

EL CALOR

2000

Introducción

El calor es parte de nuestra vida diaria, partiendo desde la temperatura de nuestro cuerpo, hasta los fenómenos de la naturaleza que suceden día a día. Por ello el estudiar sus reacciones, medición y estudio nos parecen muy importantes.

En el siguiente trabajo explicaremos y daremos a conocer algunos conceptos relacionados con el calor. Además mostraremos algunos de los instrumentos que son utilizados actualmente para la medición de la temperatura en distintas etapas y objetos

Objetivo General

- Ampliar nuestros conocimientos relacionados con el Calor

Objetivos Específicos

- Explicar la mayor cantidad de conceptos relacionados con el tema.
- Descubrir y aprender las características del calor.
- Realizar un trabajo que sea entretenido para que el lector mantenga su interés en él.
- Cumplir con los requisitos exigidos por el profesor a cargo de la asignatura de Física.

Metodología

- Se obtuvo información de Internet la cual fue de gran ayuda.
- Toda la materia expuesta en el trabajo fue extraída de variadas fuentes de información. Entre las cuales figuran enciclopedias, CDs y como ya estaba mencionado, Internet.
- La información que se obtuvo fue resumida con el fin de entregar un trabajo más corto y directo, que a la vez mantenga el interés del lector.

Calor

Representa la cantidad de energía que un cuerpo transfiere a otro como consecuencia de una diferencia de temperatura entre ambos. El tipo de energía que se pone en juego en los fenómenos caloríficos se denomina energía térmica. El carácter energético del calor lleva consigo la posibilidad de transformarlo en trabajo mecánico. Sin embargo, la naturaleza impone ciertas limitaciones a este tipo de conversión, lo cual hace que sólo una fracción del calor disponible sea aprovechable en forma de trabajo útil.

Las ideas acerca de la naturaleza del calor han variado apreciablemente en los dos últimos siglos. La teoría del calórico o fluido tenue que situado en los poros o intersticios de la materia pasaba de los cuerpos calientes en los que supuestamente se hallaba en mayor cantidad a los cuerpos fríos, había ocupado un lugar destacado en la física desde la época de los filósofos griegos. Sin embargo, y habiendo alcanzado a finales del siglo XVIII su pleno apogeo, fue perdiendo credibilidad al no poder explicar los resultados de los experimentos que

científicos tales como Benjamín Thomson (1753–1814) o Humphrey Davy (1778–1829) realizaron. Una vieja idea tímidamente aceptada por sabios del siglo XVII como Galileo Galilei o Robert Boyle resurgió de nuevo. El propio Thompson (conde de Rumford), según sus propias palabras, aceptó la vuelta a aquellas «viejas doctrinas que sostienen que el calor no es otra cosa que un movimiento vibratorio de las partículas del cuerpo».

Las experiencias de Joule (1818–1889) y Mayer (1814–1878) sobre la conservación de la energía, apuntaban hacia el calor como una forma más de energía. El calor no sólo era capaz de aumentar la temperatura o modificar el estado físico de los cuerpos, sino que además podía moverlos y realizar un trabajo.

Las máquinas de vapor que tan espectacular desarrollo tuvieron a finales del siglo XVIII y comienzos del XIX eran buena muestra de ello. Desde entonces las nociones de calor y energía quedaron unidas y el progreso de la física permitió, a mediados del siglo pasado, encontrar una explicación detallada para la naturaleza de esa nueva forma de energía, que se pone de manifiesto en los fenómenos caloríficos.

Calor específico

Cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de una unidad de masa de una sustancia en un grado. En el Sistema Internacional de unidades, el calor específico se expresa en julios por kilogramo y kelvin; en ocasiones también se expresa en calorías por gramo y grado centígrado. El calor específico del agua es una caloría por gramo y grado centígrado, es decir, hay que suministrar una caloría a un gramo de agua para elevar su temperatura en un grado centígrado.

De acuerdo con la ley formulada por los químicos franceses Pierre Louis Dulong y Alexis Thérèse Petit, para la mayoría de los elementos sólidos, el producto de su calor específico por su masa atómica es una cantidad aproximadamente constante. Si se expande un gas mientras se le suministra calor, hacen falta más calorías para aumentar su temperatura en un grado, porque parte de la energía suministrada se consume en el trabajo de expansión. Por eso, el calor específico a presión constante es mayor que el calor específico a volumen constante.

Transferencia de Calor

En física, proceso por el que se intercambia energía en forma de calor entre distintos cuerpos, o entre diferentes partes de un mismo cuerpo que están a distinta temperatura. El calor se transfiere mediante convección, radiación o conducción. Aunque estos tres procesos pueden tener lugar simultáneamente, puede ocurrir que uno de los mecanismos predomine sobre los otros dos. Por ejemplo, el calor se transmite a través de la pared de una casa fundamentalmente por conducción, el agua de una cacerola situada sobre un quemador de gas se calienta en gran medida por convección, y la Tierra recibe calor del Sol casi exclusivamente por radiación.

Conducción

En los sólidos, la única forma de transferencia de calor es la conducción. Si se calienta un extremo de una varilla metálica, de forma que aumente su temperatura, el calor se transmite hasta el extremo más frío por conducción. No se comprende en su totalidad el mecanismo exacto de la conducción de calor en los sólidos, pero se cree que se debe, en parte, al movimiento de los electrones libres que transportan energía cuando existe una diferencia de temperatura.

Convección Si existe una diferencia de temperatura en el interior de un líquido o un gas, es casi seguro que se producirá un movimiento del fluido. Este movimiento transfiere calor de una parte del fluido a otra por un proceso llamado convección. El movimiento del fluido puede ser natural o forzado. Si se calienta un líquido o un gas, su densidad (masa por unidad de volumen) suele disminuir. Si el líquido o gas se encuentra en el campo gravitatorio, el fluido más caliente y menos denso asciende, mientras que el fluido más frío y más

denso desciende. Este tipo de movimiento, debido exclusivamente a la no uniformidad de la temperatura del fluido, se denomina convección natural.

Radiación

La radiación presenta una diferencia fundamental respecto a la conducción y la convección: las sustancias que intercambian calor no tienen que estar en contacto, sino que pueden estar separadas por un vacío. La radiación es un término que se aplica genéricamente a toda clase de fenómenos relacionados con ondas electromagnéticas. Algunos fenómenos de la radiación pueden describirse mediante la teoría de ondas, pero la única explicación general satisfactoria de la radiación electromagnética es la teoría cuántica.

Calorimetría.

Ciencia que mide la cantidad de energía generada en procesos de intercambio de calor. El calorímetro es el instrumento que mide dicha energía. El tipo de calorímetro de uso más extendido consiste en un envase cerrado y perfectamente aislado con agua, un dispositivo para agitar y un termómetro. Se coloca una fuente de calor en el calorímetro, se agita el agua hasta lograr el equilibrio, y el aumento de temperatura se comprueba con el termómetro. Si se conoce la capacidad calorífica del calorímetro (que también puede medirse utilizando una fuente corriente de calor), la cantidad de energía liberada puede calcularse fácilmente. Cuando la fuente de calor es un objeto caliente de temperatura conocida, el calor específico y el calor latente pueden ir midiéndose según se va enfriando el objeto. El calor latente, que no está relacionado con un cambio de temperatura, es la energía térmica desprendida o absorbida por una sustancia al cambiar de un estado a otro, como en el caso de líquido a sólido o viceversa. Cuando la fuente de calor es una reacción química, como sucede al quemar un combustible, las sustancias reactivas se colocan en un envase de acero pesado llamado bomba. Esta bomba se introduce en el calorímetro y la reacción se provoca por ignición, con ayuda de una chispa eléctrica.

Temperatura

Mide la concentración de energía y es aquella propiedad física que permite asegurar si dos o más sistemas están o no en equilibrio térmico (cuando dos cuerpos están a la misma temperatura), esto quiere decir que la temperatura es la magnitud física que mide cuan caliente o cuan frío se encuentra un objeto.

La temperatura se mide en unidades llamadas grados, por medio de los termómetros, esto se refiere que para medir la temperatura utilizamos una de las magnitudes que sufre variaciones linealmente a medida que se altera la temperatura.

Temperatura es el promedio de la energía cinética de las moléculas de un cuerpo.

Relación entre temperatura y calor

La relación es que la temperatura mide la concentración de energía o de velocidad promedio de las partículas y el calor energía térmica en tránsito.

Para una mejor explicación de esta relación lo mostraremos con un ejemplo: si ponemos un recipiente con agua representa la cantidad de calor que un cuerpo cede o absorbe en un instante dado, el nivel que esta alcanza representa su temperatura. Si la cantidad de agua, sube el nivel, esto es, si aumenta la cantidad de calor que posee el cuerpo, aumenta también su temperatura.

Otro ejemplo se nota cuando encendemos un fósforo, se logra una alta temperatura pero bajo contenido calórico.

Una olla con 10 litros de agua tibia tiene baja temperatura y un gran contenido calórico.

La temperatura es independiente de la cantidad de sustancia, el calor en cambio depende de la masa, de la temperatura y del tipo de sustancia.

$$Q = m c t$$

¿Qué es un Termómetro?

Un termómetro es un instrumento que mide la temperatura de un sistema en forma cuantitativa. Una forma fácil de hacerlo es encontrando una sustancia que tenga una propiedad que cambie de manera regular con la temperatura. La manera más "regular" es de forma lineal:

$$t(x)=ax+b.$$

Donde t es la temperatura y cambia con la propiedad x de la sustancia. Las constantes a y b dependen de la sustancia usada y deben ser evaluadas en dos puntos de temperatura específicos sobre la escala, por ejemplo, 32° para el punto congelamiento del agua y 212° para el punto de ebullición.

Después se aclara que este es el rango de una escala ya conocida como la Fahrenheit.

Por ejemplo, el mercurio es líquido dentro del rango de temperaturas de $-38,9^\circ \text{C}$ a

$356,7^\circ \text{C}$ (la escala Celsius se discute más adelante). Como un líquido, el mercurio se expande cuando se calienta, esta expansión es lineal y puede ser calibrada con exactitud.

El dibujo del termómetro de vidrio de mercurio ilustrado arriba contiene un bulbo fijo con mercurio (bulb) que le permite expandirse dentro del capilar. Esta expansión fue calibrada sobre el vidrio del termómetro.

Desarrollo de Termómetros y Escalas de Temperaturas.

Uno de los primeros intentos para hacer un estándar de temperaturas ocurrió alrededor de AD 170, cuando Galeno, en sus notas médicas, propone un estándar de temperatura "neutral" completando cantidades iguales para la ebullición del agua y el hielo. Sobre cualquier lado de esta temperatura tenía cuatro grados de calor y cuatro grados de frío respectivamente.

Los primeros equipos usados para medir la temperatura fueron llamados Termoscopios.

Consistían en un bulbo de vidrio que tiene un largo tubo extendido hacia abajo colocado dentro de un recipiente que contiene agua con colorante (aunque Galileo en 1610 utilizó vino). Algo del aire contenido dentro del bulbo se expulsa, por lo cual el líquido se eleva a través del tubo para tomar su lugar. Como el aire remanente del bulbo se calienta o enfría, el nivel de líquido en el tubo varía reflejo del cambio de la temperatura del aire. Colocando una escala grabada sobre el tubo, se puede medir en forma cuantitativa estas fluctuaciones.

El aire dentro del bulbo es referido como *medio termométrico*, siendo aquel medio cuya propiedad cambia con la temperatura.

En 1641 el primer termómetro sellado que usó líquido en vez de aire como medio termométrico fue desarrollado por Ferdinand II, Gran Duque de Toscana. Su termómetro usó un equipo sellado en vidrio dentro del cual había alcohol, con 50 "grados" marcados sobre el tubo pero un "punto fijo" para el cero de la escala no fue utilizado, Estos fueron referidos como termómetros de "espíritu".

Robert Hook, párroco de la Sociedad Real, en 1664 usó un tinte rojo en alcohol. Su escala, para la cual todos los grados representaban un igual incremento de volumen equivalente alrededor de 1/500 partes de el volumen del líquido del termómetro, necesitó solo un punto fijo. El seleccionó el punto de congelamiento del agua. Por una escala presentada de esta manera, Hook presentó que un mismo estándar puede ser establecido para termómetros de tamaños diferentes. El termómetro original de Hook quedó conocido como un estándar del Gresham College y fue usado por la Sociedad Real hasta 1709. (El primer registro meteorológico inteligible usó esta escala).

En 1702, el astrónomo Ole Roemer de Copenhagen basó su escala en dos puntos fijos: nieve (o hielo comprimido) y el punto de ebullición del agua, y registró la temperatura diaria en Copenhagen desde 1708 a 1709 con su termómetro.

Fue en 1724 que Gabriel Fahrenheit usó mercurio como líquido termométrico. La expansión térmica del mercurio es amplia y suavemente uniforme, esto permite que no se adhiera a el vidrio y permanece líquido ante un amplio rango de temperaturas. Su apariencia plateada hace que sea fácil de leer. Fahrenheit describió como calibró la escala de mercurio de su termómetro de la siguiente manera:

" Colocando el termómetro en un mezcla de sal de amonio o agua salada, hielo, y agua, un punto sobre la escala pudo ser encontrado el cual llamé cero. Un segundo punto fue obtenido de la misma manera, si la mezcla es usada sin sal. Denotando este punto como 30. Un tercer punto designado como 96 fue obtenido colocando el termómetro en la boca para adquirir el calor del cuerpo humano." (D.G Fahrenheit, *Phil. Trans. (London)* 33, 78, 1724).

Sobre esta escala, Fahrenheit midió el punto de ebullición del agua obteniendo 212. Después adjudicó el punto de congelamiento del agua a 32 así que el intervalo entre el punto de congelamiento y ebullición del agua puede ser representado por el número racional 180. Temperaturas medidas sobre esta escala son designadas como **grados Fahrenheit (°F)**.

En 1745 Carlos Linneo de Upsala, Suecia, describió una escala en la cual el punto de congelamiento del agua era 100 y el punto de ebullición cero haciendo esto una escala centígrada. Anders Celsius (1701–1744) usó la escala al revés en la cual cero representó el punto de congelamiento y 100 el punto de ebullición del agua, manteniendo los 100 grados entre los dos puntos. En 1948 el término Grado Centígrado fue reemplazado por el de Grados Celsius. Temperaturas medidas sobre una escala centígrada, con el punto de congelamiento del agua como cero, son designadas como **grados Celsius (°C)**.

Para convertir de grado Centígrado a Fahrenheit multiplique por 1.8 y sume 32.

$$^{\circ}\text{F}=1.8^{\circ}\text{C}+32.$$

En 1780, J.A. C. Charles, físico francés, presentó que para un mismo incremento de temperatura, todos los gases tienen el mismo aumento de volumen. Porque los coeficientes de expansión de los gases son tal que están muy cerca uno del otro, con esto es posible establecer una escala de temperatura basada en un solo punto fijo en vez de dos, tal como en la Fahrenheit o Celsius. Esto nos lleva a termómetro que usen gas como medio termométrico.

En este termómetro de gas a volumen constante el bulbo B que contiene hidrógeno (por ejemplo) bajo una cierta presión, se conecta con un manómetro de mercurio por medio de un tubo de volumen muy pequeño. (El bulbo B es la porción sensible a la temperatura y debe procurarse que todo sea de mercurio). El nivel de mercurio en C puede adjudicarse al elevarse o no el nivel en el reservorio R. La presión del hidrógeno la cual es "x" varía en relación lineal con la temperatura, es la diferencia entre los niveles D y C más la presión encima de D.

P. Chappuis in 1887 dirigió extensos estudios sobre los termómetros de gas con presión constante o con volumen constante usando hidrógeno, nitrógeno y bióxido de carbono como medios termométricos. Basado en estos resultados, el Comité Internacional de Pesos y Medidas adoptó la escala de hidrógeno a volumen constante tomando como puntos fijos el punto de hielo (0° C) y de vapor (100° C) como escala práctica para la meteorología internacional.

Experimentos con termómetros de gas han divulgado que es muy pequeña la diferencia en la lectura de temperaturas utilizando diferentes gases. Así es posible, fijar una escala de temperatura que sea independiente del medio termométrico si este es un gas a baja presión. En este caso, todos los gases se comportan como un gas ideal y tienen una relación muy simple entre la presión, temperatura y volumen:

$$pV=(\text{constante})T.$$

Esta temperatura es llamada *temperatura termodinámica* y es aceptada en la actualidad como medida fundamental de temperatura. Note que hay una definición natural del cero en esta escala; es el punto donde la presión del gas ideal se hace cero, por lo tanto la temperatura es cero. La discusión sobre el cero absoluto se hará posteriormente. En 1933, El Comité Internacional de Pesos y Medidas adoptó como punto fijo el punto triple del agua, (la temperatura a la cual el agua el hielo, agua líquido y vapor coexisten en equilibrio), este valor es 273,16, la unidad de temperatura de esta escala fue llamada Kelvin, por Lord Kelvin (Williams Thompson) 1824–1907, y su símbolo es K. (no utiliza grados).

Para convertir de Celsius a Kelvin sumo 273,16:

$$K=^{\circ}\text{C}+273,16.$$

Temperatura Termodinámica es la temperatura fundamental, su unidad es el Kelvin la cual se define como una fracción de 1/273,16 de la temperatura termodinámica del punto triple del agua.

Sir William Siemens en 1871 propuso un termómetro donde medio termométrico es un conductor metálico cuya resistencia cambia con la temperatura. El platino no se oxida a altas temperaturas y tiene un cambio relativamente uniforme con la temperatura en un amplio rango. El *termómetro de resistencia de platino* es ampliamente usado como termómetro termoelectrónico y cubre un rango de temperaturas que va desde –260° C a 1235° C.

Algunas temperatura fueron adoptadas como Referencias Primarias tal como las definió la Escala Internacional de Temperaturas Prácticas en 1968. La Escala de Internacional de Temperaturas en 1990 adoptó por el Comité Internacional de Pesos y Medidas los siguientes estándares mantenidos desde 1989. Entre 0,65K y 5,0 K, la temperatura se definió en términos de la presión de vapor (relación de temperaturas del isótopo de Helio). Entre 3,0 K y el punto triple del Neón (24,5561 K) la temperatura se definió por medio de un termómetro de gas (Helio). Entre el punto triple del hidrógeno (13,8033 K) y el punto de congelamiento de la plata (961,78 oC) la temperatura se definió por medio de termómetros de resistencia de platino. Por encima del punto de congelamiento de la plata la temperatura se definió en términos de la Ley de Radiación de Planck.

T.J. Seebeck en 1826 descubrió que cuando alambres de diferentes metales son fusionados en un terminal y calentados, fluye corriente de uno a otro. La fuerza electromotriz generada puede ser cuantitativamente relacionada con la temperatura y así el sistema puede ser usado como termómetro, conocido como termocouple. La termocouple es usada en la industria y diferentes metales son usados: níquel / aluminio y platino / platino–rodio, por ejemplo. El Instituto Nacional de Estándares y Tecnologías (NIST) mantiene bases de datos para estandarizar termómetros.

Para las medidas a muy bajas temperaturas, la susceptibilidad magnética de una sustancia paramagnética es

usada como una cantidad física termométrica. Para algunas sustancias, la susceptibilidad magnética varía inversamente con la temperatura. Cristales como (cerrous magnesium nitrate y chromic potassium alum) han sido usados para medir temperaturas por debajo de 0,05 K; estos cristales son calibrados en un rango de helio líquido. Este diagrama y las últimas ilustraciones de este texto fueron tomadas del archivo de imágenes del Laboratorio de Bajas Temperaturas de la Universidad Tecnológica de Helsinki. Para estas temperaturas tanto o más bajas que estas, el termómetro es también usado como mecanismo de enfriamiento. Algunos laboratorios de bajas temperaturas conducen interesantes aplicaciones e investigaciones teóricas sobre como alcanzar la temperatura más baja posible, como trabajarlas y encontrarle aplicaciones.

Termómetros usados en la actualidad

–Termómetro de líquido

–Termómetro de gas

–Termómetro bimetalico

–Termómetro de resistencia

–Termistor

–Termómetro diferencial

Dilatación térmica

Dilatación, por lo general, la materia se dilata al calentarla y se contrae al enfriarla. Esta dilatación se determina por medio de los llamados coeficientes de dilatación.

Sea un sólido de longitud inicial L_1 , que, después de experimentar un aumento de temperatura de $\Delta\theta$ °C, alcanza una longitud final L_2 . su coeficiente de dilatación lineal α , se define mediante la relación:

$$L_2 = L_1 (1 + \alpha \Delta\theta).$$

En esta definición se supone que α no depende de la temperatura, lo cual no es estrictamente cierto. Una relación mas exacta entre L_1 y L_2 es la siguiente:

$$L_2 = L_1 (1 + \alpha \Delta\theta + b \Delta\theta^2 + c \Delta\theta^3 \dots),$$

Donde a , b y c son coeficientes constantes.

En el caso de un solido (que tiene un α A_1 y después de aplicársele calor ($\Delta\theta$ °C) queda con un α A_2) el coeficiente lineal es remplazado por el coeficiente de dilatación superficial (B) y se define por medio de la sgte. relación:

$$A_2 = A_1 (1 + B \Delta\theta)$$

Y en un cuerpo con volumen (que tiene volumen V_1 y después de aplicársele calor ($\Delta^\circ \text{C}$) queda con un volumen V_2), se define el coeficiente (γ) como dilatación cúbica, en la relación:
 $V_2 = V_1 (1 + \gamma \Delta)$

Estos tres coeficientes de dilatación cumplen aproximadamente las relaciones

$$\beta = 3\alpha$$

$$\gamma = 3\alpha$$

Al calcular el coeficiente de dilatación de los líquidos hay que tener en cuenta la dilatación del recipiente que los contiene.

La dilatación de los gases obedece a la ley de Charles.

Temperatura de La Tierra

La temperatura en el interior de la tierra aumenta con la profundidad. Esto se puede comprobar en minas y en sondeos, midiendo la temperatura de las rocas. El gradiente geotérmico es el número de grados que aumenta la temperatura al profundizar 100 metros, y expresa el valor del aumento de la temperatura con la profundidad.

En los niveles más superficiales de la corteza, el valor de este parámetro es de 3°C , pero disminuye con la profundidad. En la actualidad, la mayor parte de los científicos admiten que la temperatura en las zonas más internas del globo no supera los 5.000°C .

Conclusión

Bibliografía

- CD ROM : Enciclopedia Interactiva Microsoft Encarta 97.
- Acceso A Internet : <http://www.rincondelvago.com>
- El mundo de las Ciencias Naturales

Editorial: Oceano