

Etapa 2: El bloque de hielo, que ya se encuentra a 0°C , se funde (pasa de sólido a líquido, pero no varía la temperatura, que es la de fusión del hielo 0°C):

$$Q_2 = m \cdot c_f$$

$$Q_2 = 500 \cdot 80 = 40000 \text{ calorías} \qquad 367500 - 40000 = 327500 \text{ cal.}$$

Etapa 3: Los 500 g de agua se encuentran en estado líquido, por lo que al suministrarles más calor, aumentarán su temperatura hasta alcanzar los 100°C , permaneciendo en estado líquido:

$$Q_3 = m \cdot c_e \cdot (T - t)$$

$$Q_3 = 500 \cdot 1 \cdot (100 - 0) = 50000 \text{ calorías} \qquad 327500 - 50000 = 277500 \text{ cal.}$$

Etapa 4: Los 500 g de agua líquida que están a 100°C , pasarán a estado de vapor, manteniendose la temperatura de 100°C , que es la temperatura de ebullición del agua:

$$Q_4 = m \cdot c_v$$

$$Q_4 = 500 \cdot 540 = 270000 \text{ calorías} \qquad 277500 - 270000 = 7500 \text{ cal.}$$

Etapa 5: De la etapa anterior nos sobraron 7500 calorías, que se emplearán todas ellas en aumentar la temperatura de los 500 g de vapor de agua que se encuentran al iniciarse esta etapa a 100°C hasta una temperatura tal que se agote toda la cantidad de calor de la que se dispone en esta etapa (7500 cal)

$$Q_5 = m \cdot c_e \cdot (T - t)$$

$$7500 = 500 \cdot 0,25 \cdot (T - 100) ; 7500 = 125 \cdot T - 12500 ; 7500 + 12500 = 125 \cdot T$$

$$20000 = 125 T \implies T = 160^{\circ}\text{C}, \text{ que será la temperatura final a la que quedará ese de vapor de agua.}$$

PROBLEMAS SOBRE CALOR Y TEMPERATURA

- 1 - ¿Cuántos grados Kelvin corresponden a una temperatura de 200°C ?
- 2 - ¿Qué cantidad de calor desprende 1 litro de agua líquida al pasar desde 100°C hasta 15°C ?
- 3 - ¿Cuántas kilocalorías se necesitan para elevar la temperatura de 4 Kg de agua desde 15°C hasta 70°C ?
- 4 - ¿Qué cantidad de calor se necesita para calentar 4 Kg de hierro desde 15°C hasta 70°C ? (Calor específico del hierro: $C_e = 0,117 \text{ cal/g} \cdot ^{\circ}\text{C}$)

- 5 - ¿Qué cantidad de calor es preciso suministrar a 5 litros de agua para que su temperatura aumente 25°C?
- 6 - ¿Qué temperatura alcanzarán 50 g de agua que se encuentran a 10°C si reciben 1000 calorías?
- 7 - ¿Qué cantidad de agua se podrá calentar desde 40 a 65°C con 9000 calorías?
- 8 - Tenemos 1000 g de agua a 283°K y le damos 63.500 calorías. ¿A qué temperatura quedará?
- 9 - Tenemos 200 g de agua a 253°K y le damos 146.000 calorías. ¿A qué temperatura quedará?
- 10 - Tenemos 2 Kg de agua a 283°K. ¿Cuanto calor hemos de darle o quitarle para que quede a una temperatura de 120°C?
- 11 - Tenemos 1 Kg de agua a 283°K y le damos 635.000 calorías. ¿A qué temperatura quedará?
- 12 - Se tiene un bloque de hielo de 200 g a una temperatura de 263°K. ¿Qué cantidad de calor será necesario suministrarle para que pase a estado de vapor?
- 13 - Un Kg de agua y otro de mercurio bajan su temperatura desde 50°C hasta 10°C. ¿Cual de ellos desprende más calor? Razone la respuesta. Dato: Calor específico del mercurio: $C_e = 0,033 \text{ cal/g.}^\circ\text{C}$.
- 14 - Calcula la temperatura final de un bloque de plomo de 100 g que absorbe 3000 julios, si su temperatura inicial es de 20°C. (Calor específico del plomo : $C_e = 0,031 \text{ cal/g.}^\circ\text{C}$)
- 15 - Un lago contiene 10.000 m³ de agua. Calcular la cantidad de calor que cede a la atmósfera en una noche si la temperatura del agua desciende 1°C.
- 16 - Se tienen 300 g de vapor de agua inicialmente a 120°C. ¿Qué cantidades máxima y mínima se podrá obtener de ellos si se desea que queden en estado líquido? **Razone la respuesta**
- 17 - Determinar la temperatura que tenía un bloque de 3 Kg de plomo si después de aplicarle una energía calorífica de 20900 julios adquiere una temperatura de 65°C. (Calor específico del plomo $C_e = 0,031 \text{ cal/g.}^\circ\text{C}$)
- 18 - Calcula el valor de los calores específicos de los tres estados del agua en unidades del S. I.
- 19 - Un hornillo de gas es capaz de elevar la temperatura de 5 litros de agua desde 20°C hasta 80°C en 10 minutos. Calcular las calorías que proporciona en cada minuto. ¿Cual sería la potencia de dicho hornillo?
- 20 - Calcule la temperatura final de un bloque de hierro de 100 g, inicialmente a 18°C, cuando absorbe 700 calorías. (Calor específico del hierro: $C_e = 0,11 \text{ cal/g.}^\circ\text{C}$)
- 21 - Una piscina de dimensiones 30x15x2 se encuentra llena de agua a 17°C y por la noche, su temperatura baja a 14°C. ¿Qué cantidad de calor ha perdido?
- 22 - Se tienen tres bloques de 100 g de cobre, hierro y plomo a una temperatura de 15°C. A los tres se les suministran 5000 calorías. ¿Quedarán los tres a la misma temperatura? ¿Cual será ésta? Razone la contestación. Datos: Calores específicos en cal/g.°C: Hierro = 0,11; Cobre = 0,093; Plomo = 0,031.
- 23 - Determinar la cantidad de calor que será necesario extraer de 5 Kg de mercurio a 20°C para solidificarlo a la presión de 1 atm. Datos para el mercurio: Temperatura de fusión = - 30 °C ; Calor latente de fusión = 33 cal/g ; Calor específico = 0,033 cal/g.°C
- 24 - Si mezclamos 3 Kg de agua a 10°C con 4 Kg de agua a 30°C, ¿Qué temperatura tendrá la mezcla? (Despreciar la cantidad de calor absorbida por el recipiente).
- 25 - Se tienen 200 g de agua a 0°C y se mezclan con 400 g de agua que se encuentran inicialmente a 80°C. ¿Cual será la temperatura final de la mezcla? (Despreciar la cantidad de calor absorbida por el recipiente).
- 26 - Se mezclan 100 g de hielo que están a una temperatura de 0°C con 1 Kg de agua que está a 30°C. ¿Cual será la temperatura de la mezcla final? (Despreciar la cantidad de calor absorbida por el recipiente).
- 27 - Determinar la temperatura final a la que quedará el agua obtenida al mezclar 100 de vapor de agua a 100°C con 400 g de hielo a 0°C? (Despreciar la cantidad de calor absorbida por el recipiente).

- 28** - En un calorímetro se mezclan 50 g de aluminio a 98°C con 80 g de agua a 18°C. Determinar la temperatura final de la mezcla. (Calor específico del aluminio : $C_e = 0,21 \text{ cal/g.}^\circ\text{C}$) (Despreciar la cantidad de calor absorbida por el calorímetro).
- 29** - Se sumerge un bloque de hierro de 3 Kg que está a 150°C en un recipiente que contiene 3 litros de agua a 10°C. ¿Qué temperatura adquirirá el conjunto?
- 30** - En un calorímetro tenemos 800 g de agua a 7°C y sumergimos en él un trozo de 500 g de un determinado metal que está a 100°C. Si la temperatura final de la mezcla es de 11,9°C, ¿Cual es el calor específico del metal?
- 31** - Se quieren obtener 140 litros de agua a 38°C mezclando agua a 18°C con agua a 88°C. ¿Cuántos litros de agua de cada clase deben mezclarse?