

CALOR LATENTE

I ó OBJETIVO:

Determinar el calor latente de vaporización y de fusión del agua

II ó TEORIA:

Cuando una sustancia cambia de fase, su arreglo molecular cambia. Si esa nueva configuración tiene una energía interna mayor, entonces la sustancia debe haber absorbido energía en forma de calor para poder efectuar el cambio de fase. Por el contrario si el nuevo arreglo molecular tiene una energía interna menor que la inicial, entonces se libera energía durante el proceso de transición.

Para que el agua a temperatura de ebullición (100 °C, en condiciones normales) cambie de fase, es decir, se transforme en vapor, se necesita cierta cantidad de energía térmica, la cual se utiliza para romper los enlaces intermoleculares. Vale recalcar que durante este transición, la temperatura de la sustancia no varía (vapor de agua a una temperatura de 100 °C). Por el contrario, para que el vapor (a 100 °C) se condense en agua (también a 100 °C) ha de liberarse energía térmica.

Se conoce como **Calor Latente de Vaporización** (L_v) a la cantidad de energía térmica necesaria para convertir un gramo de agua a 100 °C en un gramo de vapor a esa misma temperatura.

De manera similar, así como el vapor de agua tiene una mayor energía interna que el agua, esta tiene una mayor energía interna que el hielo. Esto se deduce por el hecho que las moléculas de agua requieren de una cierta cantidad de energía para liberarse de las fuerzas que las mantienen fijas en su fase cristalina o en su forma de hielo. Esta misma cantidad de energía se libera cuando las moléculas del agua se enfrían hasta formar el hielo. Por lo tanto, se necesita un determinado flujo de calor para convertir el hielo a su temperatura de fusión 0 °C, en agua a 0 °C. Específicamente, el flujo de calor necesario para convertir un gramo de hielo a 0 °C, en agua a esa misma temperatura, se llama **Calor Latente de Fusión** (L_f).

Calor Latente de Vaporización

Una forma de determinar experimentalmente el calor latente de vaporización L_v consiste en inyectar vapor de agua a una cierta cantidad de agua fría. Cuando el vapor de agua se condensa, se libera el calor o energía térmica en dos procesos: Primero se libera calor, convirtiendo el vapor en agua (cambio de fase) a una misma temperatura de 100°C (agua hirviendo). Después, esa agua hirviendo intercambia calor con el agua fría circundante (transferencia de calor) hasta alcanzar una temperatura final de equilibrio (T_{final}) (se detiene el intercambio de energía en el sistema). Este

proceso, de acuerdo a la conservación de la energía se puede resumir como: El calor total liberado por el vapor es igual al calor total absorbido por el agua fría. Aplicando:

$$Q_{vapor} = Q_{alf} \quad (1)$$

donde:

$$Q_{vapor} = Q_{Cambio\ de\ fase} + Q_{Transferencia\ de\ Calor} \quad (2)$$

Siendo:

$$Q_{Cambio\ de\ fase} = m_{vapor} L_v \quad (3)$$

y

$$Q_{Transferencia\ de\ Calor} = m_{vapor} C_{e\ agua} (T_{vapor} - T_{final}) \quad (4)$$

Por otra parte,

$$Q_{alf} = m_{alf} C_{e\ agua} (T_{final} - T_{inicial}) \quad (5)$$

Calor Latente de Fusión

Se puede calcular el calor latente de fusión (L_f) en el proceso de agregar pequeños trozos de hielo a una cierta cantidad de agua caliente. En este caso, el hielo absorbe calor de dos maneras distintas: la primera ocurre durante la transición de sólido (hielo a 0°C) a líquido (agua a 0°C). El agua, producto del hielo derretido, absorbe energía del agua caliente circundante (transferencia de calor entre dos medios a distinta temperatura). Esta última, es la otra forma en que el hielo absorbe calor.

Aplicando el Principio de Conservación de la Energía, la cantidad de energía absorbida por el hielo (Q_{hielo}) a medida que se derrite y se mezcla con el agua caliente hasta que se alcanza una temperatura final de equilibrio (T_{fle}) debe ser igual a la cantidad de calor liberada por el agua caliente ($\Delta Q_{a/c}$) durante este proceso. Matemáticamente esto se puede expresar como:

$$Q_{hielo} = Q_{a/c} \quad (6)$$

Donde

$$Q_{hielo} = Q_{Cambio\ de\ Fase} + Q_{Transferencia\ de\ Calor} \quad (7)$$

Siendo

$$Q_{Cambio\ de\ Fase} = m_{hielo} L_f \quad (8)$$

y

$$Q_{\text{Transferencia de Calor}} = m_{\text{hielo}} C_{e_{\text{agua}}} T_{f/e} \quad 0^{\circ}\text{C} \quad (9)$$

Además,

$$Q_{\text{alc}} = m_{\text{alc}} C_{e_{\text{agua}}} T_{i_{\text{alc}}} T_{f/e} \quad (10)$$

III ó EQUIPO:

- Calorímetros
- Cocinilla eléctrica
- Envase metálico
- Tubos de goma
- Termómetro
- Trampa para agua
- Balanza electrónica
- Hielo en trozos
- Varilla de vidrio

IV ó PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

PARTE I (CALOR DE VAPORIZACION)

1. Arme el montaje indicado en la figura 1, y encienda el sistema generador de vapor .

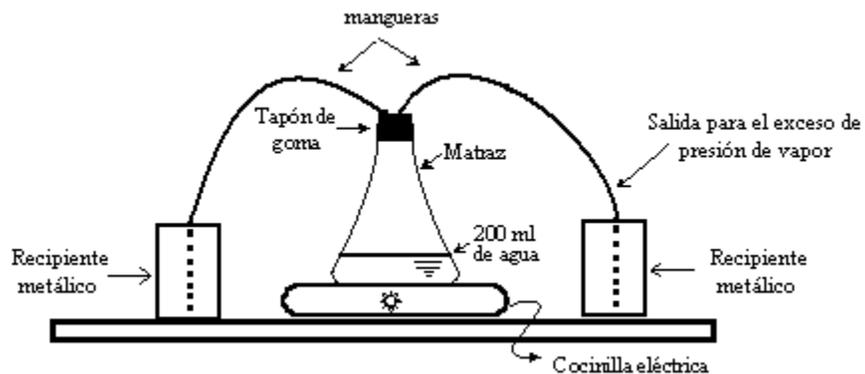


Figura 1. Sistema generador de vapor

2. Mida la temperatura ambiente, T_{amb} , (mantenga suspendido el termómetro al aire libre en el área de trabajo).
3. Determine la masa del calorímetro vacío y seco (m_{cal}) y luego llénelo con agua fría hasta aproximadamente $\frac{3}{4}$ de su capacidad.

- Mida la temperatura del agua fría.
- Mida la masa del calorímetro con agua fría (m_{cal+af}).
- Mientras se calienta el agua, calcule la temperatura final (T_{final}) que se deberá alcanzar en el experimento, según la condición:

$$T_{final} - T_{amb} = T_{amb} - T_{i\ af}$$

- Cuando se tenga listo el vapor de agua, mida nuevamente la temperatura del agua fría ($T_{i\ af}$) e inmediatamente inserte la manguera en el calorímetro con el agua fría (vea la figura 2). Agite constantemente con el termómetro.

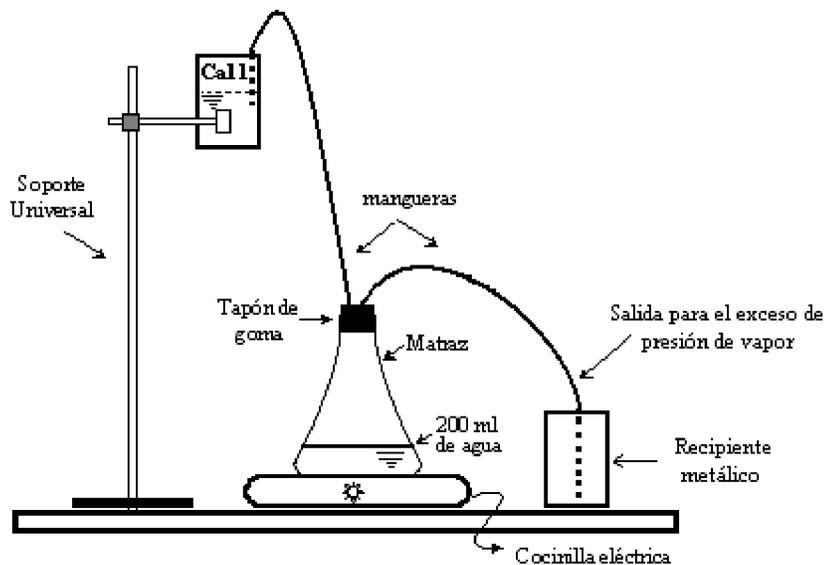


Fig1

- Retire la manguera que inyecta vapor al calorímetro y mida la mayor temperatura final de equilibrio (T_{fle}).
- Finalmente pese el calorímetro con el agua y el vapor condensado (T_{fle}) y calcule el calor latente de vaporización con su respectiva incertidumbre.
- Realice nuevamente todo el procedimiento anterior y corrobore sus resultados.

PARTE II: CALOR DE FUSION

- Determine la masa del calorímetro vacío y seco (m_{cal}).
- Llene el calorímetro con agua caliente (aproximadamente 15°C por encima de la temperatura ambiente) hasta aproximadamente la mitad de su capacidad.
- Mida la masa de calorímetro con el agua ($m_{cal+d/c}$).

4. Calcule la temperatura final (T_{final}) que se deberá alcanzar en el experimento, según la condición:

$$T_{amb} \quad T_{final} = T_{i \ a/c} \quad T_{amb}$$

5. Tome un pequeño trozo de hielo, séquelo y añádalo al calorímetro con el agua caliente agitando continuamente con la varilla de vidrio hasta que se derrita completamente.
6. Continúe añadiendo trozos de hielo hasta que se alcance la temperatura final (T_{final}) de la mezcla, calculada en el paso 5.
7. Una vez alcanzada la temperatura final, pese inmediatamente el calorímetro con la mezcla (m_{final}) y determine el calor latente de fusión del agua.
8. Repita todo el procedimiento anterior y corrobore sus resultados.
9. Realice nuevamente el experimento, pero en lugar de hielo, utilice el gel que comercialmente se ofrece como refrigerante sustituto del hielo.

V ó PREGUNTAS

1 ó El termómetro y la varilla de vidrio usada como agitador absorben una cierta cantidad de energía ¿cómo tomaría en cuenta usted este hecho en sus cálculos o resultados?

VI- BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA:

FISICA ó PARTE I por Resnick & Halliday;
FISICA ó PARTE por P.Tipler;
FISICA ó PARTE I por FISHBANE et.al.