



Material Educatiu GRATIS

FISICA

QUINTO

CALORIMETRÍA



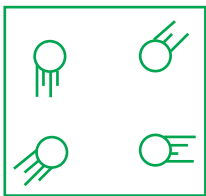
Tiene como objetivo conocer una serie de fenómenos en los cuales las sustancias (en virtud de ciertas propiedades que posee) experimentan cambios de temperatura; cambios en su estado físico, cambios en sus dimensiones geométricas, cuando intercambia energía en forma de calor con otros cuerpos.

¿Qué es temperatura?

Es un parámetro macroscópico de un sistema físico que nos informa indirectamente acerca de la situación energética del conjunto de moléculas o átomos que forman el sistema físico. Nos indica el grado de agitación molecular que hay en el interior de una sustancia.

La temperatura y la energía interna están relacionados directamente; cuando la primera aumenta, la segunda aumenta también y viceversa.

En un gas ideal



$$U = \sum_{i=1}^n E_c$$

$$U = n \cdot \frac{3}{2} KT$$

U: energía interna

Ec: energía cinética de las partículas

n: número de partículas

K: constante de Boltzmann

T: temperatura

($K = 1,35 \times 10^{-23} \text{ J/K}$)

Unidades: SI

T: K; U: J; K: J/K

Observación

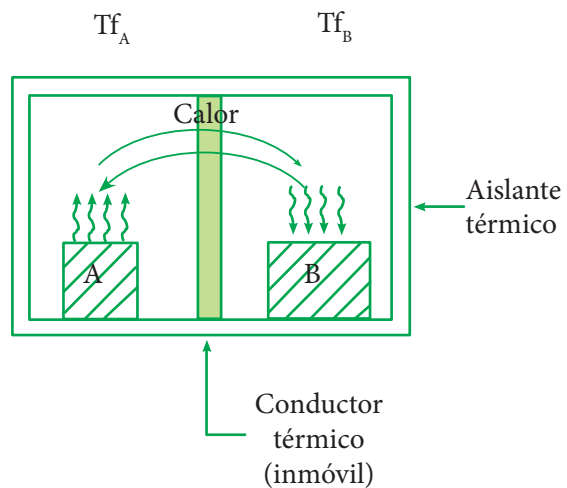
En la vida cotidiana, en forma intuitiva decimos que un cuerpo está «más caliente» en comparación con otro cuando tiene «mayor temperatura», y esto implicará también «mayor energía interna».

Interacción térmica: calor

¿Qué ocurre cuando ponemos en contacto a dos cuerpos o sustancias a diferentes temperaturas?

Para esto consideremos dos bloques de un cierto material, de modo que $T_{0A} > T_{0B}$

Inicialmente:



Al ponerlos en contacto, observamos que la temperatura de B, se incrementa, por lo tanto aumenta su energía interna, por ello podemos concluir que el bloque A le está transfiriendo cierta cantidad de energía interna al bloque B, y esto ocurre en forma espontánea; desde la sustancia de mayor temperatura (A) hacia la de menor temperatura (B); a esta energía transferida se le denomina «calor» (Q).

¿Qué es el calor?

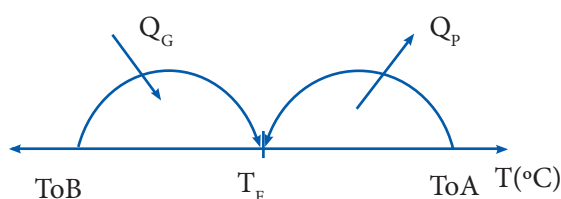
Es aquella energía que se transfiere de un cuerpo a otro, debido a la diferencia de temperatura que entre ellos existe.

¿Cuándo cesa la transferencia de energía?

Cuando ambas sustancias alcanzan una misma temperatura llamada «temperatura de equilibrio térmico» (T_E).

$$T_{fA} = T_{fB} = T_E$$

El proceso analizado anteriormente podemos representarlo de una manera más sencilla mediante un DIAGRAMA LINEAL DE TEMPERATURA, como se muestra:



Por conservación de la energía:

$$Q_G + Q_P = 0$$

QG : cantidad de calor ganado

QP: cantidad de calor perdido

Efectos físicos producidos por el calor

1. Cambio de temperatura de la sustancia.
2. Cambio de fase (bajo determinadas condiciones)
3. Cambio de dimensiones geométricas de los cuerpos (dilatación)

Cambio de temperatura

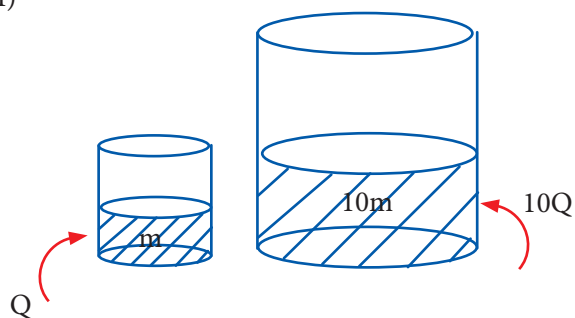
Cuando una sustancia gana o pierde calor, experimenta ciertos cambios en su temperatura, el cual está relacionado directamente con las propiedades térmicas de la sustancia.

Calor sensible (Q_s)

Es la cantidad de calor que se adquiere para que una sustancia cambie de temperatura.

Veamos el siguiente caso:

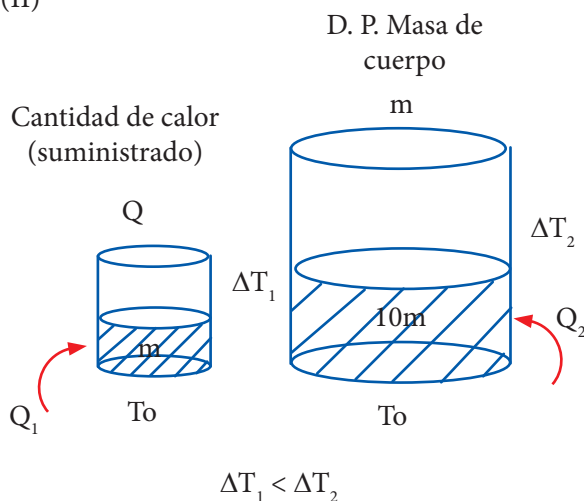
(I)



Se desea que ambas recipientes alcancen la misma temperatura, entonces se debe transferir MAYOR calor al recipiente que tiene MAYOR masa.

Luego, tenemos:

(II)



Además podemos observar que cuanto mayor cantidad de calor se le suministra a la sustancia, mayor será el cambio en su temperatura.

$$Q \quad DP \quad \Delta T$$

Luego, tenemos:

$$Q_s = C_e \cdot m \cdot \Delta T$$

Donde:

Q_s : Calor sensible (calorías: cal)

m : masa de la sustancia (g)

ΔT : cambio de temperatura ($^{\circ}\text{C}$)

C_e : calor específico (depende del tipo de sustancia y de la fase que se encuentra).

$$\left(\frac{\text{cal}}{\text{g}^{\circ}\text{C}} \right)$$

Calores específicos más usados (a la presión $P = 1$ atm)

Sustancia	$C_e \cdot \left(\frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ \text{C}} \right)$
Agua líquida	1
Agua sólida (hielo)	0,5
Vapor de agua (100° C)	0,48
Aluminio	0,215
Vidrio	0,2
Cobre (Cu)	0,093
Plomo (Pb)	0,03

¿Qué significa $C_{e_{\text{agua líquida}}} = 1 \frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ \text{C}}$?

Respuesta:

Significa que para que 1 g de agua líquida varíe su temperatura en 1 °C, se le debe transferir 1 cal.

Observación

1 cal = 4,186 J o

1 J = 0,24 calorías

¿Qué es una sustancia pura?

Es aquella que mantiene una composición química homogénea ante un suministro de calor; es decir, no reacciona, no experimenta disociación atómica en sus moléculas.

Se consideran sustancias puras: el agua, el aire seco, el oxígeno, etc.

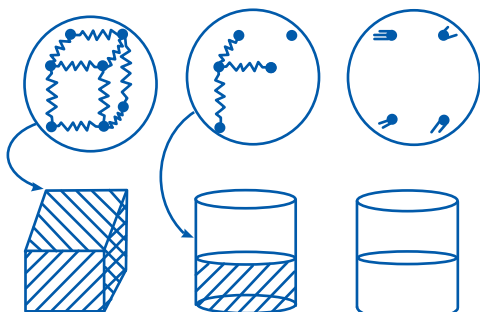
¿Qué es una fase?

Es aquella estructura física que presentan las sustancias homogéneas en determinadas condiciones de presión y temperatura.

Una misma sustancia puede estar en fase sólida, líquida o gaseosa.

Veamos:

Fase sólida Fase líquida Fase gaseosa



Gran cohesión molecular

Menor cohesión molecular respecto a la fase sólida

Mínima cohesión y gran movilidad molecular

$$\sum E_p \gg \sum E_c$$

$$\sum E_p \approx \sum E_c$$

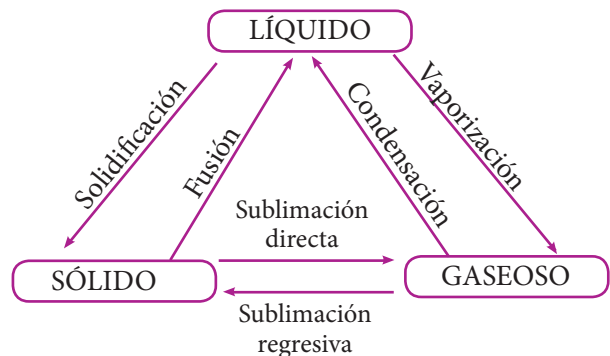
$$\sum E_c \gg \sum E_p$$

¿Qué es un cambio de fase?

Es la transformación física que experimentan las sustancias homogéneas al ganar o perder cierta cantidad de energía térmica.

En los cambios de fase, se modifican las interacciones moleculares, lo cual implica una variación de la energía potencial intermolecular en las sustancias, manteniéndose la temperatura constante.

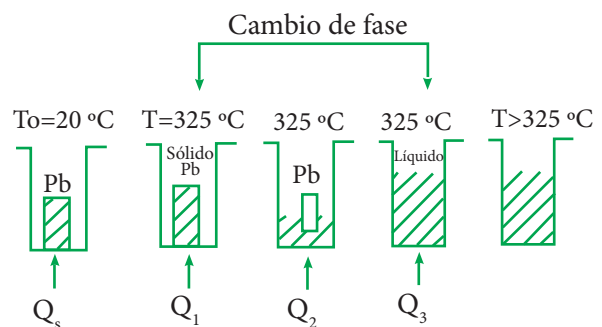
Los cambios de fase de una sustancia pura son:



¿En qué condiciones una sustancia cambia de fase?

A determinados valores de presión y temperatura conocidos como «condiciones de saturación».

Por ejemplo, el plomo cambia de la fase sólida a la fase líquida a la temperatura de 325 °C y a la presión de 1 atm.



Cuando suministramos calor (Q_s) a la barra de plomo, en primer momento notaremos que la temperatura se incrementa, esto significa que la energía cinética de las moléculas está aumentado y, por lo tanto, aumenta la energía interna (U) del plomo.

En un segundo momento, cuando el plomo llega a una temperatura de 325 °C, tal temperatura se mantiene constante, a pesar de que se le sigue suministrando calor, observándose que el plomo empieza a derretirse; es decir, fundirse.

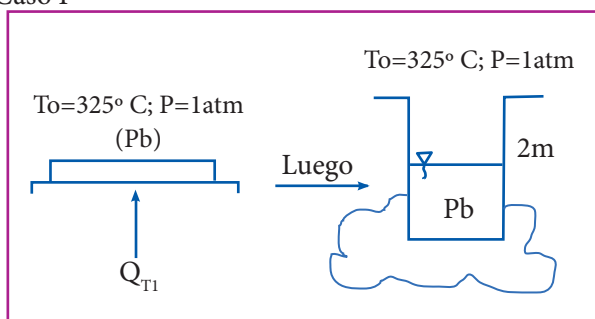
¿Por qué no cambia la temperatura suministrando calor, cuando se encuentra a 325 °C?

Es porque el calor suministrado es absorbido por el plomo para romper los enlaces intermoleculares, separándose las moléculas, es decir, el calor suministrado pasa a incrementar la energía potencial de las moléculas, mas no a incrementar la energía cinética, por consiguiente la temperatura aumenta, entonces decimos que el plomo está cambiando de fase sólida a fase líquida.

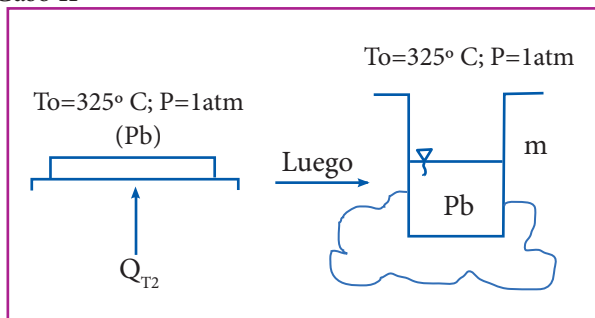
¿Cómo se llama la cantidad de calor necesario para que una sustancia cambie de fase?

Se le llama «calor de transformación» (Q_T), para nuestro caso en condiciones de saturación ($T = 325^\circ\text{C}$, $P = 1\text{ atm}$).

Caso I



Caso II



En el caso I, necesitamos suministrarle mayor calor de transformación que en el caso II, debido a que en el caso I, la barra de plomo tiene mayor masa.

∴ El calor de transformación (Q_T) es directamente proporcional a la masa (m).

$$Q_T \propto m \rightarrow \frac{Q_T}{m} = \text{constante} = L$$

$$Q_T = mL$$

Donde:

L: calor latente; su valor depende de la sustancia.

$$\text{Unidad: } \frac{\text{Cal}}{\text{g}}; \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}}$$

Por ejemplo:

Para el plomo

1. Fusión – solidificación

($T = 325^\circ\text{C}$, $P = 1\text{ atm}$)

$$L_{\text{fusión}} = L_{\text{solidificación}} = 5,95 \frac{\text{cal}}{\text{g}} = 5,95 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}}$$

2. Vaporización – condensación

($T = 1750^\circ\text{C}$, $P = 1\text{ atm}$)

$$L_{\text{vaporiz}} = L_{\text{Condens}} = 175 \frac{\text{cal}}{\text{g}} = 175 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}}$$

Para el agua

1. Fusión – solidificación ($T = 0^\circ\text{C}$, $P = 1\text{ atm}$)

$$L_{\text{fusión}} = L_{\text{solidificación}} = 80 \frac{\text{cal}}{\text{g}} = 80 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}}$$

2. Vaporización – condensación ($T = 100^\circ\text{C}$, $P = 1\text{ atm}$)

$$L_{\text{vaporiz}} = L_{\text{Condens}} = 540 \frac{\text{cal}}{\text{g}} = 540 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}}$$

¿Qué significa para el agua que

$$L_{\text{fusión}} = L_{\text{solidif}} = 80 \frac{\text{Cal}}{\text{g}}?$$

Significa que por cada gramo de agua le debemos entregar o sustraer 80 cal, a condiciones de saturación para que cambie de fase.

Recuerda

Cuando en una sustancia está variando su temperatura, se debe tener en cuenta la temperatura en condiciones de saturación en donde se produce un cambio de fase. Primero se hace la transformación y luego se sigue con el proceso de variación de temperatura

Trabajando en clase

Integral

- Halla el calor específico de un cuerpo que al ganar 300 cal aumentó su temperatura de 10 °C a 40 °C (masa del cuerpo: 2 g)

Resolución:

$$Q = C_e \cdot m \cdot \Delta T$$

$$300 = C_e \cdot 2 \cdot (40 - 10)$$

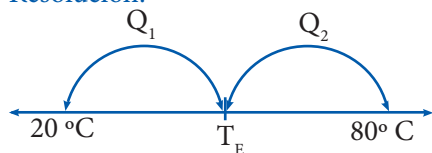
$$De = 5 \frac{\text{Cal}}{\text{g}^\circ\text{C}}$$

- Halla el calor específico de un cuerpo al ganar 200 cal aumentó su temperatura de 5 °C a 45 °C (masa del cuerpo: 4 g)
- Un cuerpo de capacidad calorífica 20 cal/°C, recibe 600 calorías cuando se encontraba a 30 °C, ¿cuál será la temperatura final del proceso?
- Se calienta 5 kg de agua entregándole 80 Kcal, si inicialmente su temperatura fue de 20 °C. Halla su temperatura final.

UNMSM

- Se mezclan 100 g de agua a 80 °C con 50 g de agua a 20 °C. determine T_E del sistema.

Resolución:



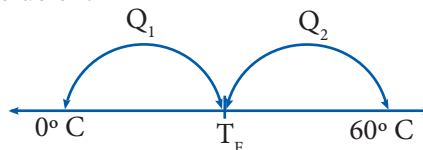
$$Q_1 + Q_2 = 0$$

$$1 \cdot 50 \cdot (T_E - 20) + 1 \cdot 100 \cdot (T_E - 80) = 0$$

$$3T_E = 180 \quad T_E = 60^\circ\text{C}$$

- Se mezclan 1000 g de agua a 60 °C con 250 g de agua a 10 °C. Determina T_E del sistema del sistema.
- Determina la cantidad de calor que se debe suministrar a 2 litros de agua a 18 °C para que alcance su punto de ebullición.
- En un calorímetro de equivalente en agua 80 g que está a 0 °C se vierte 16 g de agua a 60 °C. ¿Cuál será la temperatura final del equilibrio?

Resolución:

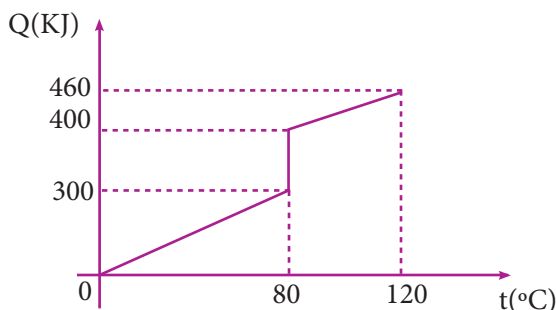


$$Q_1 + Q_2 = 0$$

$$1.80 \cdot (T_E - 0) + 1.16 (T_E - 60) = 0$$

$$T_E = 10^\circ\text{C}$$

- En un calorímetro de equivalente en agua 60 g que está a 0 °C se vierte 20 g de agua a 80 °C. ¿Cuál será la temperatura final del equilibrio?
- Determina cuántas calorías son necesarias para derretir 0,03 kg de hielo a 0 °C, en condiciones de saturación.
- ¿Cuánto calor sería necesario entregarle a 16 g de agua que está a 90 °C para vaporizarla? (en condiciones de saturación)
- Un cuerpo absorbe calor para derretirse como muestra la gráfica. Si la masa es 25 gramos, halla el calor latente de fusión.



- Dos esferas metálicas A y B presentan temperaturas T y $2T$ respectivamente. Si el equilibrio térmico luego de ponerlas en contacto, se da a la temperatura « $1,4 T$ », ¿qué ocurre con la temperatura de equilibrio, aproximadamente, si la masa de B fuese el doble?
- Determina la diferencia de temperaturas entre las aguas de arriba y las de debajo de una catarata de altura 420 m. Calor específico del agua = 4200 J/kg °C; $g = 10 \text{ m/s}^2$.

UNI

15. Un automóvil de masa 200 kg tiene una rapidez de 6 m/s (hacia el norte). Calcula la cantidad de calorías producidas por los frenos cuando se detiene.

Resolución:

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot 200 \cdot 6^2 = 3600 \text{ J}$$

Transformando a calorías:

$$3600 \cdot 0,24 = 864 \text{ cal}$$

16. Un automóvil de masa de 400 kg tiene una velocidad de 5 m/s (hacia el norte). Calcula la cantidad de calorías producidas por los frenos cuando se detiene.
17. Una bala de plomo de 25 g de masa impacta contra una pared y con una rapidez de 300 m/s; 40% de su energía lo absorbe la bala en forma de calor. Determina en cuánto cambió su temperatura.
18. Determina la cantidad de agua a 50 °C que se debe introducir a un calorímetro de capacidad calorífica despreciable que contiene 20 g de hielo a -20 °C, para que la temperatura final de equilibrio sea 10 °C.