CALOR Y CAMBIOS DE ESTADO.

En el invierno, nos hacen recomendaciones con respecto a los automóviles, de extraerle el agua al radiador o agregarle un anticongelante al agua del mismo.

La respuesta a este hecho y a otros fenómenos relacionados con el calor, las encontraremos después de estudiar esta unidad, ya que serás capaz de:

OBJETIVOS.

1.- Definir cada uno de los términos, conceptos, leyes y principios incluidos en este capítulo.

2.- Resolver problemas relacionados al paso del estado sólido al líquido o viceversa (calor latente de fusión).

3.- Resolver problemas relacionados al paso del estado líquido al gaseoso o viceversa (calor de vaporización).

4.- Describir cada uno de los factores que afectan la rapidez de evaporación.

5.- Describir la humedad relativa como factor climático.

6.- Clasificar las máquinas térmicas de acuerdo a como se calienta el gas y de acuerdo al modo en que se convierte el calor en energía.

7.- Graficar el comportamiento temperatura contra calor, de por lo menos 5 sustancias en que pase por los tres esta-

dos físicos.

8.- Calcular el calor total en una sustancia que pasa desde el estado sólido hasta el gaseoso.

9.- Calcular el calor de combustión, a partir de los datos apropiados.

PROCEDIMIENTO.

1.- Lee detenidamente el capítulo II de tu libro de texto.

2.- Extracta y analiza cuidadosamente las definiciones del objetivo 1.

3.- Analiza con calma y cuidadosamente los ejemplos que incluye el capítulo.

4.- Consulta con tus compañeros o con tu maestro las dudas que tengas, después de haber leído y practicado tus objetivos.

5.- Realiza, en tu casa, los ejercicios que vienen al final del capítulo.

PRE-REQUISITO.

Para tener derecho a presentar esta unidad deberás entregar, en hojas tamaño carta, los problemas nones del capítulo II de tu libro de texto, completamente resueltos.

CAPÍTULO II.

CALOR Y CAMBIO DE ESTADO.

2-1 CALOR LATENTE DE FUSIÓN.

Cuando tenemos un pedazo de hielo al cual se le está aplicando calor, vemos que llega a un punto en que la temperatura no aumenta hasta que se ha transformado completamente en líquido. Es decir, llega a su punto de fusión, que se define como *la temperatura en la cual una sustancia en estado sólido pasa al estado líquido, o del estado líquido al sólido, sin existir un cambio de temperatura.* Pero la aplicación de calor no se detuvo, esto queire decir que el hielo necesita una cantidad de calor para poderse derretir totalmente, para luego seguir aumentando su temperatura. Esto sucede en todas las sustancias.

A la cantidad de calor necesaria para transformar un gramo de sustancia en estado sólido a un gramo de sustancia en estado líquido o viceversa, sin aumento o disminución de temperatura se le llama *calor latente de fusión* o calor de fusión.

En la tabla 2-1, también se dan algunos valores de calor latente de fusión. Conociendo el calor latente de fusión y la masa total de un sólido que se quiera fundir, podemos calcular la cantidad necesaria de calor. Para ello utilizamos la siguiente ecuación:

$$\boxed{\Delta Q = mL_f} \qquad (1)$$

siendo m la masa de la sustancia y L_f el calor latente de fusión de la misma sustancia.

TABLA 2-1. Punto de fusión, calor latente de fusión, punto de ebullición y calor de vaporización de algunas sustancias corrientes.

Sustancia.	Punto de fusión °C	Calor de fusión cal/g	Punto de ebullición °C	Calor de vaporización cal/g
Agua	0	80	100	540
Aire	-212	5,5	- 191	51
Aluminio	658	77	1800	—
Cobre	1080	42	2310	—
Dióxido de azufre	73	24	- 10	95
Estaño	232	14	2270	—
Helio	-271	—	- 268	6
Hidrógeno	-259	14	- 252	108
Hierro	1530	6	2450	—
Mercurio	- 39	2,8	357	65
Nitrógeno	-210	6,1	- 195	48
Oro	1063	16	2500	—
Oxígeno	-219	3,3	- 184	51
Plata	962	21	1955	—
Platino	1760	27	3910	—
Plomo	327	5,9	1525	—
Silicio	1420	—	3500	
Wolframio	3400	—	5830	

Ejemplo 1.

¿Qué cantidad de calor se requiere para fundir 1 Kg de aluminio en su temperatura de fusión?

Datos: $m = 1000\ g = 10\ g$, $T_f = 658°C$, $L_f = 77\ cal/g$; incógnita: ΔQ.

Solución: Por la ecuación 1, tenemos:

$$\Delta Q = mL_f$$

$$= 10^3 g \times 77 \frac{cal}{g}$$

$$= 77 \times 10^3\ cal$$

$$= 7.7 \times 10^4 cal$$

$$= 77\ Kcal$$

Ejemplo 2.

200 g de hielo a 0°C se deben transformar en agua a 0°C. Calcular la cantidad necesaria de calor.

Datos: $m = 200\ g$, $T_f = 0°C$, $L_f = 80 \frac{cal}{g}$; incógnita: ΔQ.

Solución: Por la ecuación 1, tenemos:

$$\Delta Q = mL_f$$

$$= 100\ g \times 80 \frac{cal}{g}$$

$$= 1.6 \times 10^4\ cal$$

$$= 16\ Kcal$$

Ejemplo 3.

Tenemos 500 g de hielo a 0°C, se le agregan 3×10^4 cal. ¿Qué cantidad de hielo se transforma en agua?

Datos: $Q = 3 \times 10^4$ cal, $L_f = 80\ cal/g$; incógnita: m.

Solución: Por la ecuación 1, tenemos:

$$\Delta Q = mL_f$$

$$= \frac{Q}{L_f}$$

$$= \frac{3 \times 10^4\ cal}{80\ cal/g}$$

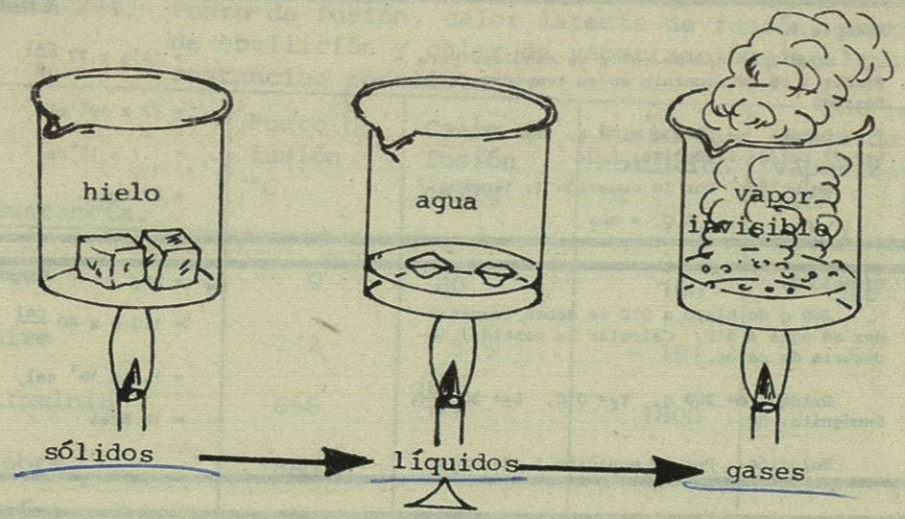
$$= 375\ g$$

¿Cuál es la diferencia entre hielo sólido a 0°?

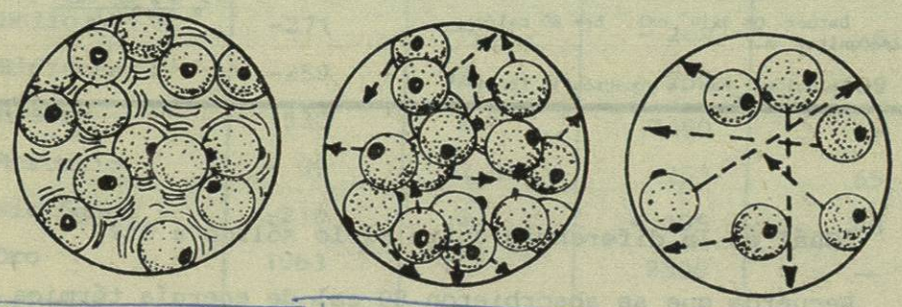
Recuerda que se absorbieron 80 cal de energía térmica por gramo de hielo (a 0°C) para cambiar el hielo en agua a 0°C. De manera que 1 g de agua a 0°C contiene 80 cal más de energía térmica que un gramo de hielo a 0°C.

¿Cómo se almacena esta energía?

Su almacenamiento no queda indicado por la temperatura porque hay un cambio de estado sin cambio en la temperatura.



Cambios por calentamiento.



Las moléculas vibran, pero mantienen su posición.

Las moléculas se mueven libremente, pero no se alejan.

Las moléculas se separan moviéndose rápidamente en completa libertad.

Imagen molecular.

Fig. 1.

2-2 CALOR DE VAPORIZACIÓN.

Cuando el agua llega a su punto de ebullición, *temepratura en la cual, una sustancia en estado líquido pasa al estado gaseoso o viceversa, sin existir un cambio de temperatura*, se le sigue agregando calor sin tener aumento de temperatura. Este calor añadido no se retiene por el líquido sino que se va con el vapor a través del proceso de ebullición.

La cantidad necesaria de calor para transformar un gramo de sustancia en estado líquido en un gramo de sustancia en estado gaseoso o viceversa, sin cambio de temperatura, se le llama *calor de vaporización*.

Los calores de vaporización de algunas sustancias se dan en la columna 4 de la tabla 2-1, aclarando que en los metales con punto de fusión muy alto, el calor de vaporización nunca ha sido medido.

Al igual que con el calor latente de fusión, con el calor de vaporización podemos calcular la cantidad necesaria de vapor para transformar una determinada masa de sustancia líquida en gaseosa o viceversa, por medio de la ecuación:

$$\Delta Q = mLv \qquad (2)$$

Ejemplo 4.

Calcular la cantidad necesaria de calor para convertir 600 g de oxígeno a -184°C en estado líquido en 600 g de oxígeno en estado gaseoso.

Datos: m= 600 g, Lv= 51 cal/g; incógnita: ΔQ.

Solución: Por la ecuación 2, tenemos:

$$\Delta Q = mLv$$
$$= 600\ g \times 51\ cal/g$$
$$= 3.06 \times 10^4\ cal$$
$$= 30.6\ Kcal$$

2-3 GRÁFICA: CALOR VS. TEMPERATURA.

La combinación de las tres ecuaciones:

$$\Delta Q = mc\Delta T$$

$$\Delta Q = mLf$$

$$\Delta Q = mLv$$

es de gran utilidad para resolver problemas y establecer la gráfica, en el caso de que una sustancia pase del estado sólido hasta el gaseoso o del gaseoso hasta el sólido.

Ejemplo 5.

Se tienen 1800 g de hielo a -30°C. ¿Qué cantidad de calor se requiere para llevarlos a vapor a 150°C?

1er. Paso.

Hay que llevar el hielo desde -30°C hasta 0°C.

Datos: m= 1800 g, T = 0°C-(-30°C) = 30°C, C= 0.5 cal/g°C; incógnita: ΔQ_1.

Solución: Por la ecuación 6, tenemos:

$$\Delta Q = mc\Delta T_1$$

$$= 1800g \times 0.5\ cal/g°C \times 30°C$$

$$\Delta Q_1 = 2.7 \times 10^4 cal$$

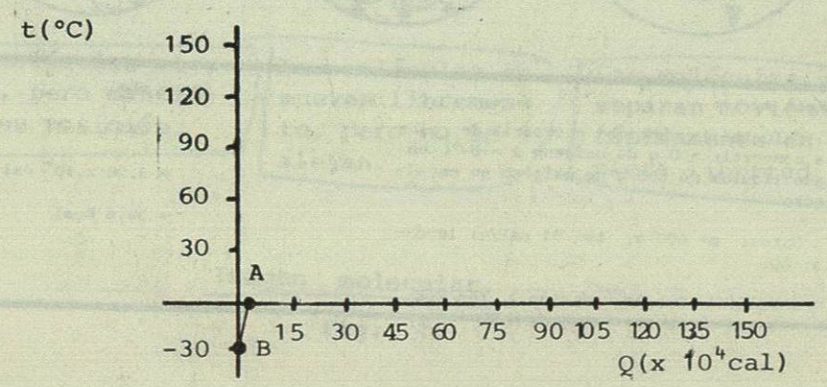


Fig. 2.

Segundo paso.

Debemos calcular el calor necesario para pasar el hielo a 0°C hasta agua a 0°C.

Datos: m= 1800 g, L_f= 80 cal/g; incógnita: ΔQ_2.

Solución: Por la ecuación 7-1, tenemos:

$$\Delta Q_2 = mL_f$$

$$= 1800\ g \times 80\ cal/g$$

$$= 14.4 \times 10^4 cal$$

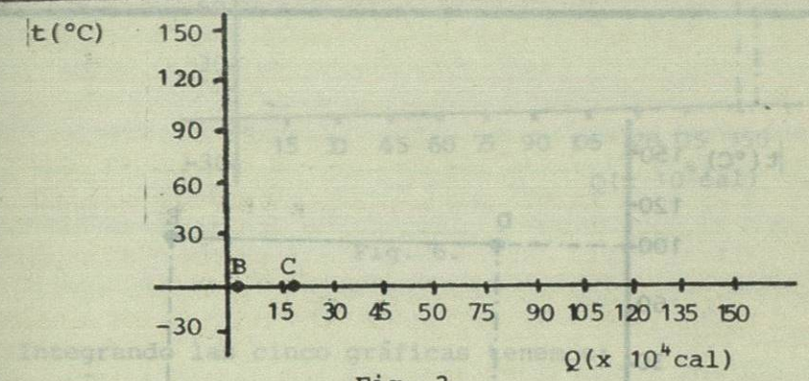


Fig. 3.

Tercer paso.

LLevar el agua desde 0°C hasta su punto de ebullición de 100°C.

Datos: m= 1800 g, c= 1 cal/g°C, ΔT_3= (100°C - 0°C) = 100°C; incógnita: ΔQ_3.

Solución: Por la ecuación 4, tenemos:

$$\Delta Q_3 = mc\Delta T_3$$

$$= 1800g \times 1\ cal/g°C \times 100°C$$

$$= 18 \times 10^4\ cal$$

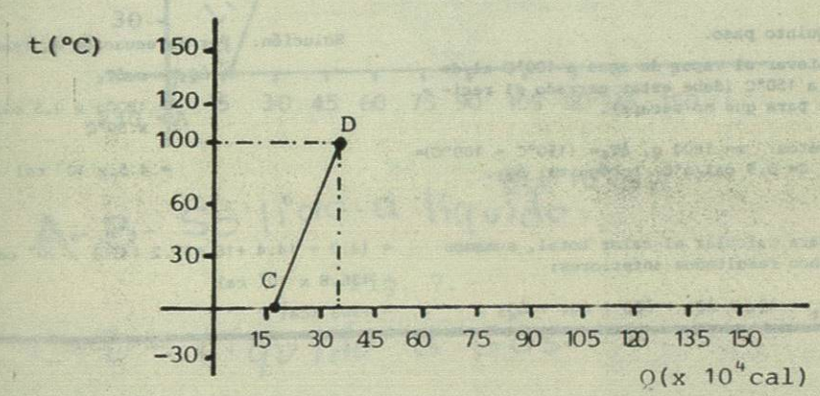


Fig. 4.

Cuarto paso.

Transformar de agua a 100°C en vapor a 100°C.

Datos: m= 1800 g, Lv= 540 cal/g; incógnita: ΔQ_4.

Solución: Por la ecuación 7-2, tenemos:

$$\Delta Q_4 = mLv$$
$$= 1800\ g \times 540\ cal/g$$
$$= 97.2 \times 10^4\ cal$$

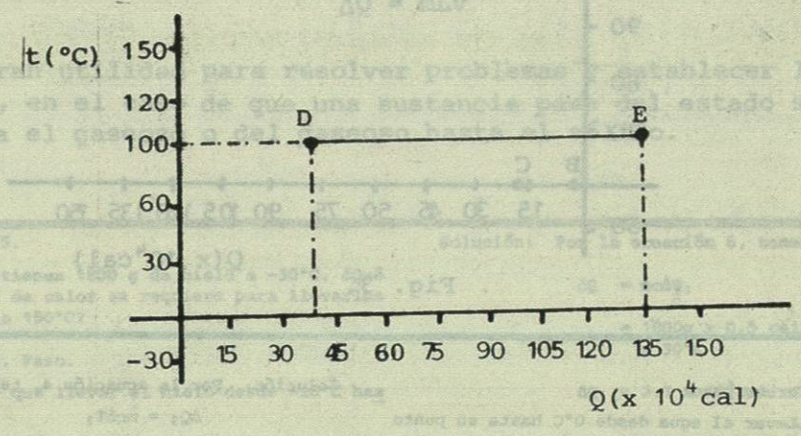


Fig. 5.

Quinto paso.

LLevar el vapor de agua a 100°C al de vapor a 150°C (debe estar cerrado el recipiente para que no escape).

Datos: m= 1800 g, ΔT_5= (150°C - 100°C)= 50°C, C= 0.5 cal/g°C; incógnita: ΔQ_5.

Solución: Por la ecuación 4, tenemos:

$$\Delta Q_5 = mc\Delta T_5$$
$$= 1800g \times 0.5\ cal/g°C \times 50°C$$
$$= 4.5 \times 10^4\ cal$$

Para calcular el calor total, sumamos los cinco resultados anteriores:

$$\Delta Q_t = \Delta Q_1 + \Delta Q_2 + \Delta Q_3 + \Delta Q_4 + \Delta Q_5$$
$$= (2.7 + 14.4 + 18 + 97.2 + 4.5) \times 10^4\ cal$$
$$= 136.8 \times 10^4\ cal$$
$$= 1368\ Kcal$$

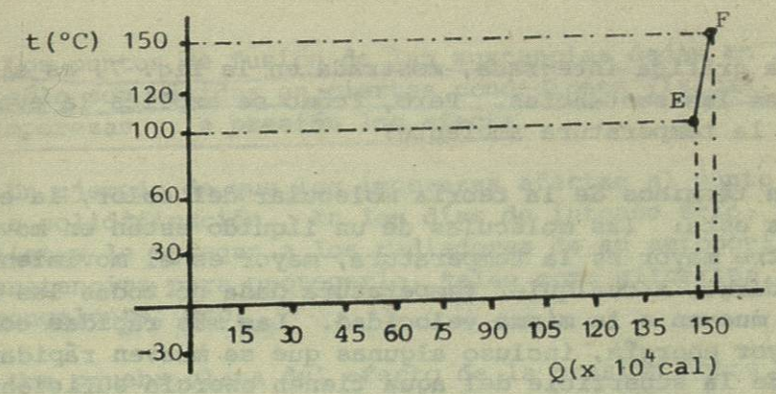
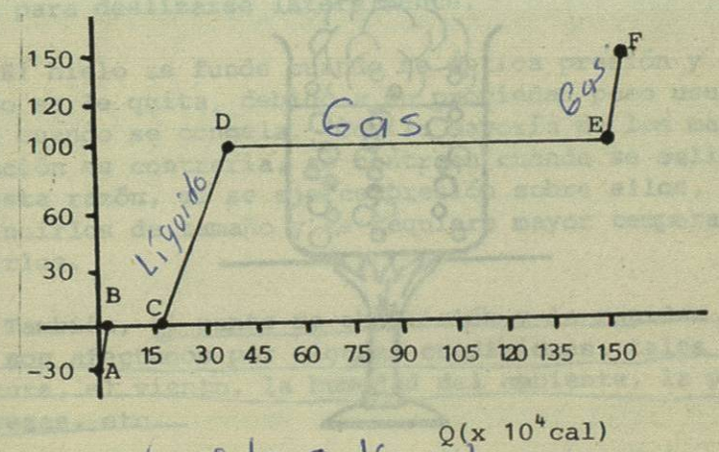


Fig. 6.

Integrando las cinco gráficas tenemos:



A-B- Sólido a líquido.

Fig. 7.

C-D- Líquido a Gas.

D-E- Gas.

E-F- Gas.