

1. Contesta:

- a) ¿Cuántos grados centígrados hay entre el punto de fusión del agua y el punto de ebullición del agua?
- b) ¿Cuántos kelvin hay entre esos dos puntos?
 - a) La diferencia de temperatura entre los puntos de fusión (0 °C) y ebullición (100 °C) del agua es 100 °C.
 - b) La diferencia de temperatura entre los puntos de fusión (273 K) y ebullición (373 K) del agua es 100 K.

2. Calentamos una cierta cantidad de agua de forma que su temperatura aumenta 10 °C.

- a) ¿Tendremos que aplicar más o menos calor para que su temperatura aumente 10 K?
- b) ¿Y para que aumente 10 °F?
 - a) La variación de un grado centígrado equivale a la variación de un kelvin; por tanto, tendremos que aplicar el mismo calor.
 - b) La variación de un grado centígrado equivale a la variación de 1,8 °F. El aumento de 10 °F equivale al aumento de 5,6 °C: tendremos que aplicar menos calor en este caso.

3. Encuentra un valor de la temperatura medida en la escala centígrada que coincida con el mismo valor de la temperatura medida en la escala Fahrenheit. ¿Podrás encontrar un valor de temperatura que coincida tanto si se mide en escala centígrada como si se mide en escala absoluta?

Centígrada y Fahrenheit: partimos de la relación matemática que existe entre las dos escalas:

$$\frac{t(^{\circ}\text{F}) - 32}{180} = \frac{t(^{\circ}\text{C})}{100}$$

Planteamos y resolvemos la ecuación

$$\frac{x - 32}{180} = \frac{x}{100} \rightarrow x = -40$$

El valor de temperatura en el que coinciden ambas escalas es de -40 grados.

Centígrada y absoluta: partimos de la relación matemática que existe entre las dos escalas:

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

Planteamos la ecuación:

$$x = x + 273$$

No tiene solución. No hay ningún valor de temperatura coincidente en las dos escalas.

4. ¿Existe algún límite para el valor más alto de temperatura que se puede alcanzar? ¿Y para el valor más bajo?

Según la teoría cinética, la temperatura de un cuerpo es más alta cuando sus partículas se mueven con mayor rapidez y disminuye cuando se mueven más despacio.

No existe límite superior para valores de temperatura. Teóricamente, el límite superior de temperatura se alcanzaría cuando la velocidad media de las partículas que forman la materia llegase a la velocidad de la luz en el vacío.

Sí existe límite inferior: llegará un momento en que las partículas no se mueven, entonces la temperatura no puede bajar más. Este punto se conoce como cero absoluto; es la temperatura más baja posible.

5. ¿De qué depende la energía interna que tiene un cuerpo?

La energía interna de un cuerpo es la suma de las energías cinética y potencial de cada una de las partículas que lo forman. Por tanto, dependerá de: la **cantidad** de materia (número de partículas), del **tipo** de sustancia (fuerzas entre las partículas) y de la **temperatura** (velocidad con que se mueven las partículas).

6. ¿Qué relación existe entre la temperatura y el movimiento de las partículas de los cuerpos?

La temperatura está relacionada con el movimiento de las partículas que forman un cuerpo. Es una medida de la energía cinética media de las partículas; por tanto, será mayor cuanto mayor sea la velocidad con que se mueven.

7. Calcula la cantidad de calor que se necesita para aumentar 30 °C la temperatura de una botella con 2 L de agua (2 kg).

La variación de 30 °C equivale a una variación de 30 K:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t = 2 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot 30 \text{ K} = 250\,800 \text{ J}$$

8. En la experiencia descrita en esta página introducimos un cilindro de 50 g de cobre y la temperatura de equilibrio es 23,4 °C. Calcula c_e para el cobre.

Dentro del calorímetro se produce la transferencia de calor entre el cobre y el agua hasta que se llega al equilibrio térmico:

$$Q_{\text{agua}} + Q_{\text{Cu}} = 0 \rightarrow (m \cdot c_e \cdot \Delta t)_{\text{agua}} + (m \cdot c_e \cdot \Delta t)_{\text{Cu}} = 0$$

Sustituimos los datos y despejamos el calor específico del cobre:

$$0,1 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot (23,4 - 20) ^\circ\text{C} + 0,05 \text{ kg} \cdot c_e \cdot (20 - 100) ^\circ\text{C} = 0 \rightarrow c_e = 355 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$$

9. ●● Calcula el calor necesario para vaporizar 2 L de agua líquida a 100 °C.

El valor de la densidad del agua es 1 kg/L:

$$Q = m \cdot L_v = 2 \text{ kg} \cdot 2248,8 \text{ kJ/kg} = 4497,6 \text{ kJ} = 4\,497\,600 \text{ J}$$

10. ● ¿Qué cantidad de calor tienen que perder 5 kg de agua líquida a 0 °C para que se congelen?

$$Q = m \cdot L_f = 5 \text{ kg} \cdot 334,4 \text{ kJ/kg} = 1672 \text{ kJ} = 1\,672\,000 \text{ J}$$

11. ● ¿Qué cantidad de hielo a 0 °C podremos derretir si disponemos de 100 kJ?

$$Q = m \cdot L_f \rightarrow m = \frac{Q}{L_f} = \frac{100 \text{ kJ}}{334,4 \text{ kJ/kg}} = 0,3 \text{ kg}$$

12. ●● Explica si es igual de grave que se derrame sobre ti agua a 100 °C o que te alcance un chorro de vapor de agua a 100 °C.

Aunque las dos sustancias se encuentren a la misma temperatura, las partículas de un gas contienen mayor cantidad de energía, recibida durante la vaporización. Lo que significa que el vapor almacena más energía y, como consecuencia, puede transmitir mayor energía calorífica que el agua líquida. No obstante, las partículas gaseosas están más dispersas. Es por eso que son más peligrosas las quemaduras que provoca el agua líquida.

13. ● ¿Qué cantidad de calor hace falta para que fundan 20 g de hielo que se encuentran a -15 °C?

La cantidad total de calor será la suma del calor necesario para elevar la temperatura del hielo a 0 °C (Q_1) y el necesario para fundirlo (Q_2).

$$Q_T = Q_1 + Q_2$$

$$\bullet Q_1 = m \cdot c_e \cdot \Delta t = 0,02 \text{ kg} \cdot 2090 \text{ J/(kg} \cdot \text{°C)} \cdot (0 + 15) \text{ °C} = 627 \text{ J}$$

$$\bullet Q_2 = m \cdot L_f = 0,02 \text{ kg} \cdot 334\,400 \text{ J/kg} = 6688 \text{ J}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 = 627 \text{ J} + 6688 \text{ J} = 7315 \text{ J}$$

14. ●● ¿Cuál será la temperatura final si se mezclan 200 g de hielo a -10 °C o, 0,5 kg de agua a 40 °C?

Calculamos el calor que necesita absorber el hielo para elevar su temperatura y fundirse. Queda agua líquida a 0 °C:

$$Q_T = Q_1 + Q_2$$

$$\bullet Q_1 = m \cdot c_e \cdot \Delta t = 0,2 \text{ kg} \cdot 2090 \text{ J/(kg} \cdot \text{°C)} \cdot (0 + 10) \text{ °C} = 418 \text{ J}$$

$$\bullet Q_2 = m \cdot L_f = 0,2 \text{ kg} \cdot 334\,400 \text{ J/kg} = 66\,880 \text{ J}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 = 418 \text{ J} + 66\,880 \text{ J} = 67\,298 \text{ J}$$

Calculamos el calor que desprendería el agua si se enfriara hasta $0\text{ }^{\circ}\text{C}$:

$$Q = m \cdot c_e \cdot \Delta t = 0,5 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot (0 - 40) \text{ K} \rightarrow \\ \rightarrow Q = -83\,600 \text{ J}$$

El agua desprende más cantidad de calor de la que el hielo necesita; por ello no se enfriará hasta $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Calculamos, por tanto, la temperatura que alcanzará cuando haya desprendido el calor que el hielo necesita:

$$Q = m \cdot c_e \cdot \Delta t \rightarrow \\ \rightarrow -67\,298 \text{ J} = 0,5 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}) \cdot (t_f - 40\text{ }^{\circ}\text{C}) \rightarrow t_f = 7,8\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Para calcular la temperatura final establecemos la ecuación de equilibrio térmico que se producirá entre el agua a $7,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ y el agua a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$:

$$0,2 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}) \cdot (t_f - 0\text{ }^{\circ}\text{C}) + \\ + 0,5 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}) \cdot (t_f - 7,8\text{ }^{\circ}\text{C}) = 0 \rightarrow t_f = 5,6\text{ }^{\circ}\text{C}$$

15.

¿Qué cantidad de hielo fundirá si se mezclan 1 kg de hielo a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 1 kg de agua a $80\text{ }^{\circ}\text{C}$?

Calculamos el calor que necesita absorber el hielo para elevar su temperatura y fundirse:

$$Q_T = Q_1 + Q_2$$

- $Q_1 = m \cdot c_e \cdot \Delta t = 1 \text{ kg} \cdot 2090 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}) \cdot (0 + 10)\text{ }^{\circ}\text{C} = 20\,900 \text{ J}$
- $Q_2 = m \cdot L_f = 1 \text{ kg} \cdot 334\,400 \text{ J}/\text{kg} = 334\,400 \text{ J}$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 = 20\,900 \text{ J} + 334\,400 \text{ J} = -355\,300 \text{ J}$$

Calculamos el calor que desprendería el agua si se enfriara hasta $0\text{ }^{\circ}\text{C}$:

$$Q = m \cdot c_e \cdot \Delta t = 1 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}) \cdot (0 - 80)\text{ }^{\circ}\text{C} = -334\,400 \text{ J}$$

Esta cantidad de energía no es suficiente para fundir toda la masa de hielo.

Calculamos qué masa se funde con el calor que desprende el agua al enfriarse hasta $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Para elevar la temperatura del hielo hasta el punto de fusión se utilizan $20\,900 \text{ J}$; el resto del calor ($313\,500 \text{ J}$) se emplea para el cambio de estado.

$$Q = m \cdot L_f \rightarrow m = \frac{Q}{L_f} = \frac{313\,500 \text{ J}}{334\,400 \text{ J}/\text{kg}} = 0,94 \text{ kg}$$

16. Si mezclamos 10 kg de hielo a $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 10 kg de agua a $5\text{ }^{\circ}\text{C}$, ¿cuál será el resultado de la mezcla?

El calor que necesita el hielo para elevar su temperatura a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ es:

$$Q = m \cdot c_e \cdot \Delta t = 10\text{ kg} \cdot 2090\text{ J}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}) \cdot (0 + 5)^{\circ}\text{C} = 104\,500\text{ J}$$

El calor que desprende el agua será el doble, al ser el doble el calor específico, la misma masa y la misma variación de temperatura:

$$Q = -209\,000\text{ J}$$

De esta cantidad, el hielo gasta 104 500 J en elevar su temperatura, y el resto, en fundirse. Calculamos la masa de hielo que se funde:

$$Q = m \cdot L_f \rightarrow m = \frac{Q}{L_f} = \frac{104\,500\text{ J}}{334\,400\text{ J}/\text{kg}} = 0,3\text{ kg}$$

El resultado será, por tanto, una mezcla de 10,3 kg de agua y 9,7 kg de hielo a una temperatura de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

17. ¿Qué tamaño tendrá una vara de aluminio de 5 m de longitud y 2 kg de masa si su temperatura aumenta $50\text{ }^{\circ}\text{C}$? ¿Cuánto calor se le comunica?

La longitud de la vara de aluminio dilatada será:

$$l = l_0 \cdot (1 + \Delta t \cdot \alpha) = 5\text{ m} \cdot (1 + 50^{\circ}\text{C} \cdot 2,4 \cdot 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}) = 5,006\text{ m}$$

El calor que se le comunica lo calculamos en función de la masa:

$$Q = m \cdot c_e \cdot \Delta t = 2\text{ kg} \cdot 878\text{ J}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}) \cdot 50^{\circ}\text{C} = 87\,800\text{ J}$$

18. En los inviernos de Zamora se pueden alcanzar temperaturas de $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$; y en verano, de $42\text{ }^{\circ}\text{C}$. ¿Cuál es la máxima variación de longitud que podrían experimentar los raíles de la vía si miden 15 m de longitud y son de hierro?

La máxima variación de longitud la experimentarán con la diferencia de temperaturas entre el invierno y el verano de Zamora:

$$t_{\text{ver.}} - t_{\text{inv.}} = 42^{\circ}\text{C} - (-12^{\circ}\text{C}) = 54^{\circ}\text{C}$$

$$l = l_0 \cdot (1 + \Delta t \cdot \alpha) =$$

$$= 15\text{ m} \cdot (1 + 54^{\circ}\text{C} \cdot 1,2 \cdot 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}) = 15,009\,72\text{ m}$$

19. Explica por qué no se deben meter en el congelador botellas de agua completamente llenas. ¿Qué puede pasar?

El agua tiene un comportamiento anómalo en cuanto a su dilatación.

El volumen aumenta al disminuir la temperatura de 4 a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Esta circunstancia puede suponer que estalle una botella si la metemos completamente llena de agua en el congelador debido a la dilatación que experimenta el agua líquida.

- 20.** Imagina que estás cocinando y necesitas coger una cuchara de madera o una de metal. Ambas están en el mismo cajón y, teóricamente, a la misma temperatura. Sin embargo, cuando tocas la de metal, parece más fría. ¿Podrías explicarlo?

Los metales conducen mejor el calor que la madera. Por esta razón, al tocar un metal hacemos que pase el calor de nuestro cuerpo al metal, dándonos la sensación de frío.

- 21.** Si vas a la nieve, o vives en una zona muy fría, es probable que utilices plumíferos. Estas prendas tienen entre la capa interior y la exterior una espuma muy hueca. ¿Puedes imaginar por qué?

El aire es mal conductor del calor. La espuma muy hueca entre la capa interior y la exterior de plumífero actúa como aislante térmico, logrando así mantener la temperatura corporal.

- 22.** Las personas que viven en el desierto se protegen del calor envolviéndose en ropa de lana. También ponemos mantas de lana en nuestras camas cuando hace mucho frío. ¿Por qué la lana produce efectos aparentemente opuestos?

La lana es un aislante que impide el intercambio de calor. En el caso de las personas que viven en el desierto no deja que pase el calor desde el exterior hacia su cuerpo. En el caso de la manta de nuestra cama impide que pase el calor desde nuestro cuerpo hacia el exterior.

- 23.** Explica el viejo refrán que dice: «Lo que quita el calor, también quita el frío».

Un material aislante impide que se intercambie calor entre dos cuerpos que están a distinta temperatura. *Quitar el calor* supone aislar el cuerpo de un ambiente con temperatura más alta. *Quitar el frío* significa aislar el cuerpo de un ambiente con temperatura más baja. La misma prenda sirve, por tanto, para ambas situaciones.

- 24.** Explica por qué se suelen colocar los radiadores de calefacción debajo de las ventanas.

El aire cerca del vidrio de las ventanas se encuentra a menor temperatura. El aire en contacto con el radiador asciende. Así apantalla el aire frío de la ventana. Además, se favorecen las corrientes de convección distribuyendo el aire caliente por toda la habitación.

25. ●● **¿Por qué la temperatura de las estrellas puede llegar a millones de grados y, sin embargo, existe un límite inferior de temperaturas y no se pueden obtener temperaturas por debajo de 0 K o $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$?**

Según la teoría cinética, la temperatura de un cuerpo es una medida de la energía cinética media de las partículas que lo forman, por lo que existe un límite inferior: cuando las partículas no se muevan. La escala Kelvin de temperatura establece el cero en este punto, que se conoce como cero absoluto, es la temperatura más baja que existe y equivale a $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

26. ●● **La energía interna de un cuerpo depende de:**

- a) La cantidad de materia. c) El volumen.
b) El estado físico del cuerpo. d) La temperatura.

La energía interna de un cuerpo depende de:

- a) La cantidad de materia. d) La temperatura.
b) El estado físico del cuerpo.

27. ● **Razona si las frases relativas a un vaso con agua están expresadas correctamente.**

- a) Contiene mucho calor. c) Tiene mucha energía.
b) Se encuentra a temperatura elevada. d) Está muy fría.

- a) Incorrecta. El calor es una energía en tránsito; no tiene sentido decir que un cuerpo contiene o tiene calor.
b) Correcta. La temperatura es una medida de la energía cinética media de las partículas de agua.
c) Correcta. La energía interna de un cuerpo es la suma de las energías cinética y potencial de cada una de las partículas que lo forman.
d) Incorrecta. Es más correcto decir que se encuentra a una temperatura baja.

28. ● **Indica los apartados que corresponden a la temperatura y los que corresponden al calor.**

- a) La unidad en el SI es el julio. e) Se mide con un calorímetro.
b) Se mide con un termómetro. f) No depende de la masa.
c) Depende de la masa. g) Se expresa en grados.
d) Es una forma de energía. h) Es una medida de la energía interna.

- a) Calor. c) Calor. e) Calor. g) Temperatura.
b) Temperatura. d) Calor. f) Temperatura. h) Temperatura.

- 29.** Si tocamos un trozo de mármol y otro de madera que se encuentran a la misma temperatura nos parecerá que la madera está a mayor temperatura que el mármol.
- Explica esta sensación aparente.
 - ¿Cómo se podría demostrar si la sensación coincide con la realidad?
 - El mármol conduce mejor el calor que la madera, al tocarlo le cedemos calor más rápido de nuestro cuerpo, que se encuentra generalmente a mayor temperatura, dándonos la sensación de frío.
 - Para comprobar si los dos objetos están a la misma temperatura hay que medirla de forma objetiva con el termómetro.

- 30.** Al mezclar un litro de agua a 20 °C con dos litros de agua a 60 °C, podemos deducir que la temperatura final de equilibrio será:
- 60 °C.
 - 40 °C.
 - Entre 20 y 60 °C.
 - Próxima a 20 °C.

Al ser la misma sustancia, la variación de la temperatura será menor en la que se encuentre en mayor cantidad. La temperatura de equilibrio estará, seguro, entre 20 y 60 °C, y más próxima a 60 °C.

- 31.** Señala en qué fenómeno se basa la construcción de un termómetro de alcohol:
- Variación de resistencia eléctrica de un conductor.
 - Variación de longitud de un metal.
 - Variación del volumen de un líquido.
 - Variación de la presión de un gas a volumen constante.

c) Variación del volumen de un líquido.

- 32.** Expresa en kelvin las temperaturas:
- 24 °C.
 - 10 °C.
 - 72 °F.
 - 460 °F.

Relación entre las escalas:

$$T(K) = t(^{\circ}\text{C}) + 273 \qquad t(^{\circ}\text{C}) = \frac{5 \cdot [t(^{\circ}\text{F}) - 32]}{9}$$

- $T(K) = 24 + 273 = 297 \text{ K}$
- $T(K) = -10 + 273 = 263 \text{ K}$
- $t(^{\circ}\text{C}) = \frac{5 \cdot (72 - 32)}{9} = 22,22 \text{ }^{\circ}\text{C}$
 $T(K) = 22,22 + 273 = 295,22 \text{ K}$

Transferencia de energía: calor

$$d) t(^{\circ}\text{C}) = \frac{5 \cdot (-460 - 32)}{9} = -273^{\circ}\text{C}$$

$$T(\text{K}) = -273 + 273 = 0 \text{ K}$$

- 33.** Completa el cuadro y expresa las diferencias de temperatura en la escala $^{\circ}\text{C}$ y en K.

T_{inicial}		T_{final}		$T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}}$	
$^{\circ}\text{C}$	K	$^{\circ}\text{C}$	K	$^{\circ}\text{C}$	K
100	373	20	293	-80	-80
0	273	27	300	27	27
27	300	30	303	3	3
-30	243	200	473	230	230

- 34.** Escribe ordenadamente, de menor a mayor, las siguientes temperaturas:

- a) 100°C .
- b) 350 K .
- c) 200°F .

Para ordenar las temperaturas las expresamos todas en $^{\circ}\text{C}$.

a) 100°C

b) $T(^{\circ}\text{C}) = 350 - 273 = 77^{\circ}\text{C}$

c) $t(^{\circ}\text{C}) = \frac{5 \cdot (200 - 32)}{9} = 93,3^{\circ}\text{C}$

De menor a mayor $350 \text{ K} < 200^{\circ}\text{F} < 100^{\circ}\text{C}$.

- 35.** La cantidad de calor que es necesario comunicar a un líquido para conseguir un incremento de temperatura en él es directamente proporcional a:

- a) La masa del líquido.
- b) El volumen del líquido.
- c) Su naturaleza.
- d) La densidad.
- e) La variación de temperatura experimentada.

a) La masa del líquido.

c) Su naturaleza.

e) La variación de temperatura experimentada.

36. Razona la veracidad de las frases:



- a) El calor específico sirve para identificar a las sustancias puras.
- b) Masas iguales de sustancias diferentes adquieren la misma cantidad de calor para un mismo aumento de temperatura.
- c) El cuerpo que está a más temperatura cede calor al que está a menos temperatura, hasta que alcanzan la misma temperatura.
- d) La cantidad de calor absorbida por el cuerpo caliente ha de ser igual a la cedida por el cuerpo frío.

- a) Verdadera. El valor del calor específico depende de la naturaleza de la sustancia. Es una propiedad característica.
- b) Falso. El aumento de la temperatura dependerá del calor específico de las sustancias, que es diferente en general.
- c) Verdadero. El calor es una energía en tránsito entre cuerpos que se encuentran a distinta temperatura, hasta que se igualan.
- d) Falso. La cantidad de calor es absorbida por el cuerpo que se encuentra a menor temperatura y cedida por el que se encuentra a mayor temperatura.

37.



En un calorímetro que contiene 150 g de agua a 20 °C se introduce rápidamente un cilindro de aluminio de 50 g que se encuentra a 100 °C y se cierra de forma hermética. ¿Cuál será la temperatura del agua una vez que el sistema haya alcanzado el equilibrio?

Datos: calor específico del aluminio = 878 J/(kg · K). calor específico del agua = 4180 J/(kg · K); equivalente en agua del calorímetro = 15 g.

El aluminio se enfría (cede calor) y el agua del calorímetro se calienta (absorbe calor). El calor absorbido más el calor cedido es igual a 0:

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{cedido}} + Q_{\text{absorbido}} &= 0 \rightarrow m_{\text{Al}} \cdot c_{\text{e Al}} \cdot (T_{\text{eq}} - T_{1 \text{ Al}}) + \\
 + m_{\text{agua}} \cdot c_{\text{e agua}} \cdot (T_{\text{eq}} - T_{1 \text{ agua}}) + m_{\text{eq. cal}} \cdot c_{\text{e agua}} \cdot (T_{\text{eq}} - T_{1 \text{ agua}}) &= 0 \rightarrow \\
 \rightarrow m_{\text{Al}} \cdot c_{\text{e Al}} \cdot (T_{\text{eq}} - T_{1 \text{ Al}}) + (m_{\text{agua}} + m_{\text{eq. cal}}) \cdot c_{\text{e agua}} \cdot (T_{\text{eq}} - T_{1 \text{ agua}}) &= 0 \rightarrow \\
 \rightarrow 0,050 \text{ kg} \cdot 878 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot (T_{\text{eq}} - 100 \text{ °C}) + \\
 + (0,150 + 0,015) \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot (T_{\text{eq}} - 20 \text{ °C}) &= 0 \rightarrow \\
 \rightarrow 43,9 \cdot T_{\text{eq}} - 4390 + 689,7 \cdot T_{\text{eq}} - 13794 &= 0 \rightarrow \\
 \rightarrow 733,6 \cdot T_{\text{eq}} = 18184 \rightarrow T_{\text{eq}} = 24,8 \text{ °C}
 \end{aligned}$$

38.



En un calorímetro que contiene 150 g de agua a 20 °C se introduce rápidamente un cilindro de aluminio de 50 g que se encuentra a 100 °C y se cierra de forma hermética. Cuando se alcanza el equilibrio se comprueba que la temperatura del sistema es 25 °C. Calcula el equivalente en agua de este calorímetro.

Datos: calor específico del aluminio = 878 J/(kg · K); calor específico del agua = 4180 J/(kg · K).

Planteamos el equilibrio térmico como en otros casos:

$$\begin{aligned} Q_{\text{cedido}} + Q_{\text{absorbido}} &= 0 \rightarrow m_{\text{Al}} \cdot c_{\text{e Al}} \cdot (T_{\text{eq}} - T_{1 \text{ Al}}) + \\ + m_{\text{agua}} \cdot c_{\text{e agua}} \cdot (T_{\text{eq}} - T_{1 \text{ agua}}) + m_{\text{eq. cal}} \cdot c_{\text{e agua}} \cdot (T_{\text{eq}} - T_{1 \text{ agua}}) &= 0 \rightarrow \\ \rightarrow m_{\text{Al}} \cdot c_{\text{e Al}} \cdot (T_{\text{eq}} - T_{1 \text{ Al}}) + (m_{\text{agua}} + m_{\text{eq. cal}}) \cdot c_{\text{e agua}} \cdot (T_{\text{eq}} - T_{1 \text{ agua}}) &= 0 \rightarrow \\ \rightarrow 0,050 \text{ kg} \cdot 878 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot (25 \text{ }^\circ\text{C} - 100 \text{ }^\circ\text{C}) + (m_{\text{agua}} + m_{\text{eq. cal}}) \cdot & \\ \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot (25 \text{ }^\circ\text{C} - 20 \text{ }^\circ\text{C}) &= 0 \rightarrow \\ \rightarrow -3292,5 + (m_{\text{agua}} + m_{\text{eq. cal}}) \cdot 20 \text{ }900 &= 0 \rightarrow \end{aligned}$$

$$\rightarrow m_{\text{agua}} + m_{\text{eq. cal}} = \frac{3292,5}{20 \text{ }900} = 0,157 \text{ kg} = 157 \text{ g}$$

Por tanto:

$$\begin{aligned} m_{\text{agua}} + m_{\text{eq. cal}} &= 157 \text{ g} \rightarrow m_{\text{eq. cal}} = 157 \text{ g} - m_{\text{agua}} = \\ &= 157 \text{ g} - 150 \text{ g} = 7 \text{ g} \end{aligned}$$

39.



Una bañera contiene 50 L de agua a 70 °C. ¿Cuántos litros de agua a 20 °C habrá que añadir para que la temperatura final sea de 40 °C?

La densidad del agua es 1 kg/L.

Suponemos que todo el calor que cede el agua caliente lo absorbe el agua fría, aplicamos la ecuación de equilibrio térmico y despejamos la masa de agua fría:

$$\begin{aligned} 50 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C}) \cdot (40 \text{ }^\circ\text{C} - 70 \text{ }^\circ\text{C}) + \\ + m \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C}) \cdot (40 \text{ }^\circ\text{C} - 20 \text{ }^\circ\text{C}) &= 0 \rightarrow m = 75 \text{ kg} \end{aligned}$$

Volumen = 75 L.

40.



Una bañera contiene 50 L de agua a 25 °C. ¿Cuánto tiempo será preciso abrir el grifo para que salga agua caliente a 80 °C y conseguir que la temperatura final del agua sea de 40 °C? Dato: caudal del grifo = 5 L/min.

Calculamos la masa de agua caliente necesaria para alcanzar la temperatura de equilibrio.

$$\begin{aligned} 50 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C}) \cdot (40 \text{ }^\circ\text{C} - 25 \text{ }^\circ\text{C}) + \\ + m \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C}) \cdot (40 \text{ }^\circ\text{C} - 80 \text{ }^\circ\text{C}) &= 0 \rightarrow m = 18,75 \text{ kg} \end{aligned}$$

Como la densidad del agua es 1 kg/L: volumen = 18,75 L.

Al ser el caudal de 5 L/min, el tiempo que será preciso abrir el grifo:

$$t = 18,75 \text{ L} \cdot 1 \text{ min}/5 \text{ L} = 3,75 \text{ min} = 225 \text{ s}$$

41.



Calcula la temperatura final de una mezcla de 10 L a 80 °C y 50 L de agua a 20 °C.

Aplicamos la ecuación de condición de equilibrio térmico y despejamos la temperatura final de la mezcla:

$$\begin{aligned} 10 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C}) \cdot (t_f - 25 \text{ }^\circ\text{C}) + \\ + 50 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C}) \cdot (t_f - 80 \text{ }^\circ\text{C}) &= 0 \rightarrow t_f = 30 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

42. Una bola de hierro a 200 °C se introduce en un calorímetro que contiene 100 g de agua a 20 °C. ¿Qué temperatura alcanza el agua?

Datos: calor específico del hierro = 460 J/(kg · K); calor específico del agua = 4180 J/(kg · K).

Para facilitar los cálculos suponemos una masa de hierro de 100 g.

Aplicamos la condición de equilibrio térmico y despejamos la variación de temperatura final de la mezcla:

$$0,1 \text{ kg} \cdot 460 \text{ J/kg} \cdot (t_f - 200 \text{ °C}) + 0,1 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J/kg} \cdot (t_f - 20 \text{ °C}) = 0 \rightarrow t_f = 38 \text{ °C}$$

La variación de temperatura del agua es:

$$t_f - t_i = 38 \text{ °C} - 20 \text{ °C} = 18 \text{ °C}$$

43. Si comunicas la misma cantidad de calor a 100 g de las diferentes sustancias que se indican:

- Agua.
- Aluminio.
- Aceite.

¿En qué caso se produce un mayor aumento de temperatura?

Razona la respuesta.

Datos: calor específico [J/(kg · K)]: agua = 4180; aluminio = 878; aceite = 1670.

- El aluminio. Cuanto menor sea el calor específico, mayor será el aumento de temperatura.

44. Si tres bolas de igual masa, de sustancias distintas (cobre, plomo y estaño) que están a la misma temperatura de 60 °C se colocan sobre una fina lámina de cera:

- ¿Qué bola atravesará antes la lámina?
- ¿Cuál lo hará en último lugar?

Datos: calor específico de los metales [J/(kg · K)]: cobre = 375; plomo = 125; hierro = 460.

La bola de la sustancia que tenga mayor calor específico podrá ceder más cantidad de calor a la fina lámina de cera. Por tanto:

- La bola de hierro.
- La bola de plomo.

45. Desde una altura de 10 m se deja caer una bola de plomo de 10 kg en el interior de un calorímetro que contiene 500 g de agua. Determina:

- La energía potencial de la bola.
- El calor que absorbe el agua.
- La variación de la temperatura del agua.

Datos: calor específico del plomo = 125 J/(kg · K);
calor específico del agua = 4180 J/(kg · K).

Para facilitar los cálculos suponemos que:

- La temperatura inicial de la bola de plomo y del agua es la misma.

- Energía potencial de la bola antes de dejarla caer, en función de la altura:

$$E_M = m \cdot g \cdot h = 10 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 10 \text{ m} = 980 \text{ J}$$

- Al caer la bola su energía potencial se transforma, durante el choque, en energía calorífica que absorben el plomo y el agua:

$$E_M = \Delta Q_{\text{agua}} + \Delta Q_{\text{plomo}}$$

$$E_M = m_{\text{agua}} \cdot c_{\text{agua}} \cdot \Delta T + m_{\text{plomo}} \cdot c_{\text{plomo}} \cdot \Delta T \rightarrow$$

$$\rightarrow 980 \text{ J} = 0,5 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J/(kg} \cdot \text{°C)} \cdot \Delta T +$$

$$+ 10 \text{ kg} \cdot 125 \text{ J/(kg} \cdot \text{°C)} \cdot \Delta T \rightarrow$$

$$\rightarrow 980 \text{ J} = 2190 \text{ J/°C} \cdot \Delta T + 1250 \text{ J/°C} \cdot \Delta T$$

Variación de la temperatura que experimenta el agua:

$$\Delta T = 0,285 \text{ °C}$$

Calor que absorbe el agua:

$$\Delta Q_{\text{agua}} = m_{\text{agua}} \cdot c_{\text{agua}} \cdot \Delta T = 624 \text{ J}$$

Calor que absorbe el plomo:

$$\Delta Q_{\text{plomo}} = m_{\text{plomo}} \cdot c_{\text{plomo}} \cdot \Delta T = 356 \text{ J}$$

46. En un vaso calorimétrico se han introducido 50 g de hielo a -20 °C . A continuación se añaden 150 g de agua a 80 °C y se cierra rápidamente de forma hermética.

- Comprueba que se llega a fundir todo el hielo.
- Calcula la temperatura final de la mezcla cuando se alcance el equilibrio.

Datos: calor de fusión del hielo = 334,4 kJ/kg;
calor específico del hielo = 2090 J/(kg · K);
calor específico del agua = 4180 J/(kg · K).

- Primero calculamos el calor necesario para fundir todo el hielo. Será la suma del calor necesario para elevar su temperatura de -20 a 0 °C más el calor necesario para fundirlo:

$$\begin{aligned}
 Q &= Q_1 + Q_2 = m_{\text{hielo}} \cdot c_{\text{hielo}} \cdot (T_f - T_i) + m_{\text{hielo}} \cdot L_f \text{ hielo} = \\
 &= 0,05 \text{ kg} \cdot 2090 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)} \cdot (0 - (-20)) \text{ K} + \\
 &+ 0,05 \text{ kg} \cdot 334\,400 \text{ J/kg} = 18\,810 \text{ J} = 18,81 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

Ahora vemos cuánto calor puede ceder el agua cuando se enfría desde 80 hasta 0 °C:

$$\begin{aligned}
 Q_3 &= m_{\text{agua}} \cdot c_{\text{agua}} \cdot (T_f - T_i) = \\
 &= 0,15 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)} \cdot (0 - 80) \text{ K} = -50\,160 \text{ J} = \\
 &= -50,15 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

El signo es negativo porque es calor que puede ceder el agua. Como vemos, el agua puede ceder más calor del que le hace falta al hielo para fundirse, con lo cual el hielo se fundirá todo.

- b) Como hay calor «de sobra», después de fundirse el hielo continuará calentándose. Planteamos el equilibrio entre el calor absorbido por el hielo y el calor cedido por el agua:

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{absorbido}} + Q_{\text{cedido}} &= 0 \rightarrow Q_1 + Q_2 + m_{\text{hielo}} \cdot c_{\text{agua}} \cdot (T_f - T_i) + \\
 &+ m_{\text{agua}} \cdot c_{\text{agua}} \cdot (T_f - T_i) = 0 \rightarrow \\
 &\rightarrow 18\,810 \text{ J} + 0,05 \cdot 4180 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)} \cdot (T_f - 0) + \\
 &+ 0,15 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)} \cdot (T_f - 80) = 0 \rightarrow \\
 &\rightarrow 18\,810 + 209 \cdot T_f - 50\,160 + 627 \cdot T_f = 0 \rightarrow \\
 &\rightarrow 836 \cdot T_f = 31\,350 \rightarrow T_f = \frac{31\,350}{836} = 37,5 \text{ °C}
 \end{aligned}$$

Esta es la temperatura final de la mezcla.

47. ¿Qué quiere decir que?:



- El calor de fusión del hielo es **334,4 kJ/kg**.
- El calor específico del agua es **4180 J/(kg · K)**.
- El calor de vaporización del agua es **2248,8 kJ/kg**.

- Que se necesitan 334,4 kJ de calor para fundir 1 kg de hielo a 0 °C y 1 atm.
- Que se necesitan 4180 J de calor para elevar 1 °C la temperatura de 1 kg de agua.
- Que se necesitan 2248,8 kJ de calor para vaporizar 1 kg de agua a 100 °C y 1 atm.

48. ¿Por qué el calor latente de fusión de una sustancia es menor que el de vaporización?



En general, se necesita menos energía para modificar las fuerzas que mantienen unidas a las moléculas en el cambio de sólido a líquido que en el cambio de líquido a gas.

49. ●● Para fundir un lingote de oro se han necesitado 251,2 kJ de energía calorífica. ¿Podemos afirmar que es un lingote de oro puro?

Datos: masa del lingote: 4 kg; calor latente de fusión del oro = 62,8 kJ/kg.

Sí, podemos afirmar que es oro puro calculando el calor necesario para fundir ese lingote:

$$Q = m \cdot L_f = 4 \text{ kg} \cdot 62,8 \text{ kJ/kg} = 251,2 \text{ J}$$

50. ●● Para fundir un lingote de plata fueron necesarios 210 kJ. ¿Cuál es la masa del lingote de plata?

Dato: calor latente de fusión de la plata = 105 kJ/kg.

$$Q = m \cdot L_f \rightarrow m = \frac{Q}{L_f} = \frac{210 \text{ kJ}}{105 \text{ kJ/kg}} = 2 \text{ kg}$$

51. ●●● Un bloque de hielo de 0,05 m³ que se encuentra a 0 °C cae desde una altura de 20 m. Calcula:

- La energía mecánica del bloque.
- El calor producido al chocar contra el suelo.
- La masa de hielo que se fundirá si todo el calor es absorbido por el bloque.

Dato: calor latente de fusión del hielo = 334,4 kJ/kg.

$$\text{a) } d = \frac{m}{V} \rightarrow m = d \cdot V = 900 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,05 \text{ m}^3 = 45 \text{ kg}$$

$$E_M = E_C + E_p = 0 + m \cdot g \cdot h = 0 + 45 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 20 \text{ m} = 8820 \text{ J}$$

- b) Al chocar contra el suelo, suponemos que toda la energía mecánica se transforma en calor. Por tanto:

$$\Delta Q = 8820 \text{ J}$$

- c) Si todo el calor es absorbido por el bloque de hielo, la masa que se fundirá será:

$$Q = m \cdot L_f \rightarrow m = \frac{Q}{L_f} = \frac{8820 \text{ J}}{334400 \text{ J/kg}} = 0,026 \text{ kg}$$

52. ●●● A un vaso calorimétrico que contiene 500 g de agua a 20 °C se hacen llegar 25 g de vapor de agua a 105 °C. Calcula la temperatura final de la mezcla suponiendo que no hay pérdidas de calor al ambiente ni al propio calorímetro.

Datos: calor específico del agua = 4180 J/(kg · K);

calor de vaporización del agua = 2248,8 kJ/kg,

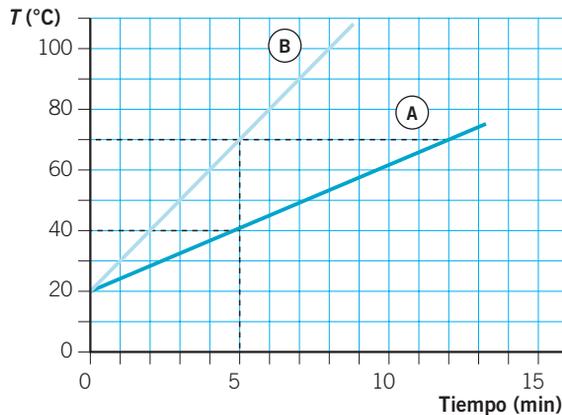
calor específico del vapor de agua = 1920 J/(kg · K).

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{absorbido}} + Q_{\text{cedido}} &= 0 \rightarrow \\
 \rightarrow m_{\text{agua}} \cdot c_{\text{agua}} \cdot (T_f - 20) - m_{\text{vapor}} \cdot L_v + \\
 + m_{\text{vapor}} \cdot c_{\text{vapor}} \cdot (100 - 105) + m_{\text{vapor}} \cdot c_{\text{agua}} \cdot (T_f - 100) &= 0 \rightarrow \\
 \rightarrow 0,5 \cdot 4180 \cdot (T_f - 20) - 0,025 \cdot 2\,248\,800 + \\
 + 0,025 \cdot 1920 \cdot (100 - 105) + 0,025 \cdot 4180 \cdot (T_f - 100) &= 0 \rightarrow \\
 \rightarrow 2090 \cdot T_f - 41\,800 - 56\,220 - 240 + 104,5 \cdot T_f - 10\,450 &= 0 \rightarrow \\
 \rightarrow 2194,5 \cdot T_f = 108\,710 \rightarrow T_f = \frac{108\,710}{2194,5} &= 49,54 \text{ } ^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

53. ●● Explica qué crees que sucederá si llenas un globo con agua y le aplicas una llama.

El agua irá absorbiendo calor elevando su temperatura hasta alcanzar la ebullición a los 100 °C. Como la temperatura de ignición del globo es mayor que los 100 °C de temperatura, el plástico del globo no se quemará.

54. ●● La misma masa de dos sustancias A y B se calientan en el laboratorio obteniéndose las gráficas de la figura.



- Después de cinco minutos de calentar, ¿cuál es la temperatura de cada una?
- ¿Cuánto tiempo necesita cada sustancia para alcanzar los 70 °C?
- ¿La sustancia B puede ser agua? Razona la respuesta.
- ¿Pueden ser A y B la misma sustancia? ¿Por qué?
- ¿Cuál de ellas tiene un calor específico mayor?
 - 40 °C la sustancia A y 70 °C la sustancia B.
 - 12 min la sustancia A y 5 min la sustancia B.

Transferencia de energía: calor

- c) La sustancia B no puede ser agua a la presión atmosférica, porque al pasar de 100 °C se produciría el cambio de estado a vapor de agua. Esto no se ve en la gráfica.
- d) No pueden ser la misma sustancia: tienen la misma masa y, sin embargo, se observa diferente variación de temperatura para la misma cantidad de calor. Por tanto, el calor específico será diferente, y las sustancias A y B, también.
- e) Tendrá mayor calor específico la sustancia que tarda más tiempo en aumentar la temperatura; por tanto, la sustancia A.

55. Completa las siguientes leyes obtenidas de las curvas de calentamiento:



- a) Para una presión exterior dada, cada sustancia pura cambia de estado a una temperatura _____.
- b) Mientras dura el cambio de estado, la temperatura permanece _____.
- c) La _____ exterior influye muy poco sobre las temperaturas de fusión y solidificación; en cambio su influencia es grande sobre la temperatura de _____.
- d) Si la presión exterior aumenta, la temperatura de ebullición _____.
 - a) Para una presión exterior dada, cada sustancia pura cambia de estado a una temperatura **determinada**.
 - b) Mientras dura el cambio de estado, la temperatura permanece **constante**.
 - c) La **presión** exterior influye muy poco sobre las temperaturas de fusión y solidificación; en cambio, la influencia es grande sobre la temperatura de **ebullición**.
 - d) Si la presión exterior aumenta, la temperatura de ebullición **aumenta**.

56. Indica si son verdaderas o falsas las siguientes proposiciones.



- a) El agua puede llegar a hervir a 120 °C.
- b) La fusión es el cambio de estado líquido a sólido.
- c) El calor específico de una sustancia depende de la temperatura.
- d) El calor de fusión de una sustancia es igual al calor de vaporización.
 - a) Verdadero. Si aumenta la presión, aumenta la temperatura de ebullición.
 - b) Falso. Es el cambio de estado de sólido a líquido.
 - c) Falso. Depende de la naturaleza de la sustancia.

d) Falso. El calor de fusión es el calor latente del cambio de estado de sólido a líquido, y el de vaporización, de líquido a gas.

57. ●● ¿Dónde hervirá el agua a mayor temperatura?

- a) ¿En Barcelona o en Madrid?
- b) ¿En el Himalaya o en Sierra Nevada?
- c) En una olla a presión o en un cazo.
- d) En un día de borrasca o en un día de anticiclón.

Razona la respuesta.

La temperatura de ebullición aumenta al aumentar la presión exterior; por tanto:

- a) En Barcelona.
- b) En Sierra Nevada.
- c) En una olla a presión.
- d) En un día de anticiclón.

58. ●●● ¿Por qué los cables utilizados en el transporte de energía eléctrica entre las ciudades se colocan flojos y no tensos?

Por las posibles dilataciones y contracciones producidas por los cambios de temperatura que pueden sufrir tanto por los cambios de estación, como por el paso de la corriente eléctrica. Si se colocasen tensos en verano, podrían contraerse en invierno por la disminución de la temperatura y llegar a romperse.

59. ● Un cable de acero tiene una longitud de 25,000 m a 22 °C. Calcula la longitud del cable a:

- a) -10 °C.
- b) 40 °C.

Dato: $\alpha_{\text{acero}} = 1,05 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

$$\text{a) } \Delta t = -10 \text{ } ^\circ\text{C} - 22 \text{ } ^\circ\text{C} = -32 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$l = l_0 \cdot (1 + \Delta t \cdot \alpha) = \\ = 25,000 \text{ m} \cdot (1 - 32 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot 1,05 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}) = 24,9916 \text{ m}$$

$$\text{b) } \Delta t = 40 \text{ } ^\circ\text{C} - 22 \text{ } ^\circ\text{C} = 18 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$l = l_0 \cdot (1 + \Delta t \cdot \alpha) = \\ = 25,000 \text{ m} \cdot (1 + 18 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot 1,05 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}) = 25,0047 \text{ m}$$

60. Un cable de acero tiene una longitud de 500 cm a 0 °C. Calcula la temperatura que debe tener para que su longitud sea de:

a) 499 cm.

b) 503 cm.

Dato: $\alpha_{\text{acero}} = 1,05 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

$$\text{a) } \Delta l = 499 \text{ cm} - 500 \text{ cm} = -1 \text{ cm.}$$

$$\Delta l = l_0 \cdot \Delta t \cdot \alpha \rightarrow \Delta t = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \alpha} = \frac{-1 \text{ cm}}{500 \text{ cm} \cdot 1,05 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}} = -190 \text{ } ^\circ\text{C} \rightarrow$$

$$\rightarrow t = -190 \text{ } ^\circ\text{C} + 0 \text{ } ^\circ\text{C} = -190 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{b) } \Delta l = 503 \text{ cm} - 500 \text{ cm} = 3 \text{ cm.}$$

$$\Delta l = l_0 \cdot \Delta t \cdot \alpha \rightarrow \Delta t = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \alpha} = \frac{3 \text{ cm}}{500 \text{ cm} \cdot 1,05 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}} = 571 \text{ } ^\circ\text{C} \rightarrow$$

$$\rightarrow t = 571 \text{ } ^\circ\text{C} + 0 \text{ } ^\circ\text{C} = 571 \text{ } ^\circ\text{C}$$

61. Una plancha de cobre de 10,000² m de superficie está inicialmente a 20 °C. ¿Cuál será su superficie a las siguientes temperaturas?

a) 100 °C.

b) -20 °C.

Dato: $\alpha_{\text{cobre}} = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

$$\text{a) } \Delta t = 100 \text{ } ^\circ\text{C} - 20 \text{ } ^\circ\text{C} = 80 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$S = S_0 \cdot (1 + \Delta t \cdot 2\alpha) = \\ = 10,000 \text{ m}^2 \cdot (1 + 80 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}) = 10,026 \text{ m}^2$$

$$\text{b) } \Delta t = -20 \text{ } ^\circ\text{C} - 20 \text{ } ^\circ\text{C} = -40 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$S = S_0 \cdot (1 + \Delta t \cdot 2\alpha) = \\ = 10,000 \text{ m}^2 \cdot (1 - 40 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}) = 99,987 \text{ m}^2$$

62. Una plancha de cobre mide 50,000 m² de superficie a 20 °C. Calcula la temperatura que deberá tener para que su superficie sea de:

a) 50,010 m²

b) 49,995 m²

Dato: $\alpha_{\text{cobre}} = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

$$a) \Delta S = 50,010 \text{ m}^2 - 50,000 \text{ m}^2 = 0,010 \text{ m}^2$$

$$\Delta S = S_0 \cdot \Delta t \cdot 2 \cdot \alpha \rightarrow$$

$$\rightarrow \Delta t = \frac{\Delta S}{S_0 \cdot 2 \cdot \alpha} = \frac{0,010 \text{ m}^2}{50,000 \text{ m}^2 \cdot 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}} = 6,25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t = 6,25 \text{ }^\circ\text{C} + 20 \text{ }^\circ\text{C} = 26,25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$b) \Delta S = 49,995 \text{ m}^2 - 50,000 \text{ m}^2 = 0,005 \text{ m}^2$$

$$\Delta S = S_0 \cdot \Delta t \cdot 2 \cdot \alpha \rightarrow$$

$$\rightarrow \Delta t = \frac{\Delta S}{S_0 \cdot 2 \cdot \alpha} = \frac{-0,005 \text{ m}^2}{50,000 \text{ m}^2 \cdot 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}} = -3,125 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t = -3,125 \text{ }^\circ\text{C} + 20 \text{ }^\circ\text{C} = 16,875 \text{ }^\circ\text{C}$$

63. ● Dos láminas con la misma superficie, pero de metales diferentes se unen mediante soldadura a una temperatura inicial de 20 °C.

a) ¿Qué sucederá si se calientan?

b) ¿Y si se enfrían?

a) Al ser dos metales diferentes, al calentarse se dilatarán de distinta forma.

b) Al ser dos metales diferentes, al enfriarse se contraerán de distinta forma.

64. ●●● El científico Humphry Davy (1778-1829) realizó la siguiente experiencia: frotó dos trozos de hielo aislados a 0 °C uno contra otro y observó que se fundía parte del hielo. ¿Cómo se explica este hecho?

a) Por un fluido invisible llamado calórico que penetraba en los cuerpos.

b) Por el calor suministrado por el frotamiento entre los trozos de hielo.

c) Por el calor de las manos transferido al hielo.

b) Por el calor suministrado por el frotamiento entre los trozos de hielo.

65. ●● Realiza las siguientes experiencias y explica lo que sucede.

a) Frótate las manos repetidamente durante medio minuto.

b) Dobla un clip rápidamente de un lado a otro intentando romperlo.

Transferencia de energía: calor

- a) Se calientan por el calor suministrado por el frotamiento de las manos.
 b) Se calienta por la transformación de trabajo en calor.

66. El siguiente experimento permite determinar la equivalencia entre el calor y el trabajo. Se hace caer un bloque de 50 kg atado a una cuerda de 3 m de altura que provoca la rotación de unas palas en el interior de un calorímetro con un litro de agua inicialmente a 20 °C. Calcula:

- a) La energía potencial del bloque.
 b) El calor que absorbe el agua.
 c) La temperatura final del agua.

$$a) E_p = m \cdot g \cdot h = 50 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 3 \text{ m} = 1470 \text{ J.}$$

b) Suponemos que toda la energía del bloque es transferida al agua; por tanto: $\Delta Q = 1470 \text{ J}$.

$$c) Q = m \cdot c_e \cdot \Delta t \rightarrow 1470 \text{ J} = 1 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J/(kg} \cdot \text{°C)} \cdot \Delta t \rightarrow \Delta t = 0,35 \text{ °C} \rightarrow t = 20,35 \text{ °C}$$

67. Una máquina térmica consume 30 000 J en cada ciclo y produce un trabajo de 15 000 J.

- a) ¿Cuál es el rendimiento en % de la máquina?
 b) ¿Podría obtenerse un valor superior al 100 %?

El rendimiento es:

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100 = \frac{W}{Q_1} \cdot 100$$

a) Con los datos que nos dan:

$$\eta = \frac{W}{Q_1} \cdot 100 = \frac{15\,000 \text{ J}}{30\,000 \text{ J}} \cdot 100 = 50 \%$$

b) El rendimiento de una máquina térmica es la relación entre el trabajo producido y la energía consumida; nunca podría obtenerse un valor superior al 100 %.

68. El foco caliente de una máquina térmica produce 100 kJ/min y cede al foco frío 60 kJ/min. Calcula:

- a) El trabajo desarrollado por la máquina en un minuto y en media hora.
 b) El rendimiento de la máquina.
 c) La potencia desarrollada por la máquina.

a) En un minuto:

- La cantidad de calor que la máquina absorbe del foco caliente es:

$$Q_1 = 100\,000\text{ J}$$

- La cantidad de calor cedida al foco frío es:

$$Q_2 = 60\,000\text{ J}$$

El trabajo realizado es:

$$W = Q_1 - Q_2 = 100\,000\text{ J} - 60\,000\text{ J} = 40\,000\text{ J}$$

En media hora, el trabajo realizado se obtiene multiplicando por 30 el dato anterior: $W_{\text{total}} = 1,2 \cdot 10^6\text{ J}$.

b) El rendimiento es:

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100 = \frac{W}{Q_1} \cdot 100 \rightarrow \eta = \frac{40\,000\text{ J}}{100\,000\text{ J}} \cdot 100 = 40\%$$

c) La potencia se obtiene de la relación entre el trabajo y el tiempo:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{40\,000\text{ J}}{60\text{ s}} = 6667\text{ W}$$

69.



Un motor quema 2 kg de combustible con un poder calorífico de 2500 kJ/kg y utiliza la energía liberada para elevar 4 t de agua hasta una altura de 40 m.

- ¿Qué energía se produce al quemar el combustible?
- ¿Qué cantidad de energía se necesita para elevar el agua?
- ¿Qué porcentaje de calor se transforma en trabajo?

a) La energía producida es:

$$Q = 2 \cdot 2500\text{ J} = 5000\text{ kJ} = 5\,000\,000\text{ J}$$

b) La energía necesaria para elevar el agua la calculamos a través de la expresión de la energía potencial:

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 4000\text{ kg} \cdot 9,8\text{ m/s}^2 \cdot 40\text{ m} = 1\,568\,000\text{ J}$$

c) El rendimiento es:

$$\eta = \frac{W}{Q_1} \cdot 100 = \frac{1\,568\,000\text{ J}}{5\,000\,000\text{ J}} \cdot 100 = 31\%$$

70.



Indica el mecanismo de transferencia de energía térmica que tiene lugar en cada caso.

- Calentamiento del agua del mar por la energía procedente del Sol.
- Aumento de temperatura al calentar agua en una cocina eléctrica.
- Calentamiento de una viga metálica en un incendio.
- Movimiento de las nubes y corrientes submarinas.

- a) Radiación.
- b) Convección.
- c) Conducción.
- d) Convección.

71. Señala qué mecanismo de transmisión de calor se produce en cada caso.



- a) Con transporte de materia.
- b) Sin contacto material.
- c) Por choques entre las partículas.
- d) Por ondas electromagnéticas.
- e) En los sólidos.

- a) Convección.
- b) Radiación.
- c) Conducción.
- d) Radiación.
- e) Conducción.

72. ¿Qué le sucede a la densidad de una masa de agua o aire si se calienta?



- a) Aumenta.
- b) Disminuye.
- c) Nada.

- b) Disminuye.

73. ¿Qué le ocurre a una masa de aire si aumenta su temperatura?



- a) Ascende.
- b) Desciende.
- c) Nada.

- a) Ascende, al dilatarse y disminuir su densidad.

74. ¿Tiene alguna relación el movimiento de convección de líquidos y gases con la densidad?



- a) Sí; al enfriarse, disminuye su densidad y descienden.
- b) Sí; al calentarse, disminuye su densidad y ascienden.
- c) No hay relación.

- b) Verdadero. Al calentar un gas o un líquido, disminuye su densidad y asciende sobre las moléculas que se encuentran a menor temperatura y mayor densidad.

RINCÓN DE LA LECTURA

1. Resume en una frase, a modo de titular, el primer texto.

El aumento de la temperatura media del planeta está ocasionando la fusión del hielo ártico.

2. Explica qué puede significar la frase referente a que tal vez «el Ártico esté a punto de alcanzar un punto de no retorno».

Un punto de no retorno implica que las consecuencias no tienen vuelta atrás, que no es posible recuperar lo que se ha perdido, incluso aunque la temperatura media de la Tierra no continúe aumentando.

3. Investiga y explica en qué consiste el llamado efecto invernadero.

El efecto invernadero es consecuencia de la presencia de atmósfera terrestre, que retiene una parte del calor reflejado por la Tierra y que en última instancia procede del Sol.

4. Redacta un resumen (máximo tres líneas) del segundo texto.

El calentamiento está afectando más a las regiones árticas que al resto del planeta.

5. Explica el significado de los verbos que se emplean en esos textos:

a) Citar.

b) Incrementar.

c) Revertir.

d) Mermar.

a) Citar: mencionar, hacer referencia a algo.

b) Incrementar: aumentar, elevar el valor.

c) Revertir: dicho de algo, volver a la condición que tenía antes.

b) Mermar: reducir, disminuir.

- 6.** Aporta alguna reflexión crítica a lo que has leído. ¿Qué podemos aportar cada uno de nosotros para solucionar los problemas que se mencionan en los textos?

Respuesta libre. Es interesante proponer las acciones que los ciudadanos, localmente, podemos llevar a cabo para hacer frente a los problemas globales: ahorrar energía, reciclar...