

# Calor latente del agua

**Sebastián Valencia**, University of California  
201111578

**E**l calor latente es la energía requerida por cierta sustancia, o porción de la misma para el cambio de fase física (de sólido a líquido, o de líquido a gaseoso). En la práctica de laboratorio, se pretende hallar de manera experimental el calor latente del agua y cotejar los resultados obtenidos con los teóricos.

## Objetivos

1. Determinar para el agua el calor latente de fusión y el de vaporización.

## Marco teórico

La calorimetría, se encarga de la medición de calor, es decir, la transferencia energética involucrada en los cambios de temperatura, y por lo tanto, en los **cambios de fase**. El término *estados de la materia*, se refiere al estado físico en el cual se halla una sustancia, el cual puede cambiar al someter la sustancia a cambios graduales de temperatura que alcancen los límites termodinámicos requeridos, por cada sustancia para el cambio de fase. Los cambios de calor del ambiente, no se relacionan con los cambios de temperatura de la sustancia, sino con el cambio de fase de la misma.

En este caso en particular, la sustancia a tratar es agua ( $H_2O$ ). Al aplicar calor a un bloque de hielo a  $0^\circ C$ , éste no cambia de temperatura, sino de fase, el cubo de hielo bajo las circunstancias debidas de tiempo y temperatura, se convertirá en líquido. La cantidad de calor necesaria para el cambio de fase de una sustancia, dependen estrechamente, de la sustancia en particular, y la fase actual y la deseada.

El calor requerido por unidad de masa para convertir una sustancia de sólido a líquido, es llamado calor de fusión ( $L_f$ ), mientras el requerido para tornar cierta cantidad de una sustancia en estado líquido a gaseoso, es llamado calor de vaporización ( $L_v$ ).

$$Q = mL$$

De acuerdo con el proceso experimental (ver procedimiento), se procede a hallar el calor latente de fusión, en términos de la masa de hielo ( $m_h$ ), la masa de agua al interior del calorímetro ( $m_a$ ), la capacidad térmica del calorímetro ( $C_c$ ), y las temperaturas inicial y final del sistema ( $T_o$ ,  $T_f$ ).

Al introducir en hielo en el sistema agua-calorímetro, se tiene una masa  $m$ , compuesta por una masa de hielo  $m_h$ , y una masa de agua  $m_a$ . El hielo absorbe un calor igual a  $Q_1 = mL_f$ , mientras el agua cede un calor igual a  $Q_2 = m_a c(0 - T_a)$ . Por las leyes de la termodinámica, asumiendo que el calorímetro se encuentra perfectamente aislado, se tiene que:

$$\sum_{i=1}^n Q_i = 0 \Rightarrow Q_1 + Q_2 = 0$$

$$L_f = \frac{m_a c T_o}{m_h + m_a}$$

En el proceso en el cual se funde el hielo, y se tiene una temperatura final  $T_f$ , se tiene la siguiente secuencia:

$$k = \frac{m_h (T_{m_a+m_h} - T_f)}{T_f - T_o} - (m_a + m_h)$$

### Calor absorbido por el hielo

$$Q_1 = m_h (L_f + c(T_f - 0))$$

## Calor absorbido por el calorímetro

$$Q_2 = kc(T_f - 0)$$

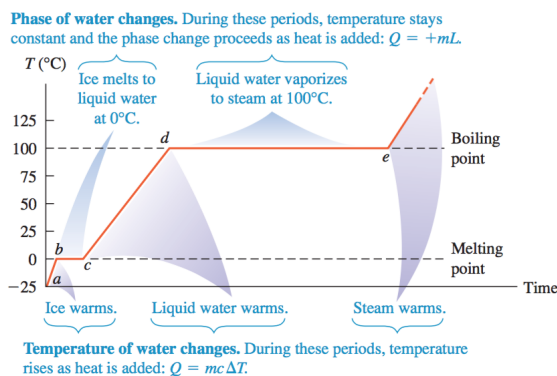
## Calor suministrado por el agua

$$Q_3 = m_a c(T_f - T_o)$$

$$\sum_{i=1}^n Q_i = 0 \Rightarrow Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$L_f = c \times \left( T_0 \frac{m_a}{m_h} - T_f \frac{m_a + m_h + k}{m_h} \right)$$

En la siguiente figura, se muestra el proceso de cambio de fase data a temperatura y el avance del tiempo. Cada calor, corresponde al producto entre  $Q$ , y el inverso multiplicativo de  $m$ .

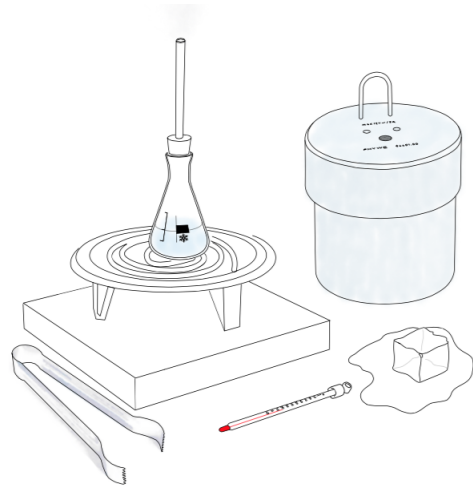


**Figura 1:** Cambios de fase del agua, según variaciones de la temperatura y del tiempo. Imagen tomada de [1], [Sears and Zemansky's, 2011]

Por último, la potencia puede medirse tomando la energía térmica sobre el sistema, por unidad de tiempo.

## Procedimiento experimental

Para medir el calor latente de fusión  $L_f$  primero llenamos el calorímetro con agua tibia (aproximadamente  $40^{\circ}\text{C}$ ) de masa  $m_a$ , esperamos un minuto a que el agua y el calorímetro lleguen al equilibrio térmico, y medimos la temperatura inicial  $T_i$ . Añadimos hielo con masa  $m_h$  y temperatura conocidas (el hielo debe dejarse unos minutos por fuera del congelador para que su temperatura sea de  $0^{\circ}\text{C}$  y no menor), tapamos el calorímetro, esperamos a que se establezca el equilibrio térmico y medimos la temperatura de equilibrio  $T_f$ .



**Figura 2:** Disposición de materiales para la práctica, la imagen se encuentra en la guía de laboratorio

Para medir el calor latente de vaporizador primero determinamos la masa del matraz. Luego vertimos en el aproximadamente 70 mL de agua, determinando con la balanza la cantidad precisa. Prendemos la estufa, esperamos un minuto a que llegue a su temperatura de operación, ponemos el matraz sobre ella e iniciamos el cronometro. Determinamos la temperatura del agua a intervalos de un minuto. Cuando el agua comience a hervir retiramos con las pinzas y sumo cuidado el matraz de la estufa sin apagara, lo pesamos con ayuda de la balanza, y determinamos la masa de agua que llego hasta ese punto. Volvemos a poner, usando las pinzas, el matraz sobre la estufa, y cuando el agua comience a hervir iniciamos desde cero el cronometro y dejamos que la evaporación transcurra por un intervalo de tiempo  $\Delta t$  tal que se evaporen mas o menos 5 mL de agua; retiramos de nuevo el matraz, pesamos con la balanza, determinamos el vapor de agua producido  $\Delta m$  y volvemos a ponerlo sobre la estufa para que se evaporen mas o menos 5 mL adicionales; todos estos movimientos hechos con la mayor rapidez y cuidado posibles. Repetimos hasta que se hayan evaporado mas o menos 25 mL en total. Para reducir la variación en la potencia transferida, procuramos poner el matraz siempre en el mismo punto de la estufa.

## Referencias

- [1] Sears and Zemansky.B. *Sears and Zemansky's University Physics / Tutorials in Introductory Physics / Tutorials in Introductory Physics Homework*. 17:565–567, Pearson Education. 2011.