

## **Emisión de la radiación**

Cuando un cuerpo absorbe radiación, se incrementa su estado de excitación, sobre todo los electrones situados en un alto nivel energético, produciéndose fuertes vibraciones de las mallas cristalográficas –es decir, aumentan su temperatura. Los fotones incidentes –"esas cosas rápidas y luminosas"– se habrán esfumado. El cuerpo tiende a restablecer su estado primitivo mediante la reirradiación de esta energía adicional. El proceso se desarrolla ahora en sentido inverso; los fotones emitidos de nuevo tienen unas longitudes de onda determinadas que dependen de la variación de energía, aunque el número de posibles valores es a menudo tan grande que podemos considerar que el espectro de emisión es continuo. Cuando un átomo o una molécula alcanza un estado de excitación, habitualmente sólo permanece en él durante un instante muy breve de tiempo, después del cual lo probable es que vuelva a emitir el fotón. Sin embargo, en un cuerpo sólido o en un gas denso, puede antes de hacer eso, transmitir la energía a los átomos próximos por medio de la acción de las fuerzas interatómicas. Por este procedimiento, se iguala la temperatura y se hace más uniforme el estado de excitación del cuerpo. Como resultado de la redistribución de la energía, la radiación emitida puede que tenga una distribución de longitudes de onda diferente de la de absorción. En particular, la distribución depende ahora fundamentalmente de lo que llamamos temperatura del conjunto del cuerpo.

La acción recíproca entre la radiación y un cuerpo cualquiera, es tan compleja que es totalmente imposible predecirla partiendo de los principios básicos. Es por tanto conveniente considerar, en su lugar, el comportamiento de un cuerpo que se toma como patrón o modelo, con unas propiedades determinadas y bastante sencillas. Si este cuerpo tiene un número infinito de niveles de energía permitidos, se le llama CUERPO NEGRO, porque puede absorber toda la radiación que incide sobre él, cualquiera que sea su longitud de onda. La predicción de las propiedades de radiación de un cuerpo negro, debida a MAX PLANCK (1901) fue el primer caso de utilización de las ideas de la teoría cuántica, y fue uno de los pasos conceptuales más importantes de la historia de la física. No vamos a intentar repetir aquí la argumentación, sino decir simplemente que se demuestra que la radiación emitida por un cuerpo negro, debido a su temperatura, tiene una distribución concreta, de densidad energética  $D$ .

Nos damos cuenta en primer lugar, que cuando en un cuerpo la densidad de energía próxima a la banda infrarrojo dentro del espectro visible es suficientemente alta como para que tenga una luminosidad que la destaque de su entorno, la temperatura del cuerpo se debe únicamente a la radiación. Esto se produce a temperaturas próximas a los 1.500 K (alrededor de 1.200 °C) cuando la máxima densidad de energía se produce para una  $\lambda$  de 2 micras. Decimos entonces que el cuerpo está al rojo. Podemos, por supuesto, *percibir* la radiación a temperaturas mucho más bajas a través de su acción de calentamiento de la piel. En una habitación a temperatura ordinaria es posible percibir la radiación térmica de un objeto simplemente si está 10 K más caliente que su entorno. A continuación se muestra una tabla de la densidad de energía en los cuerpos negros:

### **Temperatura de equilibrio de los cuerpos bajo la radiación**

Volvamos ahora al estudio del comportamiento de un cuerpo que se deja bajo la acción del sol. Si consideramos las distintas formas en que puede ganar o perder energía, podemos ver que la situación es bastante complicada. Para poder obtener rápidamente una comprensión de su comportamiento, en primer lugar simplificaremos un poco la situación. Hallamos aquí los elementos de lo que se llama **COLECTOR SOLAR DE LÁMINA PLANA**. Recibe energía del sol y la vuelve a irradiar de nuevo. Lo hemos dispuesto de forma que quede "aislado" de su entorno y que no pueda intercambiar radiaciones con él. Por el momento, despreciaremos el intercambio de calor con la atmósfera por convección y radiación, sobre lo que volveremos más tarde.

Para los cuerpos reales, con unos niveles de distribución de energía complejos, hallamos habitualmente que la

radiación no está distribuida como la del cuerpo negro, bien con respecto a la longitud de onda o con la dirección de la emisión. Sin embargo, por razón de sencillez, empleamos a veces el cuerpo negro como un patrón para representar en relación con él las propiedades generales de un cuerpo. De esta forma podemos asignar al cuerpo una EMISIVIDAD global,  $e$ , de forma que a la temperatura  $T$ , emita una fracción  $e$  de la energía emitida por el cuerpo negro a esa temperatura. Además, asignamos unas propiedades de REFLECTIVIDAD,  $p$ , PODER DE ABSORCIÓN,  $a$ , y TRANSMISIVIDAD,  $z$ , a un cuerpo en tal forma que si una radiación de intensidad  $P$  incide sobre él, las proporciones en que se refleja la energía, se absorbe y transmite, son respectivamente  $pP$ ,  $aP$  y  $rP$ . Hemos de darnos cuenta de que todas las propiedades  $e$ ,  $p$ ,  $a$  y  $r$  varían entre cero y uno para los cuerpos reales, aunque para un cuerpo negro real adquirirían respectivamente los valores 1, 0, 1 y 0.

Estas propiedades de radiación, varían mucho según los cuerpos y, lo que es más importante, varían con la longitud de onda de la radiación para un cuerpo dado. Esta dependencia de la longitud de onda, es por supuesto debida al carácter del proceso absorción-emisión. Esto se puede representar muy bien expresando las propiedades en términos de la temperatura del cuerpo (para la temperatura de la fuente de la radiación incidente, y por lo tanto de su longitud de onda (para las otras propiedades).

Se comprueba, en general, que los metales pulimentados tienen baja emisividad para toda temperatura, aunque su comportamiento varía en gran medida por los tratamientos superficiales, presencia de películas de óxido, etc. Las pinturas que son fáciles de distinguir por la vista o por medio del color, pueden tener un poder de absorción alto o bajo para radiaciones parecidas a la de la luz del sol. Pero cuando se expone a radiaciones de onda larga, o cuando está a temperaturas bajas, su poder de absorción y emisividad son siempre altos, excepto cuando están pigmentados con aluminio u otra capa metálica. Por esta razón, en el rendimiento de un radiador en viviendas no influye el color de su pintura, ya que funciona a bajas temperaturas y radiaciones de onda larga. Son enormemente importantes las propiedades de radiación del vidrio. El vidrio se utiliza porque es prácticamente transparente a las radiaciones de onda corta. Para longitudes de onda mayores, no obstante, es casi opaco y como veremos más tarde podemos aprovechar en gran medida estas características.

Otro factor, con efecto opuesto, es la presencia de radiaciones de onda larga provenientes de la atmósfera. Esta es la re-emisión, de la energía absorbida fundamentalmente por las moléculas de dióxido de carbono y de vapor de agua, de la radiación solar, y de la radiación y convección de la tierra. Estas moléculas tienen energía de vibración y de rotación, por lo cual las variaciones cuánticas corresponden a energía de ciertos fotones de longitudes de onda dentro del espectro visible y del infrarrojo. Parte de la energía se redistribuye antes de la reemisión, pero el espectro de emisión de la atmósfera sigue mostrando unas líneas y bandas bastante diferenciadas que corresponden a las longitudes de onda de absorción.