

resultando que aquél pasa con gran dificultad al través del tejido. Un almohadón de pluma conserva mucho mejor el calor que la más compacta y gruesa manta de lana.

Podríamos multiplicar estos ejemplos hasta lo infinito. Limitémonos á dos ó tres experimentos curiosos, fundados en la diferencia de conductibilidad de los cuerpos sólidos. Se envuelve una esfera metálica en una tela fina, que se mantiene muy ceñida al metal, de modo que el contacto sea perfecto. Cogiendo en seguida una brasa con unas tenazas, se la pone sobre la bola envuelta según queda dicho. El tejido queda intacto, y por más que se sople el ascua para aumentar su incandescencia, la tela no arde; lo

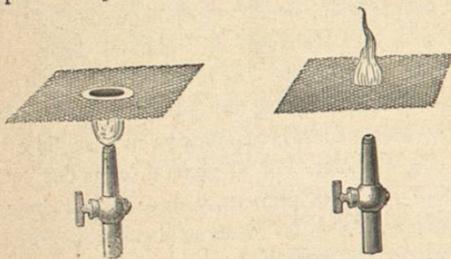


Fig. 645.—Propiedad de las telas metálicas: obstáculo que oponen á la propagación del calor

Si antes de encender un mechero de gas se pone sobre el orificio una tela metálica de tejido algo compacto, y en seguida se da vuelta á la llave, el gas se esparcirá por encima y por debajo de la tela. Si se le enciende por debajo, la combustión queda limitada á la parte inferior del chorro de gas; si por encima, arderá solamente la parte superior del chorro (fig. 645). En ambos casos la interposición de la tela metálica bastará para limitar la combustión. La razón de esto es muy sencilla. Las mallas de la tela forman un excelente conductor del calor desarrollado: este calor se difunde con rapidez por el tejido sin poder propagarse al lado opuesto del que está en ignición. Más adelante tendremos ocasión de ocuparnos de una importante aplicación de esta propiedad de las telas metálicas á las *lámparas de seguridad* de Davy usadas por los mineros. El tejido metálico que rodea la luz basta para evitar la inflamación y la explosión del *grisú*, de ese gas tan peligroso que se desprende en las minas de hulla.

El asbesto y el amianto son dos substancias minerales sedosas, célebres por su incombustibilidad; y en efecto, son cuerpos malos conductores del calor, pudiéndose tener en la mano cubierta con un guante de amianto una bala hecha ascua, sin quemarse. En este caso, el calor no puede propagarse; queda interceptado: en el ejemplo precedente queda, por el contrario, absorbido con rapidez, y en ambos casos resulta limitada su propagación por conductibilidad.

III

CONDUCTIBILIDAD DE LOS LÍQUIDOS Y DE LOS GASES

Los experimentos hechos para medir la conductibilidad de los líquidos y los gases prueban que es muy escasa. Sin embargo, vemos que el calor se propaga con bastante rapidez por unos y otros, pero entonces ya no es por conductibilidad, sino por *convección*, es decir, por transporte de las partes caldeadas. Fácilmente se comprende la razón de semejantes movimientos. Cuando se caldea una porción del líquido, disminuye su densidad, y por lo tanto, en virtud del principio de Arquímedes, esta porción tiende á elevarse y á reemplazar á las capas más densas que hay sobre ella. Así sucede cuando se calienta un líquido por el fondo de la vasija que lo contiene; si se le calienta la-

teralmente, las corrientes que se establecen parten tan sólo de las paredes en lugar de salir de todas las partes del fondo. En este caso el caldeo es mucho menos rápido. Por lo demás, fácil es demostrar la existencia de las corrientes de que tratamos. Basta mezclar con el líquido algunos polvos de la misma densidad que él, por ejemplo aserrín mezclado con agua. Esta materia queda en suspensión, y no bien se calienta la vasija, el movimiento de las partículas de arriba abajo y de abajo arriba demuestra la existencia de las corrientes: las ascendentes proceden de las partes calentadas que se elevan; las descendentes de las partes frías más densas que reemplazan á las primeras; si se calienta la vasija lateralmente, las primeras circulan, durante el período de caldeo, á lo largo de las paredes de la vasija, y las segundas predominan en la parte central. Así pues, el calor se propaga de este modo por toda la masa del líquido.

Cuando éste se enfría, las corrientes cambian de dirección, siendo la central la que sube y las descendentes las que circulan junto á las paredes de la vasija. Su situación relativa se explica fácilmente: cuando se calienta el recipiente, el calor se comunica primeramente al líquido por las paredes, y en el período de enfriamiento se disipa también y desde luego por ellas.

Con todo, si la vasija es ancha y profunda y se la calienta por debajo como en la figura 646, los movimientos son precisamente contrarios á los que acabamos de indicar, porque la parte central del fondo es la primera que comunica su calor al líquido.

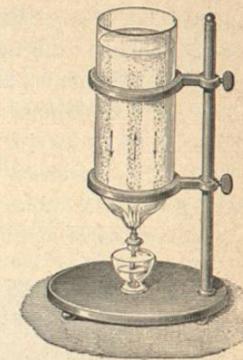


Fig. 646.—Corrientes ascendentes y descendentes en los líquidos.

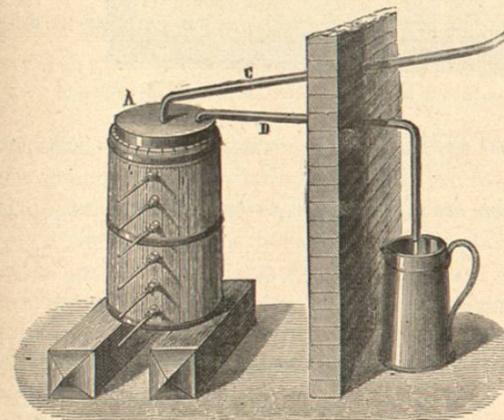


Fig. 647.—Experimento de Despretz sobre la conductibilidad de los líquidos

Rumford negaba la propiedad conductora de los líquidos; pero Murray combatió esta opinión con experimentos decisivos. Ponia el depósito de un termómetro en el fondo de un cilindro de hielo, lleno alternativamente de aceite y de mercurio, echaba éter en la superficie del líquido y le prendía fuego. En ambos casos, el termómetro subía muchos grados, no pudiéndose atribuir este aumento de temperatura á la comunicación por las paredes del recipiente, puesto que el hielo absorbe el calor, ni á la

radiación sola, por cuanto el mercurio es atermo, ni por fin á las corrientes del líquido, por hallarse las capas más calientes y ligeras en la parte superior del cilindro.

Por consiguiente, la conductibilidad de los líquidos no es en modo alguno nula, y así lo ha probado Despretz calentando por la base superior una vasija cilíndrica de madera llena del líquido sometido al experimento. Para esto ponía en contacto una vasija de cobre delgado A con la superficie del agua del tonel, por su parte superior;

hacía pasar por el tubo C agua hirviendo que renovaba cada cinco minutos haciéndola salir por el tubo D. Doce termómetros (en la figura 647 no se ven más que seis) cuyas bolas estaban sumergidas en el líquido á diferentes alturas, servían para medir las temperaturas de la columna de agua. Fueron menester 36 horas para que quedasen estacionadas, y entonces marcaron temperaturas decrecientes desde las capas superiores hasta la mitad de la vasija, que tenía un metro de altura. Los seis termómetros inferiores apenas subieron. Despretz comparó las temperaturas de las capas sucesivas entre sí, y vió que obedecían á la misma ley que en el ejemplo de una barra metálica, de suerte que en los líquidos tiene efecto la propagación del calor lo mismo que en los sólidos. Pero la conductibilidad de éstos es incomparablemente mayor que la de aquéllos.

No ha sido posible comprobar la de los gases, á causa de la dificultad con que se tropieza, al medir las temperaturas de las capas, de separar el caldeo procedente de la radiación del de la mezcla de las capas entre sí, de modo que pueda distinguirse la parte únicamente emanada de la conductibilidad. Todo lo que se sabe es que son á no dudarlo muy malos conductores del calor. Las masas gaseosas se caldean, como las líquidas, por transporte ó convección: gracias á su gran dilatabilidad, tan luego como una porción de masa gaseosa se calienta, ya por radiación, ó bien por contacto, crece su volumen, resultando de ello movimientos que mezclan las diferentes capas, y que transportan el calor como en los líquidos, pero con rapidez mucho mayor. Por consiguiente, si se dificultan los movimientos de que hablamos, aprisionando el gas en los intersticios que las sustancias filamentosas, como el algodón, la lana, la seda en rama, el plumón, etc., dejan entre sus fragmentos, el gas se calienta con dificultad, según resulta de los muchos experimentos hechos por Thomson. Ya hemos dicho más arriba que á esta propiedad que tienen los gases de conducir mal el calor cuando están en reposo se debe en parte el que la ropa preserve el cuerpo de las pérdidas de calor cuando hace frío.

CAPITULO XIV

MANANTIALES DE CALOR.—MANANTIALES DE ORIGEN CÓSMICO

I

EL CALOR DEL SOL: INTENSIDAD DE LA RADIACIÓN SOLAR

Del estudio que acabamos de hacer de los fenómenos caloríficos resulta que dos ó más cuerpos puestos en presencia unos de otros establecen un cambio mutuo y continuo de calor, ya por radiación y á distancia, ó bien por conductibilidad. Puede suceder que por causa de este cambio haya equilibrio de temperatura; pero cuando no es así, cuando crece la temperatura de un cuerpo á expensas del calor que otro le envía, éste es para aquél un manantial de calor. Por tal concepto, un trozo de hielo á 0°, que es un *manantial de frío* para cualquier cuerpo colocado en su presencia y cuya temperatura está sobre cero, es, por el contrario, un *manantial de calor* para otro cuerpo cuya temperatura sea inferior á la del hielo.

En la acepción vulgar, resérvase más particularmente la expresión de manantial ó foco de calor para los cuerpos dotados de elevada temperatura, que emiten sin intermisión y durante un espacio de tiempo limitado, ó aun en apariencia indefinido, cierta cantidad de calor. Los sólidos y los gases incandescentes, lo que se llama fuego, llama, son manantiales de calor de esta clase; también se pueden clasificar en la misma categoría los cuerpos que emiten calor obscuro á temperatura elevada, por ejemplo el agua en ebullición. Mas para el físico todas estas distinciones son puramente arbitrarias: todo cuerpo, sean cualesquiera su temperatura y su estado, es un foco de calor, si en virtud de un modo cualquiera de propagación, ya sea radiación ó ya conductibilidad, difunde calor por el medio ambiente y por los cuerpos en este medio colocados.

Dase también con frecuencia el nombre de manantiales de calor á los varios modos de producirse éste; por tal concepto, el frotamiento, la percusión, la electricidad, la

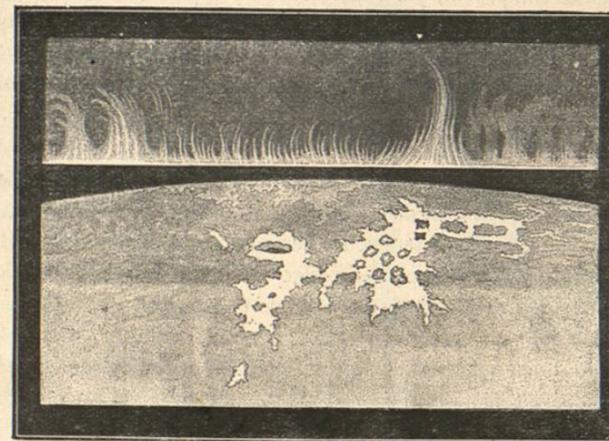


Fig. 648.—Estructura del Sol. Aspecto de la fotosfera y de la envolvente cromoesférica

combustión, es decir, ciertas acciones físicas ó químicas, reciben el nombre de manantiales de calor. A nuestro juicio, hay en esto una confusión enojosa entre la causa y el efecto, porque en realidad son modos de producción, y no manantiales de calor.

Por último, á veces se clasifican estos manantiales en permanentes y temporales ó accidentales, en naturales y artificiales, en cósmicos y terrestres; pero como estas clasificaciones no están basadas en la naturaleza misma de las cosas, no nos enseñarían nada más que el estudio particular de cada especie de manantial. Limitémonos, pues, á pasarlos revista unos tras otros, empezando por el más importante de todos, á lo menos para la Tierra, por el Sol.

Este astro se compone de un núcleo incandescente, cuyos contornos claramente limitados forman el disco visible y cuya superficie es lo que se llama la *fotosfera*; sobre esta superficie descansa una capa relativamente delgada de hidrógeno incandescente, de la cual parten llamaradas intermitentes de este mismo gas, y que ha recibido el nombre de *cromoesfera*. Finalmente, por encima de ésta hay una envolvente mucho más enrarecida y dilatada, cuya existencia solamente ha podido comprobarse durante los eclipses totales de Sol y que se llama la *corona*. Estas envolventes sucesivas del núcleo solar forman en su alrededor una atmósfera gaseosa más ó menos compleja, pero eminentemente absorbente, como lo prueban el análisis del espectro solar y las