

# Enfriamiento por radiación

## 1. Principio físico que ilustra

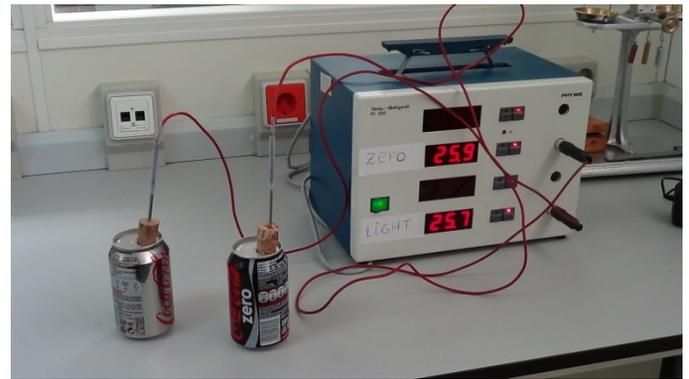
Radiación de cuerpo negro y cuerpo gris  
Ley de Stefan-Boltzmann  
Emisividad

## 3. Descripción

Dos latas idénticas excepto por su color se enfrían a ritmos diferentes al rellenarlas con agua hirviendo. La lata negra se enfría más rápido como corresponde a su mayor emisividad.

## 2. Foto o Esquema

4B40.40



## 4. Web del catálogo: <http://www.ucm.es/theoscarlab>

Transportable: SI

## 5. Fundamento teórico

Un cuerpo negro absorbería toda la radiación electromagnética incidente y si está en equilibrio a una cierta temperatura también emite radiación. La cantidad de energía emitida en forma de radiación electromagnética se puede expresar según la ley de Stefan-Boltzmann como

$$P = A\sigma T^4$$

Donde

$P$  es la potencia radiada, o energía emitida por unidad de tiempo.

$A$  es el área total del cuerpo

$\sigma$  es la constante de Stefan-Boltzmann,  $5.67 \times 10^{-8} \text{ J s}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ K}^{-4}$  en S.I.

$T$  es la temperatura del cuerpo en K

Sin embargo, un cuerpo real en general no absorberá toda la radiación incidente y emitirá menos radiación que el cuerpo negro a su misma temperatura. La emisión de un cuerpo real se asemeja más en general a la expresión para un cuerpo gris, que se caracteriza por una emisividad  $\varepsilon < 1$ :

$$P = \varepsilon A \sigma T^4$$

La emisividad depende en general de las propiedades de la superficie del cuerpo y en particular suele variar según el color del objeto, siendo cercana a 1 para objetos de color oscuro y cercana a 0 para objetos de color claro o reflectantes.

Las latas de la experiencia son idénticas en tamaño y material de fabricación, salvo por el color de la superficie exterior, lo que les dará emisividades diferentes, siendo mayor la correspondiente a la lata negra. Tras llenar ambas latas, estas empiezan a ceder calor al ambiente exterior más frío y su temperatura disminuye. Por supuesto, las latas ceden calor al exterior por conducción a través del metal y el aire y por convección del aire circundante, además de por radiación. Sin embargo, siendo las latas...

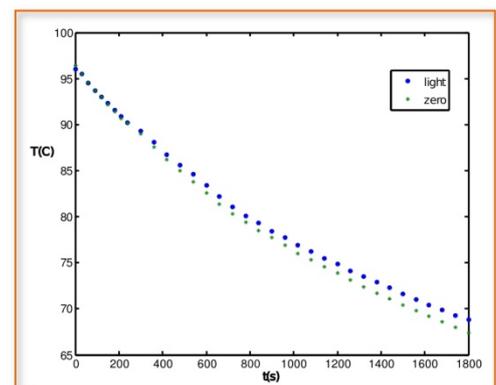


Figura 1. Temperatura de las latas en función del tiempo

...idénticas, situadas en posiciones similares, esperamos que la cantidad de energía cedida por conducción y convección sea muy aproximadamente igual en ambas latas. De modo que cuando observamos una diferencia de temperatura apreciable durante el enfriamiento esta se deberá principalmente a la diferencia en la energía radiada. De hecho, la lata de color negro se enfría más rápidamente, como se puede observar en el gráfico que representa los valores obtenidos durante la realización de la experiencia.

## 6. Materiales y montaje

- Dos latas de refresco de 33cl, una negra y otra blanca o reflectante (también se pueden pintar)
- Dos sondas de temperatura o dos termómetros con precisión de décima de grado
- Dos corchos para tapar las latas
- Agua hirviendo

A fin de que la temperatura se mida en iguales condiciones en ambas latas, es conveniente fijar los termómetros en una posición central en la lata. Para ello puede resultar útil colocar un tapón de corcho con una perforación en la que fijar el termómetro.

Se puede utilizar pintura para dar color a las latas. Para maximizar el efecto píntese una de blanco y la otra de negro.

Para poner en marcha la experiencia, simplemente caliéntese el agua hasta ebullición y rellénesse las dos latas lo más rápido posible. Es importante llenar las dos latas por igual para asegurarse que el efecto se debe tan sólo al color de la superficie. Lo más sencillo es llenar las latas al ras. Después basta con fijar los corchos con los termómetros y observar el enfriamiento.

Para las latas de 33cl el efecto es pequeño, alcanzándose una diferencia de temperaturas entre las latas del orden de 2°C en media hora, como se puede observar en la figura 1.

Para transportar la experiencia es recomendable utilizar termómetros en vez de las sondas de temperatura cuyo aparato resulta pesado y voluminoso.

## 7. Observaciones

Ha de observarse precaución al rellenar las latas para evitar quemarse con el agua hirviendo. ¡No sujetar las latas con la mano desnuda!

