BIOFÍSICA

10

PROBLEMAS

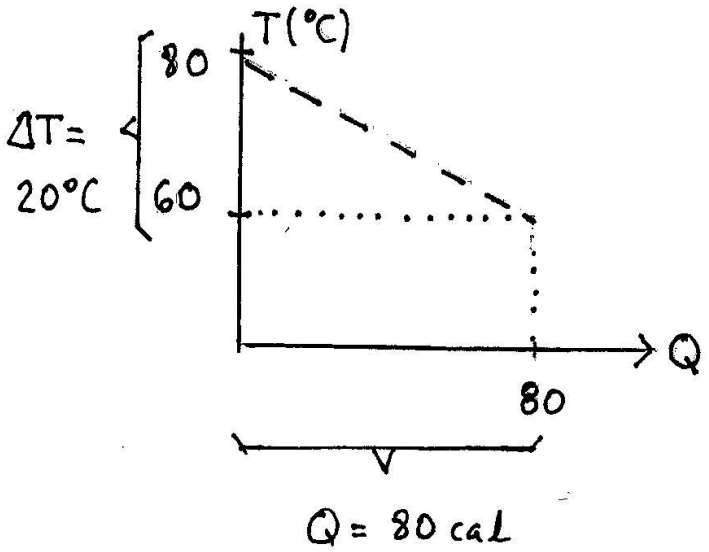
DE

CALORIMETRÍA

VOL. 1.

húsares

DE LA GRÁFICA:



$$C_{e_B} = \frac{Q}{m\,\Delta T} = \frac{80\ cal}{(100\ g)(20°C)}$$

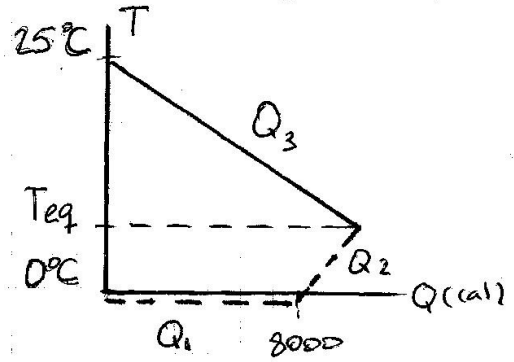
$$C_{e_B} = 0{,}04\ \frac{cal}{g°C}$$ RESPUESTA

PROBLEMA 1 :

En un termo adiabático que contiene 400 g de agua a 25°C se echan 100 g de hielo picado a 0°C.
Si $c_{p,agua}$ = 1 cal/g.°C, $c_{p,Hielo}$ = 0,5 cal/g.°C y $L_{f,Hielo}$ = 80 cal/g, el contenido del termo en el estado de equilibrio térmico será:

a) 75 g de hielo y 425 g de agua líquida, a 0°C
b) 50 g de hielo y 450 g de agua líquida, a 0°C
c) 500 g de agua a 10°C
d) 500 g de agua líquida a 0°C
e) 500 g de agua a 4°C
f) 25 g de hielo y 475 g de agua líquida, a 0°C

TRAZAMOS LA GRÁFICA T VRS Q



Q_1 = CALOR PARA FUNDIR 100g DE HIELO = $100g \cdot \frac{cal}{g}$ = 8000 cal

Q_2 = CALOR PARA CALENTAR 100g DE AGUA LÍQUIDA DESDE 0°C HASTA Teq. = $100g \times 1 \frac{cal}{g°C} \times (T_{eq} - 0)$

Q_3 = CALOR LIBERADO AL ENFRIARSE 400g DE AGUA DESDE 25°C HASTA T_{eq}

$$= 400g \times 1\frac{cal}{g°C} \times (T_{eq} - 25)$$

APLICAMOS LA ECUACIÓN DEL CALORÍMETRO:

$$\sum Q = 0$$

PARA ESTE CASO:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

REMPLAZAMOS:

$$8000\,cal + 100g \times 1\frac{cal}{g°C} \times (T_{eq} - 0)$$

$$+ 400g \times 1\frac{cal}{g°C} (T_{eq} - 25) = 0$$

$$8000\,cal + 100\,T_{eq}\frac{cal}{°C} + 400\,T_{eq}\frac{cal}{°C} - 10.000 = 0$$

$$500\,T_{eq}\frac{cal}{°C} = 2000\,cal$$

$$T_{eq} = 4°C$$

RESPUESTA:

EL ESTADO DE EQUILIBRIO TÉRMICO ES:

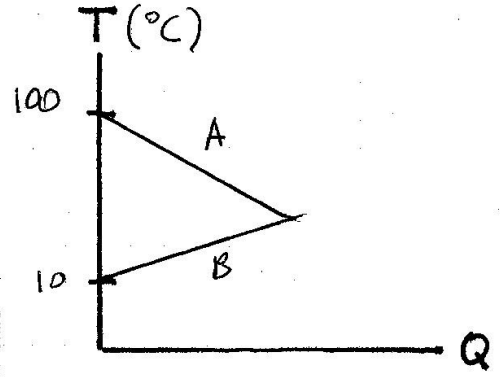
500 g DE AGUA LÍQUIDA A 4°C.

PROBLEMA 2:

En un calorímetro adiabático se mezclan *masas iguales* de dos sustancias distintas A y B. El calor específico de B es 44 veces el de A. La temperatura inicial de A es 100°C y la temperatura inicial de B es 10°C. Suponiendo que no se producen cambios de estado y que las sustancias no reaccionan químicamente, ¿cuánto vale la temperatura final de equilibrio térmico de la mezcla?

☐ 110°C ☐ 91°C ☐ 55°C
☐ 45°C ☐ 19°C ☐ 12°C

TRAZAMOS LA GRÁFICA T VRS Q:



APLICAMOS LA ECUACIÓN DEL CALORÍMETRO:

$$\sum Q = 0$$

O SEA QUE:

$$Q_A + Q_B = 0$$

$$m_A C_{e_A} (T_{eq} - 100) + m_B C_{e_B} (T_{eq} - 10) = 0$$

COMO $m_A = m_B$

Y $Ce_B = 44 Ce_A$

ENTONCES:

$$m_A Ce_A (T_{eq} - 100) + m_A \cdot 44 Ce_A (T_{eq} - 10) = 0$$

DIVIDIMOS AMBOS LADOS POR $m_A Ce_A$:

$$T_{eq} - 100 + 44(T_{eq} - 10) = 0$$

$$45 T_{eq} = 540$$

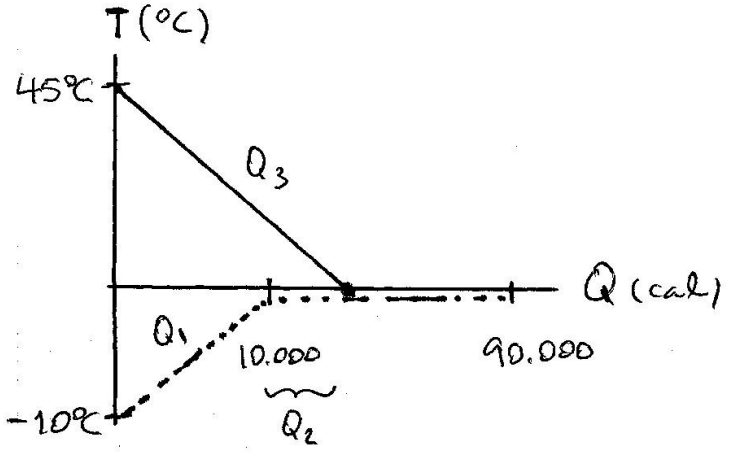
RESPUESTA: $T_{eq} = 12°C$

PROBLEMA 3:

Se mezclan en un calorímetro ideal un litro de agua a 45°C y un kilogramo de hielo a –10°C. ¿Cuál es la opción que corresponde al estado final de equilibrio?
(c_{HIELO} = 0,5 cal/g°C; L_F = 80 cal/g; c_{AGUA} = 1 cal/g°C)

- ☐ 1,56 litros de agua y 0,44 kg de hielo, a 0°C.
- ☐ 2 litros de agua a 0°C
- ☐ 1 kg de hielo y 1 litro de agua a 0°C
- ☐ 1,5 kg de hielo y ½ litro de agua a 0°C
- ☐ 1,5 litros de agua y ½ kg de hielo a 0°C
- ☐ 1 litro de agua a 10°C y 1 kg de hielo a 0°C

TRAZAMOS LA GRÁFICA T VRS Q:



APLICAMOS LA ECUACIÓN DEL CALORÍMETRO:

$$\sum Q = 0$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

Q_1 = CALOR PARA CALENTAR 1000 g DE HIELO DESDE −10°C HASTA 0°C:

$$= 1000\,g \cdot 0{,}5\,\frac{cal}{g°C} \cdot (0+10)°C =$$

$$= 5000\ cal.$$

Q_2 = CALOR PARA FUNDIR "m" GRAMOS DE HIELO = $m(80)$

Q_3 = CALOR LIBERADO AL ENFRIAR 1 LITRO DE AGUA (1000 g) DESDE 45°C HASTA 0°C

$$= 1000\,g\left(1\,\frac{cal}{g°C}\right)(0°C - 45°C)$$

$$= -45{,}000\ cal:$$

ENTONCES:

$$5000 + m(80) - 45000 = 0$$

$$m(80) = 40.000$$

$$m = 500\,g = 0{,}5\,kg$$

RESPUESTA: $T_{eq} = 0°C$

LÍQUIDO = 1 kg + 0,5 = 1,5 kg

HIELO = 1 kg − 0,5 = 0,5 kg

PROBLEMA 4:

15 - 54

Dos cuerpos de la misma masa, uno de material A y otro de material B, que estaban a diferentes temperaturas se ponen en contacto y térmicamente aislados del exterior. Una vez que se alcanzó el equilibrio térmico, la temperatura del cuerpo A aumentó en 10°C y la del B disminuyó en 5°C. Como no hubo cambios de estado, se puede concluir que los correspondientes calores específicos cumplen.

- ☐ $c_B = c_A + 5$
- ☐ $c_B = c_A/5$
- ☐ $c_B = 5c_A$
- ☐ $c_B = c_A$
- ☐ $c_B = 2c_A$
- ☐ $c_B = c_A/2$

Q_A = CALOR ABSORBIDO POR "A"

$= m_A C_A \Delta T_A = m_A C_A (10°C)$

Q_B = CALOR ABSORBIDO POR "B"

$= m_B C_B \Delta T_B = m_B C_B (-5°C)$

APLICAMOS LA ECUACION DEL CALORÍMETRO:

$$\sum Q = 0$$

$$Q_A + Q_B = 0$$

$$m_A C_A \cdot 10 + m_B C_B (-5) = 0$$

$$m_A C_A \cdot 10 = m_B C_B \cdot 5$$

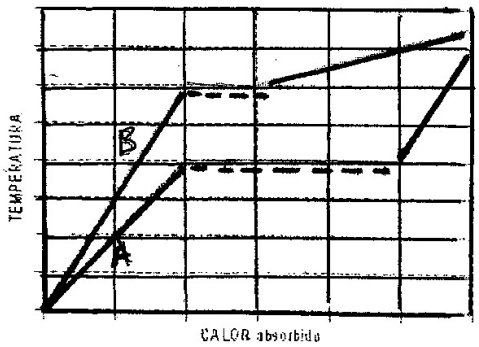
$$\frac{m_A C_A \cdot 10}{m_B \cdot 5} = C_B$$

COMO $m_A = m_B$, SE SIMPLIFICAN:

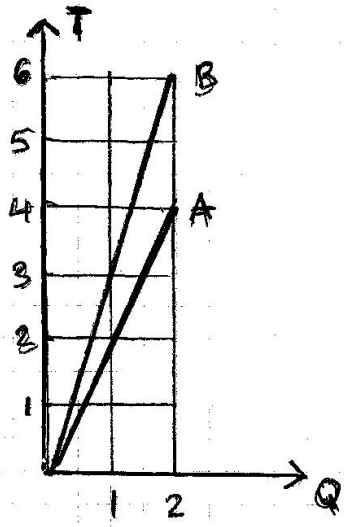
RESPUESTA: $2C_A = C_B$

PROBLEMA 5 :

Masas iguales de dos sustancias A y B inicialmente 0°C y en estado sólido se colocan dentro de dos hornos A medida que reciben calor sus temperaturas varían como se indica en el gráfico. Designaremos con c_A y con c_B a los calores específicos (para el estado sólido con L_A y L_B a los calores latentes de fusión de dicha sustancias. Se puede afirmar que:



- ☐ $c_B = c_A$ $L_B = L_A$
- ☐ $c_B > c_A$ $L_B = L_A$
- ☐ $c_B = c_A$ $L_B > L_A$
- ☐ $c_B > c_A$ $L_B > L_A$
- ☐ $c_B < c_A$ $L_B < L_A$
- ☐ $c_B < c_A$ $L_B > L_A$



PARA COMPARAR DIVIDIMOS Q_B / Q_A

$$\frac{Q_B}{Q_A} = \frac{m_B C_B \Delta T_B}{m_A C_A \Delta T_A}$$

DE LA GRÁFICA :

$$\frac{2}{2} = \frac{m_B C_B (6)}{m_A C_A (4)}$$

COMO LAS MASAS SON IGUALES:

husares

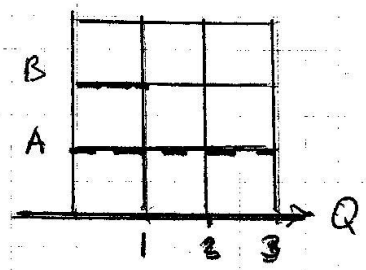
$$1 = \frac{C_B}{C_A} \cdot \frac{6}{4}$$

$$\frac{4}{6} = \frac{C_B}{C_A}$$

$$\frac{2}{3} = \frac{C_B}{C_A}$$

$$\Rightarrow \quad C_B < C_A \quad \text{RESPUESTA.}$$

CALORES LATENTES:



PARA COMPARAR, DIVIDIMOS Q_A / Q_B

$$\frac{Q_A}{Q_B} = \frac{m_A L_A}{m_B L_B}$$

$$\frac{3}{1} = \frac{m_A L_A}{m_B L_B} = \frac{L_A}{L_B}$$

$$\Rightarrow \quad L_B < L_A \quad \text{RESPUESTA.}$$

húsares

PROBLEMA 6:

45 - 59

En un recipiente adiabático que contiene 550 g de agua a 22 °C, se echan 150 g de plomo fundido (líquido) a 327 °C. Puede despreciarse la capacidad calorífica del recipiente. Consulte los datos que necesite en la tabla adjunta y determine:

a.- La temperatura del agua cuando finaliza la solidificación del plomo.

b.- La temperatura de equilibrio del sistema agua-plomo.

Sustancia	Calor esp. del sólido cal/g °C	Calor latente de fusión cal/g	Calor esp. del líquido cal/g °C	Temperatura de fusión °C
Plomo	0,031	5,5	Sin dato	327
Agua	0,5	80	1	0

a) Q_1 = CALOR LIBERADO POR EL PLOMO AL SOLIDIFICARSE:

$$Q_1 = m_{Pb} L_{fus_{Pb}} = -150\,g \times 5{,}5\,\frac{cal}{g} = -825\,cal$$

Q_2 = CALOR ABSORBIDO POR EL AGUA:

$$Q_2 = m_a C_{e_a} (T_f - 22)$$

$$Q_2 = 550\,g \times 1\,\frac{cal}{g\,°C} \times (T_f - 22)$$

APLICAMOS LA ECUACIÓN DEL CALORÍMETRO: $\sum Q = 0$

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

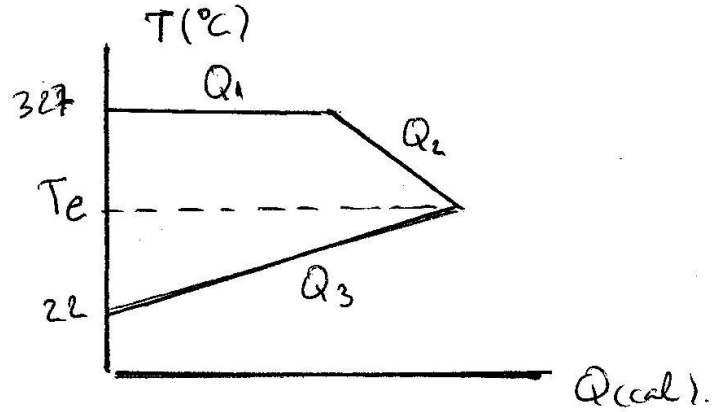
$$-825\ cal + 550\ g \times 1\ \frac{cal}{g°C}\ (T_f - 22) = 0$$

$$-825\ cal + 550\ \frac{cal}{°C}\ T_f - 12.100\ cal = 0$$

$$T_f = \frac{12.100\ cal + 825\ cal}{550\ \frac{cal}{°C}}$$

$T_f = 23{,}5\ °C$ RESPUESTA.

b) TRAZAMOS LA CURVA T VRS Q.



APLICAMOS ECUACIÓN DEL CALORÍMETRO $\sum Q = 0$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$-150\,g \times 5{,}5\,\frac{cal}{g} + 150\,g\,(0{,}031)\,\frac{cal}{g\,°C}\,(T_e - 327)$$

$$+550\,g \times 1\,\frac{cal}{g\,°C}\,(T_e - 22) = 0$$

$$554{,}65\,T_e = 14445{,}55$$

RESPUESTA: $T_e = 26\,°C$

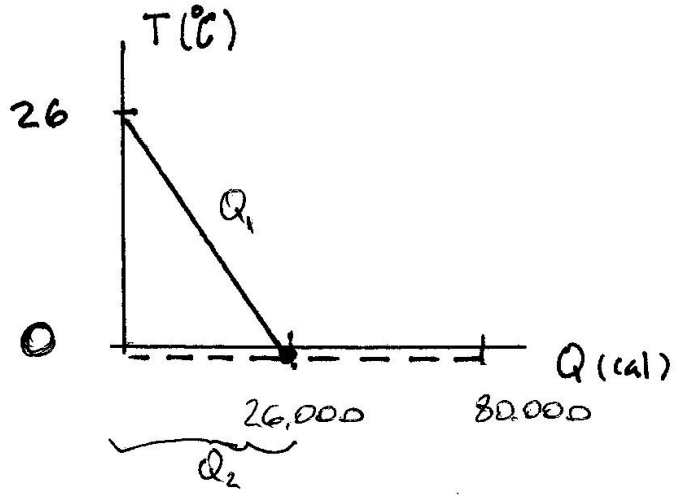
. Se mezclan en un calorímetro ideal un litro de agua a 26 °C con un kilogramo de hielo a 0 °C. ¿Cuál es la opción que corresponde al estado de equilibrio?

- dos litros de agua a 0 °C
- 0,325 litros de agua y 1,675 kg de hielo a 0 °C
- 0,675 litros de agua y 1,325 kg de hielo a 0 °C
- 1,325 litros de agua y 0,675 kg de hielo a 0 °C
- 1,675 litros de agua y 0,325 kg de hielo a 0 °C
- dos litros de agua a 13 °C

PROBLEMA 7:

1 LITRO DE AGUA = 1 kg = 1000 g

TRAZAMOS LA CURVA T VRS Q:



APLICAMOS LA ECUACIÓN DEL CALORÍMETRO: $\sum Q = 0$

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

$$m(80) - 26{,}000 = 0$$

$$m = 26{,}000/80$$

m = 325 g DE HIELO SE DERRITEN.

RESPUESTA: T = 0°C

LIQUIDO = 1 kg + 0,325 kg
= 1,325 kg

HIELO : 1 − 0,325 =
HIELO = 0,675 kg

PROBLEMA 8:

En un recipiente adiabático que contiene 50 gr de hielo en equilibrio con 150 gr de agua líquida, se introduce un calefactor eléctrico de 200 W.
a) si el calefactor permanece encendido durante 1 minuto, ¿a qué temperatura queda la mezcla en el interior del recipiente?
b) ¿qué tiempo debe permanecer encendido para que todo el contenido inicial se convierta íntegramente en vapor?

a)

· CALOR ENTREGADO POR EL CALEFACTOR:

$$Q = (\text{POTENCIA})(\Delta t)$$

$$Q = 200\ W * (60\ seg) = 12.000\ J$$

$$Q = 12.000 \div 4{,}18 = 2871\ cal$$

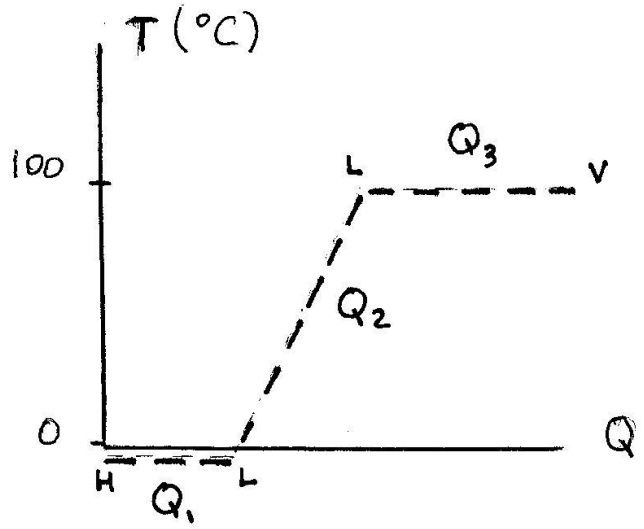
· CALOR NECESARIO PARA FUNDIR 50 g DE HIELO:

$$Q = (50g)(80\ \frac{cal}{g}) = 4000\ cal$$

· EL CALOR ENTREGADO (2871 cal) ES MENOR QUE EL CALOR NECESARIO PARA FUNDIR EL HIELO

(4000 cal) ENTONCES, EL SISTEMA PERMANECERÁ A T = 0°C (RESPUESTA)

b) TRAZAMOS LA GRÁFICA T VRS Q:



Q_1 = CALOR PARA FUNDIR 50 g DE HIELO = $50\,g \times 80\,\frac{cal}{g} = 4000\,cal$

Q_2 = CALOR PARA CALENTAR 200 g DE AGUA DE 0°C HASTA 100°C

$= 200\,g \times 1\,\frac{cal}{g\,°C} \times (100-0)\,°C = 20000\,cal$

Q_3 = CALOR PARA EVAPORAR 200 g DE AGUA = $200\,g \times 540\,\frac{cal}{g} = 108000\,cal$

EL CALOR TOTAL ES:

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_T = 4000 + 20000 + 108.000 \text{ cal}$$

$$Q_T = 132.000 \text{ cal}$$

$$Q_T = 132.000 \times 4{,}18 = 551.760 \text{ Joule}$$

- CALCULAMOS EL TIEMPO:

$$\Delta t = \frac{Q_T}{P_{OT}} = \frac{551.760 \text{ Joule}}{200 \text{ Joule/seg}}$$

$$\Delta t = 2759 \text{ seg}$$

$$\Delta t = 2759 \div 60 = 46 \text{ min}$$ RESPUESTA

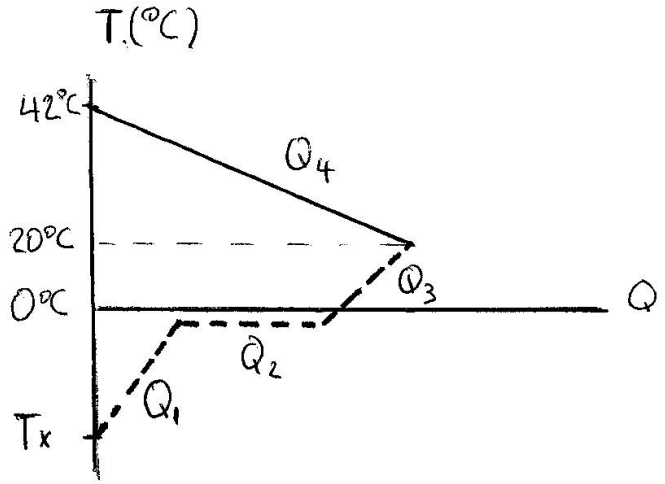
husares

PROBLEMA 9:

En un calorímetro ideal se encuentran 100 gramos de agua a 42 °C. ¿Cuál debe ser aproximadamente la **temperatura** inicial de 20 gramos de hielo, para que al agregarlo al contenido del calorímetro, se alcance **una temperatura** de equilibrio de 20 °C para la mezcla?:

- ☐ **0 °C**
- ☐ -5°C
- ☐ -10 °C
- ☐ -15 °C
- ☐ -20 °C
- ☐ -40 °C

· TRAZAMOS LA GRÁFICA T VRS Q:



· APLICAMOS LA ECUACIÓN DEL CALORÍMETRO: $\sum Q = 0$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 0$$

$$20g \times 0{,}5 \frac{cal}{g} (0 - T_x) + 20g \times 80 \frac{cal}{g}$$

$$+ 20g \times \frac{1\,cal}{g\,°C} (20 - 0)°C + 100g \times \frac{1\,cal}{g\,°C} (20 - 42)°C$$

$$= 0$$

$$-10T_x + 1600 + 400 - 2200 = 0$$

$$-10T_x = 200$$

$$T_x = 200/(-10)$$

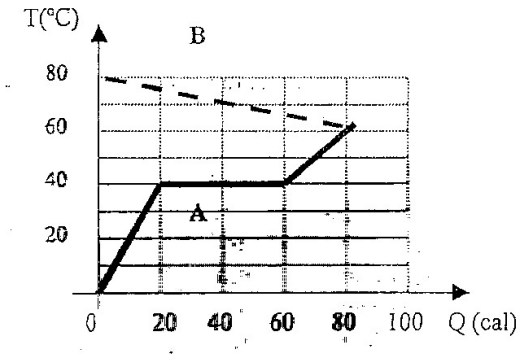
$$T_x = -20°C$$ RESPUESTA.

PROBLEMA 10:

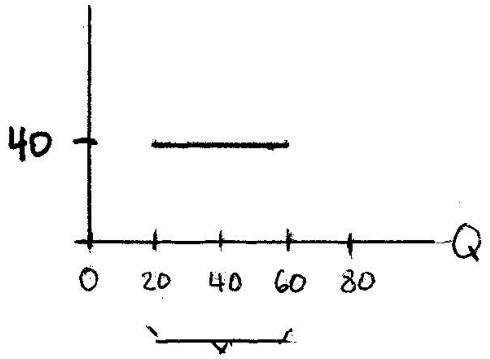
. La figura **representa la evolución de la** temperatura **en función del calor intercambiado** cuando, en un recipiente **adiabático que** contiene un kilogramo de cierto sólido (A), se introducen 100 gramos de un sólido desconocido (B). Si se desprecia el calor intercambiado con el recipiente:

a) ¿Cuál es el calor latente de fusión de A?

b) ¿Cuál es el calor específico de B?



DE LA GRÁFICA:



$Q = 40\,cal$

$$L_{FUS_A} = \frac{Q}{m} = \frac{40\,cal}{1000\,g} = 0{,}04\,cal/g$$ RESPUESTA