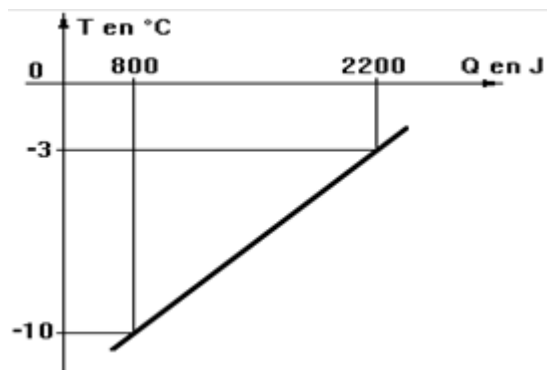


Termodinámica

Ejercicios propuestos

1. En la figura se muestra la gráfica que relaciona la temperatura alcanzada por un trozo de hielo, en función del calor suministrado. Considerando que la gráfica es una recta y que la capacidad térmica específica del hielo es $c = 2260 \text{ [J/(kg}\cdot\Delta\text{K)]}$, determine:

- La masa del trozo de hielo.
- La temperatura inicial del trozo de hielo.
- La cantidad total de calor que se requiere suministrar al trozo de hielo para que se empiece a fundir.



2. Para poder determinar la temperatura que se tiene dentro de una congeladora industrial, se tomaron cuatro trozos de hielo con diferentes masas, y se midió indirectamente la energía en forma de calor proporcionada, hasta que empezara a derretirse cada trozo. Los valores obtenidos se muestran en la tabla. Sabiendo que la capacidad térmica específica del hielo es $c = 2260 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$, determine:

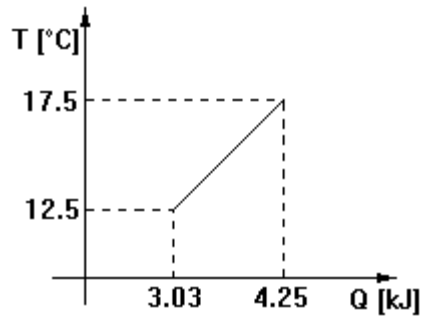
- El modelo matemático que mejor se ajuste a estos datos, considerando la masa como abscisa y la energía como ordenada.
- El significado físico de la pendiente obtenida.
- La temperatura dentro de dicha congeladora, despreciando la ordenada al origen del modelo matemático.

trozo	masa en kg	energía en J
1	0.250	21 800
2	0.390	33 700
3	0.570	49 000
4	1.030	88 500

3. La gráfica muestra el experimento realizado para obtener la relación entre incrementos de temperatura y calor suministrados a 100 g de alcohol. Con base en ello y en la gráfica, determine:

- La capacidad térmica específica del alcohol.
- La temperatura al iniciarse el experimento.

- c) Si se mezcla todo el alcohol estando a 17.5°C con 100 g de agua a 60°C , ¿cuál sería la temperatura de equilibrio de la mezcla?

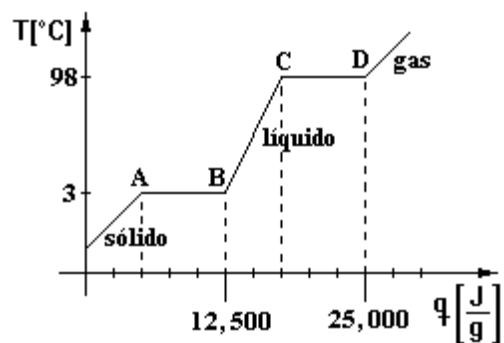


4. En un calorímetro se ponen en contacto 200 [g] de agua a $75\text{ [}^{\circ}\text{C]}$, con algunos balines de cobre a $20\text{ [}^{\circ}\text{C]}$. Los balines tienen un diámetro de 1 [cm] . Con base en ello, determine:
- El número de balines de cobre que se usaron si la temperatura de equilibrio es de 60°C . (Suponga que el calorímetro no intercambia calor con los otros componentes).
 - La energía proporcionada al agua si la temperatura inicial fue de 14°C .
 - Si la energía suministrada al agua fue proporcionada por una fuente de voltaje en la cual la diferencia de potencial $V = 10\text{ [V]}$ y la corriente eléctrica $I = 5\text{ [A]}$, ¿cuál fue el tiempo de funcionamiento de dicha fuente?

Considere: $\rho_{\text{Cu}} = 8\,900\text{ [kg/m}^3\text{]}; c_{\text{agua}} = 4\,186\text{ [J/(kg } \Delta\text{K)}]; c_{\text{Cu}} = 380\text{ [J/(kg } \Delta\text{K)}]$

5. La gráfica muestra la curva de calentamiento de una sustancia, con base en ello, determine:

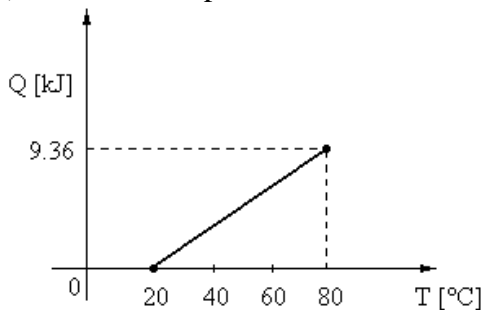
- La capacidad térmica específica de la sustancia (líquido).
- El calor necesario para hacer que 50 [g] de la sustancia pasen del punto C al D.
- ¿Cuánto calor necesita un gramo de la sustancia para pasar de A a D?



6. Se desea calentar cierta cantidad de agua mediante una parrilla eléctrica. El agua está a temperatura ambiente (293 K) y se requiere a 366 K . La parrilla se alimenta a 127 V y demanda 0.5 A de corriente eléctrica. Con base en ello y considerando que $c_{\text{agua}} = 4\,186\text{ [J/(kg}\cdot\Delta^{\circ}\text{C)}]$ y $c_{\text{cobre}} = 390\text{ [J/(kg}\cdot\Delta^{\circ}\text{C)}]$, determine:

- La cantidad de agua calentada si la parrilla eléctrica funciona durante 5 minutos.

- b) La temperatura alcanzada a los 3 minutos.
- c) El agua a 366 [K] se mezcla con balines hechos de cobre a 292 [K] y se alcanza una temperatura de 364 [K], ¿cuánto cobre adicional se necesitaría para que la mezcla disminuyese su temperatura hasta un valor de 323 [K]?
- d) Si se desea lograr un incremento de 20 [K] en la temperatura del sistema anterior, ¿cuántos minutos se debe calentar la mezcla?
7. En experimentos realizados con una muestra de 400 gramos de cobre se obtuvo el modelo gráfico mostrado. En un calorímetro de cobre, con masa de 150 [g] y temperatura inicial 20 [°C], se colocó una masa de plomo, cuya capacidad térmica específica es 130 [J/(kg·Δ°C)], a 80 [°C] de temperatura junto con 90 [mℓ] de aceite a 40 [°C]. Si la temperatura de equilibrio que alcanza el sistema de las tres sustancias es 45 [°C], determine, en el SI:
- a) El modelo matemático que relaciona el calor suministrado (Q) en función de la temperatura (T) de la muestra de cobre.
- b) La capacidad térmica específica del cobre.
- c) La energía que habría que retirarle a la muestra de cobre con temperatura inicial de 20 [°C] para que su temperatura fuese 0 [°C].
- d) La masa de aceite en el calorímetro.
- e) La masa de plomo en el calorímetro.



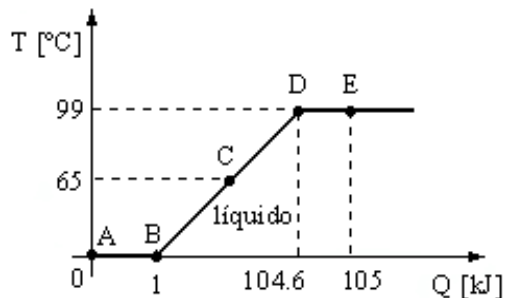
$$\rho_{\text{aceite}} = 600 \text{ [kg/m}^3\text{] ;}$$

$$c_{\text{aceite}} = 2.09325 \text{ [kJ/(kg}\cdot\Delta^{\circ}\text{C)]}$$

8. En un recipiente adiabático de 1500 [cm³] de capacidad, se tiene agua, cuya capacidad térmica específica es 4186 [J/(kg·Δ°C)] y densidad de 999.97 [kg/m³] a una temperatura de 20 [°C]. Después se agregó una cierta cantidad de una sustancia desconocida cuya capacidad térmica específica es 2430 [J/(kg·Δ°C)] a 60 [°C], obteniéndose una temperatura de 30 [°C]. Si la masa total de la mezcla es de 900 [g], calcule:
- a) La masa de la sustancia desconocida que se agregó.
- b) La masa de agua que se tenía en el recipiente.
- c) La capacidad térmica de la sustancia desconocida.
- d) El volumen que ocupa el agua en el recipiente expresado en litros.

e) La cantidad de energía en forma de calor que habría que proporcionarle a la mezcla para lograr un incremento de temperatura de 5 [K].

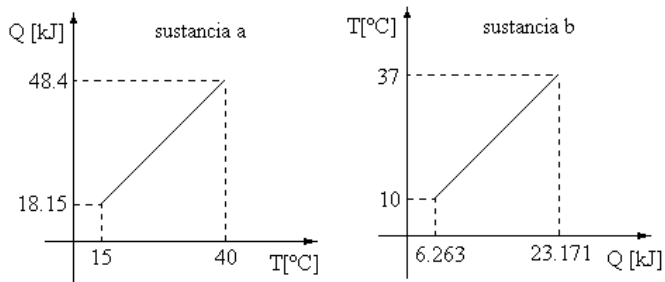
9. En un calorímetro se colocaron 250 [g] de una sustancia. Se le proporcionó energía en forma de calor por medio de un resistor que estaba conectado a una fuente de voltaje de 12 [V]. Se fue midiendo la energía calorífica (Q) proporcionada a la sustancia y la temperatura (T) que tenía y se obtuvo la gráfica que se muestra. Con base en ello, determine:



- La capacidad térmica específica de la sustancia en su fase líquida.
- La cantidad de energía en forma de calor proporcionada a la sustancia para que ésta pasara del punto D al punto E.
- La potencia que disipó el resistor para proporcionar la cantidad de calor del inciso anterior si se sabe que para que la sustancia pasara del punto D al punto E la fuente estuvo operando durante 1 minuto.
- La corriente eléctrica que circuló por el resistor mencionado y su expresión dimensional en el SI.
- Si cuando la sustancia estaba en el punto C se hubiera desconectado la fuente y se hubiera vertido una cantidad de 100 [g] de la misma sustancia a una temperatura de 20 [°C], ¿cuál hubiera sido la temperatura de equilibrio?

10. Las gráficas siguientes muestran la caracterización térmica de dos sustancias a y b respectivamente.

sustancia	a	b
temperatura inicial [°C]	10	40
masa	$(4/3)m_b$	m_b



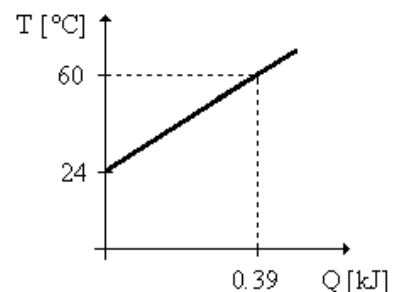
En un recipiente adiabático se mezclan las masas de las dos sustancias, cuyas condiciones iniciales se muestran en la tabla anterior. Una vez mezcladas las dos sustancias y estando en equilibrio térmico se sabe que la masa total de dichas sustancias fue 0.875 [kg]. Determine en el SI:

- Las masas de las sustancias a y b.
- La capacidad térmica de las dos sustancias.
- La capacidad térmica específica de la sustancia a.
- La temperatura de equilibrio.
- La expresión dimensional de la capacidad térmica específica de la sustancia b.

11. En un laboratorio de física se le proporcionó energía en forma de calor (Q) a una muestra cuya masa era 78 [g] desde su temperatura inicial hasta alcanzar 60 [°C], como se muestra en la gráfica. Determine:

- La capacidad térmica específica de la muestra e identifique la sustancia.
- La temperatura inicial de la muestra y su expresión dimensional, ambas en el SI; diga si esta propiedad es intensiva o extensiva, justificando su respuesta.
- El modelo matemático de la gráfica.
- La cantidad total de energía en forma de calor que se le debe suministrar a la masa para lograr en ésta un incremento de 12 [K]. Utilice la capacidad térmica específica experimental de la muestra.
- Si al llegar a 72 [°C] se colocó la muestra en un calorímetro junto con 56 [g] de agua a 18 [°C] ¿cuál fue la temperatura de equilibrio considerando la capacidad térmica específica del calorímetro despreciable y la capacidad térmica específica experimental de la sustancia?

sustancia	capacidad térmica específica [J/(kg·ΔK)]
aluminio	910
cobre	390
hierro	470
mercurio	138
plata	234
agua	4186



12. Un calorímetro cuya capacidad térmica específica es despreciable, contiene 0.09 [litros] de agua cuya capacidad térmica específica es 4 186 [J/(kg·Δ°C)] y su densidad es $\rho = 990$ [kg/m³]. La temperatura inicial del agua es 20 [°C], en el interior del calorímetro se coloca un bloque de un material cuya masa es 100 [g] a una temperatura de 85 [°C]. Si el sistema (agua - material) alcanza el equilibrio térmico a los 25 [°C] y se sabe que 1 [cal] = 4.186 [J], determine en unidades del SI:

- La energía en forma de calor transferida al agua, es decir, la que recibió.

- b) La energía cedida por el material.
- c) La capacidad térmica específica del material.
- d) La cantidad de energía en forma de calor que habría que transferirle al sistema, después de haber alcanzado el equilibrio térmico, para que aumente su temperatura en 2.5 [K].
- e) El tiempo que tendría que calentarse el sistema anterior si la energía de inciso anterior la proporciona una fuente de 100 [W].

Respuestas de los ejercicios propuestos

1. a) $m = 88.5 \text{ [g]}$
b) $T_i = - 14 \text{ [}^\circ\text{C]}$
c) $Q = 2\,800 \text{ [J]}$

2. a) $Q \text{ [J]} = 85\,543.35 \text{ [J/kg]} m \text{ [kg]} + 345.72 \text{ [J]}$
b) $m = (\Delta T) c$
c) $T = - 37.85 \text{ [}^\circ\text{C]}$

3. a) $c = 2\,440 \text{ [J/(kg}\cdot\Delta^\circ\text{C)]}$
b) $T = 0.082 \text{ [}^\circ\text{C]}$
c) $T_f = 45.35 \text{ [}^\circ\text{C]}$

4. a) 177 balines
b) $Q = 51.069 \text{ [kJ]}$
c) $t = 17.02 \text{ [min]}$

5. a) $c = 52.631 \text{ [J/(g}\cdot\Delta^\circ\text{C)]}$
b) $Q = 375\,000 \text{ [J]}$
c) $Q = 20\,000 \text{ [J]}$

6. a) $m = 0.0623 \text{ [kg]}$
b) $T = 336.83 \text{ [K]}$
c) $m_{\text{adic}} = 0.909 \text{ [kg]}$
d) $t = 3.268 \text{ [min]}$

7. a) $Q \text{ [J]} = 156 \text{ [J/}^\circ\text{C]} T \text{ [}^\circ\text{C]} - 3\,120 \text{ [J]}$
b) $c = 390 \text{ [J/(kg}\cdot\Delta^\circ\text{C)]}$
c) $Q = - 3\,120 \text{ [J]}$
d) $m_a = 0.054 \text{ [kg]}$
e) $m_p = 0.4456 \text{ [kg]}$

8. a) $m_s = 0.3283 \text{ [kg]}$
b) $m_a = 0.5717 \text{ [kg]}$
c) $C_s = 797.77 \text{ [J/}^\circ\text{C]}$
d) $V_a = 0.5717 \text{ [}\ell\text{]}$
e) $Q = 15.955 \text{ [kJ]}$

9. a) $c_s = 4\,185.86 \text{ [J/(kg}\cdot\Delta^\circ\text{C)]}$
b) $Q = 400 \text{ [J]}$
c) $P = 6.6667 \text{ [W]}$
d) $I = 0.5556 \text{ [A]}; [I] = I$
e) $T_{\text{eq}} = 52.1429 \text{ [}^\circ\text{C]}$

10. a) $m_a = 0.5 \text{ [kg]}$; $m_b = 0.375 \text{ [kg]}$
b) $C_a = 1\,210 \text{ [J/K]}$; $C_b = 626.22 \text{ [J/K]}$
c) $c_a = 2\,420 \text{ [J/(kg}\cdot\Delta\text{K)]}$
d) $T_{\text{eq}} = 293.23 \text{ [K]}$
e) $[c_b] = \text{L}^2 \text{ T}^{-2} \Theta^{-1}$
11. a) $c_s = 138.8889 \text{ [J/(kg}\cdot\Delta\text{C)]}$; mercurio
b) $T_i = 297 \text{ [K]}$; $\dim(T_i) = \Theta$; propiedad intensiva
c) $T \text{ [}^\circ\text{C]} = 0.0923 \text{ [}^\circ\text{C/J]} Q \text{ [J]} + 24 \text{ [}^\circ\text{C]}$
d) $Q = 130 \text{ [J]}$
e) $T = 20.3853 \text{ [}^\circ\text{C]}$
12. a) $Q_a = 1864.863 \text{ [J]}$
b) $Q_m = -1864.863 \text{ [J]}$
c) $c_m = 310.8105 \text{ [J/(kg}\cdot\Delta\text{K)]}$
d) $Q_s = 1010.1341 \text{ [J]}$
e) $\Delta t = 10.1013 \text{ [s]}$