

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL  
INSTITUTO DE CIENCIAS FÍSICAS  
LABORATORIO DE FÍSICA B**



**Profesor:**

Carlos Martínez B.

**Título de la práctica:**

Calor Latente

**Nombre:**

Carlos Javier Bernal Avila

**Grupo de trabajo:**

Carlos Bernal

**Fecha de entrega del informe:**

Lunes, 11 de enero de 2010

**Paralelo:** 2

**Año:** 2009 - 2010

## **RESUMEN:**

En esta práctica vamos a analizar dos situaciones en las que calcularemos los calores latentes del hielo y del vapor de agua, uno será el calor latente de fusión y el otro el calor latente de condensación. Para verificar estos valores nos apoyaremos en los datos ya calculados de una tabla teórica.

Cuando se suministra calor a un cuerpo a presión constante, el resultado es un incremento de la temperatura del cuerpo. De todas formas, a veces, un cuerpo puede absorber grandes cantidades de calor sin varia la temperatura. Esto ocurre durante un cambio de fase, es decir, cuando la condición física de la sustancia este variando de una forma a otra. Los tipos existentes de cambio de fase son la Fusión, Vaporización, y la Sublimación.

Cuando una sustancia pasa de una forma líquida a gaseosa, sus moléculas que estaban juntas en líquido, se mueven alejándose unas de otras. Esto exige que se realice trabajo contra las fuerzas atractivas que mantenían reunidas de moléculas. Esta energía aumenta la energía potencial de las moléculas más que incrementar su energía cinética media de sus moléculas, no varía.

Se necesita cantidad específica de energía térmica para el cambio de fase para una cantidad determinada de sustancia. El calor requerido es proporcional a la masa de la misma, de forma que el necesario para fundir una masa  $m$  sin cambio de temperatura es:  $Q=mL$ .

### *Abstract*

In this practice we will discuss two situations in which we calculate the latent heats of ice and water vapor, one will be the latent heat of fusion and the other the latent heat of condensation. To verify these data we will rely on a table and calculated theoretical.

When heat is supplied to a body at constant pressure, the result is an increase in body temperature. However, sometimes a body can absorb large amounts of heat without changing temperature. This occurs during a phase change, ie when the physical condition of the substance is changing from one form to another. The existing types of phase change are Fusion, Vaporization, and Sublimation.

When a substance changes from liquid to gaseous form, the molecules that were together in liquid, they move away from each other. This requires that work is done against the attractive forces that held together in molecules. This energy increases the potential energy of molecules that increase their average kinetic energy of its molecules, is unchanged.

Specific amount is needed to heat the phase change for a given amount of substance. The heat required is proportional to the mass of the same, so that needed to melt a mass  $m$  without change in temperature is  $Q = mL$ .

## **OBJETIVOS:**

Determinar el calor latente de fusión del hielo y el calor latente de condensación del agua sin termómetro y sin balanza.

## **INTRODUCCIÓN:**

### **Fluidos en movimiento**

El cambio de temperatura de una sustancia conlleva una serie de cambios físicos. Casi todas las sustancias aumentan de volumen al calentarse y se contraen al enfriarse. El comportamiento del agua entre 0 y 4 °C constituye una importante excepción a esta regla (véase Hielo). Se denomina fase de una sustancia a su estado, que puede ser sólido, líquido o gaseoso. Los cambios de fase en sustancias puras tienen lugar a temperaturas y presiones definidas (véase Regla de las fases).

El paso de sólido a gas se denomina sublimación, de sólido a líquido fusión, y de líquido a vapor vaporización. Si la presión es constante, estos procesos tienen lugar a una temperatura constante.

La cantidad de calor necesaria para producir un cambio de fase se llama calor latente; existen calores latentes de sublimación, fusión y vaporización (véase Destilación; Evaporación). Si se hierve agua en un recipiente abierto a la presión de 1 atmósfera, la temperatura no aumenta por encima de los 100 °C por mucho calor que se suministre. El calor que se absorbe sin cambiar la temperatura del agua es el calor latente; no se pierde, sino que se emplea en transformar el agua en vapor y se almacena como energía en el vapor. Cuando el vapor se condensa para formar agua, esta energía vuelve a liberarse (véase Condensación).

Del mismo modo, si se calienta una mezcla de hielo y agua, su temperatura no cambia hasta que se funde todo el hielo. El calor latente absorbido se emplea para vencer las fuerzas que mantienen unidas las partículas de hielo, y se almacena como energía en el agua. Para fundir 1 kg de hielo se necesitan 19.000 julios, y para convertir 1 kg de agua en vapor a 100 °C, hacen falta 129.000 julios.

Se sabe que generalmente, la materia puede existir en estado o fase, sólido, líquido o gaseoso.

Los cambios de un estado a otro van acompañados de absorción o desprendimiento de calor, pero la temperatura se mantiene constante. Son profundas alteraciones de las fuerzas moleculares. En la fusión se altera la regularidad de la conformación cristalina del sólido. En la vaporización, las fuerzas moleculares se reducen a cero. Así, se puede definir:

*El calor de transformación o latente L, como la cantidad de calor necesaria para cambiar el estado de un cuerpo, dividida por la masa del cuerpo; es decir*

$$L = \frac{Q}{m} \left( \frac{\text{cal}}{\text{g}} \right)$$

Esta definición es válida para los calores de fusión, congelación, vaporización, condensación y sublimación.

Las temperaturas a las cuales ocurren los cambios de estado se llaman puntos de fusión o congelación, puntos de ebullición o condensación, etc.

Los calores de transformaciones y los puntos de fusión, ebullición,... dependen de la presión.

No se debe olvidar que la definición de L se deduce el calor que recibe un cuerpo de masa m, cuando se funde el totalmente.

$$Q = mL$$

*En la siguiente tabla, se proporcionan los datos referentes a los cambios de estado de algunas sustancias.*

Sustancia	T fusión °C	$L_f \cdot 10^3$ (J/kg)	T ebullición °C	$L_v \cdot 10^3$ (J/kg)
Hielo (agua)	0	334	100	2260
Alcohol etílico	-114	105	78.3	846
Acetona	-94.3	96	56.2	524
Benceno	5.5	127	80.2	396
Aluminio	658.7	322-394	2300	9220
Estaño	231.9	59	2270	3020
Hierro	1530	293	3050	6300
Cobre	1083	214	2360	5410
Mercurio	-38.9	11.73	356.7	285
Plomo	327.3	22.5	1750	880
Potasio	64	60.8	760	2080
Sodio	98	113	883	4220

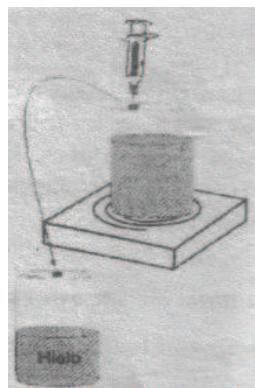
## **PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL:**

### Medición del calor de fusión del hielo

Para este y el siguiente experimento, se debe congelar una lata medio llena de agua.

Se debe poner a hervir agua (temperatura  $t$  de 92 a 100°C).

Con una jeringa retirar una cantidad de masa  $M$  de agua hirviendo y verterla dentro de la lata con hielo (antes de esta operación vaciar toda el agua que haya).

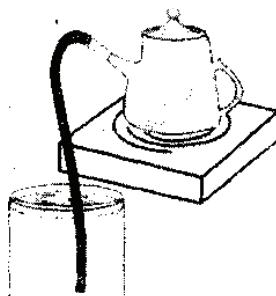


Después de algunos segundos, verter el agua que hay en la lata en un recipiente y medir su volumen (con la jeringa), lo que nos da la masa total  $M'$ . Por tanto, la masa de hielo fundido es  $m = M'' - M$ . Si  $L$  es el calor de fusión del hielo, se tiene:

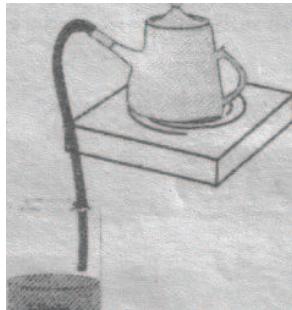
$$M(t - 0) = m L$$

### Medición del calor de condensación del agua

Poner a hervir el agua del generador. Cuando haya abundancia de vapor (temperatura  $t$  de 92 a 100°C), colocar el extremo del tubo dentro de una lata vacía, situada en agua fría, y empezar a cronometrar. Después de cierto tiempo (1 minuto, por ejemplo) se retira el tubo, y con una jeringa se mide el volumen del agua, de masa  $M$ .



Colocar el tubo de vapor dentro de la lata con hielo (antes de esta operación vaciar toda el agua que haya) y esperar el mismo tiempo anterior (esto nos garantiza la misma cantidad de vapor).



Después de algunos segundos, verter toda el agua en un recipiente y medir su volumen, de masa  $M'$ . La masa de hielo fundido es, por tanto,  $m = M' - M$ . Si  $L$  es el calor latente de condensación, se tiene:

$$ML + M(t - 0) = m \cdot 80$$

## **RESULTADOS:**

### *Medición del calor de fusión del hielo*

Temperatura inicial: 97 °c

$M=?$

$M'=?$

$$\rho = \frac{M}{Vol}$$

$$\rho \cdot Vol = M$$

$$M = (1,0) * (5,0)$$

$$M = 5,0 [g]$$

$$M = (5,0 \pm 0,5)[g]$$

$$\rho = \frac{M'}{Vol}$$

$$\rho \cdot Vol = M'$$

$$M' = (1,0) * (10,8)$$

$$M' = 10,8 [g]$$

$$M' = (10,8 \pm 0,5)[g]$$

$$m = M' - M$$

$$L = \frac{(5,0)(97)}{5,8}$$

$$m = 10,8 - 5,0 [g]$$

$$m = 5,8[g]$$

$$L = 83,62 \left[ \frac{cal}{g} \right]$$

$$\mathbf{m} = (5,8 \pm 0,5)[g]$$

$$\frac{Mt}{m} = \partial L$$

$$M(t=0) = mL$$

$$\partial L = \left| \frac{t}{m} \right| \partial M + \left| \frac{M}{m} \right| \partial t + Mt \left| - \frac{1}{m^2} \right| \partial m$$

$$\frac{Mt}{m} = L$$

$$\partial L = 0,86$$

$$L = (83,93 \pm 0,86) \left[ \frac{cal}{g} \right]$$

### Medición del calor de condensación del agua

$$Mlc + Mc(100 - 0) = m 80$$

$$Lc = \frac{80m - 100m}{M}$$

$$Lc = \frac{80 * 45,2 - 100 * 6 * 1}{6}$$

$$Lc = 545 \left[ \frac{cal}{g} \right]$$

$$Lc = (545 \pm 0,1) \left[ \frac{cal}{g} \right]$$

## Análisis

- a) Encuentre la diferencia relativa entre el valor teórico y el valor experimental del calor de fusión del hielo. Utilice la diferencia % = (teo – Exp) ( 100%)/teo

$$\% = \left| \frac{80,0 - 80,6}{80,0} \right|$$

$$\% = 0,75\%$$

- b) Encuentre la diferencia relativa entre el valor teórico y el valor experimental del calor de condensación del agua. Utilice la diferencia % = (Teo - Exp)(100%)/Teo

$$\% = \left| \frac{540,0 - 545,0}{540,0} \right|$$

$$\% = 0,90\%$$

- c) ¿Qué es más probable que provoque una seria quemadura: agua líquida a 100°C o una masa igual de vapor a 100°C? Explique

Debido a que el aire que circulaba por la parte de atrás de la esfera lo hacía con una mayor velocidad que el aire que circulaba por la parte de adelante, se producía una diferencia de presiones que multiplicada por el área proyectada por la esfera generaba una fuerza de sustentación, la cual a su vez se equilibraba con el peso, es por esto que la esfera se mantenía en equilibrio vertical.

Cuando se apagaba el ventilador, ocurría lo contrario, por lo cual la esfera no caía verticalmente sino que regresaba al ventilador.

## DISCUSIÓN:

En la práctica realizada se logró llegar a los objetivos planteados, como es de esperarse ya que es una práctica experimental hay un error existente por la propagación de los errores en las mediciones, además de que el sistema utilizado idealmente debió haber estado aislado para que no exista perdida de energía.

## **CONCLUSIONES:**

Los valores de calor latente obtenidos se encuentran en el orden de los valores de tabla, aunque son relativamente superiores tienen un porcentaje de error aceptable:

0.75% del calor latente de fusión

Y el 0.9% para el calor latente de condensación.

Esta diferencia se adjudica al hecho de haber trabajado en un sistema abierto, y no haber esperado el tiempo suficiente para que alcance una tasa constante y continua de fundición.

Lo mismo pasa cuando hervimos el agua y queríamos el vapor, el ambiente hizo perder energía al sistema por lo que se vieron aquellos errores en el resultado.

## **BIBLIOGRAFIA:**

Guía de Laboratorio de Física B.

**Este informe estará disponible próximamente en:** [www.blog.espol.edu.ec/cjbernal/informes-de-lab-de-fisica-b](http://www.blog.espol.edu.ec/cjbernal/informes-de-lab-de-fisica-b)

## V DE GOWIN – Calor Latente

CONCEPTUAL/TEÓRICO  
(Pensar)

### TEORÍA

Calor latente, es la energía térmica necesaria para que un kilogramo de una sustancia cambie de un estado de agregación a otro.

### PRINCIPIO

Este movimiento está definido por un campo vectorial de velocidades correspondientes a las partículas del fluido y de un campo escalar de presiones, correspondientes a los distintos puntos del mismo.

### CONCEPTOS CLAVES

Calor  
Temperatura  
Termodinámica

METODOLÓGICO  
(Hacer)

### PREGUNTA CENTRAL

¿Qué es Calor Latente?  
¿Qué es energía térmica?

### CONCLUSIÓN

Esta práctica se adjudica al hecho de haber trabajado en un sistema abierto, y no haber esperado el tiempo suficiente para que alcance una tasa constante y continua de fundición.

### TRANSFORMACIONES

$$L = \frac{Q}{m} \frac{\text{cal}}{\text{g}}$$

### REGISTROS

Los errores posiblemente se debieron a la rápida descongelación del hielo en el momento que realizábamos las muestras, por lo tanto la toma de las masas no eran exactas, y también a la inexactitud en el momento de medir los volúmenes con la inyección.