



ce
pre
UNI

Física

CICLO
PREUNIVERSITARIO
2023-1





ce
pre
UNI

Física

TEMPERATURA Y CALOR

ce
pre
UNI

CONCEPTO DE TEMPERATURA

Esta asociado con cuan frio o caliente se encuentra un cuerpo .

Si un cuerpo se enfría o calienta, es porque está interactuando con otro que posibilita este cambio. Se dice que este cuerpo está en contacto térmico con otro cuerpo.

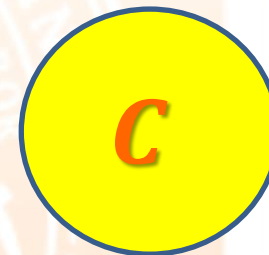
Si el cuerpo no puede enfriarse o calentarse, es porque no está en contacto térmico con otro cuerpo.

Sin embargo cuando un cuerpo se enfría o calienta, no lo hace indefinidamente, de manera que alcanzará un estado donde no se enfría ni se calienta más. Entonces se dice que llegó al equilibrio térmico con su entorno.

¿Cómo saber si dos cuerpos, que no hayan estado previamente en contacto térmico, están en equilibrio térmico?

Ley Cero de la Termodinámica

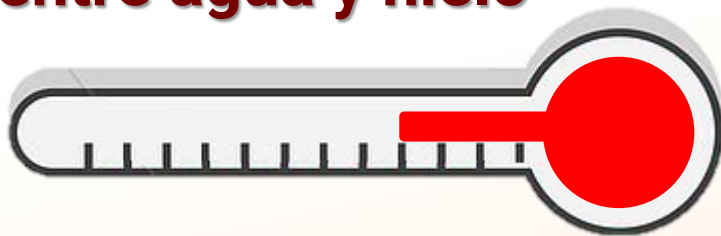
Si un cuerpo "**A**" está en equilibrio térmico con un cuerpo "**B**", y "**B**" (sin experimentar cambio alguno) también está en equilibrio térmico con un cuerpo "**C**", entonces "**A**" y "**C**" están en equilibrio térmico.



El cuerpo "**B**" nos indica que "**A**" y "**C**" comparten una propiedad en común cuando están en equilibrio térmico. A dicha propiedad que comparten los cuerpos en equilibrio térmico le llamamos temperatura.

Para determinar la temperatura buscamos una característica del cuerpo que sea susceptible a ser medida cuando este se calienta o se enfría.

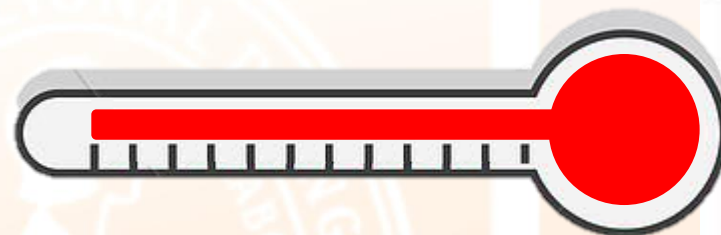
Equilibrio térmico
entre agua y hielo



Temperatura :
 $32\text{ }^{\circ}\text{F} \leftrightarrow 0\text{ }^{\circ}\text{C} \leftrightarrow 273\text{ K}$



Equilibrio térmico
entre agua y vapor



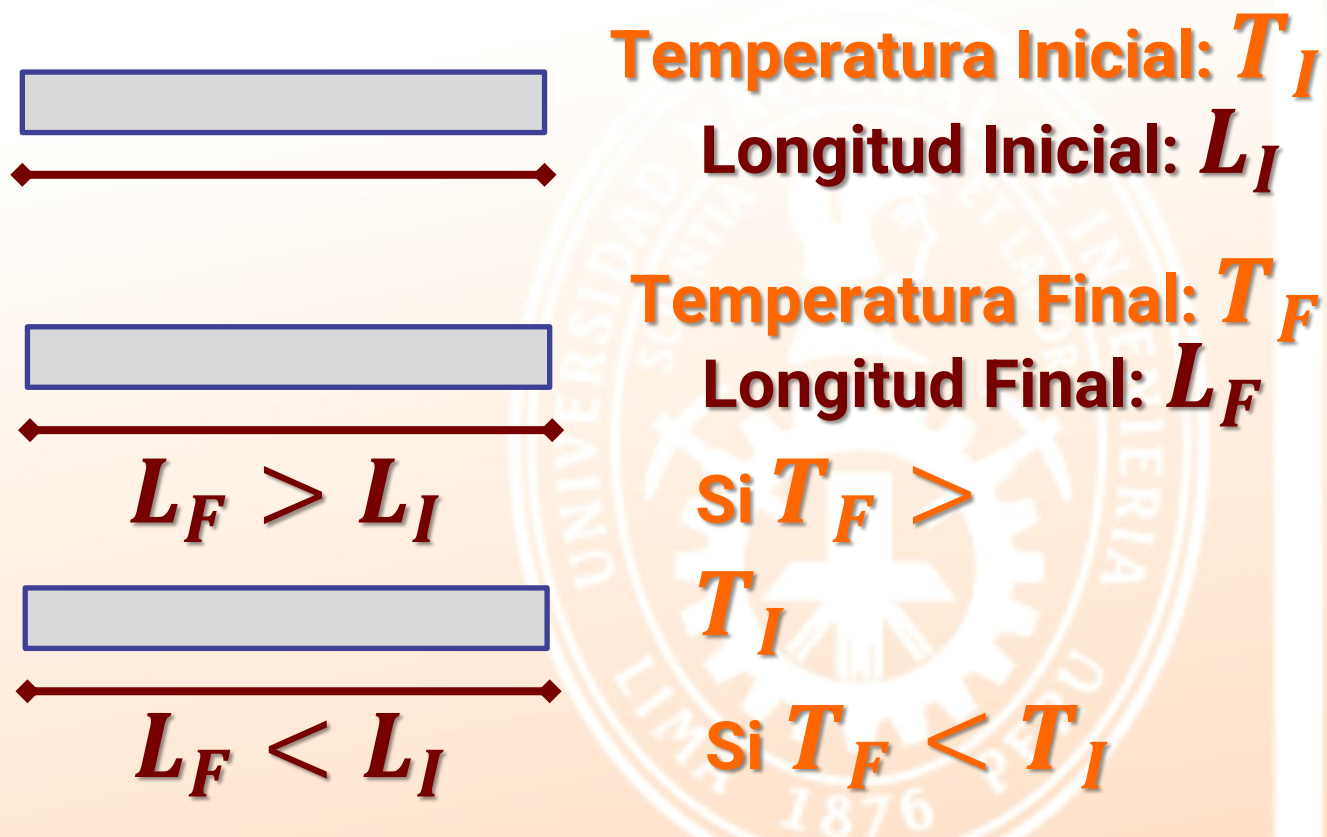
Temperatura :
 $212\text{ }^{\circ}\text{F} \leftrightarrow 100\text{ }^{\circ}\text{C} \leftrightarrow 373\text{ K}$



Una diferencia de temperatura de $X\text{ }^{\circ}\text{C}$ es equivalente a una diferencia de temperatura de $X\text{ K}$

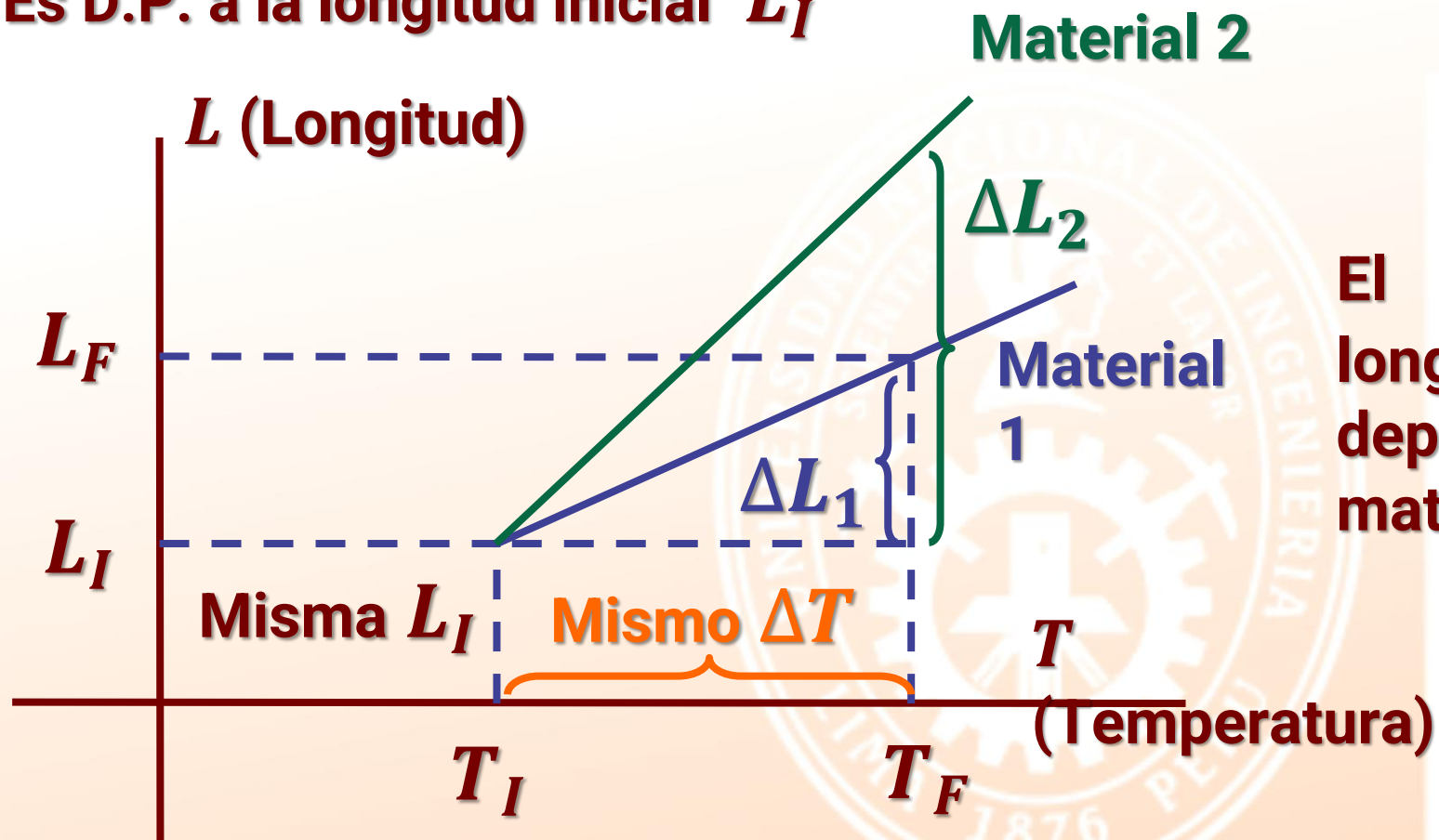
Dilatación térmica

Evento donde cambian las dimensiones de un cuerpo, cuando experimenta un cambio en su temperatura.



Experimentalmente el cambio de la longitud $\Delta L = L_F - L_I$

- Es D.P. al cambio de temperatura $\Delta T = T_F - T_I$
- Es D.P. a la longitud inicial L_I



El cambio de la longitud ΔL también depende del material.

Como ΔL es D.P a ΔT y a $L_I \Rightarrow \frac{\Delta L}{L_I \Delta T}$ y como ΔL depende del material
 = cte. $\frac{\Delta L}{L_I \Delta T} = \underbrace{\text{Cte. del material}} \Rightarrow \boxed{\Delta L = \alpha L_I \Delta T}$

Coefficiente de dilatación lineal: α $\alpha \sim 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

De forma similar analizamos los cambios en el área o el volumen

$$\boxed{\Delta A = \beta A_I \Delta T}$$

Coefficiente de dilatación superficial: $\beta = 2\alpha$

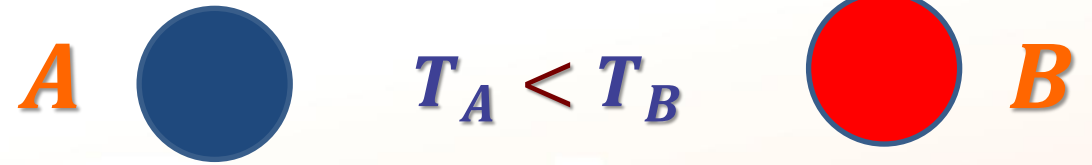
$$\boxed{\Delta V = \gamma V_I \Delta T}$$

Coefficiente de dilatación volumétrico: $\gamma = 3\alpha$

α, β Y γ : Sólidos γ : Líquidos

CALOR

Inicialmente se tienen dos cuerpos a distintas temperaturas



Si se ponen en contacto térmico, los cuerpos cambian sus temperaturas



Al alcanzar el equilibrio térmico, sus temperaturas finales son iguales y se simboliza a dicha temperatura con T_{EQ} . Experimentalmente

$$T_A \leq T_{EQ} \leq T_B.$$

Se observa que al llegar al equilibrio aumenta la temperatura de **A** y disminuye la temperatura de **B**

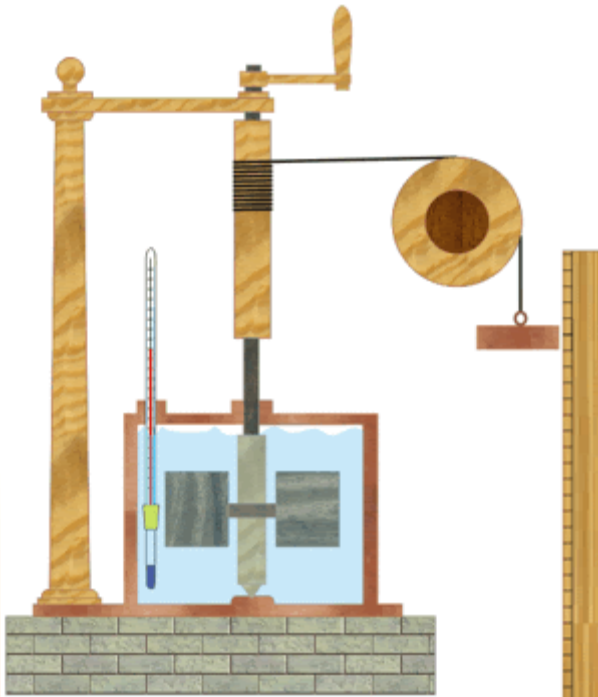
Al descender la temperatura de un cuerpo y al ascender la temperatura del otro, podemos describir esta situación como una transferencia entre los cuerpos, donde uno de ellos pierde algo mientras que el otro gana ese algo .

Llamaremos **calor** a la cantidad en transferencia. Esta transferencia ocurre entre cuerpos en contacto térmico a distintas temperaturas, y de forma espontánea del cuerpo de mayor temperatura hacia el cuerpo de menor temperatura.



Esta transferencia cesa al llegar al equilibrio térmico.

Experimento de Joule



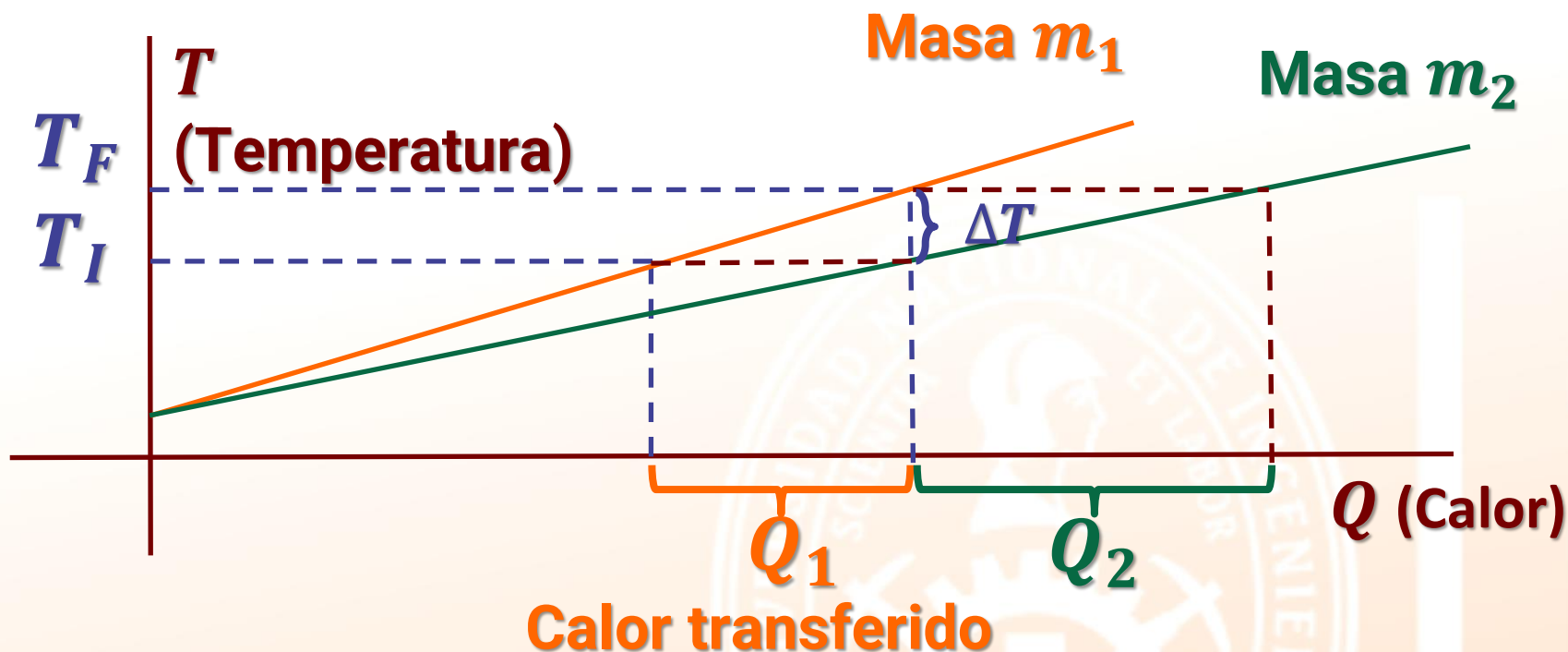
Conocido como equivalente mecánico del calor, muestra que el **trabajo** produce los mismos efectos que la **transferencia de calor**: el cambio de temperatura.

Como el trabajo es transferencia de energía, concluimos que el **calor es una forma de energía**, la cual **no es propiedad de los cuerpos ni almacenable en ellos**.

1 caloría (*cal*) es el calor requerido por cada 1 *g* de agua a 1 *atm*, para elevar la temperatura de 14,5 °C a 15,5 °C

$$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$$

En el experimento anterior, con diferentes masas de agua se obtienen gráficas similares a esta

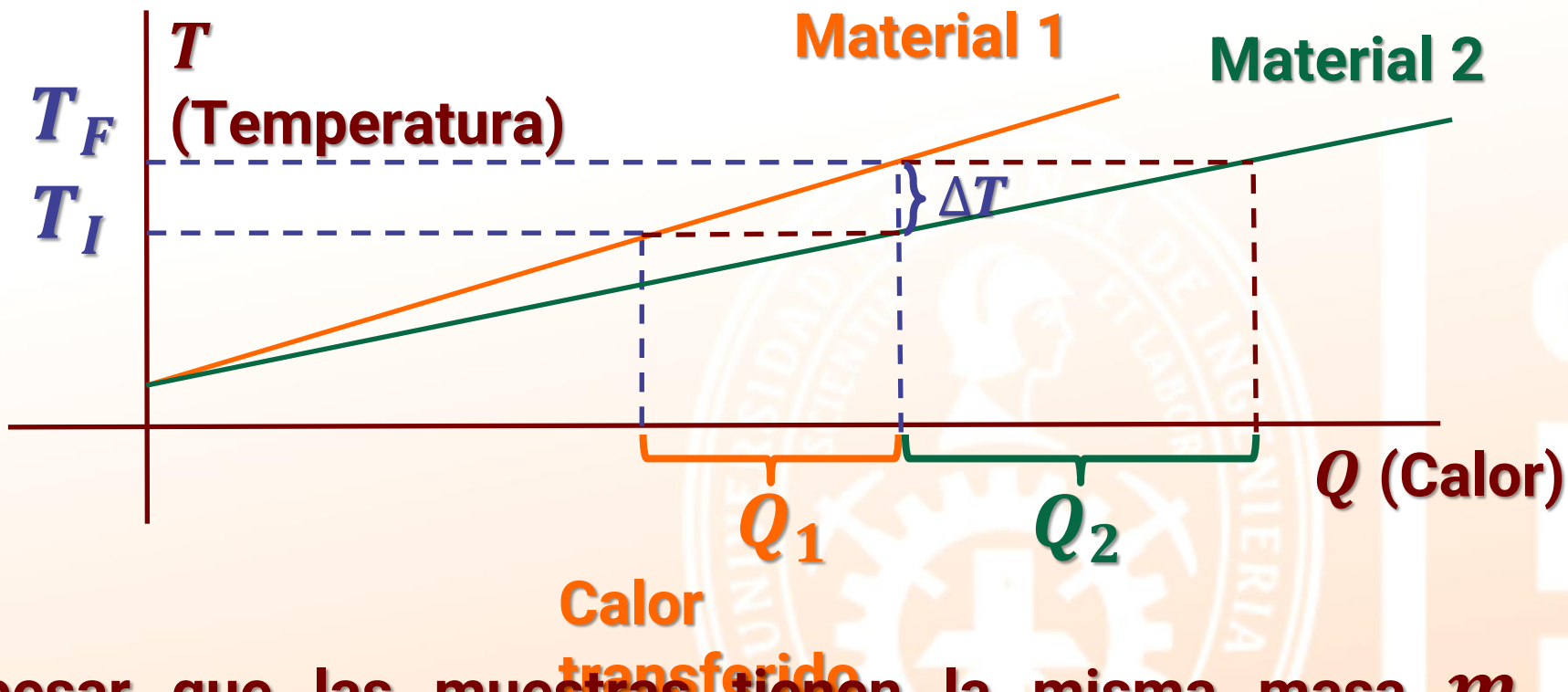


Para una misma masa m ,
 ΔT D.P. Q

Para producir un mismo cambio de
temperatura ΔT

Q D.P. m

Al realizar experimentos sobre muestras con la misma masa m pero de diferente material (sustancia)



A pesar que las muestras tienen la misma masa m y de que experimentan el mismo ΔT , el calor transferido Q depende del material.

Capacidad calorífica

Propiedad del cuerpo. Se calcula como el calor transferido por unidad de cambio de temperatura.

$$\text{Capacidad Calorífica: } C = \frac{Q}{\Delta T}$$

$$\text{Unidad S.I: } \frac{J}{K}$$

$$\text{Otra Unidad: } \frac{cal}{^{\circ}C}$$

Calor específico

Propiedad de la sustancia. Se calcula como el calor transferido por unidad de masa y por unidad de cambio de temperatura.

$$\text{Calor Específico: } c_e = \frac{Q}{m\Delta T}$$

$$\text{Unidad S.I: } \frac{J}{kg.K}$$

$$\text{Otra Unidad: } \frac{cal}{g^{\circ}C}$$

A partir de la definición de la caloría, se calcula el calor específico del agua.

$$\text{Calor Específico Del Agua : } c_{e\text{agua}} = \frac{Q}{m\Delta T} = 1 \frac{\text{cal}}{\text{g } ^\circ\text{C}}$$

Para diferentes masas de agua:

$$c_{e\text{agua}} = \frac{Q}{(5\text{g})\Delta T} = 1 \frac{\text{cal}}{\text{g } ^\circ\text{C}} \Rightarrow \frac{Q}{\Delta T} = C = 5 \frac{\text{cal}}{^\circ\text{C}}$$

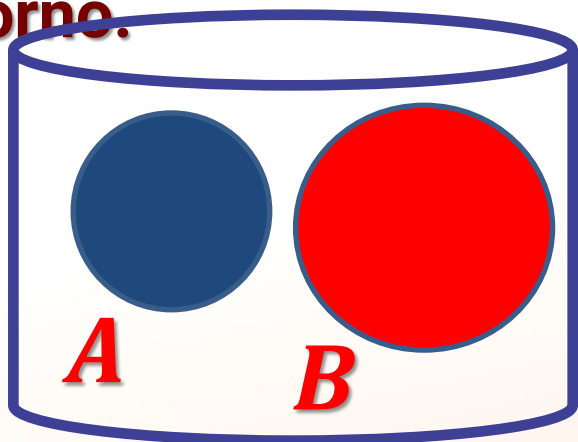
$$c_{e\text{agua}} = \frac{Q}{(10\text{g})\Delta T} = 1 \frac{\text{cal}}{\text{g } ^\circ\text{C}} \Rightarrow \frac{Q}{\Delta T} = C = 10 \frac{\text{cal}}{^\circ\text{C}}$$

Mientras el calor específico c_e no depende de la masa, la capacidad calorífica C depende de la masa.

$$\frac{Q}{\Delta T} = C = mc_e$$

Calorímetro

Recipiente que evita el contacto térmico entre su contenido y el entorno.



Term
o

No hay transferencia de calor entre el contenido y el entorno.

Sin embargo entre el contenido y el calorímetro puede darse la transferencia de calor, de manera que algunos cuerpos cederán calor y otros absorberán dicho calor.

$$Q_A + Q_B + Q_{\text{Termo}} = 0$$

Si $T_A < T_B$ y se alcanza el equilibrio térmico ($T_A \leq T_{EQ} \leq T_B$)

$$c_{eA} = \frac{Q_A}{m_A \Delta T_A} \Rightarrow Q_A = m_A c_{eA} \underbrace{(T_{EQ} - T_A)}_{> 0} > 0 \text{ absorbe calor}$$

$$c_{eB} = \frac{Q_B}{m_B \Delta T_B} \Rightarrow Q_B = m_B c_{eB} \underbrace{(T_{EQ} - T_B)}_{< 0} < 0 \text{ cede calor}$$

Si el calorímetro tiene capacidad calorífica insignificante

$$C_{\text{Termo}} = \frac{Q_{\text{Termo}}}{\Delta T} \approx 0$$

$$\Rightarrow Q_{\text{Termo}} \approx 0$$

Si el calorímetro es equivalente a una masa “m” g de agua

$$Q_{\text{Termo}} = m c_{e\text{agua}} (T_{EQ} - T_{\text{Termo}})$$

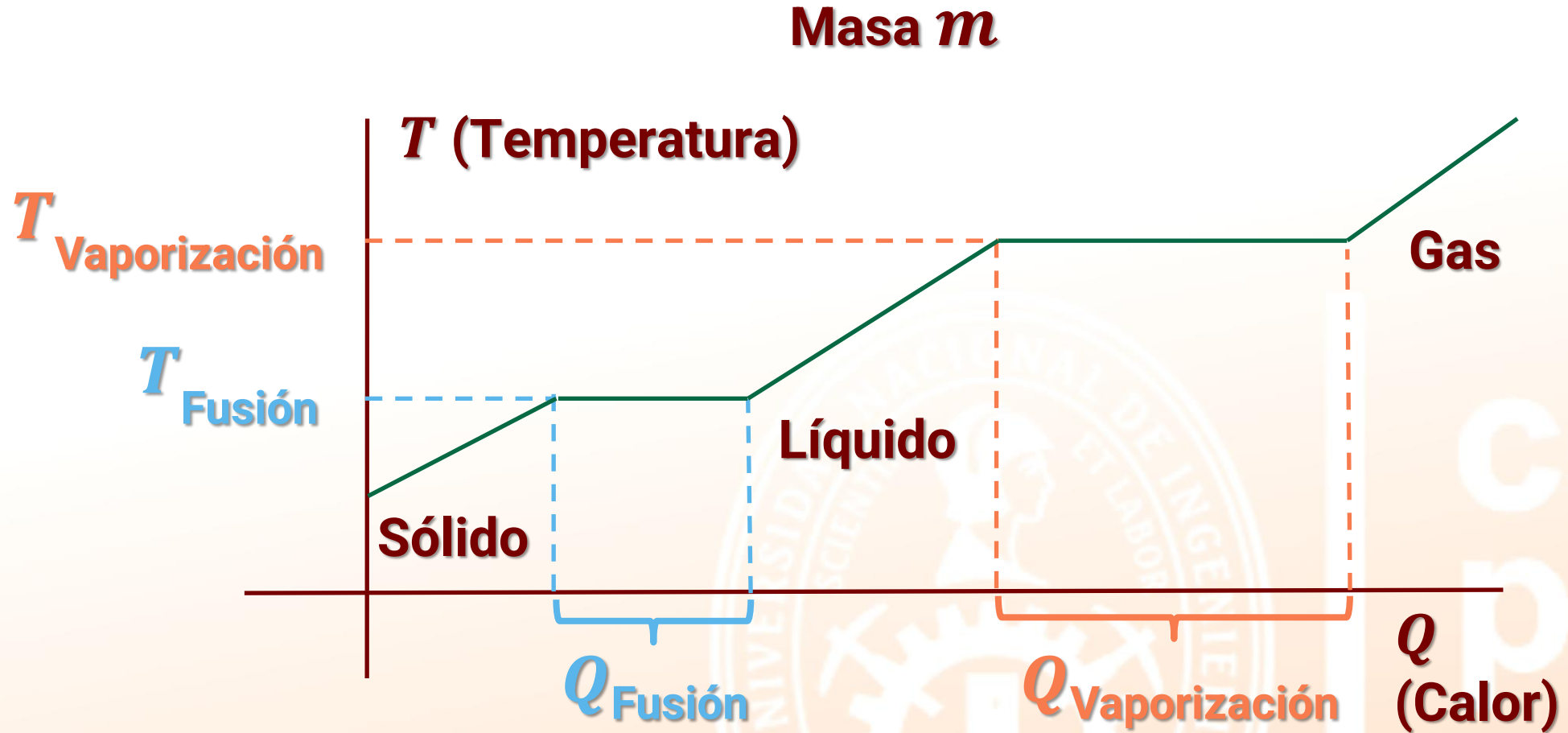
Hasta aquí hemos visto que cuando ocurre un cambio de temperatura, es porque el cuerpo experimentó transferencia de calor. Sin embargo, no toda transferencia de calor cambia la temperatura.

Cambio de fase

Ocurre cuando un cuerpo pasa de un estado de la materia a otro.



Estos procesos ocurren a cierta temperatura, la cual no cambiará hasta que culmine el cambio de fase.



Recordando que Q D.P. $m \Rightarrow$ existe una proporción entre la masa que cambia de fase y el calor requerido para producir dicho cambio de fase.

Calor latente

Depende de la sustancia y del cambio de fase. Se calcula como el calor requerido para el cambio de fase por unidad de masa que cambia de fase.

$$\text{Calor latente: } L = \frac{Q_{\text{cambio de fase}}}{m_{\text{cambia de fase}}}$$

$$\text{Unidad S.I: } \frac{J}{kg}$$

$$\text{Otra unidad: } \frac{cal}{g}$$

$m_{\text{cambia de fase}}$

En el caso del agua, para que 1 g de hielo (sólido) a 0 °C se transforme en 1 g de agua (líquido) a 0 °C, el hielo debe absorber 80 cal.

$$L_{\text{Fusión}} = \frac{Q_{\text{cambio de fase}}}{m_{\text{cambia de fase}}} = +80 \frac{cal}{g}$$

Para que 1 g de agua (líquido) a 0 °C se transforme en 1 g de hielo (sólido) a 0 °C , el agua debe ceder 80 cal.

$$L_{\text{solidificación}} = \frac{Q_{\text{cambio de fase}}}{m_{\text{cambia de fase}}} = -80 \frac{\text{cal}}{\text{g}} = -L_{\text{Fusión}}$$

Para que 1 g de agua (líquido) a 100 °C se transforme en 1 g en vapor de agua (gas) a 100 °C , el agua debe absorber 540 cal.

$$L_{\text{vaporización}} = +540 \frac{\text{cal}}{\text{g}} =$$

$$-L_{\text{condensación}}$$

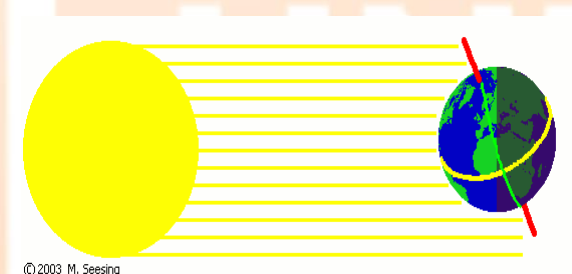
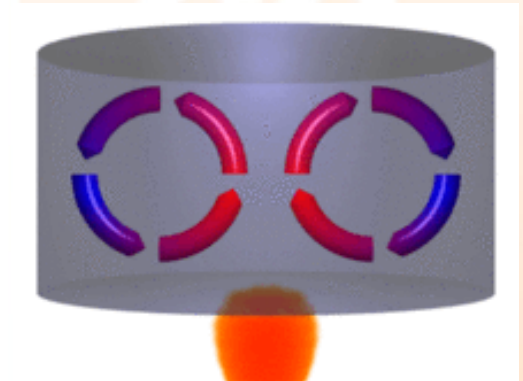
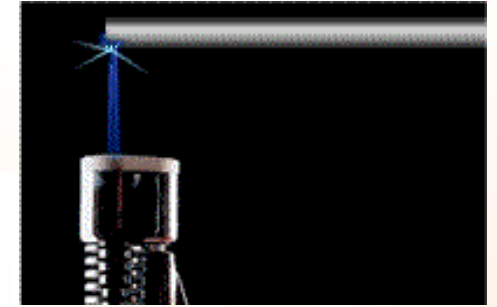
Es importante recalcar que las temperaturas de 0 °C y 100 °C, son sólo para el agua. En otras sustancias sus cambios de fase ocurrirán a otras temperaturas y se necesitarán otras cantidades de calor.

MECANISMOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR

Conducción : Principalmente entre sólidos en contacto. El calor se propaga a través de los sólidos.

Convección : Principalmente en fluidos. El calor se propaga debido al movimiento de fluido.

Radiación : El calor se propaga entre cuerpos que están separados, incluso en ausencia de materia entre ellos (vacío).



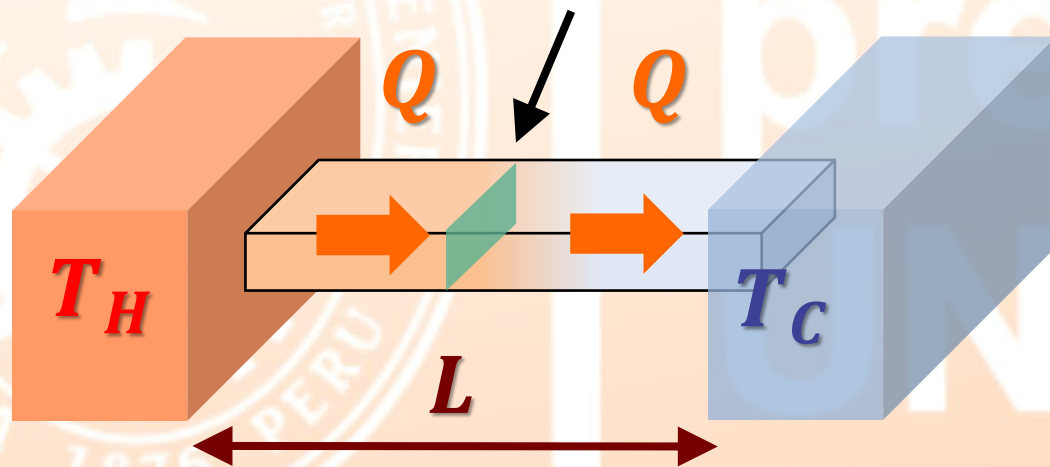
© 2003 M. Seising

Ecuación de la conducción del calor

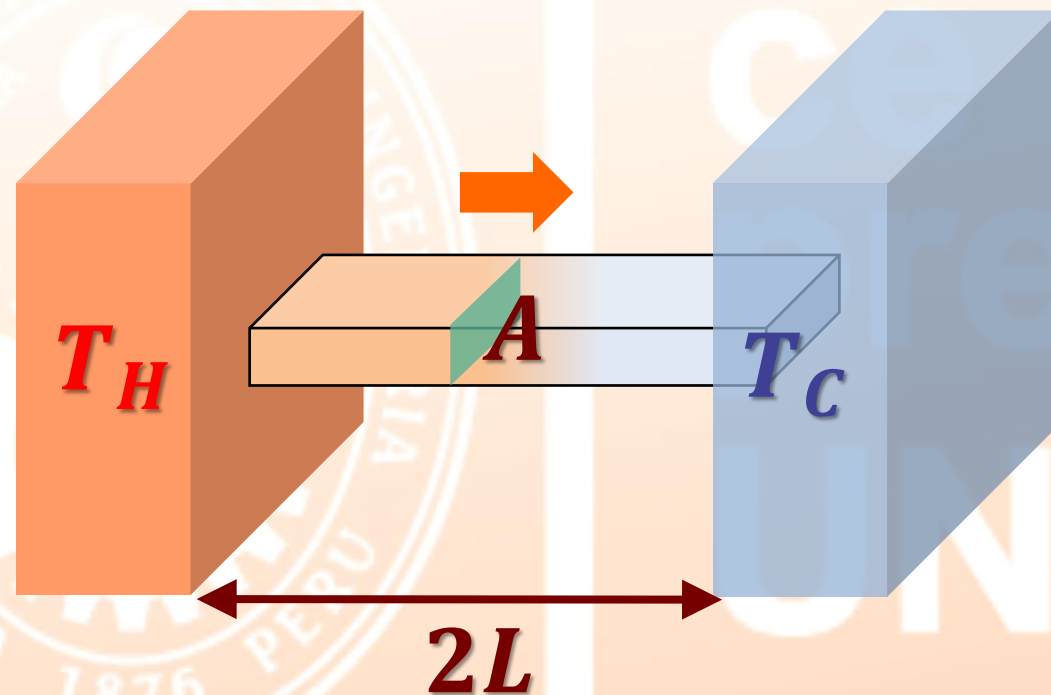
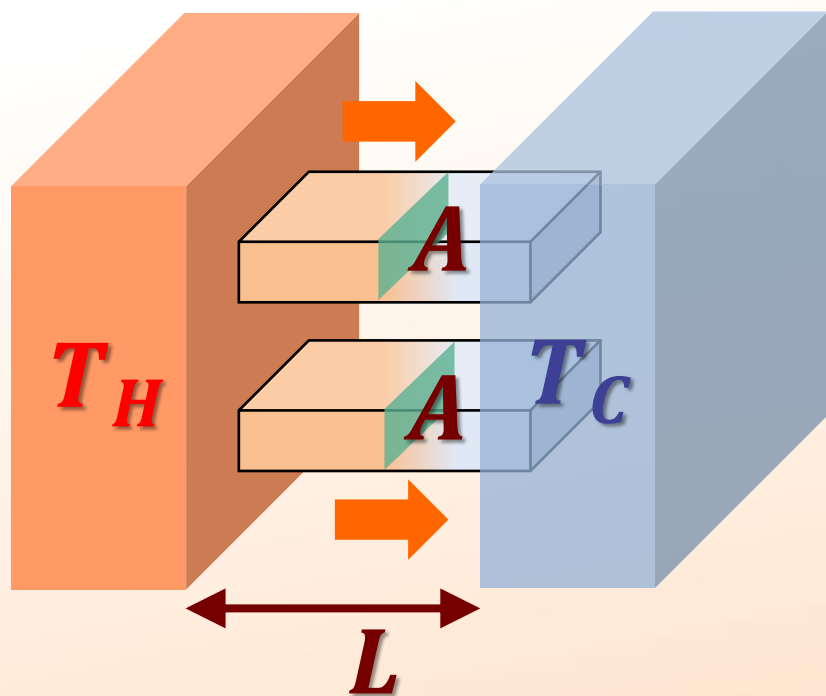
La figura muestra una varilla de material conductor con área de sección transversal A y longitud L . El extremo izquierdo de la varilla se mantiene a una temperatura T_H , y el derecho, a una temperatura menor T_C , así que fluye calor de izquierda a derecha. Los costados de la varilla están cubiertos con un aislante ideal, así que no hay transferencia de calor por los lados.

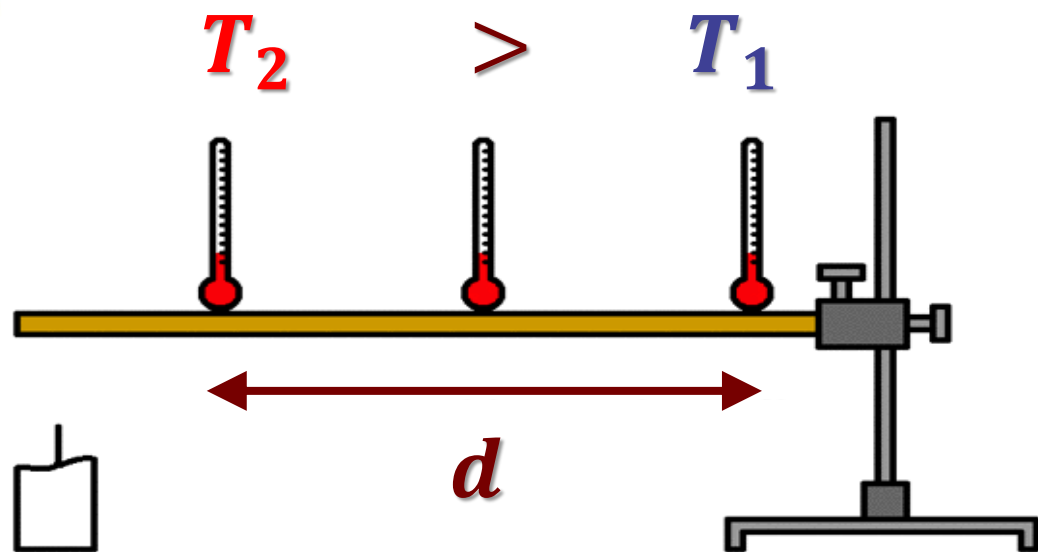
En cierto instante podremos afirmar que la rapidez con la que el calor se propaga será la misma a través de todas las secciones del conductor. A esto se denomina régimen estacionario.

Área de la sección transversal: A

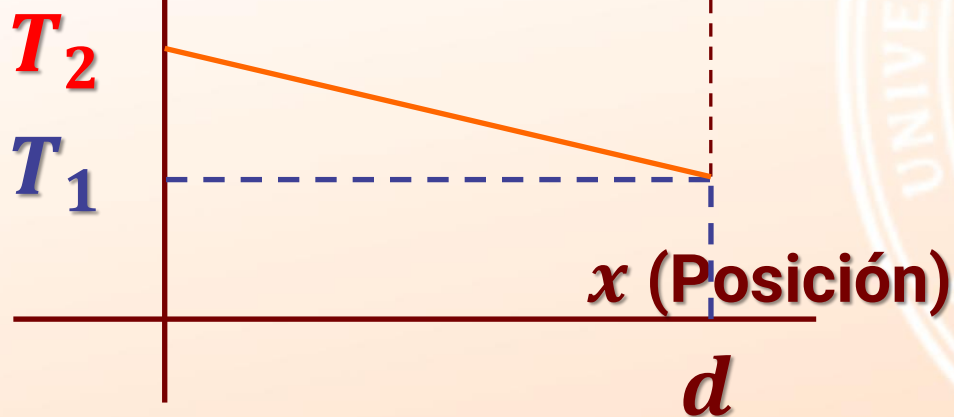


Si se transfiere una cantidad de calor Q por la varilla en un tiempo Δt , la rapidez de flujo de calor es $H = Q/\Delta t$. H también se conoce como corriente de calor o potencia calorífica. Experimentalmente la corriente de calor es proporcional al área de la sección transversal A de la varilla, a la diferencia de temperaturas $T_H - T_C$ e inversamente proporcional a la longitud de la varilla L





T (Temperatura)



Al desplazar el termómetro en la dirección de propagación del calor, observamos que la temperatura en los puntos de la barra disminuye. Y luego de cierto tiempo, se observa un decrecimiento lineal de la temperatura a medida que nos desplazamos en la dirección del calor

Pendiente de la gráfica

$$\frac{\Delta T}{\Delta x} = \frac{T_1 - T_2}{d} < 0$$

Gradiente de temperatura

Además, la rapidez con que fluye el calor cambia con el material por donde se propaga el calor. Introduciendo una constante de proporcionalidad κ llamada conductividad térmica del material

$$H = \frac{Q}{\Delta t} = \kappa A \left(\frac{T_H - T_C}{L} \right) = -\kappa A \left(\frac{T_C - T_H}{L} \right) = -\kappa A \left(\frac{\Delta T}{\Delta x} \right)$$

Donde $\Delta T/\Delta x = (T_C - T_H)/L$ es el gradiente de temperatura. El valor numérico de κ depende del material de la varilla. Los materiales con κ grande son buenos conductores del calor; aquellos con κ pequeña son malos conductores o aislantes. La ecuación también sirve para calcular el flujo de calor que pasa a través de una placa, o por cualquier cuerpo homogéneo con área de sección transversal A uniforme y perpendicular a la dirección del flujo; L es la longitud de la trayectoria de flujo del calor.

Ecuación de la radiación del

La corriente de calor $H = \overset{\text{calor}}{Q}/\Delta t$ debida a la radiación que atraviesa el área A de la superficie de un cuerpo a una temperatura absoluta T se puede expresar como

$$H = eA\sigma T^4 \text{ (Corriente de calor por radiación)}$$

Y donde σ es la constante física fundamental llamada constante de Stefan-Boltzmann. Esta relación se conoce como **Ley de Stefan-Boltzmann** en honor de sus descubridores a finales del siglo XIX.

$$\sigma = 5,670400(40) \times 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4}$$

Y donde e es la emisividad, la cual es un número adimensional entre 0 y 1 que es característica del recubrimiento de la superficie. Suele ser mayor para superficies oscuras que claras. La emisividad de una superficie de cobre lisa es del orden de 0,3, pero e para una superficie negra opaca puede ser cercana a la unidad.

Una aplicación donde minimizamos la transferencia de calor por conducción, convección y radiación es el recubrimiento plateado de las botellas de vacío ("Termos"). Dichas botellas tienen doble pared de vidrio, y se extrae el aire del espacio entre las paredes; esto elimina casi toda la transferencia de calor por conducción y convección. El plateado de las paredes refleja casi toda la radiación del contenido de vuelta al recipiente, y la pared en sí es muy mal emisor. De esta manera, la botella puede conservar caliente el café o cualquier otro líquido durante varias horas.