

TEMA Nº 6. ENERGÍA CALORÍFICA

1.- ¿Es lo mismo Calor que Temperatura?

Respuesta:

El **Calor** lo podemos definir como **Energía en Tránsito**.

Es imposible **cuantificar la cantidad de energía calorífica** que tiene un cuerpo, sin embargo si podemos **cuantificar** la energía calorífica que **se cede** o **se capta**.

El calor fluye de un cuerpo con **mayor temperatura** a otro de **menor temperatura** hasta alcanzar el equilibrio térmico a través de la igualdad de temperatura entre ambos cuerpos.

La **Temperatura** es la magnitud física que **mide la energía cinética de las moléculas** que constituyen el compuesto químico y el **estado térmico** de un cuerpo. Cuánto **más caliente** este un cuerpo **mayor es la energía cinética de sus moléculas**, cuanto más frío esté el cuerpo, menor es su **agitación molecular**.

2.- Unidades del Calor

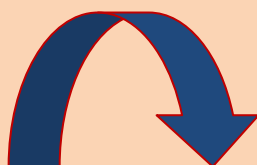
Respuesta:

Como Energía que es sus unidades son:

C.G.S → **Ergio**

S.I. → **Julio**

Sistema Técnico → **Kilográmetro**



También nos encontramos con:

La **Caloría** (cal).- Es la cantidad de calor que debe transferirse a un **gramo de agua** para **aumentar** su temperatura **1°C**.

La **kilocaloría** (Kcal).- Es la cantidad de calor que debe transferirse a **1 kilogramo** de agua para **aumentar** su temperatura en **1°C**.

$$1 \text{ Kcal} = 1000 \text{ cal}$$

Si expresamos el calor en **calorías** y el trabajo en **Julios** (J), se tiene la siguiente equivalencia:

$$1 \text{ caloría} = 4,186 \text{ Joule}$$

$$1 \text{ Julio} = 0,24 \text{ cal}$$

3.- Define la Energía Solar Térmica. Aplicaciones

Respuesta:

La **Energía Solar Térmica** se define como aquella **energía que tiene la materia debido a su temperatura**.

En la actualidad la energía solar térmica es utilizada para:

- a) Calefacción por suelo radiante o radiadores
- b) Calentar el agua de uso doméstico
- c) Hacer funcionar aparatos de refrigeración
- d) Secaderos de productos agrícolas
- e) Hornos solares
- f) Transformar este calor en energía eléctrica

4.- Explica el fenómeno el fenómeno de la Sensación Térmica

El término **Sensación Térmica** es usado para describir el **grado de incomodidad** que un ser humano siente, como resultado de la

combinación de la *temperatura* y el *viento* en *invierno* y de la *temperatura*, la *humedad* y el *viento* en *verano*.

La pérdida de calor del cuerpo humano y que definen la sensación de frío, viene condicionada por dos factores:

- 1) La diferencia térmica entre la piel y el medio ambiente
- 2) La velocidad del viento

La pérdida continua de calor del organismo es tanto mayor, cuanto mayor es la diferencia entre la temperatura de la piel (32°C) y la temperatura del medio ambiente.

5.- ¿Es posible que un cuerpo tenga mucho calor y sin embargo esté frío?

Respuesta:

La *Sensación Térmica* nos puede complicar la respuesta a cuestiones como esta. Pero no existe problema si hemos entendido el concepto de calor y el de temperatura.

¿Es posible que se dé la situación expuesta en el enunciado?

SI y NO

Me explico:

El *Calor* es *Energía en Tránsito* y el *Calor* de un cuerpo no se puede determinar. El *Calor* es *independiente* de la *sensación de frío* o de *calor* del cuerpo.

Si admitimos una interacción de nuestro cuerpo con otro que se encuentra a *menor temperatura*, el primero de ellos cederá energía, en forma de *calor*, al segundo y este experimentaría un *aumento de temperatura* y una *disminución de la misma* para el primero. Esta interacción explicaría el frío del primer cuerpo.

No podemos confirmar o negar lo que nos plantea la cuestión.

En situaciones coloquiales en donde se experimenta la *sensación térmica* sería imposible la situación planteada.

6.- Al realizar la *Curva de Calentamiento del Agua* (temperatura – tiempo), observamos que sin cesar de aplicar energía calorífica existen periodos de tiempo en donde la *temperatura del agua no aumenta*. ¿Conoces la explicación del fenómeno?

Respuesta:

Cuando se produce un *Cambio de Estado* de la materia, por ejemplo, cuando el agua pasa de *estado líquido* a *estado gas*, la energía calorífica aportada no se utiliza para *aumentar la temperatura*. Se utiliza para aumentar la *energía* de las moléculas de agua en el estado líquido. Este aumento de energía hace posible que las moléculas *vibren con mayor intensidad* hasta romper todas las fuerzas de cohesión entre moléculas. Una vez el agua en estado gas la temperatura volverá a aumentar.

7.- Tienes distintos cuerpos de igual masa calentados por un mismo foco calorífico. ¿Cuál se calentará antes?

Respuesta:

El incremento de temperatura dependerá de la *cantidad de energía calorífica* que tengamos que suministrar.

Existe una magnitud física conocida como *Calor Específico* que se define como: *La cantidad de calor que es preciso suministrar a 1 gramo de esa sustancia para aumentar 1°C su temperatura*.

A igualdad de masa y energía calorífica aplicada, se calentará antes la sustancia de *menor calor específico*.

8.- Calentamos dos cuerpos distintos con la misma cantidad de calor ¿por qué el incremento de temperatura es diferente para las dos?

Respuesta:

La causa puede ser debida a:

- a) Diferentes valores de los *calores específicos*
- b) La *masa* de la sustancia. A *mayor cantidad de materia mayor número de moléculas a repartir el calor proporcionado*

9.- Qué un cuerpo este más caliente que otro, ¿significa que tiene más calor?

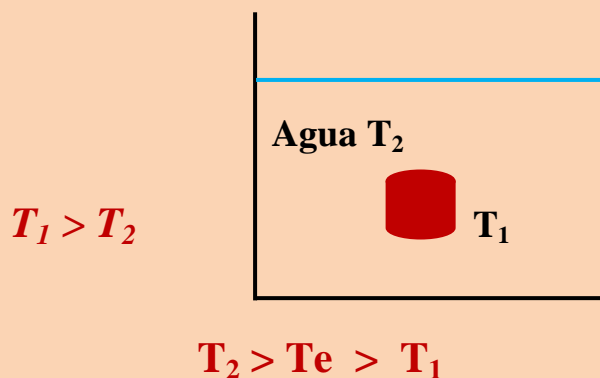
Respuesta:

Que un cuerpo *esté más caliente* que otro indica que *se encuentra a mayor temperatura*. No tiene más *calor*, recordar que el *Calor es Energía en Tránsito* (se absorbe o se cede).

10.- ¿Qué le ocurre a dos cuerpos (uno líquido y otro sólido) que tienen distinta temperatura, al ponerlos en contacto?

Respuesta:

El cuerpo que tiene más temperatura cede calor al que está en menor temperatura hasta que se alcance el equilibrio térmico (T_e):



El agua y el sólido alcanzan a misma temperatura → **Te**

11.- Para obtener la curva de temperatura en los cambios de estado del agua utilizamos dos conceptos: Calor específico y Calor Latente. Establece las diferencias entre ambos.

Respuesta:

El **Calor Específico** tiene relación con el comportamiento de la **sustancia** frente a un **aporte calorífico**. Aumenta su temperatura.

El **Calor Latente** de **fusión** o **vaporización** es la **cantidad de calor** que hay que **suministrar** para que se produzca un **cambio de estado** manteniéndose constante la temperatura.

12.- ¿Cuándo el hielo se funde absorbe o desprende calor?. Razona la respuesta?. Lo absorbe para agitar la moéculas del estado sólido, romper las fuerzas de enlace y pasar a estado líquido

Respuesta:

Lo **absorbe** con el fin de que las moléculas de agua, en el estado cristalino del hielo, adquieran **más energía** y **vibren** con **mayor intensidad** anulando las **fuerzas de cohesión**. Se liberan las moléculas y el agua pasa de **estado sólido** a **estado líquido**.

13.- ¿La energía que contienen los cuerpos generan cambios constantemente?

Respuesta:

NO.

- .- Si el cuerpo no realiza, por ejemplo trabajo, no consume energía.
- .- Si el Atleta no estrena no consume su energía interna.
- .- Si el coche está parado no hay gasto de combustible
- .- Yo puedo estar en la terraza de un edificio de 20 plantas. Tengo una energía potencial pero si no me lanzo al vacío y al llegar al suelo no produzco un agujero, no consumo mi energía

14.- En un cambio de estado la temperatura no cambia ¿sabes por qué?

Respuesta:

En un cambio de estado **toda la energía proporcionada** es utilizada para romper fuerzas de cohesión y liberar las moléculas de la sustancia en concreto.

15.- Los profesores insistimos mucho en las unidades de las magnitudes. ¿Podrías explicar que significa que una sustancia tenga un calor latente de vaporización de 720 cal/g?

Respuesta:

Para vaporizar **1 gramo** de esa sustancia y en la **temperatura de vaporización** se deben suministrar **720 cal**.

16.- De las siguientes unidades especifica cuál de ellas pertenecen al calor: ergios, Kilovatios, julios , C.V , kilográmetros, kilocalorías, Newton.

Respuesta:

- .- Ergios
- .- Julios
- .- Kilográmetros
- .- Kilocalorías

17.- En verano y en ciertos lugares de nuestra geografía se pueden alcanzar los 42 °C es correcto decir ¿Qué calor hace?

Respuesta:

SI.

Basándonos en la **Sensación Térmica**

18.- ¿Podrías explicar la formación de las nubes?

Respuesta:

La Atmósfera está compuesta por diversos gases, entre ellos, el vapor de agua. El vapor de agua proviene, sobre todo, de la evaporación de las masas líquidas de La Tierra (ríos, mares, lagos).

El vapor de agua va ascendiendo arrastrado por el aire caliente. En esa ascensión se encuentran con zonas frías y se provoca una interacción entre el vapor de agua y esta zona. El vapor de agua al estar más caliente *cede calor* a las capas frías para que aumente su temperatura pero se provoca una disminución de la temperatura del vapor de agua. Se dan las condiciones de *condensación* de ese vapor de agua, se obtienen pequeñas *gotitas de agua líquida* que constituyen las nubes. Las partículas de polvo y ceniza suspendidas en el aire y compañeros de viaje del vapor de agua actúan como núcleo de condensación lo que favorece la constitución de las nubes. El vapor de agua es el que proporciona el calor (energía) en todo este proceso.

19.- En verano es frecuente alcanzar los 42° C. ¿Podemos afirmar que esta temperatura no implica mucho calor?

Respuesta:

NO PODEMOS AFIRMAR NI NEGAR. Siempre que el *calor* se considere como *energía*. La energía calorífica no tiene nada que ver con la temperatura de los cuerpos. El cuerpo puede estar frío o caliente y no sabemos la cantidad de calor que posee el cuerpo. La cantidad de calor de un cuerpo no se puede calcular.

Si consideramos la *Sensación Térmica*, que depende de:

- a) La temperatura
- b) La humedad relativa del ambiente
- c) El aire

Podemos estar a una temperatura de 42°C pero si la humedad relativa es pequeña y las corrientes de aire son fresquitas **PODEMOS DECIR QUE NO TENEMOS LA SENSACIÓN DE CALOR.**

20.- Establece las Escalas Termométricas

a) Escala Kelvin

Lord Kelvin desarrolló la Escala Termométrica que lleva su nombre (*Escala Kelvin*) en donde se mide la temperatura en *grados Kelvin* (K). La temperatura más baja de esta escala es el *cero absoluto* que indica la temperatura más baja posible de registrarse. El *Cero Absoluto* corresponde a $-273,16^{\circ}\text{C}$.

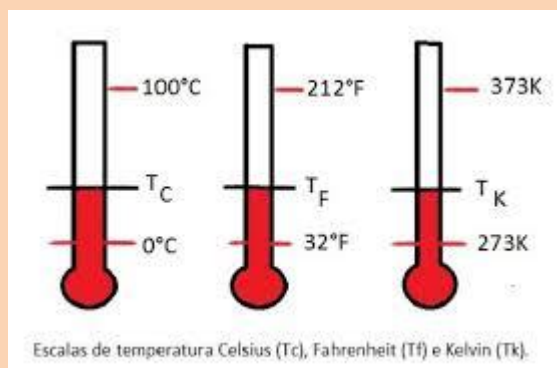
Cero Absoluto es la *medida más baja de la temperatura posible* y corresponde al estado de la materia donde en teoría *cesan todos los movimientos moleculares* por lo cual el flujo de calor es reducido a cero.

b) Escala Celsius o Centígrada (C)

En esta escala la medida se representa $^{\circ}\text{C}$ y su origen se debe a que el científico tomó como referencia las temperaturas necesarias para el *punto de ebullición* y *congelación del agua*, asignando valores entre 0 y 100, siendo 0°C la temperatura más baja y 100°C la más alta en esta escala.

c) Escala Fahrenheit (F)

En la Escala Fahrenheit los valores se dividen en 180 partes iguales, también denominadas *grados Fahrenheit* ($^{\circ}\text{F}$). Los *puntos de congelación* y *ebullición* están entre 32°F y 212°F respectivamente.



Las escalas se relacionan mediante las ecuaciones:

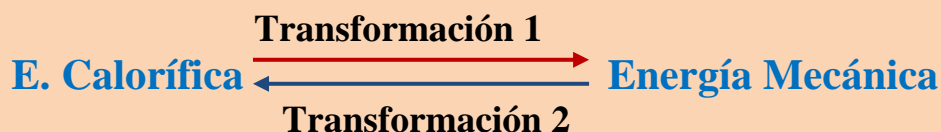
$$\frac{^{\circ}\text{C}}{5} = \frac{^{\circ}\text{F} - 32}{9}$$

$$T(^{\circ}\text{K}) = ^{\circ}\text{C} + 273$$

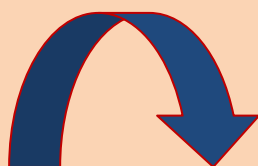
21.- La Energía Calorífica se puede transformar en Energía Mecánica y viceversa. ¿Los caminos de las transformaciones son los mismos?

Respuesta:

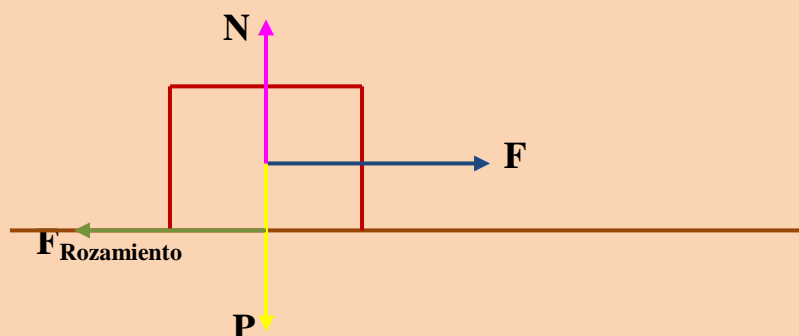
El **Principio de Conservación de la Energía** nos dice:



Los caminos son **muy diferentes**. La **transformación 2** se puede conseguir con el mero hecho de arrastrar por el suelo un cuerpo de masa determinada:



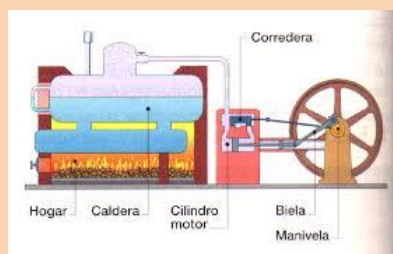
El esquema de fuerzas es:



El vencer la **Fuerza de Rozamiento** implica un **trabajo** realizado por la fuerza **F**. Este trabajo mecánico (**Energía Mecánica**) consumido se transforma en **Calor** por el simple rozamiento del cuerpo con la superficie de contacto.

La **transformación 1** es mucho más complicada. El transformar la Energía Calorífica en Energía Mecánica implica una **maquinaria complicada**. Pensemos en las máquinas de tren que funcionan a vapor. El ciclo comienza cuando **calentamos el agua** en la caldera para obtener **vapor**. La evaporación del agua hace que **umente su volumen y presión**, empujando un **pistón**. Este movimiento mediante un mecanismo de **biela-manivela** genera un **movimiento rotatorio** que hace que avance el tren.

En las **centrales termoeléctricas** tiene lugar la transformación de la energía calorífica en eléctrica **basándose en el funcionamiento del ciclo de la maquina a vapor**.



22.- Transforme 20 °C en grados Fahrenheit.

Resolución:

Aplicamos la ecuación:

$$\frac{^{\circ}\text{C}}{5} = \frac{\text{F} - 32}{9} ; \frac{20}{5} = \frac{\text{F} - 32}{9}$$

$$180 = 5 (\text{F} - 32) ; 180 = 5 \text{F} - 160 ; 180 + 160 = 5 \text{F}$$

$$\text{F} = \frac{180 + 160}{5} = 45,4^{\circ}\text{F}$$

23.- Transformar:

- a) 15 °C a °F
- b) -10 °F a °C.

Resolución:

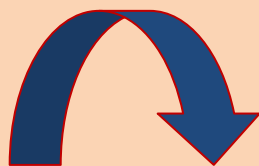
a)

$$\frac{^{\circ}\text{C}}{5} = \frac{\text{F} - 32}{9} \quad (1) ; \frac{15}{5} = \frac{\text{F} - 32}{9}$$

$$15 \cdot 9 = 5 (\text{F} - 32) ; 135 = 5 \text{F} - 160 ; 135 + 160 = 5 \text{F}$$

$$295 = 5 \text{F} ; \text{F} = \frac{295}{5} = 59^{\circ}\text{F}$$

b) (-10 °F) a °C.



Aplicando la ecuación (1):

$$\frac{^{\circ}\text{C}}{5} = \frac{-10 - 32}{9} ; 9 \cdot ^{\circ}\text{C} = 5(-10 - 32) ; 9^{\circ}\text{C} = -210$$

$$^{\circ}\text{C} = \frac{-210}{9} = -23,33^{\circ}\text{C}$$

Problema propuesto

La temperatura en un salón es 24°C . ¿Cuál será la lectura en la escala Fahrenheit?. $R = 75,2^{\circ}\text{F}$

Problema Propuesto Un médico inglés mide la temperatura de un paciente y obtiene 106°F . ¿Cuál será la lectura en la escala Celsius?
 $R = 41,11^{\circ}\text{C}$.

24.- ¿A qué temperatura las lecturas de dos termómetros, uno de ellos graduados en escala centígrada y el otro en Fahrenheit, indican la misma lectura?

Resolución:

Llamemos a la temperatura común para las dos escalas “ T ”

La relación entre las escalas Celsius y Fahrenheit viene dada por la ecuación:

$$\frac{^{\circ}\text{C}}{5} = \frac{\text{F} - 32}{9}$$

En ella sustituimos:

$$\frac{T}{5} = \frac{T - 32}{9}$$

Quitando denominadores:

$$9T = 5(T - 32) ; \quad 9T = 5T - 160 ; \quad 9T - 5T = 160$$

$$4T = 160 ; \quad T = \frac{160}{4} = 40 \text{ } ^\circ\text{C} = 40 \text{ } ^\circ\text{F}$$

25.- La temperatura de una barra de plata aumenta $10 \text{ } ^\circ\text{C}$ cuando absorbe $1,23 \text{ kJ}$ de calor. La masa de la barra es 525 g . Determine el calor específico de la barra.

Resolución:

$$Q_{\text{ganado}} = 1,23 \text{ Kj}$$

$$m = 525 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ Kg}}{1000 \text{ g}} = 0,525 \text{ Kg}$$

$$\Delta t = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{ganado}} = m \cdot c_e \cdot \Delta t ; \quad 1,23 \text{ Kj} = 0,525 \text{ Kg} \cdot c_e \cdot 10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$c_e = \frac{1,23 \text{ Kj}}{0,526 \text{ Kg} \cdot 10 \text{ } ^\circ\text{C}} = 0,234 \frac{\text{Kj}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

26.- Se utilizan 8360 J para calentar 600 g de una sustancia desconocida de $15 \text{ } ^\circ\text{C}$ a $40 \text{ } ^\circ\text{C}$. ¿Cuál es el calor específico de la sustancia?

Resolución:

$$Q_g = 8360 \text{ J}$$

$$m = 600 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ Kg}}{1000 \text{ g}} = 0,6 \text{ Kg}$$

$$t_o = 15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_f = 40 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q = m \cdot c_e \cdot (t_f - t_o) ; 8360 \text{ J} = 0,6 \text{ Kg} \cdot c_e \cdot (40 - 15)^\circ\text{C}$$

$$c_e = \frac{8360 \text{ J}}{0,6 \text{ Kg} \cdot 25^\circ\text{C}} = \frac{8360 \text{ J}}{15 \text{ Kg} \cdot \text{oC}} = 557,3 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

27.- La combustión de 5 g de coque eleva la temperatura de 1 l de agua desde 10 °C hasta 47 °C. Hallar el poder calorífico del coque.

Resolución:

DATO: $c_{\text{agua}} = 4180 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$

$V_{\text{agua}} = 1 \text{ L}$; $d_{\text{agua}} = m_{\text{agua}} / V$; $m_{\text{agua}} = d_{\text{agua}} \cdot V_{\text{agua}}$

$$d_{\text{agua}} = 1000 \text{ Kg} / \text{m}^3$$

Unidades al S.I.:

$$V_{\text{agua}} = 1 \text{ L} \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{1 \text{ L}} = 1 \text{ dm}^3 \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ dm}^3} = 0,001 \text{ m}^3$$

$$m_{\text{agua}} = 1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,001 \text{ m}^3 = 1 \text{ Kg}$$

$$Q_{\text{ganado por agua}} = m \cdot c_e \cdot (t_f - t_o)$$

$$Q_{\text{ganado agua}} = 1 \text{ Kg} \cdot 4180 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (47 - 10) ^\circ\text{C} = 154660 \text{ J}$$

Estos **julios** son los proporcionados por la combustión de los **5 g de coque**. Si el poder calorífico lo queremos expresar por **gramo** de coque:

$$1 \text{ g/coque} \cdot \frac{154660 \text{ J}}{5 \text{ g coque}} = 30932 \text{ J} \cdot 0,24 \frac{\text{cal}}{\text{J}} = 7423,68 \text{ cal}$$

28.- Se tiene un recipiente que contiene 3 litros de agua a 20 °C. Se añaden 2 litros de agua a 60 °C. Calcular la temperatura de la mezcla.
 DATO: $c_{\text{agua}} = 4180 \text{ J / kg} \cdot \text{K}$

Resolución:

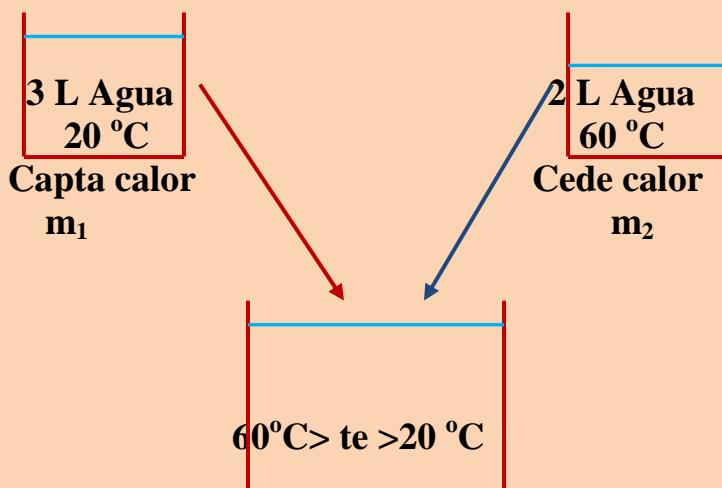
$$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 0,001 \text{ m}^3$$

$$d_{\text{agua}} = 1000 \text{ Kg/m}^3$$

$$d = m/v ; m_{\text{agua}} = d_{\text{agua}} \cdot V_{\text{agua}}$$

$$m_{\text{agua1}} = 1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot 3 \text{ L} \cdot \frac{0,001 \text{ m}^3}{1 \text{ L}} = 1000 \cdot 3 \cdot 0,001 \text{ Kg} = 3 \text{ Kg}$$

$$m_{\text{agua2}} = 1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot 2 \text{ L} \cdot \frac{0,001 \text{ m}^3}{1 \text{ L}} = 2 \text{ Kg}$$



El agua que está a mayor *temperatura cederá calor* a la que está a *menor temperatura* provocando un *aumento de la temperatura* en m_1 y una *disminución de la temperatura* en m_2 hasta que se llega a

una temperatura estable llamada **TEMPERATURA DE EQUILIBRIO**.

Por el Principio de Conservación de la Energía (P.C.E), se cumple:

$$Q_{\text{ganado}} + Q_{\text{cedido}} = 0 \rightarrow Q_{\text{ganado}} = - Q_{\text{cedido}} \quad (1)$$

Basándonos en:

$$Q = m \cdot ce \cdot (t_f - t_o)$$

$$Q_{\text{ganado}} = 3 \text{ Kg} \cdot 4180 \text{ J/Kg} \cdot ^\circ\text{C} \cdot (t_e - 20)^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{cedido}} = 2 \text{ Kg} \cdot 4180 \text{ J/Kg} \cdot ^\circ\text{C} \cdot (t_e - 60)$$

Si nos vamos a (1):

$$3 \text{ Kg} \cdot 4180 \text{ J/Kg} \cdot ^\circ\text{C} \cdot (t_e - 20)^\circ\text{C} = - 2 \text{ Kg} \cdot 4180 \text{ J/Kg} \cdot ^\circ\text{C} \cdot (t_e - 60)^\circ\text{C}$$

$$3 (t_e - 20^\circ\text{C}) = - 2 (t_e - 60^\circ\text{C})$$

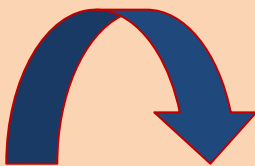
$$3 t_e - 60^\circ\text{C} = -2t_e + 120^\circ\text{C} ; 5t_e = 180^\circ\text{C}$$

$$t_e = \frac{180^\circ\text{C}}{5} = 36^\circ\text{C}$$

29.- Se mezclan 200 g de agua a 20 °C con 300 g de alcohol a 50 °C. Si el calor específico del alcohol es de 2450 J/kgK y el del agua 4180 J/kgK, calcular la temperatura final de la mezcla:

- Suponiendo que no hay pérdidas de energía
- Calcular la energía perdida si la temperatura de la mezcla es de 30 °C.

Resolución:



a)

El alcohol cede calor al agua ($t_{\text{alcohol}} > t_{\text{agua}}$)

$$m_{\text{agua}} = 200 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ Kg}}{1000 \text{ g}} = 0,2 \text{ Kg}$$

$$m_{\text{alcohol}} = 300 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ Kg}}{1000 \text{ g}} = 0,3 \text{ Kg}$$

$$t_{\text{oagua}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_{\text{oalcohol}} = 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_{\text{mezcla}} = t_{\text{fagua}} = t_{\text{falcohol}} = t_e$$

$$Q_{\text{ganado}} = - Q_{\text{cedido}} \quad (1)$$

$$Q_{\text{ganado}} = m_{\text{agua}} \cdot c_{\text{eagua}} \cdot (t_e - 20)$$

$$Q_{\text{ganado}} = 0,2 \text{ Kg} \cdot 4180 \text{ J/Kg.}^{\circ}\text{C} (t_e - 20)$$

$$Q_{\text{cedido}} = m_{\text{alcohol}} \cdot c_{\text{ealcohol}} \cdot (t_e - 50)$$

$$Q_{\text{cedido}} = 0,3 \text{ Kg} \cdot 2450 \text{ J/Kg.}^{\circ}\text{C} (t_e - 50)$$

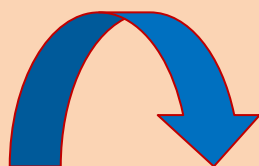
Nos vamos a (1):

$$0,2 \text{ Kg} \cdot 4180 \text{ J/Kg.}^{\circ}\text{C} \cdot (t_e - 20)^{\circ}\text{C} = - 0,3 \text{ Kg} \cdot 2450 \text{ J/Kg.}^{\circ}\text{C} \cdot (t_e - 50)^{\circ}\text{C}$$

$$836 (t_e - 20) = - 735 (t_e - 50) ; 836 t_e - 16720 = - 735 t_e + 36750$$

$$836 t_e + 735 t_e = 36750 + 16720 ; 1571 t_e = 403470$$

$$t_e = 53470/1571 = 34 \text{ }^{\circ}\text{C}$$



b) El calor cedido por el alcohol es:

$$Q_{\text{cedido}} = m \cdot c_e \cdot (t_f - t_o) = 0,3 \text{ Kg} \cdot 2450 \text{ J/Kg} \cdot ^\circ\text{C} (34 - 50)^\circ\text{C} =$$
$$= -11760 \text{ J} \text{ (reales, negativo porque se cede energía)}$$

El valor de calor cedido por el alcohol sería de **11760 J** (en valor absoluto)

Si la $t_e = 30^\circ\text{C}$ el calor cedido por el alcohol sería:

$$Q_{\text{cedido}} = 0,3 \text{ Kg} \cdot 2450 \text{ J/Kg} \cdot ^\circ\text{C} \cdot (30 - 50)^\circ\text{C} = -14700 \text{ J}$$

Luego existiría una pérdida de energía de:

$$\Delta Q = Q_{\text{real}} - Q_{\text{imaginario}}$$

$$\Delta Q = -11760 \text{ J} - (-14700) \text{ J} =$$

$$= -11760 + 14700 = 2940 \text{ J}$$

30.- En un experimento se suministran 5820 J de energía en forma de calor y esto eleva la temperatura de un bloque de aluminio 30°C . Si la masa del bloque de aluminio es de 200 g, ¿cuál es el valor del calor específico del aluminio?

Resolución:

$$Q_{\text{cedido}} = 5820 \text{ J}$$

$$\Delta t_{\text{oAl}} = 30^\circ\text{C}$$

$$m_{\text{Al}} = 200 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ Kg}}{1000 \text{ g}} = 0,2 \text{ Kg}$$

$$Q_{\text{cedido}} = m \cdot c_e \cdot \Delta t ; 5820 \text{ J} = 0,2 \text{ Kg} \cdot c_e \cdot 30^\circ\text{C}$$

$$c_e = 5820 \text{ J} / 0,2 \text{ Kg} \cdot 30^\circ\text{C} ; c_e = 870 \text{ J/Kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

Problema propuesto

Cuál será la temperatura final de equilibrio cuando 10 g de leche a 10°C se agregan a 60 g de café a 90°C ?. Suponga que las capacidades caloríficas de los líquidos son iguales a la del agua y desprece la capacidad calorífica del recipiente. **Solución: 85,3°C**

DATO: $C_e = 4180 \text{ J/Kg} \cdot ^\circ\text{C}$

31.- Un estudiante de física desea medir la masa de una vasija de cobre de una manera muy particular. Para ello, vierte 5 Kg de agua a 70 °C en el recipiente, que inicialmente estaba a 10 °C. Luego encuentra que la temperatura final del agua (suponemos que estaba en un ambiente aislado) y de la vasija es de 66 °C. A partir de esa información, determine la masa de la vasija.

Solución: 3,87Kg

DATOS: $C_{e_{\text{agua}}} = 4180 \text{ J / Kg} \cdot \text{K}$; $C_{e_{\text{cobre}}} = 385 \text{ J / kg} \cdot \text{K}$

Resolución:

Por el dato de las temperaturas, el *agua cede calor al cobre*.

$$Q_{\text{cedido}} = m_{\text{agua}} \cdot c_{e_{\text{agua}}} \cdot (t_f - t_o)$$

$$Q_{\text{ganado}} = m_{\text{cobre}} \cdot c_{e_{\text{cobre}}} \cdot (t_f - t_o)$$

$$t_e = 66 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Se debe cumplir: } Q_{\text{ganado}} = - Q_{\text{cedido}} \quad (1)$$

$$Q_{\text{ganado}} = m_{\text{cobre}} \cdot 385 \text{ J/Kg} \cdot ^\circ\text{C} \cdot (66 - 10)^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{cedido}} = 5 \text{ Kg} \cdot 4180 \text{ J/Kg} \cdot ^\circ\text{C} \cdot (66 - 70)$$

Si nos vamos a (1) y trabajamos en el .I.:

$$m_{\text{cobre}} \cdot 385 \text{ J/Kg} \cdot ^\circ\text{C} \cdot 56 \text{ } ^\circ\text{C} = - 5 \text{ Kg} \cdot 4180 \text{ J/Kg} \cdot ^\circ\text{C} \cdot (-4) \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$21560 \text{ J/Kg} \cdot m_{\text{cobre}} = 83600 \text{ J} ; m_{\text{cobre}} = 83600 \text{ J} / 21560 \text{ (J/Kg)}$$

$$m_{\text{cobre}} = 3,87 \text{ Kg}$$

32.- La madre de una niña le dice que llene la bañera para que tome un baño. La niña solo abre la llave del agua caliente y se vierten 95 litros de agua a 60°C en la tina. Determine cuantos litros de agua fría a 10°C se necesitan para bajar la temperatura hasta 40°C. Solución: 63,3 lt

Resolución:

$$V_{1\text{aguacaliente}} = 95 \text{ L} \rightarrow m_{1\text{aguacaliente}} = 95 \text{ Kg}$$
$$t_{0\text{aguacaliente}} = 60 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$V_{2\text{aguafría}} = m_{2\text{aguafría}} = ?$$
$$t_{0\text{aguafría}} = 10 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_e = 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

Como siempre, el *agua caliente cede calor al agua fría.*

P.C.E : $Q_{\text{ganado}} = - Q_{\text{cedido}} \quad (1)$

$$Q_{\text{ganado}} = m_{\text{aguafría}} \cdot c_{\text{eagua}} \cdot (t_f - t_o)$$
$$Q_{\text{ganado}} = m_{\text{aguafría}} \cdot c_{\text{eagua}} \cdot (40 - 10)^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{cedido}} = m_{\text{aguacaliente}} \cdot c_{\text{eagua}} \cdot (t_f - t_o)$$
$$Q_{\text{cedido}} = 95 \text{ Kg} \cdot c_{\text{eagua}} \cdot (40 - 60)^\circ\text{C}$$

Nos vamos a (1):

$$m_{\text{aguafría}} \cdot c_{\text{eagua}} (40 - 10)^\circ\text{C} = - 95 \text{ Kg} \cdot c_{\text{eagua}} \cdot (40 - 60)^\circ\text{C}$$

$$m_{\text{aguafría}} \cdot 30 \text{ }^\circ\text{C} = 1900 \text{ Kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C}$$

$$m_{\text{aguafría}} = \frac{1900 \text{ Kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}{30 \text{ }^\circ\text{C}} = 63,33 \text{ Kg} \rightarrow 63,33 \text{ L}$$

Problema propuesto

Se pone en contacto 500 g de agua a 10 °C con 500 g de hierro a 90° C. Calcula la temperatura a la que se produce el equilibrio térmico.

Datos: Hierro $ce = 0.489 \text{ J/g}\cdot\text{K}$. ; Agua $Ce = 4180 \text{ J / Kg} \cdot \text{K}$

Sol: 18.38 °C.

33.- Determinar la masa de agua a 10°C que puede ser elevada a 70°C por una masa de vapor de agua de 600 g a 100°C.

DATO: $C_{e_{\text{vaporagua}}} = 1960 \text{ J/Kg.K}$; $C_{e_{\text{agua}}} = 4180 \text{ J /Kg.K}$

Resolución:

$$m_{\text{vaporagua}} = 600 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ Kg}}{1000 \text{ g}} = 0,6 \text{ Kg}$$

El vapor de agua pasará de 100°C a 70 °C y por lo tanto cederá calor al agua aumentando su temperatura hasta 70 °C

$$Q_{\text{cedido}} = m_{\text{vaporagua}} \cdot C_{e_{\text{vaporagua}}} \cdot (t_f - t_o)$$

$$Q_{\text{cedido}} = 0,6 \text{ Kg} \cdot \frac{1960 \text{ J}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (70 - 100) ^\circ\text{C} = - 35280 \text{ J}$$

El resultado negativo se debe a que se trata de un *calor cedido* por el vapor de agua. Pero el agua recibe 35280 J.

$$Q_{\text{ganado}} = m_{\text{agua}} \cdot C_{e_{\text{agua}}} \cdot (t_f - t_o)$$

$$35280 \text{ J} = m_{\text{agua}} \cdot \frac{4180 \text{ J}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (70 - 10) ^\circ\text{C}$$

$$35280 \text{ J} = m_{\text{agua}} \cdot 250800 \frac{\text{J}}{\text{Kg}}$$

$$m_{\text{agua}} = \frac{35280 \text{ J}}{250800 \text{ (J/Kg)}} = 0,140 \text{ Kg}$$

Problema propuesto

En 3 litros de agua pura a la temperatura de 10°C introducimos un trozo de hierro de 400 g que está a la temperatura de 150°C .Que temperatura adquirirá el conjunto?. Datos: $C_e(\text{agua líquida}) = 4180 \text{ J/Kg K}$; $C_e(\text{hierro}) = 489,06 \text{ J/Kg K}$. **Sol. 12,15 °C**

Problema propuesto

En un experimento se suministran 5 820 J de energía en forma de calor y esto eleva la temperatura de un bloque de aluminio 30 oC. Si la masa del bloque de aluminio es de 200 g, cual es el valor del calor específico del aluminio? (S. 970 J/kg.°C)

34.- Un calorímetro de 55 g de cobre contiene 250 g de agua a 18 °C. Se introduce en él 75 g de una aleación a una temperatura de 100 °C, y la temperatura resultante es de 20,4 °C. Hallar el calor específico de la aleación. El calor específico del cobre vale 0,093 cal/g °C

Resolución:

DATOS: $C_{e_{\text{agua}}} = 4180 \text{ J/Kg.K}$; $C_{e_{\text{cobre}}} = 0,093 \text{ cal /g} \cdot ^\circ\text{C}$

$$m_{\text{calorímetro}} = 55 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ Kg}}{1000 \text{ g}} = 0,055 \text{ Kg}$$

$$m_{\text{agua}} = 250 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ Kg}}{1000 \text{ g}} = 0,250 \text{ Kg}$$

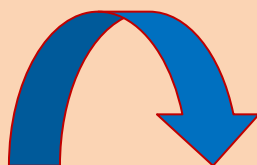
$$t_{\text{oagua}} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$m_{\text{aleación}} = 75 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ Kg}}{1000 \text{ g}} = 0,075 \text{ Kg}$$

$$t_e = 20,4 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$C_{e_{\text{cobre}}} = 0,093 \cdot \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot \frac{1 \text{ J}}{0,24 \text{ cal}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ Kg}} = 387,5 \text{ J/Kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$C_{e_{\text{aleación}}}$$



Cuando introduzcamos la *aleación* al calorímetro, ésta *cederá calor* al *agua del calorímetro* y al propio *calorímetro*, cumpliéndose por P.C.E:

$$Q_{\text{ganado}} = - Q_{\text{cedido}}$$

$$Q_{\text{ganadoagua}} + Q_{\text{ganadocalorímetro}} = - Q_{\text{cedidoaleación}}$$

$$\begin{aligned} m_{\text{agua}} \cdot c_{\text{agua}} \cdot (t_e - t_0) + m_{\text{cobre}} \cdot c_{\text{cobre}} \cdot (t_e - t_0) &= \\ &= - m_{\text{aleación}} \cdot c_{\text{aleación}} \cdot (t_e - t_0) \end{aligned}$$

El *agua* y el *cobre* del calorímetro se encuentran a la misma *temperatura inicial*.

$$\begin{aligned} (0,250 \text{ Kg}) \cdot (4180 \text{ J/Kg} \cdot ^\circ\text{C}) (20,4 - 18)^\circ\text{C} + \\ + (0,055 \text{ Kg}) \cdot (387,5 \text{ J/Kg} \cdot ^\circ\text{C}) (20,4 - 18)^\circ\text{C} = - 0,075 \text{ Kg} \cdot c_e \cdot (20,4 - 100)^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$2508 \text{ J} + 51,15 \text{ J} = 5,97 \text{ Kg} \cdot c_e \cdot ^\circ\text{C}$$

$$2559,15 \text{ J} = 5,97 \cdot c_e \cdot \text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$c_e = (2559,15 \text{ J}) / (5,97 \text{ Kg} \cdot ^\circ\text{C}) = 428,7 \text{ J / Kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

35.- Queremos transformar 50 gramos de hielo a -10°C a vapor de agua a 140°C . Obtener el resultado en KJ.

DATOS:

$$\text{masa} = 50 \text{ g}$$

$$c_{\text{agua}} = 4180 \text{ J/(Kg} \cdot \text{K)} \quad ; \quad c_{\text{hielo}} = 0,5 \text{ cal / (g} \cdot \text{K)}$$

$$c_{\text{evaporagua}} = 1960 \text{ J / (kg} \cdot ^\circ\text{C)}$$

$$\text{Calor latente de fusión del agua}(L_f) = 334 \cdot 10^3 \text{ J/Kg}$$

$$\text{Calor latente de vaporización del}(L_v) \text{ agua} = 540 \text{ cal/g}$$

Resolución:

El primer problema con el que nos encontramos son las unidades de las magnitudes que vamos a utilizar. Para resolver este inconveniente vamos a trabajar en el S.I.:

$$m = 50 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ Kg}}{1000 \text{ g}} = 0,050 \text{ Kg}$$

$$c_{\text{agua}} = 4180 \text{ J/ (Kg} \cdot \text{K)}$$

Es importante poner de manifiesto que en los c_e la temperatura, en las tablas de c_e , viene en K pero trabajamos como si fueran $^{\circ}\text{C}$.

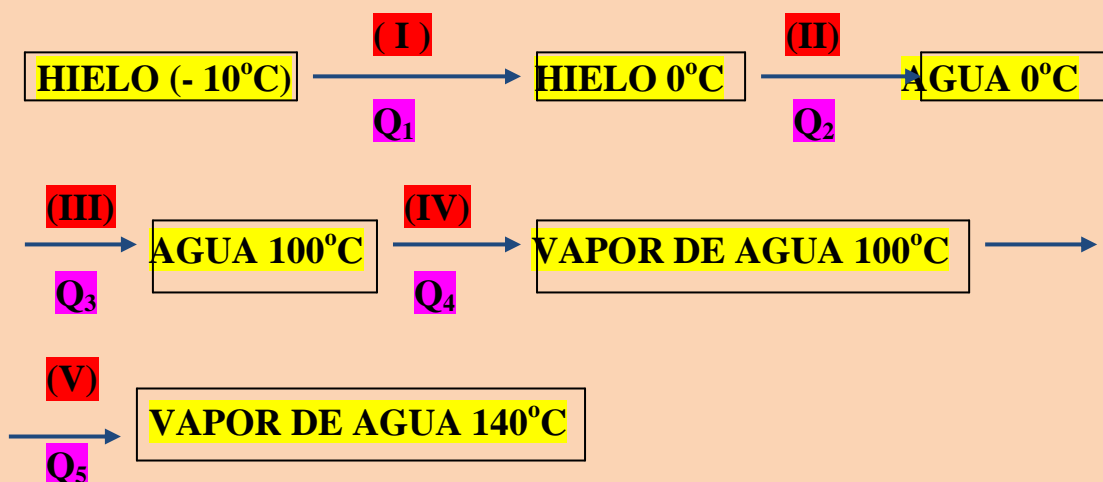
$$c_{\text{hielo}} = 0,5 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{1 \text{ J}}{0,24 \text{ cal}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ Kg}} = 2,83 \cdot 10^3 \text{ J/ (Kg} \cdot ^{\circ}\text{C)}$$

$$L_v = 540 \frac{\text{cal}}{\text{g}} \cdot \frac{1 \text{ J}}{0,24 \text{ cal}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ Kg}} = 2,25 \cdot 10^6 \text{ J/Kg}$$

El proceso no podemos realizarlo directamente, tenemos que ir suministrando energía calorífica poco a poco para que se produzcan los *cambios de estado* implicados en la *experiencia* y llegar de un estado sólido (**hielo**) a un estado gas (vapor de agua).

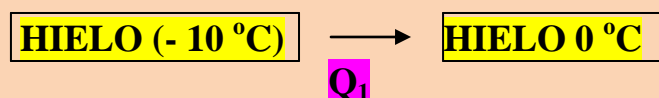
Recordemos que la temperatura de fusión del agua es de 0°C y la de ebullición 100°C .

Tenemos que realizar las siguientes etapas, con los correspondientes aportes energéticos:



Estudiemos cada una de las etapas:

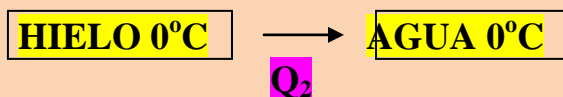
Etapa (I):



Nos encontramos con una estructura cristalina sólida. En ella las moléculas de agua vibran muy poco alrededor de su posición de equilibrio. Si queremos que dichas moléculas de agua se muevan con mayor facilidad, lo que implica mayor velocidad, aplicaremos al **SISTEMA** (HIELO $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$). Esta energía, Q_1 , la calcularemos:

$$Q_1 = m_{\text{hielo}} \cdot c_{\text{hielo}} \cdot (t_f - t_o) =$$
$$= (0,050 \text{ Kg}) \cdot (2,83 \cdot 10^3 \text{ J/Kg}\cdot^{\circ}\text{C}) [0 - (-10)]^{\circ}\text{C} = 1415 \text{ J} = 1,415 \text{ KJ.}$$

Etapa (II):



Observar que en esta etapa la **temperatura permanece constante** que es la condición indispensable para que se produzca un **CAMBIO DE ESTADO**. Al aportar la energía calorífica Q_2 el entramado cristalino se va disipando y podremos pasar al estado líquido. Hasta que el último cristal del sólido desaparezca **NO EXISTIRÁ CAMBIO DE TEMPERATURA**.

Para conocer el aporte energético utilizaremos la misma fórmula de la Etapa (I) pero para que veáis que no podemos utilizarla:

$$Q_2 = m_{\text{hielo}} \cdot c_{\text{hielo}} \cdot (t_f - t_o) ; \text{ como } t = \text{constante} \rightarrow t_f = t_o \rightarrow (t_f - t_o) = 0$$

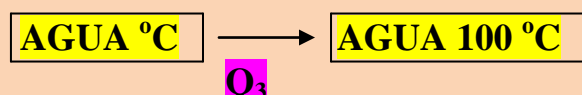
$$Q_2 = m_{\text{hielo}} \cdot c_{\text{hielo}} \cdot 0 = 0 \text{ J (Resultado imposible puesto que debemos aportar energía)}$$

Utilizaremos la ecuación de un **CAMBIO DE ESTADO**:

$$Q_2 = m \cdot \text{calor latente de fusión} ; Q_2 = m \cdot L_f$$

$$Q_2 = (0,050 \text{ Kg}) \cdot (334 \cdot 10^3 \text{ J/Kg}) = 16700 \text{ J} = 16,700 \text{ Kj}$$

Etapas (III):



El agua pasará de 0°C a 100°C. Se trata de un aumento muy grande de temperatura por lo que el aporte energético también será muy elevado.

Antes de aplicar la ecuación es importante resaltar que la masa de agua es igual a la masa de hielo (solo hay un incremento de volumen).

$$Q_3 = m_{\text{agua}} \cdot c_{\text{agua}} \cdot (t_f - t_0)$$

$$Q_3 = (0,050 \text{ Kg}) \cdot (4180 \text{ J/Kg} \cdot \text{°C}) \cdot (100 - 0) \text{°C} = 20900 \text{ J} = 20,9 \text{ Kj}$$

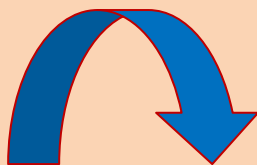
Etapas (IV):



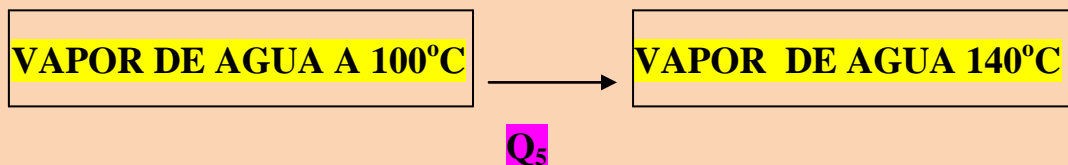
Temperatura = constante → **CAMBIO DE ESTADO**

$$Q_4 = m_{\text{agua}} \cdot \text{calor latente de vaporización} ; Q_4 = m_{\text{agua}} \cdot L_v$$

$$Q_4 = (0,050 \text{ Kg}) \cdot (2,25 \cdot 10^6 \text{ J/Kg}) = 112500 \text{ J} = 112,5 \text{ Kj}$$



Etapa (V):



$$Q_5 = m_{\text{vaporagua}} \cdot c_{\text{evaporagua}} \cdot (t_f - t_o)$$

$$m_{\text{hielo}} = m_{\text{agua}} = m_{\text{vaporagua}}$$

$$Q_5 = (0,050 \text{ Kg}) \cdot (1960 \text{ J / Kg} \cdot ^\circ\text{C}) (140 - 100)^\circ\text{C} = 3920 \text{ J} = 3,92 \text{ Kj}$$

Conocidos los calores aportados en cada una de las etapas podemos decir:

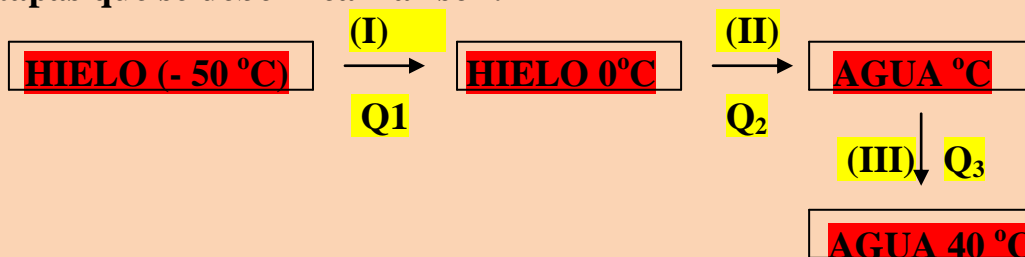
$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 =$$

$$= 1,415 \text{ Kj} + 16,700 \text{ Kj} + 20,9 \text{ Kj} + 112,5 \text{ Kj} + 3,92 \text{ Kj} = 155,43 \text{ Kj}$$

35.- Calcular la energía que hay que darle a 500 g de hielo a -5°C para que pase a agua líquida a 40°C . $C_{\text{hielo}} = 0,5 \text{ cal/gr}^\circ\text{C}$; $C_{\text{agua}} = 1 \text{ cal/gr}^\circ\text{C}$. Calor latente de fusión del agua (L_f) = $334 \cdot 10^3 \text{ J/Kg}$

Resolución:

Las etapas que se deben realizar son:



Para no complicar el problema podemos trabajar con las unidades que tenemos:

$$m_{\text{hielo}} = 500 \text{ g}$$

$$t_{\text{hielo}} = -5^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{fagua}} = 40^\circ\text{C}$$

Etapa (1):

$$Q_1 = m_{\text{hielo}} \cdot c_{\text{hielo}} \cdot (t_f - t_o)$$

$$Q_1 = (500 \text{ g}) \cdot (0,5 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}) [0 - (-5)] ^\circ\text{C} = 1250 \text{ cal}$$

Etapa (II): Cambio de Estado

$$L_f = 334 \cdot 10^3 \cdot \frac{\text{J}}{\text{Kg}} \cdot \frac{0,24 \text{ cal}}{1 \text{ J}} \cdot \frac{1 \text{ Kg}}{1000 \text{ g}} = 80,16 \text{ cal/g}$$

$$Q_2 = m_{\text{hielo}} \cdot L_{\text{fagua}} = 500 \text{ g} \cdot 80,16 \frac{\text{cal}}{\text{g}} = 40080 \text{ cal}$$

Etapa (III):

La masa de agua es igual a la masa de hielo.

$$Q_3 = m_{\text{agua}} \cdot c_{\text{agua}} \cdot (t_f - t_o)$$

$$Q_3 = (500 \text{ g}) \cdot (1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot (40 - 0) ^\circ\text{C} = 20000 \text{ cal}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_T = 1250 \text{ cal} + 40080 \text{ cal} + 20000 \text{ cal} = 61330 \text{ cal}$$

36.- Se tienen 150 g de hielo a -15°C . Determinar la cantidad de calor necesaria para transformarlos en vapor a 120°C . Solución:

DATOS: $L_{\text{fagua}} = 334 \cdot 10^3 \text{ J/Kg}$; $L_{\text{vagua}} = 2250 \cdot 10^3 \text{ J/Kg}$

$c_{\text{agua}} = 4180 \text{ J/Kg.K}$; $c_{\text{hielo}} = 2050 \text{ J/Kg.K}$

$c_{\text{vaporagua}} = 1960 \text{ J/Kg.K}$

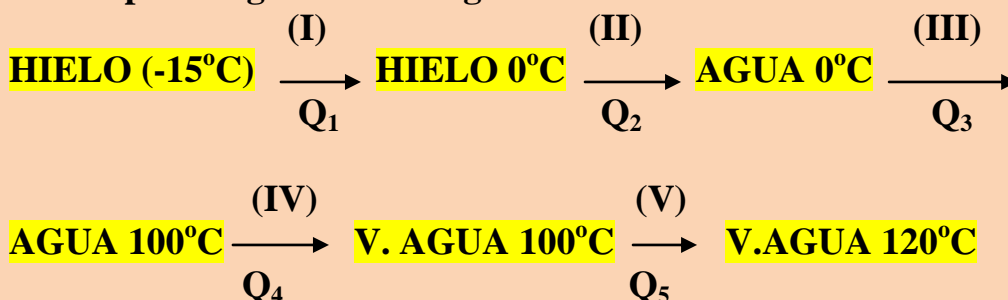
Resolución:

$$m_{\text{hielo}} = (150 \text{ g}) \cdot (1 \text{ Kg} / 1000 \text{ g}) = 0,150 \text{ Kg}$$

$$t_{\text{hielo}} = -15 ^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{vapor}} = 120 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Las etapas a seguir son las siguientes:



Etapa (I):

$$Q_1 = m_{\text{hielo}} \cdot c_{\text{hielo}} \cdot (t_f - t_o)$$

$$Q_1 = 0,150 \text{ Kg} \cdot 2050 \text{ J/Kg} \cdot ^{\circ}\text{C} [0 - (-15)] ^{\circ}\text{C} = 4612,5 \text{ J}$$

Etapa (II):

Temperatura constant \rightarrow **CAMBIO DE ESTADO**

$$Q_2 = m_{\text{Hielo}} \cdot L_F$$

$$Q_2 = (0,150 \text{ Kg}) \cdot (334 \cdot 10^3 \text{ J/Kg}) = 50100 \text{ J}$$

Etapa (III):

$$Q_3 = m_{\text{agua}} \cdot c_{\text{agua}} \cdot (t_f - t_o) \quad ; \quad m_{\text{hielo}} = m_{\text{agua}}$$

$$Q_3 = (0,150 \text{ Kg}) \cdot (4180 \text{ J/Kg} \cdot ^{\circ}\text{C}) (100 - 0) ^{\circ}\text{C} = 62700 \text{ J}$$

Etapa (IV):

Temperatura constante \rightarrow **CAMBIO DE ESTADO**

$$Q_4 = m_{\text{agua}} \cdot L_v$$

$$Q_4 = (0,150 \text{ Kg}) \cdot (2250 \cdot 10^3 \text{ J/Kg}) = 337500 \text{ J}$$

Etapa (V):

$$Q_5 = m_{\text{vapor}} \cdot c_{\text{vapor}} \cdot (t_f - t_0) \quad ; \quad m_{\text{avaporagua}} = m_{\text{agua}}$$

$$Q_5 = (0,150 \text{ Kg}) \cdot (1960 \text{ J/Kg} \cdot ^\circ\text{C}) (120 - 100)^\circ\text{C} = 5880 \text{ J}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$$

$$Q_T = 4612,5 \text{ J} + 50100 \text{ J} + 62700 \text{ J} + 5880 \text{ J} = 123292,5 \text{ J}$$

37.- Qué cantidad de calor es necesaria para fundir 26 g de hielo a 0°C?. . Y para solidificar 315 g de agua?. (Calor de fusión del hielo es 2090J/Kg).

Resolución:

HIELO °C → **AGUA °C**

$$m_{\text{hielo}} = (26 \text{ g}) \cdot (1 \text{ Kg}/1000 \text{ g}) = 0,026 \text{ Kg}$$

$$Q = m_{\text{hielo}} \cdot L_{\text{fhielo}}$$

$$Q = 0,026 \text{ Kg} \cdot 2090 \text{ J/Kg} = 54,34 \text{ J}$$

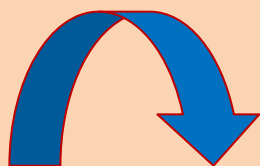
AGUA °C → **HIELO °C**

$$m_{\text{agua}} = (315 \text{ g}) \cdot (1 \text{ Kg} /1000 \text{ g}) = 0,315 \text{ Kg}$$

$$L_{\text{solidificaciónagua}} = - L_{\text{fhielo}} \quad ; \quad \text{Se trata de procesos inversos.}$$

$$Q = m_{\text{agua}} \cdot (-L_{\text{fhielo}}) = (0,315 \text{ Kg}) \cdot (-2090 \text{ J/Kg}) = - 658,35 \text{ J}$$

En el primer proceso debemos *suministrar calor al hielo* mientras que en el segundo debemos *eliminar calor del agua*, por ello el signo negativo).



38.- Que cantidad de calor desprenden 320 g de vapor de agua al condensarse a 100°C?

Calor latente de vaporización del agua es de 2257,2 J/g.

Resolución:



$$Q = m_{\text{vapor}} \cdot L_{\text{v agua}}$$

$$Q = (320\text{ g}) \cdot (2257,2\text{ J/g}) = 722,3\text{ J}$$

39.- Qué energía desprenden al aire 10 g de vapor de agua que se condensan en una ventana?

Datos: Vapor $L_e = 2257\text{ J/g}$

Sol: 22570 J

Resolución:

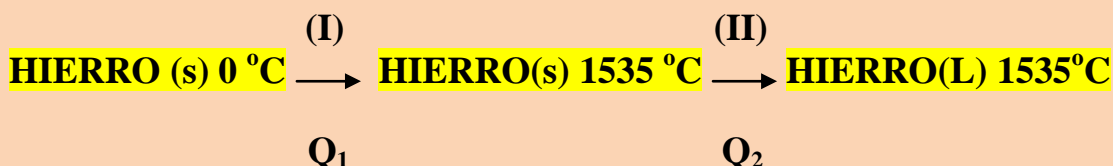
$$Q = m_{\text{vapor}} \cdot L_{\text{v agua}}$$

$$Q = 10\text{ g} \cdot 2257\text{ J/g} = 22570\text{ J}$$

40.- ¿Cuánto calor hay que transferir para fundir una barra de hierro de masa 10 kg que se encuentra a 0 °C?

Datos: Temperatura de fusión del hierro 1535 °C, $L_f = 25.080\text{ J/g}$, $ce = 0.489\text{ J/g}\cdot\text{K}$.

Resolución:



$$Ce = 0,489 \cdot \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{K}} \cdot \frac{1000\text{ g}}{1\text{ Kg}} = 489\text{ J/Kg}\cdot\text{K}$$

Etapa (I):

$$Q_1 = m_{\text{hierro}} \cdot c_{\text{hierro}} \cdot (t_f - t_0)$$

$$Q_1 = (10 \text{ Kg}) \cdot (489 \text{ J/Kg} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot (1535 - 0) ^\circ\text{C} = 7506150 \text{ J}$$

Etapa (II):

$$L_f = 25080 \cdot \frac{\text{J}}{\text{g}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ Kg}} = 25080000 \text{ J/Kg}$$

Temperatura constante → **CAMBIO DE ESTADO**

$$Q_2 = m_{\text{hierro}} \cdot L_{\text{hierro}}$$

$$Q_2 = (10 \text{ Kg}) \cdot (25080000 \text{ J/Kg}) = 2,508 \cdot 10^7 \text{ J}$$

$$Q_t = Q_1 + Q_2$$

$$Q_t = 7506150 \text{ J} + 25080000 = 32586150 \text{ J}$$

41.- Qué cantidad de calor es necesaria para fundir 26 g de hielo a 0°C?. . Y para solidificar 315 g de agua?. (Calor de fusión del hielo es 2090J/Kg).

Resolución:

HIELO °C → **AGUA °C**

$$m_{\text{hielo}} = (26 \text{ g}) \cdot (1 \text{ Kg}/1000 \text{ g}) = 0,026 \text{ Kg}$$

$$Q = m_{\text{hielo}} \cdot L_{\text{hielo}}$$

$$Q = (0,026 \text{ Kg}) \cdot (2090 \text{ J/Kg}) = 54,34 \text{ J}$$

AGUA °C → **HIELO °C**

$$m_{\text{agua}} = (315 \text{ g}) \cdot (1 \text{ Kg} /1000 \text{ g}) = 0,315 \text{ Kg}$$

$L_{\text{solidificación agua}} = -L_{\text{fhielo}}$; Se trata de procesos inversos.

$$Q = m_{\text{agua}} \cdot (-L_{\text{fhielo}}) = (0,315 \text{ Kg}) \cdot (-2090 \text{ J/Kg}) = -658,35 \text{ J}$$

En el primer proceso debemos *suministrar calor al hielo* mientras que en el segundo debemos *eliminar calor del agua*, por ello el signo negativo).

42.- Que cantidad de calor desprenden 320 g de vapor de agua al condensarse a 100°C?

Calor latente de vaporización del agua es de 2257,2 J/g.

Resolución:



$$Q = m_{\text{vapor}} \cdot L_{\text{v agua}}$$

$$Q = 320 \text{ g} \cdot 2257,2 \text{ J/g} = 722,3 \text{ J}$$

43.- Qué energía desprenden al aire 10 g de vapor de agua que se condensan en una ventana?

Datos: Vapor $L_v = 2257 \text{ J/g}$

Resolución:

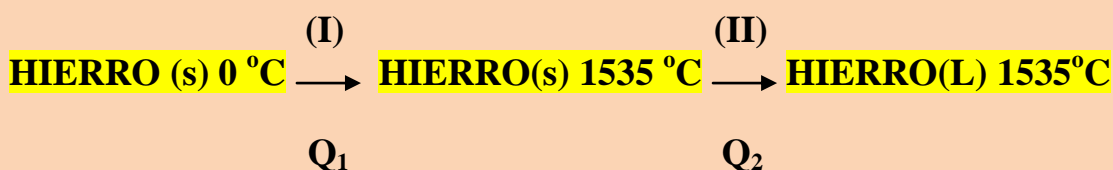
$$Q = m_{\text{vapor}} \cdot L_{\text{v agua}}$$

$$Q = (10 \text{ g}) \cdot (2257 \text{ J/g}) = 22570 \text{ J}$$

44.- ¿Cuánto calor hay que transferir para fundir una barra de hierro de masa 10 kg que se encuentra a 0 °C?

Datos: Temperatura de fusión del hierro 1535 °C, $L_f = 25.080 \text{ J/g}$, $c_e = 0.489 \text{ J/g}\cdot\text{K}$.

Resolución:



$$C_e = 0,489 \cdot \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{K}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ Kg}} = 489 \text{ J/Kg.K}$$

Etapa (I):

$$Q_1 = m_{\text{hierro}} \cdot C_{\text{hierro}} \cdot (t_f - t_o)$$

$$Q_1 = (10 \text{ Kg}) \cdot (489 \text{ J/Kg} \cdot \text{°C}) \cdot (1535 - 0) \text{ °C} = 7506150 \text{ J}$$

Etapa (II):

$$L_f = 25080 \cdot \frac{\text{J}}{\text{g}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ Kg}} = 25080000 \text{ J/Kg}$$

Temperatura constante → **CAMBIO DE ESTADO**

$$Q_2 = m_{\text{hierro}} \cdot L_{\text{hierro}}$$

$$Q_2 = (10 \text{ Kg}) \cdot (25080000 \text{ J/Kg}) = 2,508 \cdot 10^7 \text{ J}$$

$$Q_t = Q_1 + Q_2$$

$$Q_t = 7506150 \text{ J} + 25080000 \text{ J} = 32586150 \text{ J}$$

45.- Ponemos en contacto 1 kg de agua a 60 °C con 200 g de hielo ($L_f = 334,4 \text{ J/g}$; $c_e = 2,13 \text{ J/g} \cdot \text{K}$) a -10 °C . Calcula la temperatura final de la mezcla.

DATO: $C_{e_{\text{agua}}} = 4180 \text{ J/Kg.K}$

Resolución:

$$L_f = 334,4 \text{ J/g} = 334,4 \cdot \frac{\text{J}}{\text{g}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ Kg}} = 334400 \text{ J/Kg}$$

$$C_e = 2,13 \text{ J/g.K} = 2,13 \cdot \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{K}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ Kg}} = 2130 \text{ J/Kg.K}$$

El agua a 60 °C proporcionará el calor para que se produzcan las siguientes etapas:



AGUA tf?

Por P.C.E: $Q_1 + Q_2 = -Q_3$ (1)

$$m_{\text{agua}} = 1 \text{ Kg}$$

$$t_{0\text{agua}} = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_{0\text{hielo}} = -10\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$C_{\text{hielo}} = (200 \text{ g}) \cdot (1 \text{ Kg}/1000 \text{ g}) = 0,2 \text{ Kg}$$

Etapas (I):

$$Q_1 = m_{\text{hielo}} \cdot C_{\text{hielo}} \cdot (t_f - t_0)$$

$$Q_1 = (0,2 \text{ Kg}) \cdot (2130 \text{ J/Kg}\cdot^{\circ}\text{C}) \cdot [0 - (-10)]^{\circ}\text{C} = 4260 \text{ J}$$

Etapas (II):

Temperatura constante \rightarrow CAMBIO DE ESTADO

$$Q_2 = m_{\text{hielo}} \cdot L_f_{\text{agua}}$$

$$Q_2 = (0,2 \text{ Kg}) \cdot (334400 \text{ J/Kg}) = 66880 \text{ J}$$

Q_3 es el calor cedido por el agua para poder realizarse las dos etapas anteriores.

$$Q_3 = m_{\text{agua}} \cdot C_{\text{agua}} \cdot (t_f - t_0)$$

$$Q_3 = (1 \text{ Kg}) \cdot (4180 \text{ J/Kg}\cdot^{\circ}\text{C}) \cdot (t_e - 60)\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Si nos vamos a (1):

$$4260 \text{ J} + 66880 \text{ J} = -4180 (t_e - 60)$$

$$4260 + 66880 \text{ J} = -4180 t_e + 250800$$

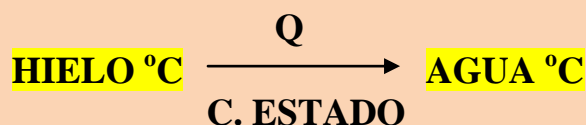
$$-179660 = -4180 t_e ; t_e = -179660 / -4180 = 42,98 ^\circ\text{C}$$

46.- Se quiere fundir 1 kg de hielo a 0 °C echando agua a 60 °C. ¿Qué cantidad de agua se necesita?

Datos: Hielo $L_f = 334.4 \text{ J/g}$.

DATO: $C_{\text{agua}} = 4180 \text{ J/Kg}\cdot\text{K}$

Resolución:



$$Q = m_{\text{hielo}} \cdot L_f$$

$$L_f = 334,4 \text{ J/g} = 334,4 \cdot \frac{\text{J}}{\text{g}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ Kg}} = 334400 \text{ J/Kg}$$

$$Q = (1 \text{ Kg}) \cdot (334400 \text{ J/Kg}) = 334400 \text{ J}$$

Esta es la energía que nos *debe proporcionar el agua*. Como el enunciado no dice nada sobre la temperatura final del agua, deberemos suponer que ésta disminuye su temperatura para ceder el calor y estar en equilibrio con el hielo fundiéndose (0°C, t_{agua}). Como el agua nos proporciona el calor, el valor de este deberá ser negativo.

$$Q = - m_{\text{agua}} \cdot C_{\text{agua}} (t_f - t_o) ; m_{\text{agua}} = m_{\text{hielo}}$$

$$334400 \text{ J} = - m_{\text{agua}} \cdot 4180 \text{ J/Kg}\cdot^\circ\text{C} (0 - 60)^\circ\text{C}$$

$$334400 \text{ J} = 250800 m_{\text{agua}} \cdot \text{J/Kg}$$

$$m_{\text{agua}} = 334400 \text{ J} / 250800 (\text{J/Kg}) = 1,33 \text{ Kg}$$

Problema Propuesto

Un cubito de hielo de 30 g de masa se encuentra a -5 °C. Calcula la energía que hay que comunicar para que se pase al estado líquido.

Datos: Hielo $L_f = 334.4 \text{ J/g}$. $c_e = 2.13 \text{ J/g}\cdot\text{K}$.

Sol: 10351.8 J.

47.- Se echan 4 Kg de hielo a la temperatura de -2°C dentro de un estanque aislado, que contiene 8 kg de agua a 60°C . Explicar lo que pasa y deducir cual será la temperatura final de la mezcla.

DATOS: $C_{\text{hielo}} = 2050 \text{ J/Kg.K}$; $C_{\text{agua}} = 4180 \text{ J/Kg.K}$;
 $L_{\text{agua}} = 334 \cdot 10^3 \text{ J/Kg}$

Resolución:

Al echar el hielo (-2°C) en el recipiente con agua a 60°C , ésta cederá calor al hielo que utilizará para ***aumentar su temperatura.***

El hielo puede sufrir las siguientes etapas:

- Pasar de (-2°C) a (0°C).
- Podrá fundirse y pasar a agua a 0°C
- Esta agua, nacida del hielo puede seguir aumentando su temperatura.

Para que se produzcan todos estos pasos el agua a 60°C cederá la energía necesaria.

Vamos a calcular si el agua a 60°C es capaz de fundir al hielo, es decir, si se pueden realizar las etapas:



Por el P.C.E:

$$Q_1 + Q_2 = -Q$$

La Etapa (II) al mantener la temperatura constante se produce un **CAMBIO DE ESTADO.**

$$m_{\text{hielo}} \cdot C_{\text{hielo}} \cdot (t_f - t_o) + m_{\text{hielo}} \cdot L_{\text{agua}} = m_{\text{agua2}} \cdot C_{\text{agua}} \cdot (t_f - t_o)$$

$$4 \text{ Kg} \cdot 2050 \text{ J/Kg} \cdot [0 - (-2)]^{\circ}\text{C} + 4 \text{ Kg} \cdot 334 \cdot 10^3 \text{ J/Kg} =$$

$$= - 8 \text{ Kg} \cdot 4180 \text{ J/Kg} \cdot (t_f - 60)^{\circ}\text{C}$$

$$16400 \text{ J} + 1336000 \text{ J} = - 33440 \text{ te} \cdot \text{J}/^\circ\text{C} + 2006400 \text{ J}$$

$$-654000 \text{ J} = - 33440 \text{ tf} \cdot \text{J}/^\circ\text{C} ;$$

$$\text{tf} = (- 654000 \text{ J}) / (- 33440 \text{ tf} \cdot \text{J}/^\circ\text{C}) = 19,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

Este resultado nos permite afirmar que el agua a 60°C es capaz de fundir todo el hielo.

A partir de aquí tenemos dos aguas: **agua₁ a 0°C** y **agua₂ a $19,5 \text{ }^\circ\text{C}$** . Se establecerá el equilibrio térmico que nos proporcionará la temperatura final de la mezcla y en definitiva la temperatura final del agua a 60°C iniciales.

Por el P.C.E:

$$Q_{\text{ganadoagua a } 0^\circ\text{C}} = - Q_{\text{cedidoagua a } 19,5 \text{ }^\circ\text{C}}$$

$$4 \text{ Kg} \cdot 4180 \text{ J/Kg} \cdot ^\circ\text{C} (\text{tf} - 0)^\circ\text{C} = 8 \text{ Kg} \cdot 4180 \text{ J/Kg} \cdot ^\circ\text{C} (\text{tf} - 19,5)^\circ\text{C}$$

$$16720 \text{ tf} = - 33440 \text{ tf} + 652080$$

$$16720 \text{ tf} + 33440 \text{ tf} = 652080$$

$$50160 \text{ tf} = 652080 \quad ; \quad \text{tf} = 652080 / 50160 = 13 \text{ }^\circ\text{C}$$

Problema propuesto

En 250 g de agua a $50 \text{ }^\circ\text{C}$ introducimos un trozo de hielo de 2,5 g a la temperatura de $-10 \text{ }^\circ\text{C}$. Hallar la temperatura final del agua. **Sol:**

$48,66 \text{ }^\circ\text{C}$

DATOS: $C_{\text{agua}} = 4180 \text{ J/Kg} \cdot \text{K}$; $C_{\text{hielo}} = 2050 \text{ J /Kg} \cdot \text{K}$

$L_{\text{fagua}} = 334 \cdot 10^3 \text{ J/Kg}$

----- O -----