

# CALOR Y TEMPERATURA



# CONTENIDO

## 5. A: Temperatura y dilatación

Temperatura, energía y calor. Medición de la temperatura. Escalas de temperatura. Dilatación lineal, superficial y volumétrica. Dilatación anómala del agua.

## 5. B: Calor

Cantidad de calor. Calor específico. Capacidad calorífica. Medición del calor. Cambio de fase.

## 5. C: Métodos de transferencia del Calor

Conducción. Convección. Radiación. Aislamiento térmico.

# PORQUÉ ESTUDIAMOS CALOR EN ARQUITECTURA?



# TEMPERATURA

Punto de vista microscópico: Se define temperatura como la medida de la energía cinética y potencial asociadas al movimiento de las moléculas de un material (Movimiento Browniano)

Punto de vista macroscópico: Basado en ideas cualitativas como: caliente o frío. La temperatura es una medida del nivel calórico.

La temperatura es una propiedad que determina la sensación de: caliente, frío, tibio, fresco de una sustancia.



# CALOR

Es energía en tránsito debido a una diferencia de temperatura entre dos sistemas

El calor es energía que traspasa los límites de un sistema termodinámico en un estado de alta densidad de energía cinética y que se transfiere a otro sistema en un estado de baja densidad de energía cinética. Esto equivale a decir que el calor es la energía transferida de un sistema con alta temperatura a otro sistema con baja temperatura.



# MEDICIÓN DE TEMPERATURA

Un termómetro es un dispositivo que, mediante una escala graduada, indica su propia temperatura

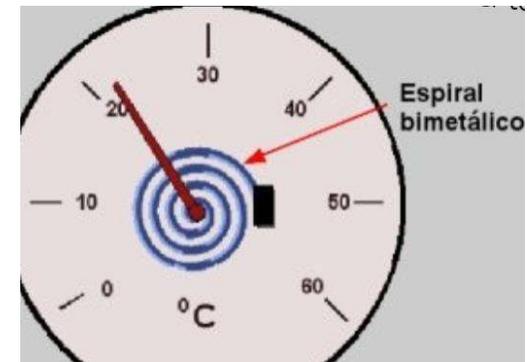
- 1) En una variación lineal  $t=kX+b$   
donde  $k$ : constante de proporcionalidad  
 $X$  propiedad termométrica que varíe con la temperatura  
 $b$  término independiente
- 2) Escala de temperatura (selección de puntos fijos)  
Punto fijo inferior (punto de congelación)  
Punto fijo superior (punto de ebullición)



# TERMOMETRO VIDRIO / BIMETÁLICO



Los termómetros de vidrio o también denominados termómetros de líquido son los más conocidos. Estos termómetros suelen ser de vidrio sellado. La temperatura se obtiene de ver en una escala marcada en el mismo termómetros hasta que nivel llega el líquido (mercurio o alcohol) que hay en su interior a causa de la dilatación/contracción del mismo debido al cambio de temperatura

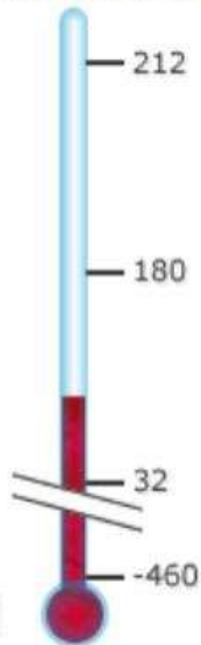


Estos termómetros están formados por dos láminas de metales de distintos coeficientes de dilatación. Cuando hay cambio de temperatura, uno de los dos metales se curva antes que el otro y el movimiento se traduce en una aguja que a su vez marca en una escala la temperatura.

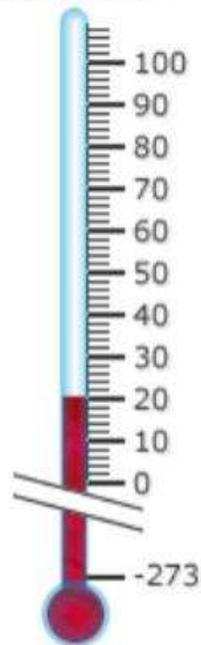


# ESCALAS DE TEMPERATURA

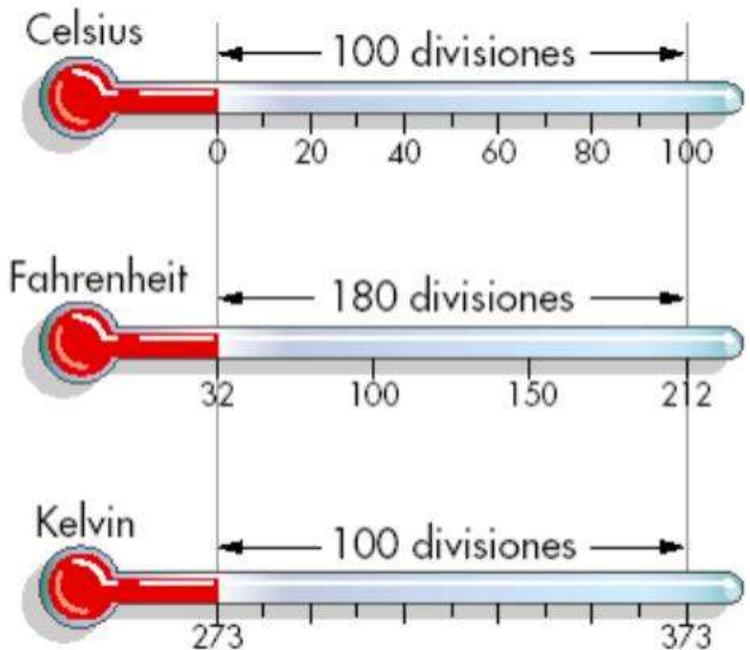
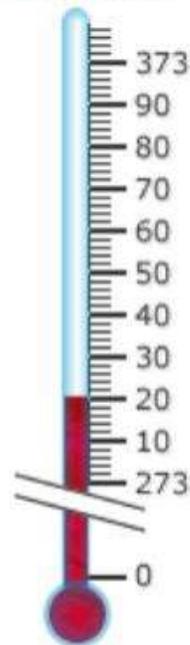
**Fahrenheit**



**Celsius**



**Kelvin**



$$\frac{^{\circ}C}{5} = \frac{^{\circ}K - 273}{5} = \frac{^{\circ}F - 32}{9} = \frac{^{\circ}R - 492}{9}$$



# DILATACIÓN LINEAL

(Alfa) Es el coeficiente definido para cada material. Es una constante de proporcionalidad que caracteriza las propiedades de dilatación térmica de un material determinado.

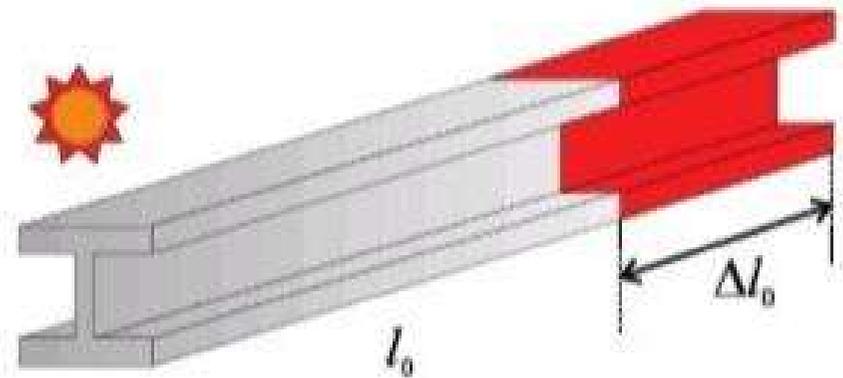
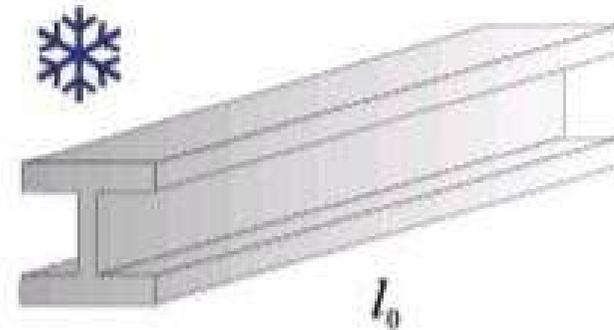
$$\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta T$$

**Unidades**

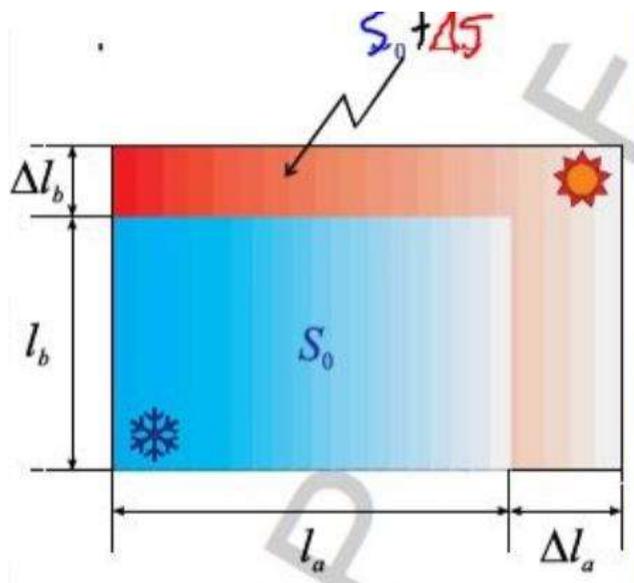
$$[\Delta L] = m$$

$$[\Delta T] = ^\circ C, K$$

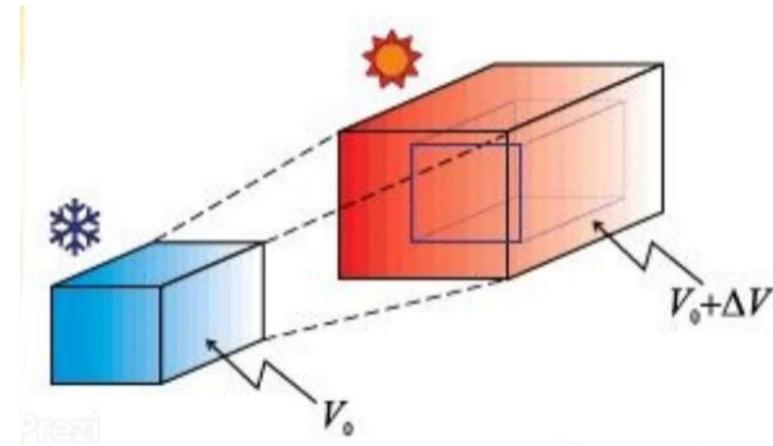
$$[\alpha] = \frac{1}{^\circ C}, \frac{1}{K}$$



# DILATACIÓN SUPERFICIAL / CÚBICA



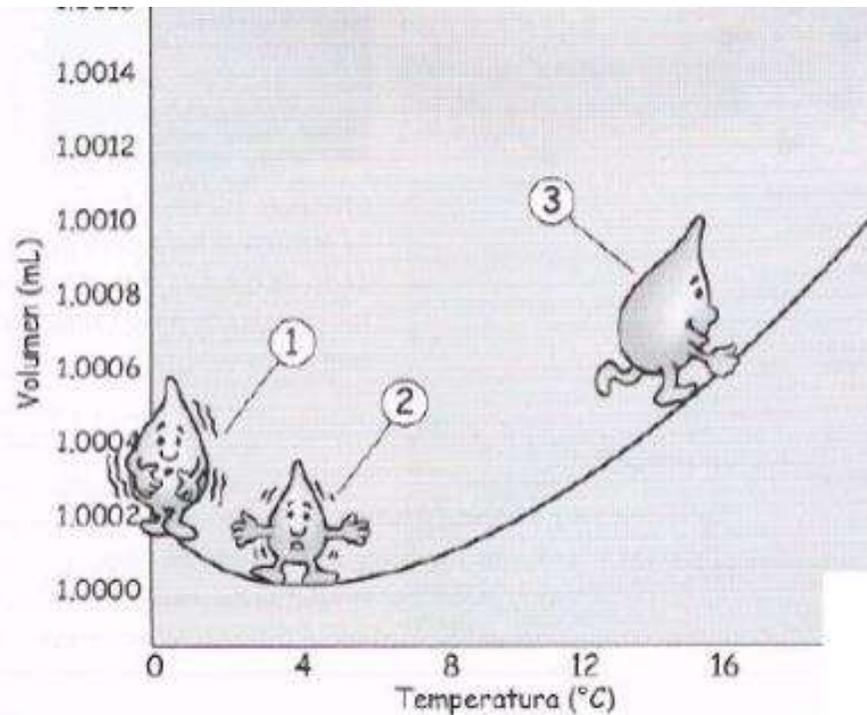
$$\Delta S = 2\alpha S_0 \Delta T.$$



$$\Delta V = 3\alpha V_0 \Delta T.$$



# DILATACIÓN ANÓMALA DEL AGUA

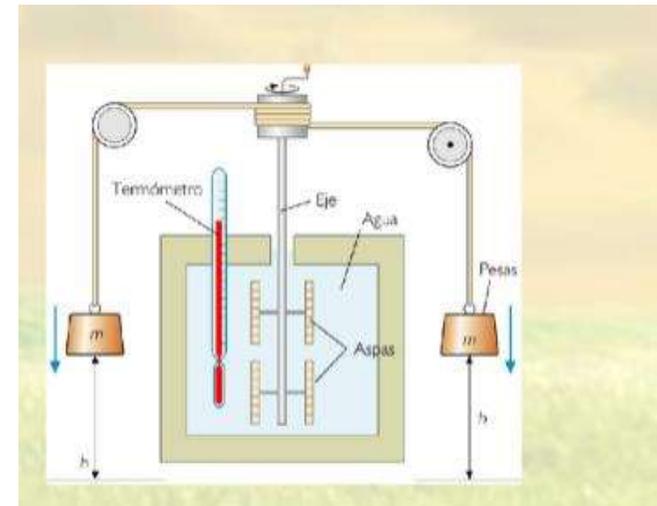


- ① El agua líquida por debajo de los 4 °C se hincha con cristales de hielo.
- ② Con el calentamiento, los cristales se colapsan, lo cual origina un menor volumen para el agua líquida.
- ③ Por encima de los 4 °C, el agua líquida se expande conforme se calienta porque hay un mayor movimiento molecular.



# CANTIDAD DE CALOR

Una caloría (cal) es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua en un grado celsius.



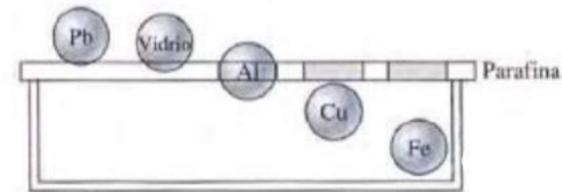
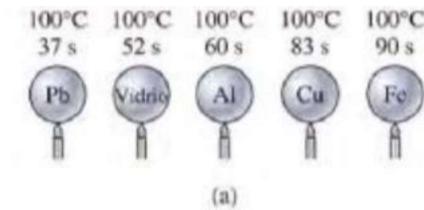
$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$   
(trabajo para elevar el  
agua de  $14,5$  a  $15,5 \text{ C}$ )



# CALOR ESPECIFICO

El calor específico de un material es la cantidad de calor necesario para elevar un grado la temperatura de una unidad de masa

$$C_e = \frac{\Delta Q}{m\Delta T}$$



Sustancia	calor específico	
	J / Kg °C	cal/g°C
Sólidos comunes		
Aluminio	900	0.215
Berilio	1830	0.436
Cadmio	230	0.055
Cobre	387	0.0924
Germanio	322	0.077
Oro	129	0.0308
Hierro	448	0.107
Plomo	128	0.0305
Silicón	703	0.168

# CAPACIDAD CALORÍFICA

La capacidad calorífica de un cuerpo es la relación del calor suministrado respecto al correspondiente incremento de temperatura del cuerpo

$$C = \frac{Q}{\Delta t}$$



# MEDICIÓN DE CALOR

Calor perdido = calor ganado

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

Donde  $\Delta t$  (temperatura alta menos temperatura baja) o cambio absoluto.

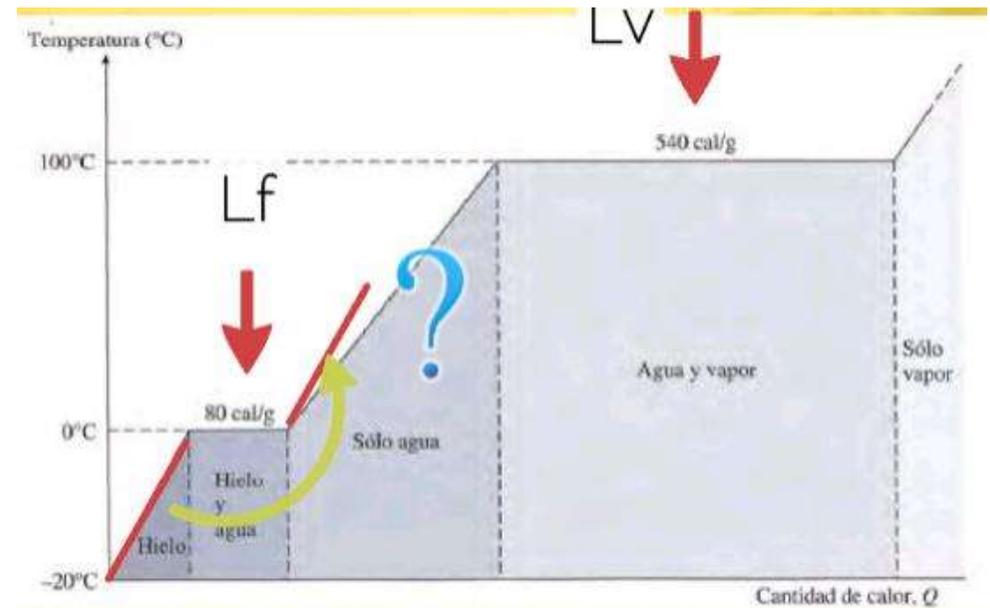


# CAMBIO DE FASE

$$Q = m \cdot C_e \cdot \Delta T \quad (1)$$

$$Q = m \cdot L_e \quad (2)$$

Calor latente de fusión  
Calor latente de vaporización



# CAMBIO DE FASE

Calores de fusión y calores de vaporización de diversas sustancias

Sustancia	Punto de fusión °C	Calor de fusión		Punto de ebullición °C	Calor de vaporización	
		J/kg	cal/g		J/kg	cal/g
Alcohol etílico	-117.3	$104 \times 10^3$	24.9	78.5	$854 \times 10^3$	204
Amoniaco	-75	$452 \times 10^3$	108.1	-33.3	$1370 \times 10^3$	327
Cobre	1080	$134 \times 10^3$	32	2870	$4730 \times 10^3$	1130
Helio	-269.6	$5.23 \times 10^3$	1.25	-268.9	$20.9 \times 10^3$	5
Plomo	327.3	$24.5 \times 10^3$	5.86	1620	$871 \times 10^3$	208
Mercurio	-39	$11.5 \times 10^3$	2.8	358	$296 \times 10^3$	71
Oxígeno	-218.8	$13.9 \times 10^3$	3.3	-183	$213 \times 10^3$	51
Plata	960.8	$88.3 \times 10^3$	21	2193	$2340 \times 10^3$	558
Agua	0	$334 \times 10^3$	80	100	$2256 \times 10^3$	540
Cinc	420	$100 \times 10^3$	24	918	$1990 \times 10^3$	475

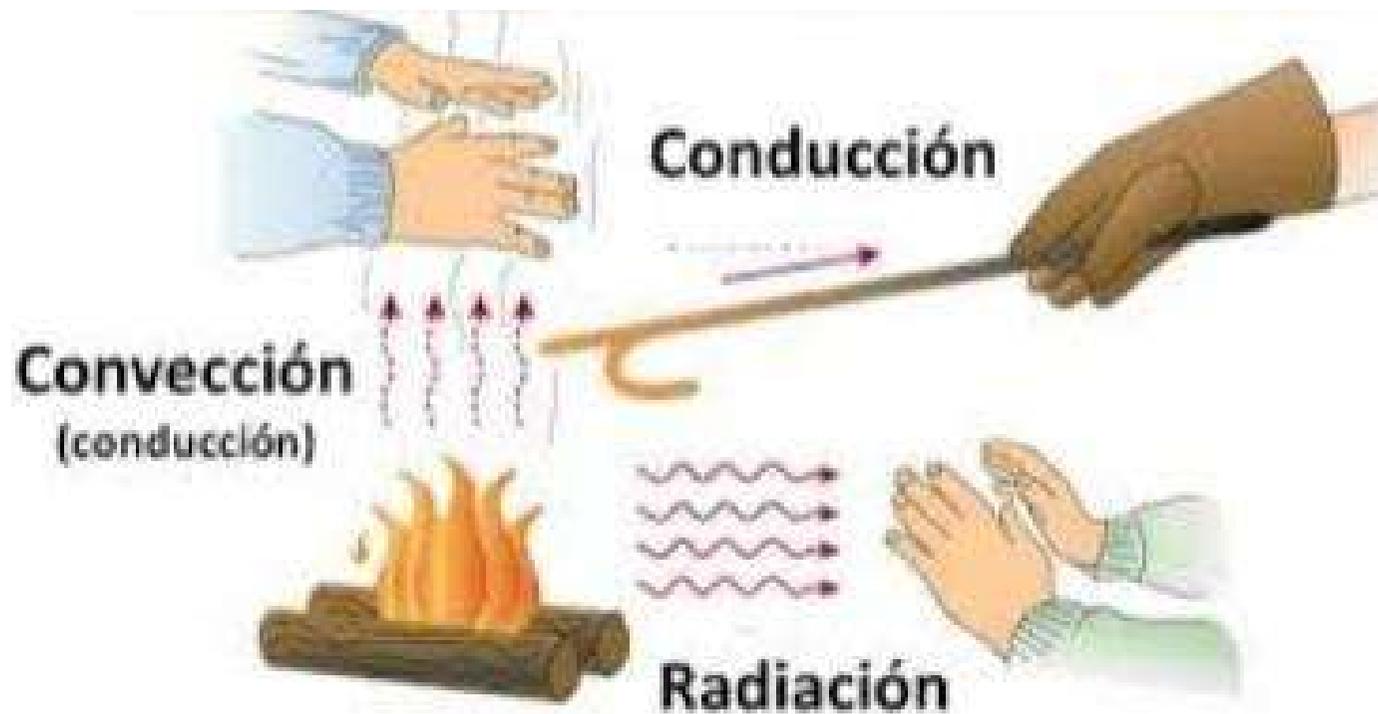
Tabla 17.1

Calores específicos

Sustancia	J/(kg · °C)	cal/(g · °C) o Btu/(lb · °F)
Acero	480	0.114
Agua	4186	1.00
Alcohol etílico	2500	0.60
Aluminio	920	0.22
Cobre	390	0.093
Hielo	2090	0.5
Hierro	470	0.113

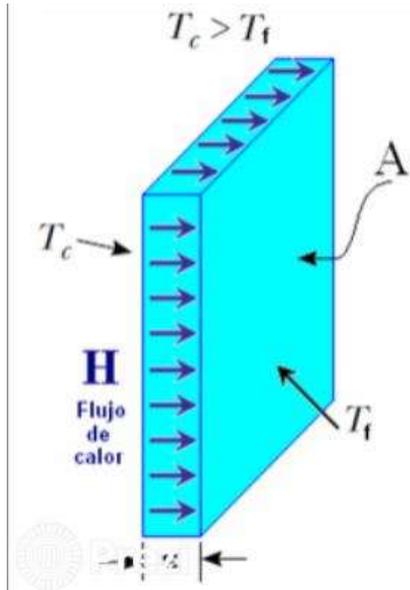


# MÉTODOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR



# CONDUCCIÓN

La conducción es el proceso por el que se transfiere energía térmica mediante colisiones de moléculas adyacentes a lo largo de un medio material. EL MEDIO EN SÍ NO SE MUEVE.



$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = kA \frac{T_c - T_f}{\epsilon}$$

Donde:

$\Delta Q$ : calor transferido en el intervalo tiempo  $\Delta t$ .

$T_c$ : temperatura del foco caliente.

$T_f$ : temperatura del foco frío.

$A$ : área transversal.

$\epsilon$ : espesor de la lámina.

$k$ : constante de conductividad térmica.

$$\frac{Q}{\tau} = \frac{A \Delta t}{\sum_i (L_i/k_i)} = \frac{A \Delta t}{\sum_i R_i}$$

Conductividad térmica y valores  $R$

Sustancia	Conductividades térmicas, $k$			Valores $R$
	W/(m · K)	kcal/(m · s · °C)	Btu · in/(ft <sup>2</sup> · h · °F)	ft <sup>2</sup> · h · °F/Btu
Aluminio	205	$5.0 \times 10^{-2}$	1451	0.00069
Latón	109	$2.6 \times 10^{-2}$	750	0.0013
Cobre	385	$9.2 \times 10^{-2}$	2660	0.00038
Plata	406	$9.7 \times 10^{-2}$	2870	0.00035



# CONVECCIÓN

La convección es el proceso por el que se transfiere calor por medio del movimiento real de la masa de un fluido

$$H = h \cdot A \cdot \Delta T \left[ \frac{J}{s} \right] = [W] \left[ \frac{cal}{h} \right]$$

H: flujo de calor [J/s].

h: coeficiente de convección [cal/s.cm<sup>2</sup>.°C].

A: superficie de contacto.

Convección natural  
Convección forzada

Fluido	Coficiente convectivo de transferencia de calor (W/m <sup>2</sup> °K)
Aire	
Convección libre	5-25
Convección forzada	10-200
Agua	
Convección libre	20-100
Convección forzada	50-10.000



# RADIACIÓN

$$R = \frac{E}{tA} = \frac{P}{A}$$

Donde: R razón de radiación [W/m<sup>2</sup>]

E energía radiante emitida [J]

t tiempo [s]

A Área [m<sup>2</sup>]

P Potencia radiante [W]

$$R = \frac{P}{A} = e \sigma T^4$$

Donde: e emisividad

$\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}^4)$  es la constante de Stefan-Boltzmann

T temperatura [K]

La radiación térmica se debe a ondas electromagnéticas emitidas o absorbidas por un sólido, un líquido o un gas debido a su temperatura

¿Penetra la atmósfera terrestre?

SI

