

Temperatura y sus efectos sobre propiedades físicas

Termodinámica

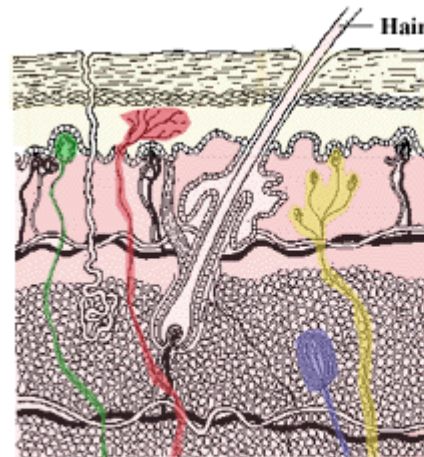


Estudio de las transferencias de la energía térmica y de su transformación a trabajo mecánico y como se relaciona a las propiedades de la materia



cualitativamente tiene que ver con la temperatura alta (caliente) y baja (frio) y el movimiento del calor

Percepción de la temperatura por la piel

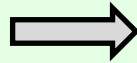


Cold Receptor
Pain Receptor
Pressure Receptor
Heat Receptor

responde mas a cuan rápido la temperatura de la piel cambia

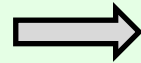
Repaso del concepto de energía

energía



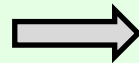
propiedad física relacionada con la capacidad para hacer un trabajo físico $W = \vec{F} \cdot \Delta \vec{r}$

energía cinética



energía de movimiento
 $KE = \frac{1}{2}mv^2$

energía potencial



energía relacionado a la posición o configuración de los cuerpos

energía térmica (E_{th})



La suma de la energía cinética y potencial de todos los átomos del sistema.

temperatura (T)



Propiedad física relacionada con la energía cinética promedio de todos los átomos del sistema.

cambios en
temperatura
o ΔT

resulta en



cambios en otras propiedades físicas
como largo, presión, resistencia
eléctrica etc.

+ calibración =



responde a cambios
de temperatura

termoscopio



instrumento que
mide la temperatura

termómetro

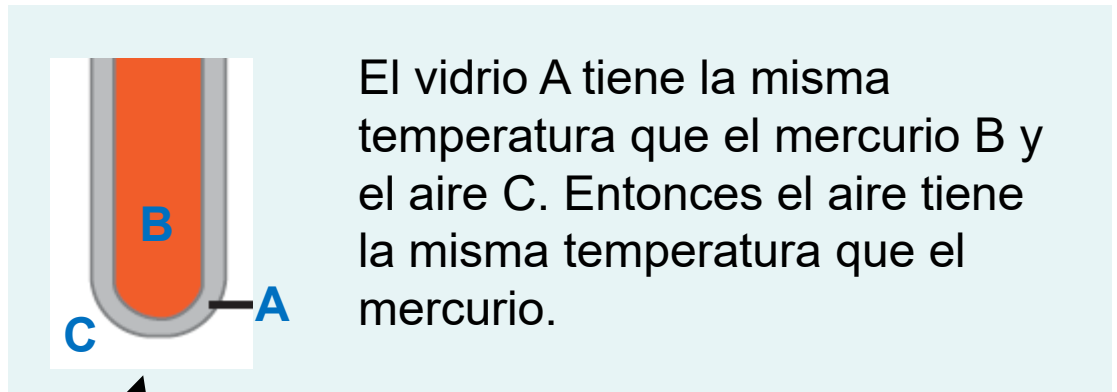
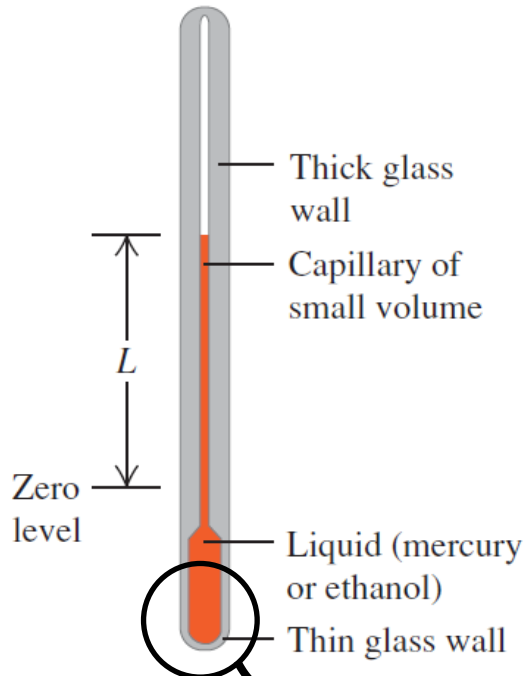
equilibrio térmico o termal



Estado del sistema cuando no hay más
cambio en las propiedades físicas
debido a cambios en temperatura,
implica que la temperatura es constante
y que la temperatura entre partes del
sistema es la misma.

Ley cero de la termodinámica

Un **sistema A** que esta en equilibrio térmico con un **sistema B** y con un **sistema C** implica que el **sistema B** esta en equilibrio con el **sistema C**. Sistemas en **equilibrio térmico** tienen la **misma temperatura**.



El vidrio A tiene la misma temperatura que el mercurio B y el aire C. Entonces el aire tiene la misma temperatura que el mercurio.

Escalas de temperatura

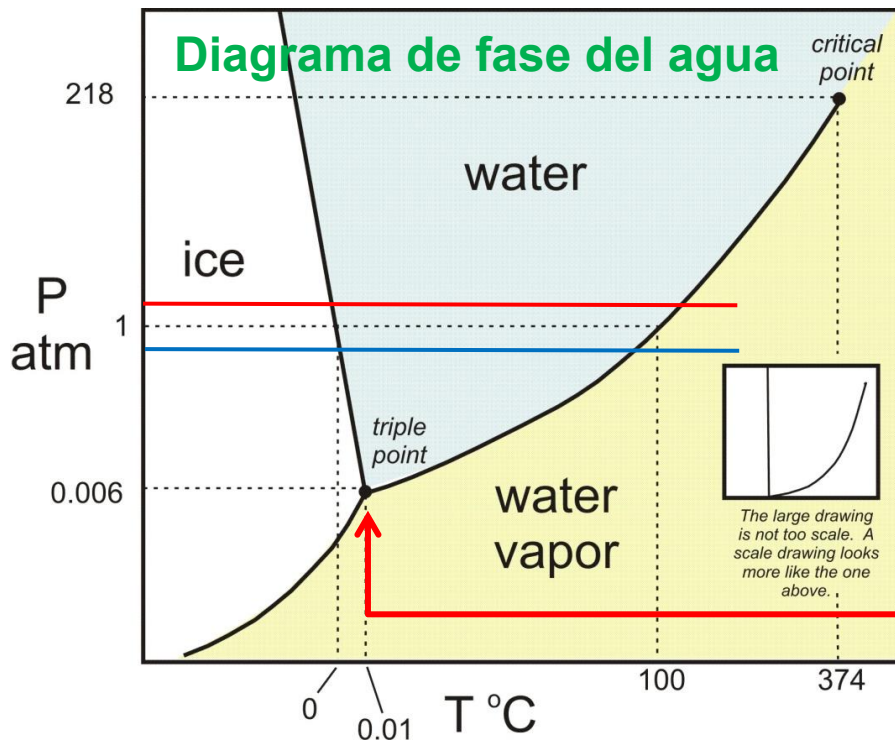
	K	C	F
Water boils	373	100°	212°
	↑ 100 K	↑ 100 C°	↑ 180 F°
Water freezes	273	0°	32°
	↓	↓	↓
CO ₂ solidifies	195	-78°	-109°
Oxygen liquefies	90	-183°	-298°
Absolute zero	0	-273°	-460°

procesos utilizados para calibrar el termoscopio



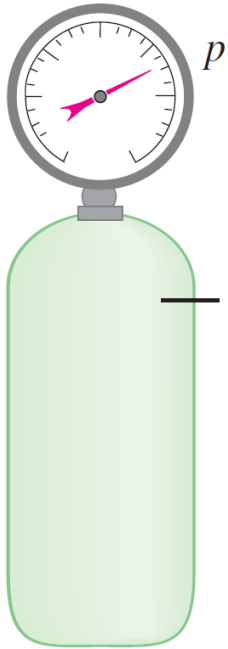
OJO

Los procesos de ebullición y de congelación dependen de la presión atmosférica.

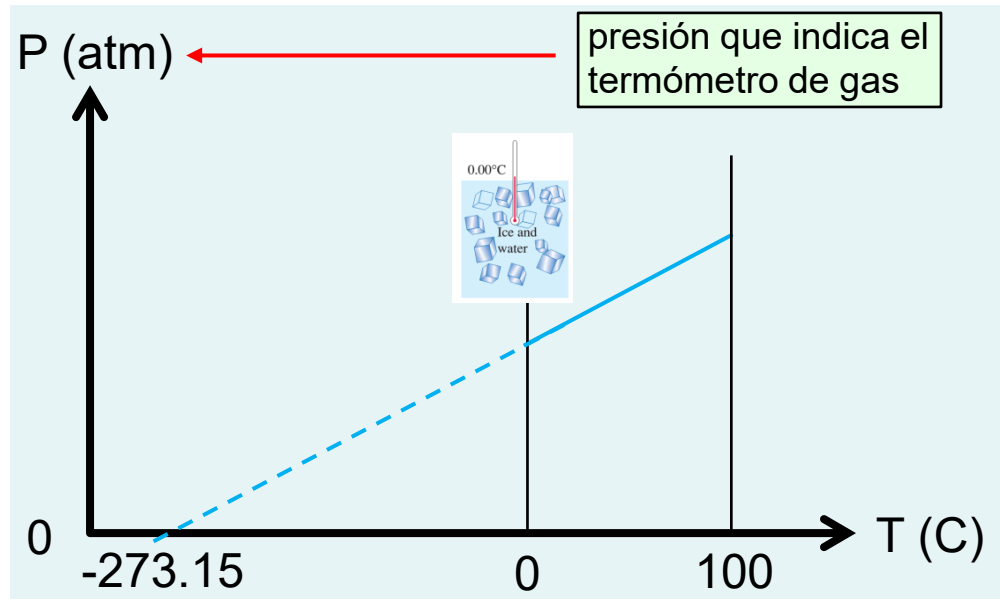


punto triple del agua donde todas las fases están en equilibrio es un mejor proceso para la calibración

Escala de temperatura absoluta Kelvin



termoscopio
de gas a
volumen
constante



cero absoluto o cero kelvin (0K)
temperatura a la cual los átomos no tienen
energía cinética de traslación, pero tienen
energía vibracional

oscilador armónico según la mecánica cuántica

$$E_n = n h f + \boxed{1/2 h f} \rightarrow \text{zero-point energy}$$

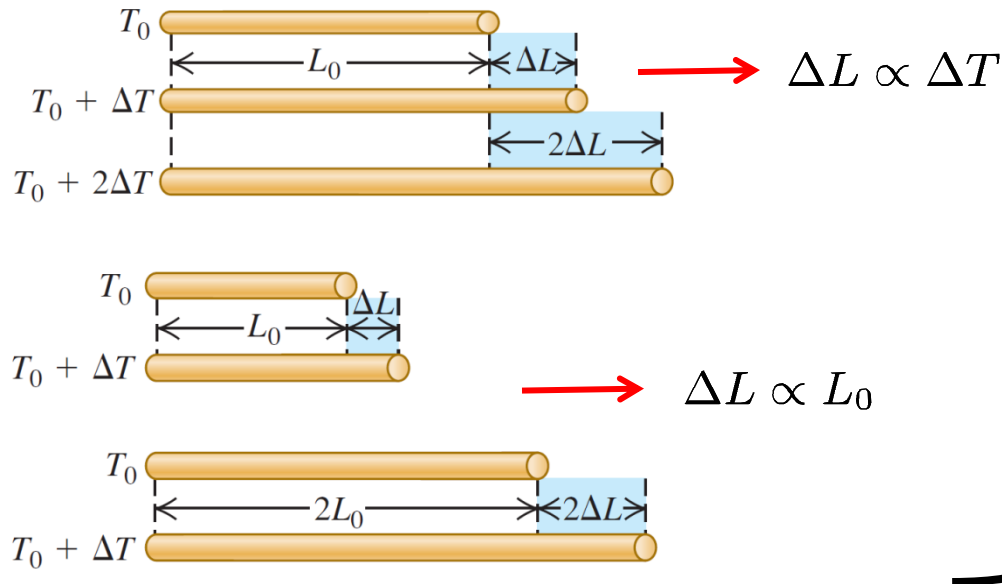
$$T_C = \frac{5}{9}(T_F - 32^\circ)$$

$$T_C = T_K - 273.15^\circ$$

$$T_F = \frac{9}{5}T_C + 32^\circ$$

Expansión termal lineal

Por ΔT pequeño



coeficiente de expansión lineal $[\text{K}^{-1}]$ o $[\text{°C}^{-1}]$

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

largo de referencia a temperatura de referencia

OJO

Esa ecuación es una aproximación.

Material	α $[\text{K}^{-1} \text{ or } (\text{°C})^{-1}]$
Aluminum	2.4×10^{-5}
Brass	2.0×10^{-5}
Copper	1.7×10^{-5}
Glass	$0.4\text{--}0.9 \times 10^{-5}$
Invar (nickel–iron alloy)	0.09×10^{-5}
Quartz (fused)	0.04×10^{-5}
Steel	1.2×10^{-5}

Calor, calorimetría, y cambios de fases

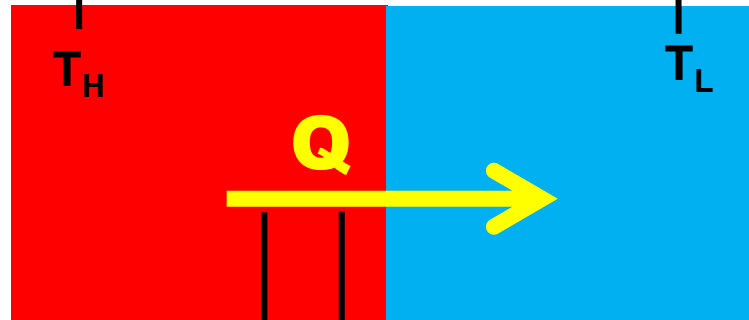
Calor

Calor (Q)

La **energía** térmica que se **transfiere** de un punto a otro en un cuerpo o entre diferentes cuerpos debido a una **diferencia de temperatura** se llama **calor**.

T caliente (high)

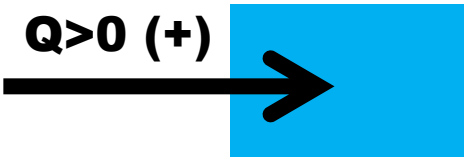
T frío (low)



$Q < 0$ (-)



$Q > 0$ (+)



OJO El calor siempre se mueve del punto de mayor temperatura a menor temperatura.

OJO Hay transferencia de calor de un punto a otro hasta que haya un equilibrio térmico .

Unidades de calor

energía en movimiento – tiene unidades de energía

en el SI: **joule (J)**

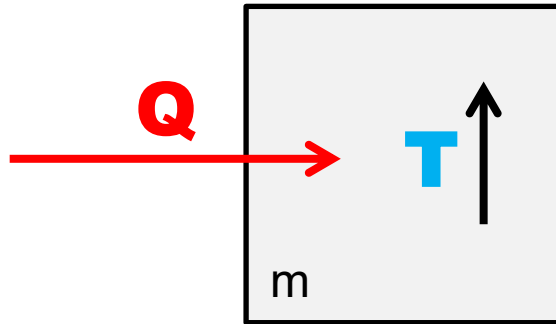
1 caloría (cal) = calor que se requiere para subir la temperatura de 1g de agua de 14.5 °C a 15.5 °C

1 British Thermal Unit (BTU) = calor que se requiere para subir la temperatura de 1 libra de agua de 63 °F a 64 °F

$$1 \text{ cal} = 4.186 \text{ J}$$

$$1 \text{ BTU} = 252 \text{ cal} = 1055 \text{ J}$$

Cantidad de calor



$$Q = mc\Delta T$$

calor específico [J/(kg K)] o [cal/(g °C)]

pueden utilizar °C o K

$$\Delta T = 1^{\circ}\text{C} = 1\text{K}$$

masa

no depende de la masa o tamaño del sistema

Calor específico

calor específico



El **calor específico c** es una cantidad **intensiva** que representa la capacidad de un material de una cierta masa a ganar o perder calor asociado con un cambio de temperatura de 1K. Valor diferente por diferentes materiales.

$$dQ = mc dT \Rightarrow c = \frac{1}{m} \frac{dQ}{dT} \left[\frac{\text{J}}{\text{kg K}} \right]$$

Capacidad calorífica y capacidad calorífica molar

$$dQ = (mc) dT \Rightarrow mc = C = \frac{dQ}{dT} \left[\frac{J}{K} \right]$$

OJO

Para gases:

$C_p \neq C_V$ → presión o volumen constante

capacidad calorífica
o masa térmica

depende de la masa o
tamaño del sistema

**capacidad
calorífica**



La **capacidad calorífica C** es una cantidad **extensiva** que representa la capacidad de un material a ganar o perder calor asociado con un cambio de temperatura de 1K. Valor diferente por diferentes materiales.

$$\text{si } m = n M \Rightarrow C_{mol} = Mc = \frac{1}{n} \frac{dQ}{dT} \left[\frac{J}{mol \cdot K} \right]$$

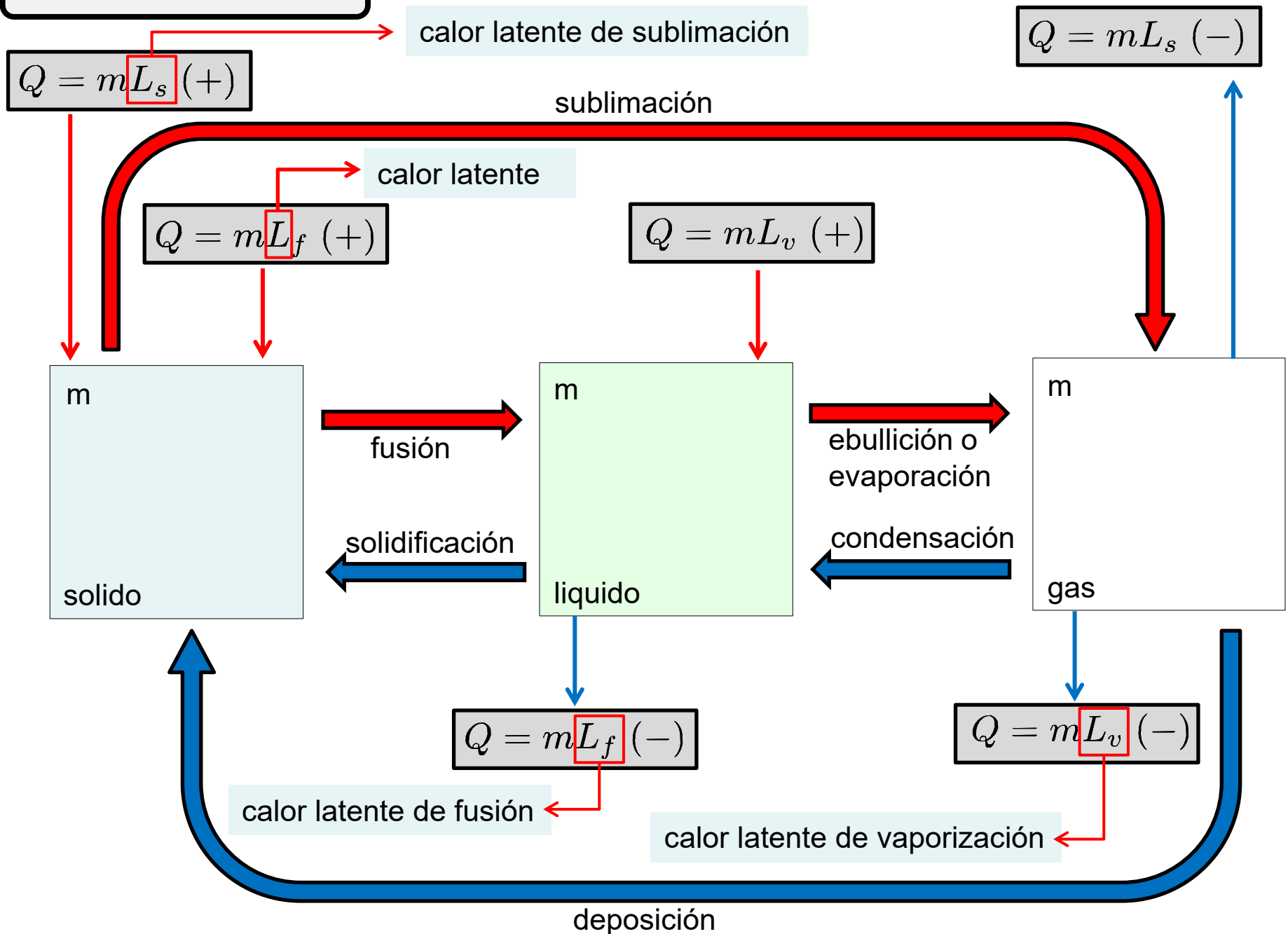
cantidad de
moles

masa molar [kg/mol]

capacidad calorífica molar

Substance	Specific Heat, c (J/kg · K)	Molar Mass, M (kg/mol)	Molar Heat Capacity, C (J/mol · K)
Silver	234	0.108	25.3
Water (liquid)	4190	0.0180	75.4

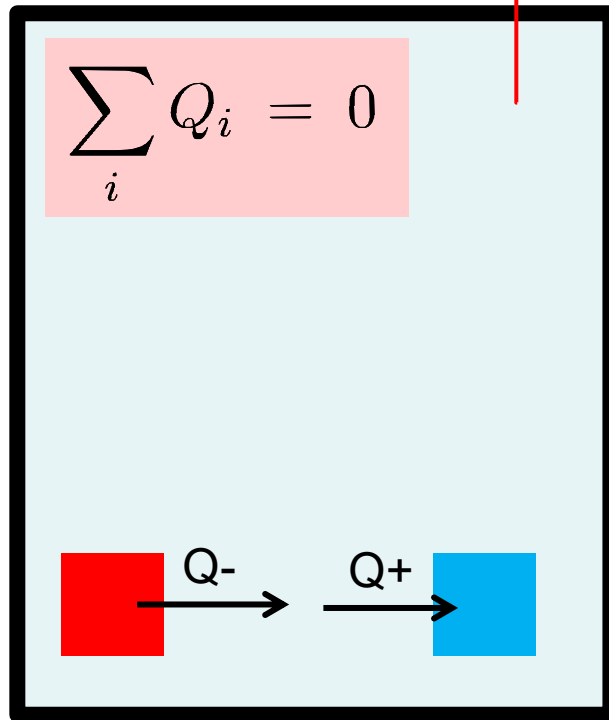
Cambio de fase



OJO Cambios de fases son **procesos isotérmicos**. La **temperatura** del material que cambia de fase se mantiene **constante**.

Substance	Normal Melting Point		Heat of Fusion, L_f (J/kg)	Normal Boiling Point		Heat of Vaporization, L_v (J/kg)
	K	°C		K	°C	
Helium	*	*	*	4.216	−268.93	20.9×10^3
Hydrogen	13.84	−259.31	58.6×10^3	20.26	−252.89	452×10^3
Nitrogen	63.18	−209.97	25.5×10^3	77.34	−195.8	201×10^3
Oxygen	54.36	−218.79	13.8×10^3	90.18	−183.0	213×10^3
Ethanol	159	−114	104.2×10^3	351	78	854×10^3
Mercury	234	−39	11.8×10^3	630	357	272×10^3
Water	273.15	0.00	334×10^3	373.15	100.00	2256×10^3
Sulfur	392	119	38.1×10^3	717.75	444.60	326×10^3
Lead	600.5	327.3	24.5×10^3	2023	1750	871×10^3
Antimony	903.65	630.50	165×10^3	1713	1440	561×10^3
Silver	1233.95	960.80	88.3×10^3	2466	2193	2336×10^3
Gold	1336.15	1063.00	64.5×10^3	2933	2660	1578×10^3
Copper	1356	1083	134×10^3	1460	1187	5069×10^3

Calorimetría



calorímetro: sistema térmico
aislado del ambiente

pared
adiabática

no hay transferencia
de calor

Ejemplo

$$c_{Al} = 0.9 \text{ J}/(\text{g}^\circ\text{C})$$

cilindro de aluminio

$$m_{Al} = 50 \text{ g}$$

$$T_i = 100.0^\circ\text{C}$$

$$\sum_i Q_i = 0$$

$$Q_m = m_m c_m \Delta T_m$$

$$Q_{agua} + Q_{metal} = 0$$

$$Q_a = m_a c_a \Delta T_a$$

calorímetro

$$T_f = ?$$

agua

$$c_{agua} = 4.186 \text{ J}/(\text{g}^\circ\text{C})$$

$$m_{agua} = 200 \text{ g}$$

$$T_i = 20.0^\circ\text{C}$$

$$(200 \text{ g})(4.186 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}})(T_f - 20.0^\circ\text{C}) + (50 \text{ g})(0.9 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}})(T_f - 100.0^\circ\text{C}) = 0$$

$$837.2 T_f - 16744.0^\circ\text{C} + 45.0 T_f - 4500.0^\circ\text{C} = 0$$

$$882.2 T_f = 21244.0^\circ\text{C}$$

$$T_f = 24.1^\circ\text{C}$$

Ley de enfriamiento de Newton

Ley de enfriamiento de Newton



La tasa de cambio de la temperatura de un cuerpo debido a todos los mecanismos de transferencia de calor es proporcional a la diferencia de temperatura entre el cuerpo y el ambiente.

$$\frac{dT(t)}{dt} \propto \Delta T(t)$$

Resolviendo esa ecuación diferencial da:

$$\Delta T(t) = \Delta T(0)e^{-t/\tau}$$

Donde τ es una constante de tiempo para el proceso de enfriar.

