

ENERGIA TÉRMICA

1-Calor y transferencia de energía

La energía mecánica es la que se intercambia cuando se realiza trabajo. Sin embargo, existen otros intercambios de energía que no se pueden cuantificar por medio del trabajo.

El intercambio de energía térmica o calorífica se cuantifica por el calor, y este, por las variaciones de temperatura.

- El trabajo y el calor son procesos mediante los cuales se intercambia energía.
- Energía, trabajo y calor se miden en las mismas unidades.

1.1. Movimiento molecular y temperatura

De acuerdo con la teoría cinética de la materia, esta se compone de partículas (átomos, moléculas o iones) que están en continuo movimiento y que, por tanto, poseen energía cinética.

Cuando un cuerpo se encuentra a una temperatura elevada, sus moléculas se mueven muy deprisa, es decir, tienen mucha energía cinética, y cuando esta a baja temperatura, sus moléculas se mueven más despacio: tienen menos energía cinética. La energía térmica se relaciona con la energía cinética que tienen las partículas del cuerpo y con su temperatura.

1.2 Equilibrio térmico y escalas de temperatura

Al poner en contacto dos cuerpos que tienen temperaturas diferentes, ambos acaban alcanzando la misma temperatura al cabo de cierto tiempo. Cuando esto ocurre, se dice que los dos cuerpos han alcanzado el equilibrio térmico.

- Dos cuerpos en contacto a la misma temperatura están en equilibrio térmico.
- El calor es la transferencia de energía que tiene lugar desde un cuerpo caliente (a mayor temperatura) a otro frío (a menor temperatura) al ponerlos en contacto.

Los **termómetros** funcionan gracias al equilibrio térmico. Cuando introducimos un termómetro dentro de un frasco con agua, llega un momento en el que el mercurio del termómetro y el agua del frasco alcanzan el equilibrio térmico, y la temperatura del agua es la misma que la que indica la escala del termómetro, que ha sido previamente calibrado.

La temperatura es la magnitud que miden los termómetros.

- En la **escala centígrada o Celsius** se toman como puntos fijos el punto de fusión del agua, $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, y su punto de ebullición, $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

- La **escala Kelvin o escala absoluta** de temperaturas conserva el tamaño del grado centígrado, pero el punto de fusión del agua es 273 K, y su punto de ebullición, 373 K.

La relación numérica entre ambas escalas es:

$$T (K) = t (°C) + 273$$

2-Cantidad de calor transferida en intervalos térmicos

Experimento

1. Calienta en un hornillo dos vasos de precipitados con distinta cantidad de agua durante el mismo tiempo. Mide la temperatura del agua de cada recipiente. ¿Marcan la misma temperatura los dos termómetros? ¿Por que?

2. Pon a calentar ahora, también durante el mismo tiempo, un vaso de precipitados con agua y otro con un trozo de hierro (ambas sustancias deben tener la misma masa). Mide la temperatura de las dos sustancias. ¿Marcan la misma temperatura los dos termómetros? ¿Por que?

En estos ejemplos, el hornillo encendido es el cuerpo caliente, y las diferentes sustancias que se calientan son los cuerpos fríos. La cantidad de energía calorífica suministrada por el hornillo dependerá del tiempo durante el que se hayan estado calentando los cuerpos. Si el tiempo es el mismo, podemos concluir que:

La variación de temperatura depende de la masa del cuerpo.

La variación de temperatura depende de la sustancia.

La cantidad de calor transferida es proporcional a la variación de temperatura.

Estos hechos experimentales pueden expresarse cuantitativamente así:

$$Q = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$$

Donde:

Q es la energía calorífica suministrada, que se expresa en julios;

m la masa, expresada en kilogramos;

t₂ y **t₁** son las temperaturas final e inicial, respectivamente, expresadas en °C o K

c, la capacidad calorífica específica, que depende de la naturaleza del cuerpo.

La **capacidad calorífica específica o calor específico**, **c**, de un cuerpo es la energía necesaria para elevar un grado la temperatura de 1 kg de masa de dicho cuerpo. Sus unidades son el J/kg °C o el J/kg K

| TABLA DE CAPACIDADES CALORIFICAS ESPECIFICAS | |
|--|---|
| SUSTANCIA | CAPACIDAD CALORIFICA ESPECIFICA (j/Kg °C) |
| Aluminio | 910 |
| Cobre | 386 |
| Hierro | 447 |
| Oxigeno | 920 |

| | |
|-------|------|
| Agua | 4180 |
| Hielo | 2100 |
| Plomo | 128 |

Tomadas a 1 atm de presión y a 25°C.

En la tabla de capacidades caloríficas específicas aparece la correspondiente al agua líquida: 4180 J/kg °C. Esto quiere decir que son necesarios 4180 J para elevar 1 °C la temperatura de 1 kg de agua líquida.

¿Que cantidad de energía térmica a calorífica es necesario transferir a 1,5 kg de plomo para elevar su temperatura de 20°C a 30°C? Dato: $c_{PB} = 128 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$

Solución.

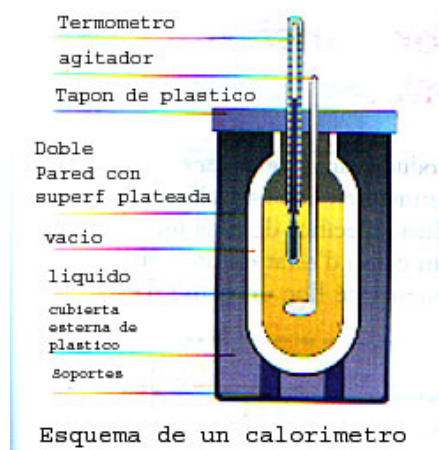
Aplicamos la expresión $Q = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$; de este modo:

$$Q = 1,5 \text{ kg} \cdot 128 \text{ J/kg } ^\circ\text{C} \cdot (30 \text{ } ^\circ\text{C} - 20 \text{ } ^\circ\text{C}) = 1920 \text{ J}$$

2.1. Determinación de la capacidad calorífica específica

Los **calorímetros** se utilizan para aislar del ambiente las sustancias y realizar, de esta forma, experimentos en los que se produce una variación de temperatura. Un calorímetro consta de un recipiente que contiene agua y que esta provisto de una tapadera con dos orificios, a través de los cuales se introduce un agitador y un termómetro. El recipiente esta envuelto por un aislante térmico que reduce al mínimo las pérdidas de energía al exterior.

Los **calorímetros** se utilizan para determinar la capacidad calorífica específica de las sustancias.



Si se mezcla en un calorímetro una cierta cantidad de plomo, m_1 , a una temperatura t_1 , con una determinada cantidad de agua, m_2 , a una temperatura t_2 , la mezcla alcanza al poco tiempo el **equilibrio térmico** a una temperatura t (temperatura de equilibrio). El balance de energía es:

energía cedida por $m_1 =$ energía absorbida por m_2

$$m_1 \cdot c_{PB} \cdot (t_1 - t_{\text{equilibrio}}) = m_2 \cdot c_{PB} \cdot c_{H_2O} \cdot (t_{\text{equilibrio}} - t_2)$$

$$t_1 > t_{\text{equilibrio}} \quad t_{\text{equilibrio}} > t_2$$

el plomo “se enfría” et agua “se calienta”

Ejemplo

Un calorímetro como el de la fotografía contiene 0,450 kg de agua a 24°C. Se introduce un bloque de plomo de 0,1 kg a una temperatura de 97,5 °C. Una vez alcanzado el equilibrio térmico, la temperatura del conjunto es de 24,5 °C. Calcula la capacidad calorífica específica del plomo.

Solución. La energía térmica transferida por el bloque de plomo al agua ha hecho posible que la temperatura de esta se eleve 0,5 °C. La expresión:

$$Q = m_{H_2O} \cdot c_{H_2O} \cdot (t_{\text{equilibrio}} - t_{H_2O})$$

permite calcular la cantidad de energía ganada por el agua:

$$Q = 0,450 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J/kg} \cdot (24,5 \text{ }^\circ\text{C} - 24 \text{ }^\circ\text{C}) = 940,5 \text{ J}$$

Por tanto, la cantidad de energía cedida por el plomo es:

$$Q = m_{pb} \cdot c_{pb} \cdot (t_{PB} - t_{\text{equilibrio}})$$

$$Q = 0,1 \text{ kg} \cdot c_{pb} \cdot (97,5 \text{ }^\circ\text{C} - 24,5 \text{ }^\circ\text{C})$$

Como el balance de energía en el equilibrio térmico es:

Energía cedida por el plomo = energía absorbida por el agua

Igualamos ambas expresiones y despejamos la capacidad calorífica específica del plomo:

$$0,1 \text{ kg} \cdot c_{PB} \cdot (97,5 \text{ }^\circ\text{C} - 24,5 \text{ }^\circ\text{C}) = 940,5 \text{ J}$$

$$c_{PB} = 128,84 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

La diferencia entre este valor y el que aparece en la tabla de la página anterior puede deberse a [as pérdidas inevitables de energía térmica que tienen lugar en el calorímetro.

3-Cantidad de calor transferida en los cambios de estado

Como acabamos de ver, cuando se produce una transferencia de energía térmica entre dos cuerpos, ambos experimentan una variación de temperatura que depende de la capacidad calorífica específica de cada uno de ellos. Sin embargo, esto no sucede cuando tiene lugar un cambio de estado en uno o en ambos cuerpos. La experiencia nos dice que, mientras tiene lugar un cambio de estado, la temperatura permanece constante.

El cambio de estado de las sustancias consiste en un intercambio de energía. Pueden darse los siguientes casos:

Si se produce cuando se suministra energía al cuerpo, tenemos:

- **Fusión.** Cambio de estado de sólido a líquido.
- **Vaporización.** Cambio de estado de líquido a gas.
- **Sublimación.** Cambio de estado de sólido directamente a gas.

Si se produce cuando el cuerpo o sistema cede energía al ambiente, tenemos:

- **Solidificación.** Cambio de estado de líquido a sólido. La temperatura a la que se solidifica un líquido coincide con su punto de fusión.
- **Condensación.** Cambia de estado de gas a líquido.

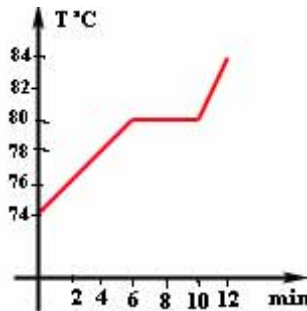
- **Sublimación inversa.** Cambio de estado de gas directamente a sólido

Experimento

1. Pon unas bolas de naftalina en un tubo de ensayo e introduce en el un termómetro (el bulbo del termómetro debe quedar completamente cubierto por la naftalina).
2. Coloca el conjunto en un recipiente al baño María (Lleno de agua en sus dos terceras partes) y acércalo al fuego.
3. Anota cada minuto la temperatura que marca el termómetro mientras agitas el agua.
4. Representa gráficamente el tiempo de calentamiento (minutos) en función de la temperatura (grados Celsius).

Imagina que, tras la realización del experimento, has obtenido la siguiente grafica. En ella se puede observar lo siguiente:

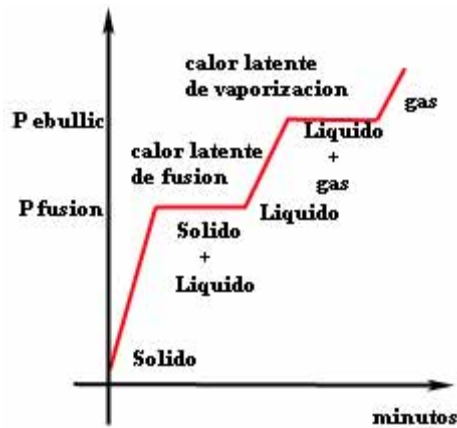
1. Una primera línea ascendente, hasta llegar a la temperatura de 80°C.
2. Una segunda Línea recta paralela al eje de abscisas.
3. Una tercera línea ascendente.
 - a) ¿A que temperatura se funde la naftalina?
 - b) ¿que esta ocurriendo a los 80 ° C?



En el experimento anterior, la naftalina ha pasado de estado sólido a líquido. Como habrás observado, la temperatura ha permanecido constante durante la fusión. La naftalina empieza a fundirse a los 80 °C. La temperatura se mantiene constante hasta que la sustancia termina de fundirse, momento en el que la temperatura vuelve a subir.

La energía que se suministra en el cambio de estado se emplea en romper las fuerzas de cohesión que mantienen unidos los átomos o las moléculas en estado sólido (fusión) o en estado líquido (vaporización).

Esta energía suministrada a las partículas durante el cambio de estado no puede ser medida, como hemos visto en el apartado anterior, mediante las variaciones de temperatura que marca un termómetro, y por ello es necesario introducir el concepto de **calor latente de cambio de estado**



Gráfica Típica del Calentamiento de una sustancia

El calor latente de cambio de estado, L , es la cantidad de energía térmica que se transfiere a un kilogramo de masa de una sustancia pura para cambiar de estado, a una presión determinada y a la temperatura de cambio de estado.

En el caso de la fusión:

$$Q = m \cdot L_f$$

En esta expresión, L_f es el valor latente de fusión, que es igual al de solidificación. La diferencia reside en que para fundir un material le comunicamos energía, mientras que, cuando se solidifica, se desprende energía en forma de calor.

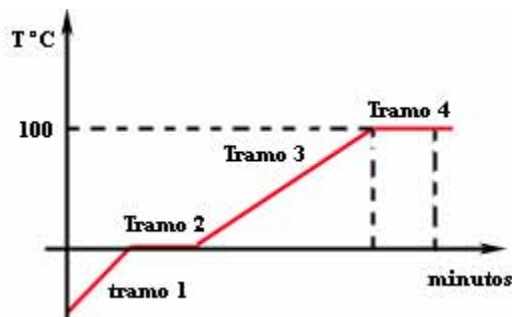
En el caso de la vaporización:

$$Q = m \cdot L_v$$

En esta expresión, L_v es el calor latente de vaporización, que es igual al valor de condensación o licuación. La diferencia estriba en que para vaporizar el material hay que comunicarle energía, mientras que, al condensarse o licuarse, se desprende energía.

Ejemplo

Calcula la energía que debe ser transferida a una masa, m , de agua cuya temperatura inicial, t_1 está bajo cero (hielo), para que su temperatura se eleve hasta 100°C y el agua líquida pase a estado de vapor.



Solución. Hay que analizar los siguientes tramos del proceso:

-Tramo 1. Hielo a $-t_1^{\circ}\text{C}$ ---> hielo a 0°C

La cantidad de calor que se debe transferir para elevar desde t_1 (bajo cero) hasta 0°C la temperatura del hielo, que permanecería en estado sólido, es:

$$Q_1 = m \cdot C_{GEL} \cdot (0 - (-t_1))$$

-Tramo 2. Hielo a 0°C - agua líquida a 0°C

En esta etapa se produce un cambio de estado mientras la temperatura permanece constante. La cantidad de calor transferida es:

$$Q_2 = m \cdot L_f$$

Tramo 3. Agua líquida a 0°C - agua líquida a 100°C

La cantidad de calor que se debe transferir para elevar la temperatura del agua desde 0°C hasta 100°C es:

$$Q_3 = m \cdot C_{H_2O.lisquida} \cdot (100 - 0)$$

Tramo 4. Agua líquida a 100°C - vapor de agua a 100°C

De nuevo se produce un cambio de estado: de agua líquida a 100°C a vapor de agua a 100°C . La cantidad de calor transferida es:

$$Q_4 = m \cdot L_v$$

La energía térmica total que se ha transferido es:

$$Q_1 = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

El calor latente se establece a la temperatura a la que se produce el cambio de estado, y aquella depende de la presión y de la naturaleza de la sustancia de que se trate. Por ello, en las tablas donde se recogen los datos de calores latentes figura siempre la presión a la que se ha realizado la medición

| VALORES DE LOS CALORES LATENTES A PRESION ATMOSFERICA | | |
|---|-------------|--------------|
| Sustancia | Lr (J/kg) | LV (J/kg) |
| Aluminio | 400. 10^3 | 12,3. 10^6 |
| Cobre | 205. 10^3 | 4,8. 10^6 |
| Hierro | 275. 10^3 | 6,29. 10^6 |
| Plomo | 23 . 10^3 | 0,8. 10^6 |
| Agua | 335. 10^3 | 2,2. 10^6 |
| Mercurio | 11. 10^3 | 0,29. 10^6 |

4-Otros efectos de calor sobre los cuerpos

Cuando un cuerpo recibe energía térmica, no solo se incrementa la temperatura, sino que experimenta también un fenómeno diferente: la **dilatación**.

Es un hecho comprobado que todos los cuerpos se dilatan al calentarse, en muy pocas excepciones (por ejemplo, el agua entre los 0°C y los 4°C). Los gases se dilatan más que los líquidos, y estos, a su vez, más que los sólidos.

4.1 Dilatación de los sólidos

La dilatación de los sólidos puede ser lineal, superficial o cúbica, según tenga lugar en una, dos o tres dimensiones.

En los sólidos homogéneos e isótopos (aquellos que las características físicas de los cuales no dependen de la dirección) se verifican los fenómenos siguientes:

- la dilatación de una dimensión determinada es proporcional al valor inicial de esta dimensión.
- Las dilataciones lineales, superficiales y cúbicas son proporcionales al aumento de temperatura que experimentan los cuerpos.

La **dilatación lineal** es el aumento de la longitud que experimenta un cuerpo al ser calentado.

$$l_t = l_0 \cdot (1 + \lambda \cdot t)$$

Donde l_0 es la longitud del cuerpo a 0°C , t es la temperatura a la que se calienta; l_t es la longitud resultante a la temperatura t , y λ es el **coeficiente de dilatación lineal**, que es el alargamiento que experimenta la unidad de longitud del sólido, medida a 0°C , cuando la temperatura se eleva 1°C . Esto último es un valor característico de la sustancia

La **dilatación superficial** es el aumento de superficie que experimenta un cuerpo por efecto del calor.

$$S_t = S_0 \cdot (1 + \beta \cdot t)$$

Donde S_0 es la superficie del cuerpo a 0°C ; t es la temperatura a la que se calienta, S_t es la superficie resultante a la temperatura t , y β es el **coeficiente de dilatación superficial**, que es el aumento que experimenta la unidad de superficie de un cuerpo, medida a 0°C cuando la temperatura se eleva 1°C .

La **dilatación cúbica** es el aumento de volumen que experimenta un sólido al elevar su la temperatura.

$$V_t = V_0 \cdot (1 + \gamma \cdot t)$$

Donde V_0 , es el volumen del cuerpo a 0°C , t es la temperatura a la que se calienta; V_t es el volumen resultante a la temperatura t , y γ , es el **coeficiente de dilatación cúbica**, que es al aumento que experimenta la unidad de volumen de un cuerpo, medida a 0°C , cuando la temperatura se eleva 1°C

La unidad en que se expresan los tres coeficientes es: $^\circ\text{C}^{-1}$

| COEFICIENTE DE DILATACIÓN LINEAL | |
|----------------------------------|---|
| SUSTANCIA | $\lambda \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}$ |
| Aluminio | 2'4 |
| Cobre | 1'8 |

| | |
|----------|---------|
| Hierro | 1'2 |
| Acero | 1'1 |
| Vidrio | 0'1-1'3 |
| Hormigón | 0'7-1'4 |

Te interesa saber:

Una lámina metálica con un orificio, a la que se le incrementa la temperatura, el área del orificio es dilatada en la misma proporción que la superficie que la rodea

Cuando diseñan grandes estructuras, como edificios, puentes, hay que tener en cuenta la dilatación que experimentan cuando varía la temperatura.

Algunos puentes son aproximadamente 1 metro más largos en el verano que en el invierno. Si este hecho no se tuviera en cuenta, la acción de las fuerzas de dilatación haría que el puente se curvara.

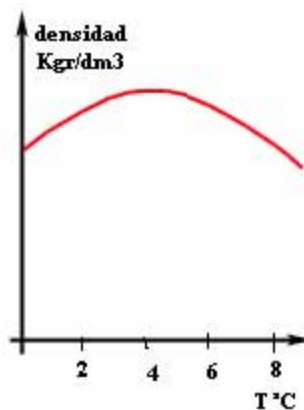
4.2 Dilatación de los líquidos

Resulta más difícil medir la dilatación por efecto de la temperatura en los cuerpos líquidos que en los sólidos, ya que en aquellos se dilata el líquido con el recipiente que lo contiene. Por esta razón, se suele hablar de dilatación aparente de los líquidos.

La **dilatación aparente** de un líquido es la dilatación real o propia del líquido menos la que experimenta el volumen del recipiente que lo contiene.

Dilatación anómala del agua

En la gráfica del margen se puede observar que la dilatación del agua es distinta a la de otras sustancias. El agua tiene una dilatación anómala. A partir de los 4° C se dilata como los otros líquidos a medida que se aumenta la temperatura. No obstante, entre los 0° C y los 4° C, en lugar de dilatarse se contrae. Por lo tanto, el agua llega a un volumen mínimo y a la máxima densidad a los 4° C.



4.3 Dilatación de los Gases

Los gases se dilatan mucho menos que los sólidos y los líquidos. Las variables de un gas son la presión, el volumen y la temperatura.

Anteriormente, habíamos analizado la relación constante que hay entre la presión, el volumen de una masa determinada de gas cuando la temperatura se mantiene constante (Ley de Boyle).

Presión · Volumen=constante

$P \cdot V = cte$

A continuación, estudiaremos la influencia que tiene la variación de la temperatura en una masa de un gas constante.

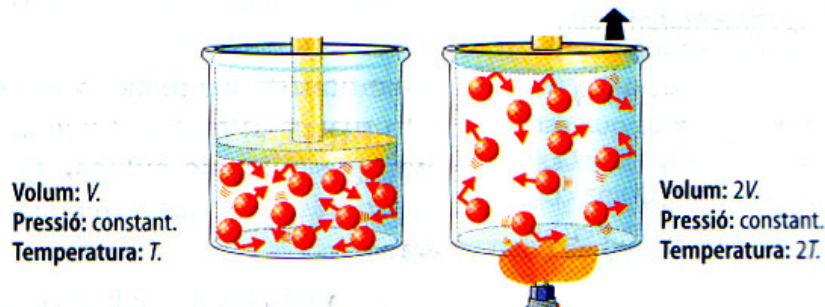
Al hacer variar la temperatura de un gas, se pueden producir los siguientes fenómenos:

- El volumen varía si mantenemos la presión constante.
- La presión varía manteniendo el volumen constante.

En el segundo caso no se trata de una dilatación, ya que no hay un aumento de volumen, aunque si una perturbación causada por el incremento de la temperatura.

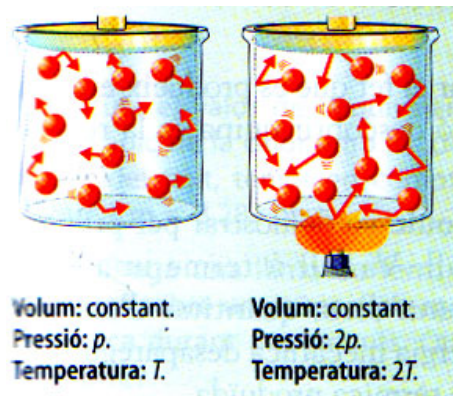
Supongamos un gas encerrado en un recipiente, la cara del cual puede desplazarse mediante un embolo móvil. Si se duplica la temperatura por el calentamiento del gas con una fuente de calor, se aumenta la energía cinética de las partículas, que, al tener mas velocidad, duplican el numero de veces que cada una por separado golpea las paredes del recipiente, aumentando, así, el volumen hasta que la presión interior se iguala a la exterior (atmosférica) y se mantiene constante.

Si la presión se mantiene constante, se conseguirá duplicar el volumen inicial al aumentar al doble de la temperatura.



Supongamos un gas cerrado en un recipiente, el volumen del cual se mantiene constante. Si se duplica la temperatura por la presencia de una fuente de calor, la energía cinética de las partículas aumenta y se duplica el número de veces que estas golpean las paredes del recipiente.

Si el volumen se mantiene constante, la presión se duplica.



5-Equivalencia entre energía mecánica y energía térmica

Cuando los científicos del siglo XVIII se referían a la energía, la relacionaban únicamente con el calor y empleaban la unidad denominada caloría, que todavía se continua utilizando.

El físico y químico británico **Joseph Black** (1728-1799) va a definir la caloría (cal) como “cantidad de calor necesario para elevar 1°C la temperatura de 1 gr de Agua”. Esta definición se refiere al calentamiento por una fuente de calor, como la combustión de un material.

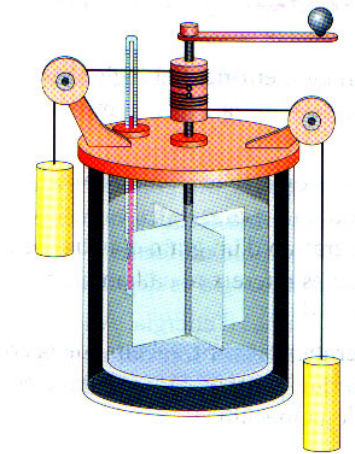
Experimentalmente sabemos que la combustión no es la única fuente de energía térmica que existe, ya que también se puede producir este tipo de energía a partir de la mecánica. (Golpeando dos metales por ejemplo, batiendo el agua con una batidora, doblando un alambre repetidas veces,)

Ahora bien, lo importante no es constatar el hecho que se produce energía térmica a partir de la energía mecánica, sino descubrir cual es la relación cuantitativa que hay entre trabajo y calor.

En 1845, el físico inglés **James Prescott Joule** va a demostrar por primera vez la equivalencia entre calor y trabajo. Va a llevar a término una serie de experimentos para comprobar que, cuando una cierta cantidad de energía mecánica se consume en un sistema, la energía mecánica desaparecida es exactamente igual que la energía térmica producida.

5.1 Experimento de Joule

Joule diseñó un dispositivo como el que se representa en el dibujo, con el que demostró la equivalencia entre calor y trabajo. Dejó caer unos pesos desde una altura determinada. Los pesos, al precipitarse, provocan el movimiento de unas paletas dentro de un recipiente lleno de agua y aislado térmicamente del exterior. El científico inglés dedujo el calor producido en el líquido midiendo el aumento de temperatura.. Repitió el experimento 7 veces y hizo las correspondientes medidas de la variación de temperatura del agua por el efecto del giro de las paletas.



A raíz de este experimento, Joule estableció, que la relación entre la cantidad de trabajo y calor producida es invariable. Si el trabajo y el calor se miden en las mismas unidades, esta relación puede expresarse de la forma siguiente:

$$W=Q$$

Este resultado se conoce como **equivalencia mecánica del calor**.

Joule demostró que siempre que se hace la misma cantidad de trabajo sobre un sistema, se obtendrá la misma cantidad de calor, independientemente que el trabajo sea de origen mecánico, eléctrico o químico.

Observa que la relación encontrada por Joule, es otra manera de enunciar el principio de conservación de la energía total, que incluye el calor como otra forma de transferencia de energía:

La cantidad de energía total de un sistema se mantiene constante.

Joule estableció la equivalencia entre Calorías y Julios:

$$1 \text{ cal} = 4'18 \text{ Julios}$$

$$1 \text{ Julio} = 0'24 \text{ cal}$$

5.2 Degradación de la energía

Aunque la equivalencia entre la energía mecánica y la energía térmica es completa, hay una diferencia esencial entre las transformaciones en los dos sentidos. Así es posible transformar fácilmente toda la energía mecánica en energía térmica.

Un ejemplo muy frecuente es el trabajo hecho por las fuerzas de rozamiento que se convierten íntegramente en calor. En cambio, generalmente mediante una **máquina térmica** nada más se aprovecha una fracción de la energía térmica disponible en forma de **energía mecánica**. Por esta razón se puede afirmar que la **energía se degrada**.

Si dos formas de energía, A y B, se intercambian por completo, se puede asegurar que ambas son del mismo grado, es decir, que tienen la misma calidad. La calidad o el grado de una energía es la disponibilidad que tiene para hacer un trabajo.

Si es posible convertir íntegramente la forma A de energía en la forma B, pero el proceso inverso no se consigue por completo, cabe deducir que la forma A tiene más grado de energía, es decir, es de más calidad que la B.

La energía de más grado que se transforma en energía térmica ya no puede recuperarse de nuevo totalmente como una energía de más grado, este fenómeno recibe el nombre de **degradación de la energía**.

La energía se degrada al adoptar una forma que resulta menos útil para hacer trabajo. En todos los procesos naturales en que hay una transferencia de calor, la energía disponible para hacer el trabajo disminuye.

El rendimiento de cualquier transformación energética es:

$$\text{rendimiento} = \frac{\text{energía útil}}{\text{energía total}} \cdot 100$$

Es fácil convertir completamente el trabajo mecánico o la energía interna de un sistema en calor sin ningún otro cambio, no obstante, es imposible extraer calor o energía interna de un sistema y convertirla del todo en trabajo mecánico sin ningún cambio adicional.

5.3 Procesos irreversibles

Paralelamente a la conversión de calor en trabajo, existen otros procesos consecuentes con la relación de Joule, $W=Q$, que no tienen lugar en la naturaleza, como el paso de calor de manera espontánea de un cuerpo frío a otro.

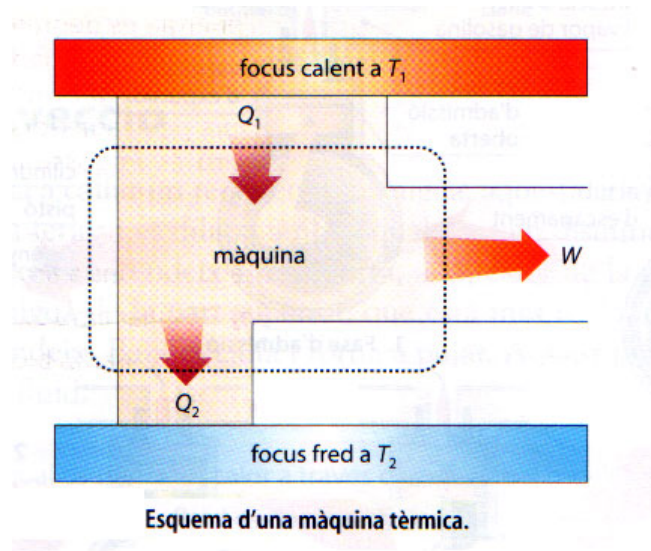
Si el movimiento de todas las partículas materiales del universo se invirtiera en un instante determinado, el curso de la naturaleza se invertiría también para siempre.

Aquellos procesos que cumplen el principio de conservación de la energía, pero que los procesos inversos de los cuales nunca ocurre, se llaman **procesos irreversibles**.

5.4 Máquinas térmicas

Las máquinas térmicas disponen de un foco caliente (caldera) y de un foco frío (condensador o refrigerante). Mediante una cantidad de calor transferida por el foco caliente, Q_1 , la máquina produce un trabajo, W , y reintegra una cantidad de calor al foco frío, Q_2 . La diferencia $Q_1 - Q_2$, constituye la energía útil; por lo tanto, el rendimiento teórico de una máquina térmica es:

$$\text{rendimiento} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100$$

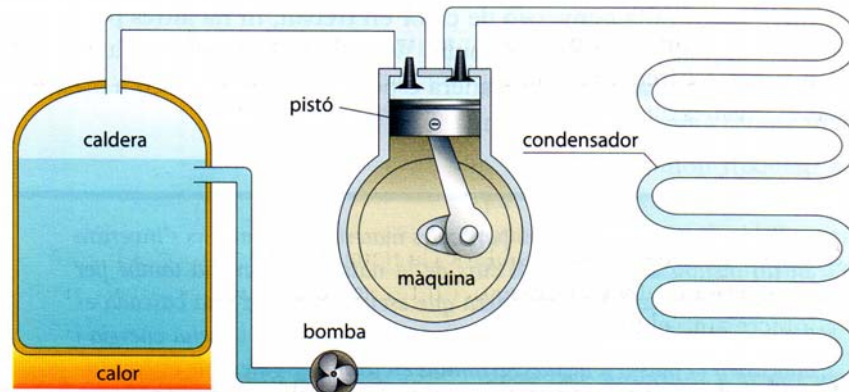


Podemos deducir que:

Una máquina térmica es un dispositivo que puede transformar energía térmica en otras formas de energía, como la eléctrica o la mecánica.

La Máquina de vapor:

Una máquina de vapor transforma en energía mecánica la energía calorífica que se desprende en las reacciones de combustión de los combustibles (madera, carbón, petróleo). Esta energía es debida al vapor que se produce al calentar el agua hasta la ebullición en un recipiente cerrado (caldera).



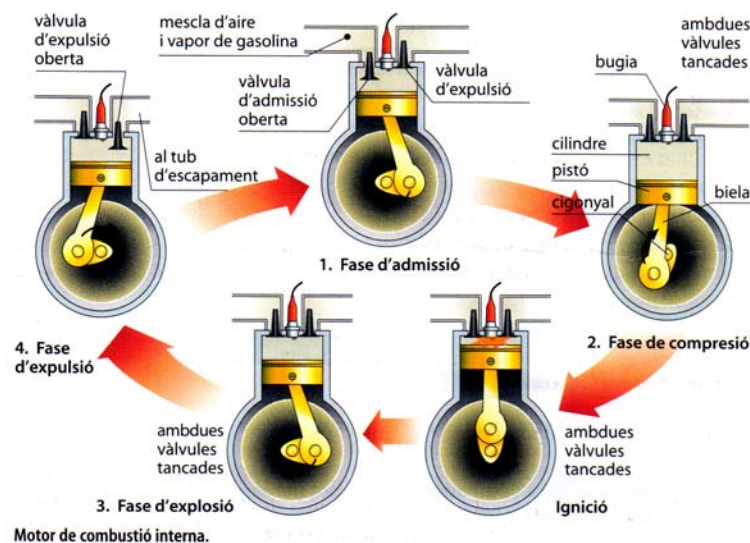
En una máquina convencional de vapor se calienta agua a presión muy elevada hasta que se vaporiza, lo que produce vapor de agua a una temperatura muy alta. La presión de vapor anterior empuja un muelle conectada a una biela, de manera que el movimiento de ésta hace gira un volante, es decir, el vapor se expande contra el pistón, y así hace un trabajo. El vapor escapa después a una temperatura mucho mas baja y se enfría hasta que se condensa. El agua es bombeada e introducida de nuevo en la caldera, donde vuelve a calentarse.

Hoy en día la maquina de vapor se emplea para producir energía eléctrica (por ejemplo, en las centrales térmicas).

El motor de combustión interna

En una máquina de vapor, el combustible se quema fuera del motor para calentar el agua y produce el vapor que mueve el dispositivo.

El avance que supone el motor de combustión interna de cuatro tiempos, consiste en el hecho de que el gas se comprime antes de su combustión, lo cual no solo aumenta el rendimiento, sino que además, reduce el consumo de combustible, que suele ser un producto derivado del petróleo, por lo que disminuye la energía calorífica disipada al medio ambiente y, por eso, la contaminación.



Los cuatro tiempos son:

1-Admisión: El pistón, al desplazarse hacia abajo, aspira una mezcla de aire y combustible.

2-Compresión. El pistón se mueve hacia arriba y comprime la mezcla para la ignición.

3-Explosión: Al quemarse la mezcla, los gases se expanden y desplazan el pistón hacia arriba.

4-Expulsión: el movimiento del pistón hacia arriba empuja los gases hacia afuera del cilindro.

De estos cuatro tiempos, nada más el tercero proporciona potencia.

**** En una central térmica, se produce energía eléctrica a partir de la energía térmica que se desprende en la combustión de combustibles como el carbón, el petróleo....En esta transformación, parte de la energía térmica se disipa al medio ambiente****

6-Transmisión de energía térmica

La energía térmica se pone de manifiesto cuando es transferida de un cuerpo caliente a otro frío. Esta transferencia, se puede llevar a término mediante tres mecanismos diferentes: conducción, convección y radiación.

6.1 Conducción

Si calientas una olla con agua al fuego, la llama transmite calor al metal de la olla, y esta acaba calentándose del todo, aunque solo la base es la que esta en contacto con el fuego.

El proceso por el cual el calor atraviesa un sólido, se denomina **conducción**

Observa que no se produce transporte de materia en la conducción de la energía térmica, y que únicamente tiene lugar cuando las distintas partes de un cuerpo están a diferentes temperaturas.

En la conducción, las partículas que están a más temperatura tienen también más energía cinética y ceden parte de esta energía a las partículas que les rodean y que están a menos temperatura, sin que se alteren las posiciones relativas de ninguna de estas; así se va propagando la energía térmica por todo el sólido.

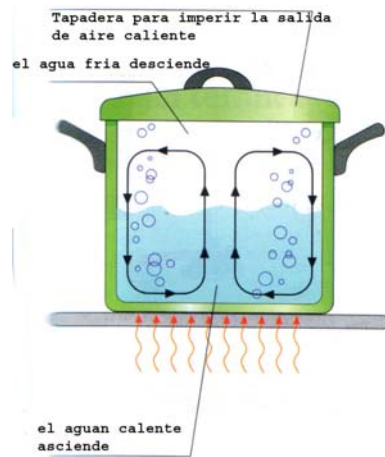
Según su comportamiento ante la fuente de calor, los materiales se clasifican en aislantes y conductores térmicos. Los materiales aislantes, como por ejemplo, el corcho y la madera son malos conductores térmicos, por el hecho de que tienen en la estructura bolsas de aire que dificultan la transmisión del calor. Los metales, la cerámica, y el vidrio, entre otros, son conductores térmicos excelentes.

| Buenos conductores | Malos conductores (aislantes) | |
|--------------------|-------------------------------|-----------------|
| Cobre | Corcho | Aire |
| Plata | Agua | Vacío |
| Acero | Madera | Fibra de Vidrio |
| Aluminio | Baquelita | Lana |

6.2 Convección

Cuando se pone a calentar un recipiente con agua, esta comienza a calentarse por la parte inferior y se dilata, con lo que disminuye la densidad. El agua caliente, asciende y transporta, así, calor de la parte inferior a la superior. El agua de la parte superior, que esta mas fría, es más densa, por eso desciende. Bajo se calienta y vuelve a subir. Este proceso genera el movimiento del fluido.

El proceso por el cual se transmite calor a través de un fluido por el movimiento del mismo fluido se denomina **convección**.



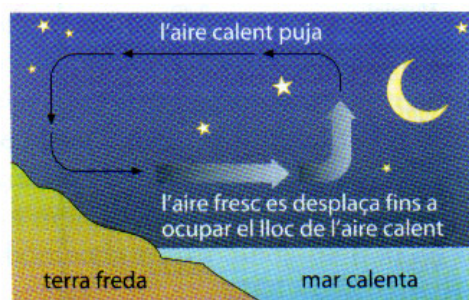
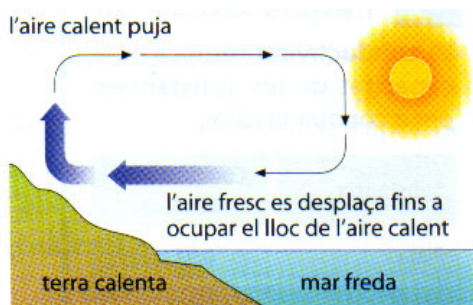
En la convección tiene lugar un movimiento real de la materia a causa de la diferencia de densidad existente entre el fluido que está a más temperatura (menos denso) y el que está a menos temperatura (más denso). Estas corrientes de fluidos se llaman **corrientes de convección**.

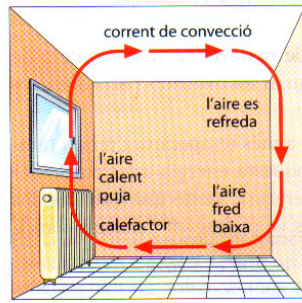
Corrientes de convección

Las brisas marinas son corrientes de convección provocadas por la diferencia de temperatura entre el mar y la tierra.

Durante el día, la tierra se calienta más deprisa que el mar, por lo cual la temperatura es más alta en la tierra. El aire que está sobre la tierra, se calienta y asciende, el vacío que deja es substituido por el aire menos caliente procedente de la mar. De esta manera se produce la brisa marina.

Cuando se pone el Sol, la tierra se enfría antes. En consecuencia, el aire que está encima del mar está más caliente, por lo que asciende, y ahora, el aire frío situado encima de la tierra el que se desplaza hasta ocupar el lugar del aire caliente. Por ello se produce una brisa que se dirige desde la tierra hacia el mar.





El radiador de la calefacció calfa l'aire que el rodeja; aquest produeix uns corrents de convecció que finalment caldegen l'habitació.

Los sistemas de calefacción y ventilación usados en las oficinas..... se basan en el fenómeno de las corrientes de convección.

6.3 Radiación

Se conoce con este nombre la emisión continua de energía desde la superficie de los cuerpos, sin que haya ningún medio material entre el emisor y el receptor

Esta energía se denomina energía radiante y se transporta mediante ondas electromagnéticas.

No todos los cuerpos tienen el mismo poder de emisión y de absorción de las radiaciones. Las que los absorben mejor son los cuerpos negros y las que mejor las reflejan, los blancos.

Por medio de la radiación nos llega el calor del sol, y también por radiación notamos el calor que desprenden una bombilla si acercamos la mano.