

Propagación del calor.

Objetivo: Comprender los mecanismos de propagación del calor.

Nivel: cuarto medio matemático

La transferencia espontánea de calor siempre ocurre de los objetos de más temperatura a los de menos temperatura (como comúnmente se dice de los objetos más calientes a los más fríos). Si están en contacto varios objetos con temperaturas distintas, los que están más "calientes" se "enfrian" y los que están más "fríos" se "calientan", hasta que alcancen una temperatura común. Esta igualación de temperaturas se lleva a cabo de tres maneras: por conducción, por convección y por radiación.

Conducción

Toma un clavo de acero y coloca la punta en una llama. Se calentará tan rápido que ya no podrás sujetarlo. El calor entra al clavo metálico en el extremo que está en la llama, y el calor se transmite por toda su longitud. A esta clase de transmisión de calor se le llama conducción. El fuego hace que los átomos en el extremo caliente del clavo se muevan con mayor rapidez. Esos átomos vibran y chocan con sus vecinos, los cuales a la vez hacen lo mismo, y así sucesivamente. Lo más importante es que los electrones libres se mueven a través del metal, empujándose y transfiriendo energía por colisión a los átomos y a los demás electrones libres por todo el clavo.

Lo bien que un objeto sólido conduzca el calor depende del enlace dentro de su estructura atómica o molecular. Los sólidos formados por átomos que tienen uno o más electrones externos "suelos" conducen bien el calor (y la electricidad).

Los metales tienen los electrones externos "más suelos", los cuales se liberan para conducir energía por colisiones a través del metal. Por esta razón son conductores excelentes del calor y la electricidad. La plata es el mejor conductor y le sigue el cobre, y entre los metales comunes están a continuación el aluminio y el

hierro. Por otro lado, la lana, la madera, la paja, el papel, el corcho y la espuma de estireno son malos conductores del calor. Los electrones externos en los átomos de esos materiales están bien fijos. A los malos conductores se les llama aislantes. Como la madera es buen aislante se emplea en las asas de los utensilios de cocina. Aun cuando esté caliente, con la mano puedes sujetar el mango de madera de una olla, para sacarla con rapidez de un horno caliente, sin



Cuando tocas un clavo unido a un bloque de hielo, ¿el frío fluye del clavo a tu mano o la energía fluye de tu mano al clavo?

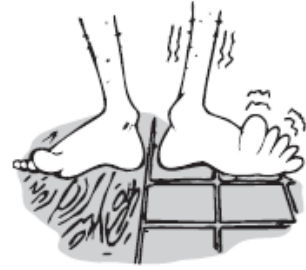


sufrir ningún daño. Tomar con la mano un mango de hierro a la misma temperatura seguramente quemaría tu mano. La madera es buen aislante, aun cuando esté al rojo vivo, y es la causa por la que algunas personas puedan caminar descalzo sobre carbones de madera ardientes sin quemarse los pies. El factor principal en la caminata sobre el fuego es la mala conductividad de la madera, aun cuando esté al rojo vivo. Aunque su temperatura es alta, conduce relativamente poco calor a los pies, de igual modo que se conduce poco calor en el aire cuando introduces la mano y la sacas rápidamente de un horno caliente de preparar pizzas. Si tocas el metal del horno, ¡ouch! Asimismo, se quema los pies quien sin conocimiento de la técnica camina sobre brasas, y ahora pisa un trozo caliente de metal u otro material buen conductor. También, la evaporación de la humedad de los pies desempeña un papel en esas caminatas como veremos más adelante.

La mayoría de los líquidos y los gases son malos conductores del calor. El aire es muy mal conductor y, por eso, la mano no se daña cuando la metes brevemente en un horno caliente para pizzas. Las buenas propiedades aislantes de materiales como la madera, la piel y las plumas se deben por mucho a los espacios de aire que contienen. Otras sustancias porosas son igualmente buenos aisladores, ya que tienen muchos espacios pequeños de aire. Debemos dar gracias de que el aire sea mal conductor, porque si no lo fuera, sentirías mucho frío en un día con temperatura de 20 °C

La nieve también es mala conductora (un buen aislador), más o menos igual que la madera seca. Por ello, un manto de nieve, literalmente, puede evitar que el suelo se enfríe mucho en invierno. Los copos de nieve están formados por cristales, que se acumulan formando masas plumosas, aprisionan el aire y con ello interfieren con el escape del calor de la superficie terrestre. Las viviendas tradicionales del Ártico se protegen del frío por sus cubiertas de nieve. Los animales del bosque encuentran refugio contra el frío en los bancos de nieve y en agujeros en la nieve. La nieve no da calor, sólo evita la pérdida del calor que generan los animales.

El calor se transmite de las temperaturas mayores a las menores. Con frecuencia se escucha que las personas quieren evitar que entre el frío a sus casas. Una mejor forma de plantearlo es decir que quieren evitar que el calor se escape. No hay "frío" que fluya hacia un hogar caliente



El piso de loseta se siente más frío que el de madera, aunque los dos estén a la misma temperatura. Esto se debe a que la loseta es mejor conductor del calor que la madera, por lo que el calor pasa con más facilidad del pie y a la loseta.



(a menos que entre un aire frío). Si una casa se enfría se debe a que el calor sale. Las casas se aíslan con lana mineral o vidrio hilado para evitar que escape el calor, y no para evitar que entre el frío.

Es importante destacar el hecho de que en realidad el aislamiento de cualquier tipo no evita que el calor pase por él, simplemente disminuye la rapidez con que penetra el calor. En invierno, hasta una casa caliente, bien aislada, se enfriará en forma gradual. El aislamiento desacelera la transferencia de calor.

EXAMÍNATE 1

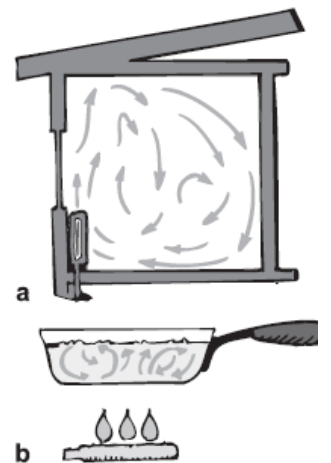
1. En regiones desérticas que son cálidas en el día y frías durante la noche, las paredes de las casas con frecuencia son de adobe. ¿Por qué es importante que esas paredes sean gruesas?
2. ¿Por qué puedes colocar brevemente tu mano dentro de un horno caliente para pizzas sin lastimarte, pero te quemarías si tocaras el metal interior del horno?

Convección.

Los líquidos y los gases transmiten el calor principalmente por convección, que es la transferencia de calor debida al movimiento real del fluido mismo. A diferencia de la conducción (en la cual el calor se transmite por choques sucesivos de electrones y átomos), la convección implica el movimiento de "gotas" de materia, el movimiento general de un fluido. La convección puede ocurrir en todos los fluidos, sean líquidos o gases. Si calentamos agua en un recipiente, o si calentamos el aire de un recinto, el proceso es el mismo. A medida que el fluido se calienta por abajo, las moléculas de la parte inferior comienzan a moverse con mayor rapidez, se apartan más entre sí, se vuelven menos densas y se mueve hacia arriba por flotación. Por lo tanto, baja el fluido más frío y denso en el lugar del que ya está caliente. De esta manera se forman corrientes de convección que mantienen agitado el fluido conforme se calienta: el fluido más caliente se aleja de la fuente de calor, y el fluido más frío se mueve hacia la fuente de calor.

Corrientes de convección se forman en la atmósfera y afectan el clima.

Cuando se calienta el aire, éste se dilata. Al hacerlo se vuelve menos denso que el aire que lo rodea. Como un globo, sube por flotación.

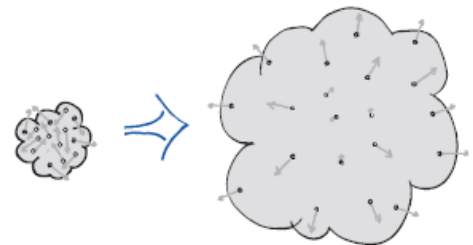


a) Corrientes de convección en el aire. b) Corrientes de convección en el líquido.



Cuando el aire que sube llega a una altura en la que su densidad coincide con la del aire que lo rodea, deja de subir. Esto se observa cuando el humo de una fogata sube, y después se detiene cuando se enfría y su densidad coincide con la del aire que le rodea. El aire que sube se expande, porque hay menos presión atmosférica que lo comprime cuando llega a mayores alturas. A medida que se expande, se enfría. (Haz ahora el siguiente experimento: Con la boca abierta exhala sobre la mano. Tu aliento es tibio. Ahora repítelo, pero esta vez junta los labios para que el aire salga por una abertura pequeña y se expanda al momento de salir de la boca. ¡Nota que la exhalación es bastante más fría! El aire se enfría al expandirse.) Es lo contrario de lo que sucede cuando el aire se comprime.

Si alguna vez comprimiste aire con una bomba de neumático, es posible que hayas notado que tanto el aire como la bomba se calientan bastante. Se entiende mejor el enfriamiento del aire cuando se expande imaginando que las moléculas de aire son pequeñas pelotas de ping pong que rebotan entre sí. Una de ellas adquiere rapidez cuando la golpea otra que llega con mayor rapidez.



Las moléculas de una región de aire que se expande chocan con más frecuencia con moléculas que se alejan que con moléculas que se acercan. En consecuencia, sus rapidez después del rebote tienden a disminuir y el resultado es que se enfría el aire en expansión.

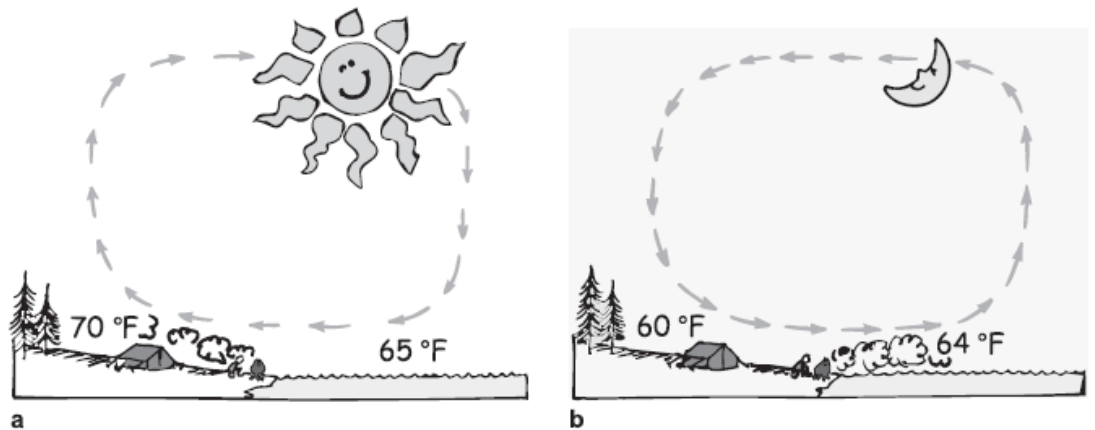
Pero cuando una pelota choca con otra que está retrocediendo, se reduce su velocidad de rebote. Lo mismo sucede cuando una pelota de ping pong se acerca a la raqueta: Aumenta su rapidez al chocar con la raqueta que se le acerca, pero la pierde si la raqueta va hacia atrás. Esta idea también se aplica a una región del aire que se expande: Las moléculas chocan, en promedio, con más moléculas que se están alejando que las que se están acercando. Así, en el aire en expansión, la rapidez promedio de las moléculas disminuye y el aire se enfría.

Un ejemplo notable del enfriamiento por expansión se tiene en el vapor que se expande cuando sale por el agujero de una olla de presión. El efecto de enfriamiento, tanto de la expansión como la mezcla rápida con aire más frío, te permite mantener la mano cómodamente en el chorro del vapor condensado. (Precaución: si haces la prueba, asegúrate de poner la mano a cierta altura sobre la boquilla, primero, para después ir la bajando hasta una distancia segura. Si pones la mano junto a la boquilla, donde no se ve que haya vapor, ¡cuidado! El vapor es invisible cerca de la boquilla, cuando no se ha expandido y enfriado lo suficiente. La nube de "vapor" que ves en realidad es vapor condensado en agua y está mucho más frío.)



Las corrientes de convección agitan la atmósfera y causan los vientos. Algunas partes de la superficie terrestre absorben el calor solar con más facilidad que otras y, en consecuencia, el aire cercano a la superficie se calienta en forma desigual, por lo que se forman las corrientes de convección. Esto se ve en la costa. Durante el día, la playa se calienta con más facilidad que el agua; el aire sobre la costa es empujado hacia arriba (decimos que sube), por el aire más frío que llega desde el agua para tomar su lugar. El resultado es la brisa del mar. Durante la noche el proceso se invierte, porque la playa se enfría con más rapidez que el agua y, entonces, el aire más cálido sopla hacia el mar.

Corrientes de convección debidas a calentamiento desigual de la tierra y el agua. a) Durante el día, el aire caliente sobre la tierra sube; y el aire más frío sobre el agua entra para reemplazarlo. b) Por la noche, se invierte la dirección del flujo del aire, porque el agua está más caliente que la tierra.



EXAMÍNATE 2

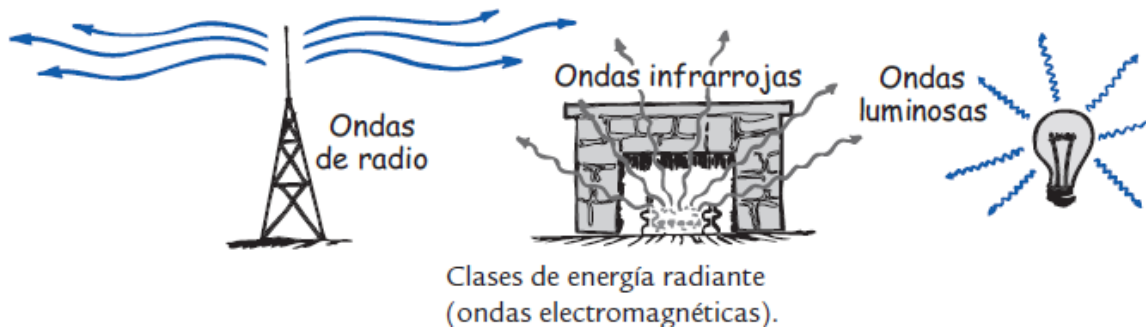
Puedes acercar los dedos a un lado de la llama de una vela, sin dañarte, pero no por arriba de la llama. ¿Por qué?

Radiación

La energía solar atraviesa primero el espacio y después la atmósfera terrestre, y calienta la superficie de la Tierra. Esa energía no atraviesa la atmósfera por conducción, porque el aire es mal conductor. Tampoco pasa por convección, porque ésta sólo comienza después de que la Tierra se calentó. También sabemos que ni la conducción ni la convección son posibles en el espacio vacío, entre nuestra atmósfera y el Sol. Se puede apreciar que la energía debe transmitirse por otra forma, que es por radiación. Cuando la energía se transmite así, es decir, se irradia, se llama energía radiante. La energía radiante está en forma de ondas electromagnéticas. Incluye las ondas de radio, microondas, radiación infrarroja, luz visible, radiación ultravioleta, rayos X y rayos gamma. Esas clases de energía radiante se citaron en orden por su longitud de onda, desde la más larga hasta la más corta. La radiación infrarroja (abajo del rojo) tiene mayor longitud de onda que la luz visible. Las longitudes de onda



mayores que son visibles son las de la luz roja, y las más cortas son las de la luz violeta. La radiación ultravioleta (más allá del violeta) tiene longitudes de onda menores.



Examínate 1

1. Una pared del grosor adecuado mantiene la casa caliente durante la noche al reducir el flujo de calor del interior al exterior, y mantiene la casa fresca durante el día al reducir el flujo de calor desde el exterior hacia el interior. Esa pared tiene "inercia térmica".
2. Cuando tu mano está en el aire del horno caliente, no te quemas porque el aire es un mal conductor: el calor no viaja bien entre el aire caliente y tu mano. Además, el aire tiene una baja capacidad calorífica específica, de manera que la cantidad total de energía térmica en el aire que se puede transferir a tu piel es muy pequeña. Tocar las paredes de metal calientes del horno sería otra historia, ya que el metal es un excelente conductor y tiene una mucho mayor capacidad calorífica específica, por lo que fluiría mucho calor hacia tu mano.

Examínate 2

El calor va hacia arriba debido a la convección del aire. Como el aire es mal conductor, muy poco calor va hacia los lados.