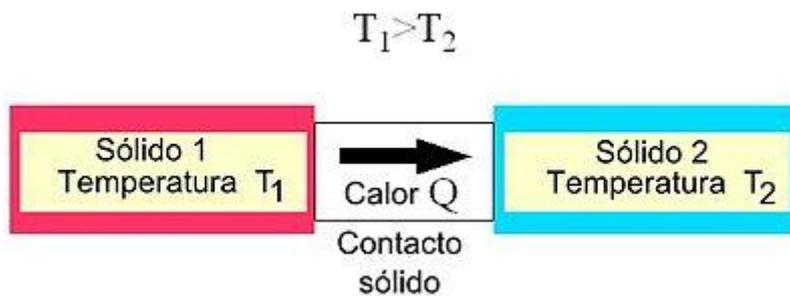


Calor

<http://es.wikipedia.org/wiki/Calor>



El sol suele dar una sensación de calor.



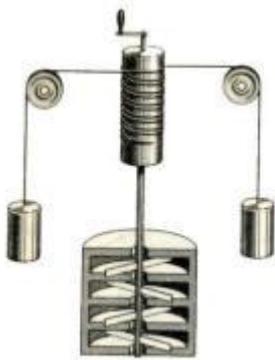
Esquema de la transferencia de calor por conducción.

El calor se define como la forma de energía que se transfiere espontáneamente entre diferentes cuerpos o diferentes zonas de un mismo cuerpo que se encuentran a distintas temperaturas, sin embargo en termodinámica generalmente el término calor significa simplemente transferencia de energía. Este flujo de energía siempre ocurre desde el cuerpo de mayor temperatura hacia el cuerpo de menor temperatura, ocurriendo la transferencia hasta que ambos cuerpos se encuentren en equilibrio térmico (ejemplo: una bebida fría dejada en una habitación se entibia).

La energía calórica o térmica puede ser transferida por diferentes mecanismos de transferencia, estos son la radiación, la conducción y la convección, aunque en la mayoría de los procesos reales todos se encuentran presentes en mayor o menor grado. Cabe resaltar que los cuerpos no tienen calor, sino energía térmica. La energía existe en varias formas. En este caso nos enfocamos en el calor, que es el proceso mediante el

cual la energía se puede transferir de un sistema a otro como resultado de la diferencia de temperatura.

Historia del concepto



Montaje experimental para la determinación del equivalente mecánico del calor.

Hasta el siglo XIX se explicaba el efecto del ambiente en la variación de la temperatura de un cuerpo por medio de un fluido invisible llamado *calórico*. Este se producía cuando algo se quemaba y, además, que podía pasar de un cuerpo a otro. La teoría del *calórico* afirmaba que una sustancia con mayor temperatura que otra, necesariamente, poseía mayor cantidad de *calórico*.

Benjamín Thompson y James Prescott Joule establecieron que el trabajo podía convertirse en calor o en un incremento de la energía térmica determinando que, simplemente, era otra forma de la energía.

Calor específico

Artículo principal: *Calor específico*

El calor específico es la energía necesaria para elevar 1 °C la temperatura de un gramo de materia. El concepto de capacidad calorífica es análogo al anterior pero para una masa de un mol de sustancia (en este caso es necesario conocer la estructura química de la misma).

El calor específico es un parámetro que depende del material y relaciona el calor que se proporciona a una masa determinada de una sustancia con el incremento de temperatura:

$$Q = m \int_{T_i}^{T_f} c \Delta T$$

donde:

- Q es el calor aportado al sistema.
- m es la masa del sistema.
- c es el calor específico del sistema.
- ΔT es el incremento de temperatura que experimenta el sistema.

Las unidades más habituales de calor específico son $J / (kg \cdot K)$ y $cal / (g \cdot ^\circ C)$.

El calor específico de un material depende de su temperatura; no obstante, en muchos procesos termodinámicos su variación es tan pequeña que puede considerarse que el calor específico es constante. Asimismo, también se diferencia del proceso que se lleve a cabo, distinguiéndose especialmente el "calor específico a presión constante" (en un proceso isobárico) y "calor específico a volumen constante (en un proceso isocórico).

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

De esta forma, y recordando la definición de caloría, se tiene que el calor específico del agua es aproximadamente:

$$c_{H_2O} = 1 \frac{cal}{g \cdot ^\circ C}$$

Calor específico molar

El calor específico de una sustancia está relacionado su constitución molecular interna, y a menudo da información valiosa de los detalles de su ordenación molecular y de las fuerzas intermoleculares. A altas temperaturas la mayoría de sólidos tienen capacidades caloríficas molares del orden de $c_p \approx c_v \approx 3R$ (ver Ley de Dulong-Petit, siendo R la constante universal de los gases ideales) mientras que la de los gases monoatómicos tiende a $c_p \approx 5R/2$ y difiere de la de gases diatómicos $c_p \approx 7R/2$. En este sentido, con

frecuencia es muy útil hablar de calor específico molar denotado por c_m , y definido como la cantidad de energía necesaria para elevar la temperatura de un mol de una sustancia en 1 grado es decir, está definida por:

$$c_m = \frac{1}{n} \frac{dQ}{dT} \approx \frac{Q}{n\Delta T}$$

donde n indica la cantidad de moles en la sustancia presente. Esta capacidad usualmente es función de la temperatura $c_m = c_m(T)$.

Capacidad calorífica

La capacidad calorífica de una sustancia es una magnitud que indica la mayor o menor dificultad que presenta dicha sustancia para experimentar cambios de temperatura bajo el suministro de calor. Se denota por C , se acostumbra a medir en J/K, y se define como:

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

Dado que:

$$c = \frac{Q}{m\Delta T} \implies mc = \frac{Q}{\Delta T} \implies C = mc$$

De igual forma se puede definir la capacidad calorífica molar como:

$$C_n = nc$$

Cambios de fase

Artículos principales: Cambio de fase y Estado de agregación.

En la naturaleza existen tres estados usuales de la materia: sólido, líquido y gaseoso. Al aplicarle calor a una sustancia, ésta puede cambiar de un estado a otro. A estos procesos se les conoce como cambios de fase. Los posibles cambios de fase son:

- de estado sólido a líquido, llamado fusión,

- de estado líquido a sólido, llamado solidificación,
- de estado líquido a gaseoso, llamado evaporación o vaporización,
- de estado gaseoso a líquido, llamado condensación,
- de estado sólido a gaseoso, llamado sublimación progresiva,
- de estado gaseoso a sólido, llamado sublimación regresiva o deposición,
- de estado gaseoso a plasma, llamado ionización.
- de estado plasma a gaseoso, llamado Desionización



El agua en diferentes estados en equilibrio térmico en el lado groenlandés de la bahía de Baffin.

Calor latente

Artículo principal: Calor latente

Un cuerpo sólido puede estar en equilibrio térmico con un líquido o un gas a cualquier temperatura, o que un líquido y un gas pueden estar en equilibrio térmico entre sí, en una amplia gama de temperaturas, ya que se trata de sustancias diferentes. Pero lo que es menos evidente es que dos fases o estados de agregación, distintas de una misma sustancia, puedan estar en equilibrio térmico entre sí en circunstancias apropiadas.

Un sistema que consiste en formas sólida y líquida de determinada sustancia, a una presión constante dada, puede estar en equilibrio térmico, pero únicamente a una temperatura llamada punto de fusión simbolizado a veces como t_f . A esta temperatura, se necesita cierta cantidad de calor para poder fundir cierta cantidad del material sólido, pero sin que haya un cambio significativo en su temperatura. A esta cantidad de energía

se le llama calor de fusión, calor latente de fusión o entalpía de fusión, y varía según las diferentes sustancias. Se denota por L_f .

El calor de fusión representa la energía necesaria para deshacer la fase sólida que está estrechamente unida y convertirla en líquido. Para convertir líquido en sólido se necesita la misma cantidad de energía, por ello el calor de fusión representa la energía necesaria para cambiar del estado sólido a líquido, y también para pasar del estado líquido a sólido.

El calor de fusión se mide en cal / g.

De manera similar, un líquido y un vapor de una misma sustancia pueden estar en equilibrio térmico a una temperatura llamada punto de ebullición simbolizado por t_e . El calor necesario para evaporar una sustancia en estado líquido (o condensar una sustancia en estado de vapor) se llama calor de ebullición o calor latente de ebullición o entalpía de ebullición, y se mide en las mismas unidades que el calor latente de fusión. Se denota por L_e .

En la siguiente tabla se muestran algunos valores de los puntos de fusión y ebullición, y entalpías de algunas sustancias:

sustancias	t_f [°C]	L_f [cal/g]	t_e [°C]	L_e [cal/g]
<u>H₂O</u>	0,00	79,71	100,00	539,60
<u>O₂</u>	-219,00	3,30	-182,90	50,90
<u>Hg</u>	-39,00	2,82	357,00	65,00
<u>Cu</u>	1083,00	42,00	2566,90	

Transmisión de calor

Artículo principal: *Transmisión de calor*

El calor puede ser transmitido de tres formas distintas: por conducción, por convección o por radiación.

- Conducción térmica: es el proceso que se produce por contacto térmico entre dos ó más cuerpos, debido al contacto directo entre las partículas individuales de los cuerpos que están a diferentes temperaturas, lo que produce que las partículas lleguen al equilibrio térmico. Ej: cuchara metálica en la taza de té.
- Convección térmica: sólo se produce en fluidos (líquidos o gases), ya que implica movimiento de volúmenes de fluido de regiones que están a una temperatura, a regiones que están a otra temperatura. El transporte de calor está inseparablemente ligado al movimiento del propio medio. Ej.: los calefactores dentro de la casa.
- Radiación térmica: es el proceso por el cual se transmite a través de ondas electromagnéticas. Implica doble transformación de la energía para llegar al cuerpo al que se va a propagar: primero de energía térmica a radiante y luego viceversa. Ej.: La energía solar.

La conducción pura se presenta sólo en materiales sólidos. La convección siempre está acompañada de la conducción, debido al contacto directo entre partículas de distinta temperatura en un líquido o gas en movimiento. En el caso de la conducción, la temperatura de calentamiento depende del tipo de material, de la sección del cuerpo y del largo del cuerpo. Esto explica por qué algunos cuerpos se calientan más rápido que otros a pesar de tener exactamente la misma forma, y que se les entregue la misma cantidad de calor.

Conductividad térmica

La conductividad térmica de un cuerpo está dada por:

$$\frac{Q}{\Delta t} = \frac{\lambda A \cdot \Delta T}{L}$$

donde:

Q es el calor entregado,

Δt es el intervalo de tiempo durante el cual se entregó calor,

λ es el coeficiente de conductividad térmica propio del material en cuestión,

A es la sección del cuerpo,

L es la longitud, y

ΔT es el incremento en la temperatura.

Medida experimental del calor

Para determinar, de manera directa, el calor que se pone de manifiesto en un proceso de laboratorio, se suele emplear un calorímetro. En esencia, se trata de un recipiente que contiene el líquido en el que se va a estudiar la variación de energía por transferencia de calor y cuyas paredes y tapa (supuestamente adiabáticas) deben aislarlo, al máximo, del exterior.

Un termo de paredes dobles de vidrio, cuyas superficies han sido previamente metalizadas por deposición y que presenta un espacio vacío entre ellas es, en principio, un calorímetro aceptable para una medida aproximada de la transferencia de calor que se manifiesta en una transformación tan sencilla como esta. El termo se llama vaso Dewar y lleva el nombre del físico y químico escocés James Dewar, pionero en el estudio de las bajas temperaturas. En la tapa aislante suele haber un par de orificios para introducir un termómetro con el que se evaluaría el incremento (o decremento) de la temperatura interior del líquido, y un agitador para tratar de alcanzar el equilibrio térmico en su interior lo más rápido posible, usando un sencillo mecanismo de convección forzada.

No sólo el líquido contenido en el calorímetro absorbe calor, también lo absorben las paredes del calorímetro. Lo mismo sucede cuando pierde calor. Esta *intervención* del calorímetro en el proceso se representa por su equivalente en agua. La presencia de esas paredes, no ideales, *equivale* a añadir al líquido que contiene, los gramos de agua que asignamos a la influencia del calorímetro y que llamamos "equivalente en agua". El "equivalente en agua" viene a ser "la cantidad de agua que absorbe o desprende el mismo calor que el calorímetro".

Unidades de medida

La unidad de medida del calor en el Sistema Internacional de Unidades es la misma que la de la energía y el trabajo: el Joule.

Otra unidad ampliamente utilizada para medir la cantidad de energía térmica intercambiada es la caloría (cal), que es la cantidad de energía que hay que suministrar a

un gramo de agua para elevar su temperatura 1 °C. Diferentes condiciones iniciales dan lugar a diferentes valores para la caloría. La caloría también es conocida como caloría pequeña, en comparación con la kilocaloría (kcal), que se conoce como caloría grande y es utilizada en nutrición.

$$1 \text{ kcal} = 1000 \text{ cal}$$

Joule, tras múltiples experimentaciones en las que el movimiento de unas palas, impulsadas por un juego de pesas, se movían en el interior de un recipiente con agua, estableció el *equivalente mecánico del calor*, determinando el incremento de temperatura que se producía en el fluido como consecuencia de los rozamientos producidos por la agitación de las palas:

$$1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J}^1$$

El BTU, (o unidad térmica británica) es una medida para el calor muy usada en Estados Unidos de América y en muchos otros países de América. Se define como *la cantidad de calor que se debe agregar a una libra de agua para aumentar su temperatura en un grado Fahrenheit*, y *equivale a 252 calorías*.

Termodinámica y transferencia de calor

La termodinámica se interesa en la cantidad de transferencia de calor a medida que un sistema pasa por un proceso, sin indicar cuánto tiempo transcurrirá. Un estudio termodinámico sencillamente nos dice cuánto calor debe transferirse para que se realice un cambio de estado específico, con el fin de cumplir con el principio de conservación de la energía. En la experiencia nos enfocamos más en la velocidad de la transferencia de calor que en la cantidad transferida. La termodinámica trata de los estados en equilibrio y de los cambios que ocurren entre un estado de equilibrio y otro. Por otra parte, la transferencia de calor se ocupa de los sistemas en los que se presenta desequilibrio térmico y, por tanto, existe una condición de no equilibrio. En consecuencia, el estudio de la transferencia de calor no puede basarse sólo en los principios de la termodinámica; sin embargo, existen leyes de la termodinámica que constituyen la base científica de la transferencia de calor.

La primera ley de la termodinámica establece que la velocidad de transferencia de energía hacia un sistema es igual a la velocidad de incremento de la energía de dicho sistema. Su segunda ley, establece que el calor se transfiere en dirección de la temperatura decreciente. El requisito básico para la transferencia de calor es la presencia de una diferencia de temperatura. No existe la más mínima posibilidad de que se dé transferencia neta de calor entre dos medios que están a la misma temperatura, esta diferencia de temperaturas constituye la condición básica necesaria para que se dé transferencia de calor.

Anteriormente mencionamos que el análisis termodinámico no se ocupa de la velocidad de la transferencia de calor en cierta dirección pero, ahora, podemos decir que este parámetro depende de la magnitud del gradiente de temperatura (o diferencia de temperatura por unidad de longitud, o la razón o relación de cambio de la temperatura en esa dirección). A mayor gradiente de temperatura, mayor es la velocidad de transferencia de calor.

Áreas de aplicación de la transferencia de calor

Es común encontrar la transmisión de calor en los sistemas de ingeniería y otros aspectos de la vida; y no es necesario ir muy lejos para ver algunas de sus áreas de aplicación. Es más, uno de los ejemplos más sencillos lo encontramos dentro del cuerpo humano, éste permanece emitiendo calor en forma constante hacia sus alrededores y la comunidad humana está íntimamente influenciada por la velocidad de esta emisión de calor. Tratamos de controlar la velocidad de esta transferencia de calor al ajustar nuestra ropa a las condiciones ambientales. Muchos aparatos domésticos se han diseñado, en su totalidad o en parte, aplicando los principios de la transferencia de calor. Algunos ejemplos incluyen la estufa eléctrica o de gas, el sistema de calefacción o de acondicionamiento del aire. La transferencia de calor desempeña un papel importante en el diseño de muchos otros aparatos, como los radiadores de automóviles, los colectores solares, diversos componentes de las plantas generadoras de energía e, incluso, las naves espaciales.

Transferencia de calor en la ingeniería

Los problemas de capacidad nominal se ocupan de la determinación de la velocidad de transferencia de calor para un sistema existente con una diferencia específica de temperatura. Los problemas de dimensionamiento se ocupan de la determinación del tamaño de un sistema con el fin de transferir calor a una velocidad determinada para una diferencia específica de la temperatura. Un proceso o un equipo de transferencia de calor puede ser analizado de forma experimental o de forma analítica. El procedimiento experimental tiene la ventaja de tratar con el sistema físico real y, gracias a ello, la cantidad deseada se determina mediante medición, dentro de los límites del error experimental. El procedimiento analítico tiene la ventaja de que es rápido y barato, pero los resultados obtenidos dependen de la exactitud de las hipótesis e idealizaciones establecidas en el análisis. En los estudios de transferencia de calor a menudo se logra una buena aproximación reduciendo, mediante el análisis, las opciones a solo unas cuantas y, a continuación, verificando los hallazgos experimentalmente.

Sensación de calor en el ser humano

Generalmente en la mayoría de los países, se habla ya de calor cuando la temperatura supera los 26 °C en cualquier hora del día, aunque varía mucho según la estación del año en que se encuentre una persona. Por ejemplo, 20 °C en verano es considerado una temperatura fresca, mientras que en invierno, esta temperatura es considerada templada o cálida.

El fenómeno "ola de calor" se da cuando las temperaturas diurnas superan los 32 °C y las nocturnas (o al amanecer) no bajan de los 23 °C por 3 días y es común en casi todo tipo de climas en época veraniega, a excepción de los países cerca de los polos, con clima templado y polar, cuando es muy infrecuente o casi nulo, y se hace más frecuente cuando los países están más cerca de los trópicos (países con climas tropical y subtropical). Esta denominación de ola de calor no quiere decir necesariamente calor excesivo ni temperaturas inusuales para la estación; pretende alertar sobre consecuencias perjudiciales en personas o colectivos vulnerables.

El ser humano siente más calor cuando hay más humedad en el ambiente. Por ejemplo, una temperatura de 30 °C, pero con humedad ambiental del 10%, se sentirá como si el ambiente fuese de solo 28 °C. Pero con humedad ambiental del 90%, se sentirá como si el ambiente fuese de 40 °C.

Véase también

- [Calorimetría](#)
- [Temperatura](#)
- [Termodinámica](#)
- [Bolsa de agua caliente](#)
- [Teoría calórica](#)
- [Teoría cinética de los gases ideales](#)
- [Introducción a la mecánica de fluidos](#)

Referencias

1. International Standard [ISO 31-4](#): Quantities and units – Part 4: Heat. Annex B (informative): Other units given for information, especially regarding the conversion factor. [International Organization for Standardization](#), 1992.
- Cengel, Yunus A. (2004), *Transferencia de calor* (2ª edición), México: McGraw-Hill
 - Abbott, M.M.; Vanness, H.C. (1991), *Termodinámica* (2ª edición), México: McGraw-Hill
 - Callen, H.B. (1985), *Thermodynamics*, New York: Wiley & Sons
 - Valderrama, J.O. (2009), *Apuntes de Termodinámica Básica*
 - Wark, K. (1991), *Termodinámica* (5ª edición), México: McGraw-Hill
 - Faires, V.M. (1973), *Termodinámica*, México: Uteha

Enlaces externos

-  [Wikcionario](#) tiene definiciones y otra información sobre *calor*.
-  [Wikiquote](#) alberga frases célebres de o sobre *Calor*.

\

