



Calor y temperatura

Objetivo: Comprender y diferenciar calor y temperatura

Nivel: cuarto medio matemático

Temperatura

La cantidad que indica lo "caliente o frío" que está un objeto con respecto a una norma se llama temperatura. El primer "medidor térmico" para medir la temperatura, el termómetro, fue inventado por Galileo en 1602 (la palabra térmico proviene del término griego para indicar "calor"). El uso del popular termómetro de mercurio en vidrio se difundió 70 años después. (Es posible que los termómetros de mercurio caigan en desuso durante los próximos años, por el riesgo de envenenamiento con mercurio.) La temperatura de la materia se expresa con un número que corresponde a lo "caliente o frío" que está algo, según determinada escala.

Casi todos los materiales se dilatan, o expanden, cuando se elevan sus temperaturas, y se contraen cuando éstas bajan. Así, la mayoría de los termómetros miden la temperatura debido a la expansión o contracción de un líquido, que suele ser mercurio, o alcohol teñido, en un tubo de vidrio con escala.

En la escala internacional, la que se usa más comúnmente en la actualidad, se asigna el número 0 a la temperatura de congelación del agua, y el número 100 a su temperatura de ebullición (a la presión atmosférica normal). El espacio entre las dos marcas se divide en 100 partes iguales llamadas grados; en consecuencia, un termómetro calibrado como acabamos de describir se llama termómetro centígrado (de centi, "centésimo"; y gradus, "medida"). Sin embargo, ahora se llama termómetro Celsius, en honor al científico que sugirió dicha escala, el astrónomo sueco Anders Celsius (1701-1744).

En Estados Unidos hay otra escala muy popular. En ella, se asigna el número 32 a la temperatura de congelación del agua, y el número 212 a su temperatura de ebullición. Esa escala la tiene un termómetro Fahrenheit, en honor de su ilustre creador, el físico alemán Gabriel Daniel Fahrenheit (1686-1736). La escala Fahrenheit quedará obsoleta cuando Estados Unidos termine de adoptar el sistema métrico.

Los científicos favorecen otra escala de temperaturas más, la escala Kelvin, en honor del físico inglés Lord William T. Kelvin (1824-1907). Esta escala no se calibra en función de puntos de congelación ni de ebullición del agua, sino en términos de la energía misma. El número 0 se asigna a la mínima temperatura posible, el cero absoluto, en la cual una sustancia no tiene ninguna energía cinética que ceder.² El cero absoluto corresponde a $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la escala



Celsius. Las unidades de la escala Kelvin tienen el mismo tamaño que los grados de la escala Celsius, y así la temperatura del hielo que se funde es 273 kelvins. En la escala Kelvin no hay números negativos.

La temperatura se relaciona con el movimiento aleatorio de los átomos y las moléculas de una sustancia. En forma más específica, la temperatura es proporcional a la energía cinética de "traslación" promedio del movimiento molecular (el que lleva a la molécula de un lugar a otro). Las moléculas también pueden girar o vibrar, con su energía cinética de rotación y vibración correspondiente, aunque tales movimientos no afectan directamente la temperatura.

El efecto de la energía cinética de traslación en función de la energía cinética de vibración y de rotación se demuestra ampliamente con un horno de microondas. Las microondas que bombardean los alimentos hacen que ciertas moléculas de éstos, principalmente las moléculas de agua, vibren y oscilen con gran cantidad de energía cinética de rotación. Sin embargo, las moléculas que oscilan no cuecen los alimentos. Lo que eleva la temperatura y cuece el alimento es la energía cinética de traslación impartida a las moléculas vecinas que rebotan contra ellas. (Para que lo entiendas mejor, imagina un puñado de canicas que salen despedidas en todas direcciones al encontrarse con las aspas giratorias de un ventilador.) Si las moléculas vecinas no interactuaran con las moléculas de agua en oscilación, la temperatura del alimento no cambiaría respecto a la que tenía cuando se encendió el horno.

EXAMÍNATE 1

¿Cierto o falso? La temperatura es una medida de la energía cinética total de una sustancia.

Resulta interesante el hecho de que lo que en realidad muestra un termómetro es su propia temperatura. Cuando un termómetro está en contacto térmico con algo cuya temperatura se desea conocer, entre los dos se intercambiará energía hasta que sus temperaturas sean iguales y se establezca el equilibrio térmico.

Si conocemos la temperatura del termómetro, conoceremos la temperatura de lo que se está midiendo. Un termómetro debería ser lo suficientemente pequeño para que no influya significativamente en la temperatura de lo que mida. Si mides la temperatura del aire en una habitación, tu termómetro será del tamaño adecuado. Pero si debes medir la temperatura de una gota de agua, el contacto entre ella y el termómetro cambiaría la temperatura de la gota; es un caso clásico de cuando el proceso de medición cambia lo que se está midiendo.

Calor

Si tocas una estufa caliente, entrará energía a tu mano, porque la estufa está más caliente que tu mano. Por otro lado, cuando tocas un cubito de hielo, la energía sale de la mano y entra al hielo, que está más frío. La dirección de la transferencia espontánea de energía siempre es del objeto más caliente al objeto más frío que lo toca. La energía transferida de un objeto a otro debida a una diferencia de temperatura entre ellas se llama calor.

Es importante destacar que la materia no contiene calor. La materia contiene energía cinética molecular, y quizás energía potencial molecular, pero no calor. El calor es energía en tránsito de un cuerpo de mayor temperatura hacia otro con menor temperatura. Una vez transferida, la energía cesa de calentar. (Como analogía recuerda que el trabajo también es energía en tránsito. Un cuerpo no contiene trabajo. Efectúa trabajo o el trabajo se efectúa sobre él.)

La energía interna es el gran total de las energías en el interior de una sustancia.

Además de la energía cinética de traslación de las moléculas en movimiento en una sustancia, hay energía en otras formas. Existe energía cinética de rotación de moléculas, y energía cinética debida a movimientos internos de los átomos dentro de las moléculas. También hay energía potencial debida a las fuerzas entre las moléculas. Se ve entonces que una sustancia no contiene calor: contiene energía interna.



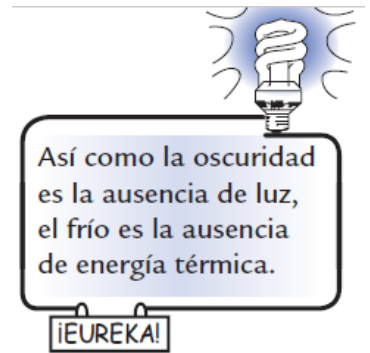
Estufa caliente

Aunque a los dos recipientes se agregue la misma cantidad de calor, la temperatura aumenta más en el recipiente con menor cantidad de agua.

Cuando una sustancia absorbe o emite calor, aumenta o disminuye la energía interna que hay en ella. En ciertos casos, como cuando se funde el hielo, el calor agregado no aumenta la energía cinética molecular, sino que se convierte en otras formas de energía. La sustancia sufre un cambio de fase.

Cuando las cosas están en contacto térmico, el flujo de calor es de la que tiene mayor temperatura a la que tiene menor temperatura;

aunque no necesariamente es de una sustancia que contenga mayor energía interna a otra que contenga menos energía interna. Hay más energía interna en un vaso de agua tibia que en un



Así como la oscuridad es la ausencia de luz, el frío es la ausencia de energía térmica.

¡EUREKA!



Hay más energía cinética molecular en la cubeta llena de agua tibia, que en la pequeña taza llena de agua más caliente.



alfiler calentado al rojo. Si ese alfiler se sumerge en el agua, el flujo de calor no es del agua tibia al alfiler: es del alfiler al agua, que está más fría. El calor nunca fluye espontáneamente de una sustancia con menor temperatura a otra con mayor temperatura.

La cantidad de calor que transfiera no sólo depende de la diferencia de temperatura entre las sustancias, sino también de la cantidad del material. Por ejemplo, un barril de agua caliente transferirá más calor a una sustancia más fría, que una taza de agua a la misma temperatura. Hay más energía interna en volúmenes mayores de agua.

EXAMÍNATE 2

1. Imagina que pones 1 L de agua durante cierto tiempo sobre una llama, y que su temperatura aumenta $2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Si pones 2 L de agua al mismo tiempo sobre la misma llama, ¿cuánto subirá su temperatura?
2. Si una canica en movimiento rápido golpea un grupo de canicas en movimiento lento, ¿la canica rápida normalmente aumentaría o disminuiría su rapidez? ¿Cuál(es) pierde(n) energía cinética y cuál(es) gana(n) energía cinética, la canica que al principio se movía con rapidez, o las lentas? ¿Cómo se relacionan estas preguntas con la dirección del flujo del calor?

Examínate 1

Falso. La temperatura es una medida de la energía cinética de traslación promedio (no total!) de las moléculas de una sustancia. Por ejemplo, hay el doble de energía cinética molecular en 2 litros de agua hirviendo que en 1 litro, pero las temperaturas son iguales en los dos casos, porque la energía cinética de traslación promedio por molécula es igual en ambos casos.

Examínate 2

1. Su temperatura sólo subirá $1\text{ }^{\circ}\text{C}$, porque hay el doble de moléculas en 2 L de agua, y cada una sólo recibe en promedio la mitad de la energía.
2. La canica que se mueve rápido pierde rapidez al golpear a las que se muevan más lento. Cede algo de su energía cinética a las más lentas. Así sucede con el flujo de calor. Las moléculas con más energía cinética, al estar en contacto con moléculas con menos energía cinética, les ceden algo de su exceso de energía a las menos energéticas. La dirección de la transferencia de energía es de caliente a frío. Sin embargo, tanto para las canicas como para las moléculas, la energía total antes y después del contacto es la misma.