

INTRODUCCIÓN

Para que un sólido se transforme en líquido necesita una cierta cantidad de energía que utilizan sus moléculas para pasar de la estructura sólida a la líquida a la temperatura de transición.

Estos fenómenos de cambios de estado también se conocen como cambios de fase y generalmente dependen de la presión y la temperatura. En el laboratorio supondremos la presión constante (presión atmosférica) observando que el cambio de fase se produce a una temperatura crítica denominada punto de fusión para el pasaje de sólido a líquido y punto de vaporización para el pasaje de líquido a vapor.

CALOR DE FUSIÓN DEL HIELO

El calor de fusión λ representa la cantidad de calor que se debe entregar a 1g de una sustancia sólida, que ha alcanzado su punto de fusión, para transformarla en líquida. Este es la misma cantidad de calor que 1g de la misma sustancia, en estado líquido y a la temperatura de fusión, cede para solidificarse.

Durante el proceso de fusión la temperatura, T_{SL} , de fusión del cuerpo sólido se mantendrá invariable mientras se suministra calor, Q_f , el cual es absorbido por la sustancia para transformarse a en líquido. Esto es: **“Mientras el cuerpo está pasando de un estado a otro no cambia su temperatura”**.

El calor de fusión por unidad de masa es

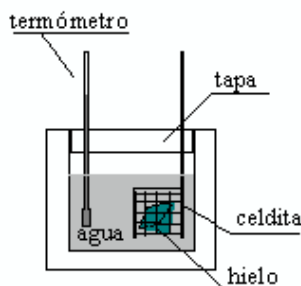


Fig. 1

$$\lambda_s = \lambda_f = \frac{Q_f}{m} \quad (\text{a } T_{SL} \text{ constante}) \quad (1)$$

Si una masa m de hielo (a $T_{mi} = 0^\circ\text{C}$, hielo fundente) se introduce en el calorímetro en el cual hay una masa M de agua a temperatura $T_i (> 0^\circ\text{C})$, ésta cederá calor al hielo para fundirlo y también para elevar la temperatura del agua proveniente de la fusión del hielo, hasta que la mezcla alcance el equilibrio térmico. Entonces, la temperatura final T_f de la mezcla será tal que para temperaturas medidas en $^\circ\text{C}$

$$c_{agua}(M + \pi)(T_i - T_f) = \lambda_f m + c_{agua} m T_f \quad (2)$$

donde π es el equivalente en agua del calorímetro, m la masa de hielo y el calor específico del agua es $c_{agua} = 1 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$.

CALOR DE VAPORIZACIÓN DEL AGUA

El calor de vaporización λ_l representa la cantidad de calor que hay que entregar a 1g de una sustancia líquida para vaporizarla cuando está en ebullición. Es la misma cantidad

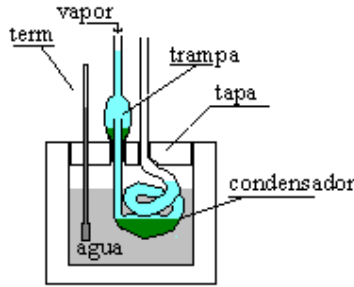


Fig. 2

de calor que se desprende 1 g de la sustancia cuando se condensa a la temperatura de ebullición.

$$\lambda_v = \lambda_l = \frac{Q_v}{m} \quad (\text{a } T_{VL} \text{ constante}) \quad (3)$$

En el laboratorio determinamos el valor de λ_l a partir de una experiencia en la cual se condensa vapor de agua. En este proceso la temperatura T_{VL} de vaporización del vapor de agua se mantendrá invariable mientras cede calor para transformarse en líquido, o sea, mientras el

vapor se está transformando no cambia su temperatura y coexistirá con el agua líquida a la misma temperatura T_{LV} . Luego, la masa m de agua condensada alcanza el equilibrio térmico con el agua del calorímetro a la temperatura T_f de manera tal que

$$c_{agua}(M + \pi)(T_f - T_i) = \lambda_v m + c_{agua} m (T_{LV} - T_f) \quad (4)$$

dónde M es la masa de agua del calorímetro a temperatura inicial T_i , π es el equivalente en agua del calorímetro.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Elementos:

- Calorímetro de las mezclas
- datalogger
- Caldera de Regnault ó equipo de producción de vapor
- Hielo fundente
- Accesorios (celdita, serpentín, agitador, etc.)

Calor de fusión del hielo

Se toma una masa m de hielo fundente (a 0°C). Teniendo la precaución de secarlo perfectamente se lo introduce, ayudado por la celdita que servirá de agitador, en el calorímetro, (Fig. 1). Se determina el salto térmico que se produce en éste luego que todo el hielo se ha fundido y se ha alcanzado el equilibrio térmico. Para la determinación de π y del salto térmico se procede como en el práctico anterior (calor específico de los sólidos). El calor latente de fusión del hielo se calcula a partir de (2) con $c_{agua} = 1 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$

$$\lambda_s = \lambda_f = \frac{(M + \pi)}{m} (T'_i - T'_f) - T'_f \quad (5)$$

Dónde la temperatura $(T'_i - T'_f)$ es el salto térmico corregido.

- 1) Inicialmente estime el valor de π geoméricamente. Comparar el valor de π obtenido en este práctico con el obtenido en el práctico anterior.
- 2) Mida π experimentalmente (ver práctico anterior). Para ello Ud. introducirá una masa de agua caliente en el calorímetro.

Fije la temperatura inicial del calorímetro aproximadamente $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ por debajo de la temperatura ambiente. Haga inicialmente una estimación de la cantidad de agua que debe colocar para subir al menos $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ la temperatura del calorímetro respecto de la temperatura ambiente.

Con los valores estimados realice la medición de π .

Conteste:

- a) Que cantidad física involucrada le introduce mayor error al valor de π ?
- b) Que valor obtuvo de π con su respectivo error?

- 3) Determine experimentalmente el valor del calor latente del hielo. Realice las estimaciones necesarias para que el calorímetro trabaje entre 2 y $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ de temperatura por encima y por debajo de la temperatura ambiente.

Conteste:

- a) Cuál es la cantidad física involucrada le introduce más error al valor de λ_f ?
- b) Cuál es el valor obtuvo de λ_f con su respectivo error?
- c) Podría pedirse saltos de 3°C de temperatura en el calorímetro?
- a) Por qué se debe tener la precaución de introducir el hielo fundente perfectamente seco?

Calor de evaporización del agua

Se coloca dentro del calorímetro un serpentín por el cual se hará circular vapor a la temperatura de vaporización T_{LV} que corresponda a la presión atmosférica del lugar (Fig. 2). El vapor se produce mediante una caldera y debe evitarse que el agua condensada en el trayecto desde la caldera al serpentín se introduzca en éste. La masa m de vapor que se condensa en el calorímetro se calcula por diferencia de peso del serpentín antes y después de la experiencia. El calor de vaporización del agua se calcula a partir de

$$\lambda_v = \lambda_l = \frac{(M + \pi)}{m} (T'_f - T'_i) - (T_{LV} - T'_f) \quad (6)$$

dónde la temperatura $(T'_f - T'_i)$ es la corregida.

- 1) Inicialmente estime el valor de π geoméricamente.
- 2) Mida π experimentalmente (ver práctico anterior). Para ello introducirá una masa de agua caliente en el calorímetro.

Fije la temperatura inicial del calorímetro 3°C por debajo de la temperatura ambiente. Haga inicialmente una estimación de la cantidad de agua que debe colocar para subir al menos 3°C la temperatura del calorímetro respecto de la temperatura ambiente. Con los valores estimados realice la medición de π .

Conteste:

- a) Que cantidad física involucrada le introduce mas error al valor de π ?
 - b) Que valor obtuvo de λ_l con su respectivo error?
 - c) Podría pedirse saltos de $3^\circ C$ de temperatura en el calorímetro?
- ¿Por qué es necesario evitar que el vapor condensado en el trayecto hacia el serpentín pase al interior del calorímetro?

Bibliografía

1. Estudio del Calor- Isnardi-Collo;
2. Trabajos Prácticos de Física - Fernández y Galloni.
3. Física. Resnick R., Halliday D., Krane K. 5a. edición en español.