

ENERGÍA Y CALOR

- ¿Es lo mismo calor que temperatura? ¿Cuál es la diferencia?
 - ¿Cómo deben estar dos cuerpos para que se produzca una transferencia de calor entre ellos?
- Responde a las siguientes preguntas:
 - ¿Podemos conseguir la ebullición del agua a 90°C ?. ¿Cómo?
 - La temperatura de ebullición del agua será igual en Alicante que en Guadalajara?
 - ¿Cómo influye el calor específico de un cuerpo en el tiempo que tarda en calentarse o enfriarse?.
 - ¿Por qué se dice que el hierro o el mármol son “fríos” y que la madera o la lana son “calientes”. ¿Cuál es la diferencia entre unos y otros?
 - ¿Por qué se siente frío en la zona de la piel donde se aplica alcohol?
- Calcula el calor cedido por 100 litros de agua cuando se enfría desde 25°C hasta 0°C . Expresa el resultado en julios y en calorías. Datos: C_e (agua líquida)= $4\,180\text{ J/kg }^{\circ}\text{C}$
- Catorce gramos de cierta sustancia absorben 2090 Julios para aumentar la temperatura desde 15°C hasta 90°C . ¿Cuál es el calor específico de la sustancia?
- Un calorímetro contiene 100 gramos de agua a 6°C y se coloca dentro de él una pieza metálica de 700 gramos a 95°C . Si la temperatura que se alcanza en el equilibrio es de 22°C , ¿cuál es el calor específico de la sustancia?
Datos: C_e (agua líquida)= $4\,180\text{ J/kg }^{\circ}\text{C}$
- Se colocan en un calorímetro 0,250 kg de agua a 15°C y 80 g de aluminio a 100°C . Calcula la temperatura a que se alcanzará el equilibrio. Datos: C_e (agua líquida)= $4\,180\text{ J/kg }^{\circ}\text{C}$ C_e (Al)= $920\text{ J/kg }^{\circ}\text{C}$
- Se introduce una bola de hierro de 10 kg a una temperatura de 100°C en un recipiente con 20 litros de agua a 25°C . Calcula:
 - La temperatura de equilibrio.
 - El calor absorbido por el agua.
 - El calor desprendido por el hierro.Datos: C_e (Fe)= $460\text{ J/kg }^{\circ}\text{C}$ C_e (agua líquida)= $4\,180\text{ J/kg }^{\circ}\text{C}$
- El agua caliente de un calentador doméstico sale a 70°C y el agua fría a 10°C .
 - ¿Qué cantidades hemos de mezclar para llenar una bañera de 200 litros de capacidad con agua a 40°C ?
 - ¿Qué cantidad de calor cederá el agua caliente a la fría?Datos: C_e (agua líquida)= $4\,180\text{ J/kg }^{\circ}\text{C}$
- Calcular el calor necesario para fundir 1 kg de aluminio que se encuentra inicialmente a 18°C .
Datos: T_f (Al)= 657°C C_e (Al)= $920\text{ J/kg }^{\circ}\text{C}$ L_f (Al)= $321\,900\text{ J/kg}$
- Calcula la cantidad de calor necesaria para transformar 1 kg de hielo a -10°C en vapor de agua a 100°C .
Datos: C_e (agua sólida)= $2\,006\text{ J/kg }^{\circ}\text{C}$ C_e (agua líquida)= $4\,180\text{ J/kg }^{\circ}\text{C}$ C_e (agua gas)= $2\,060\text{ J/kg }^{\circ}\text{C}$
 L_f (agua)= $334\,400\text{ J/kg}$ L_v (agua)= $2\,248\,800\text{ J/kg}$
- Se quiere convertir 2 kg de hielo a -15°C en vapor de agua a 100°C .
 - Calcula la cantidad de calor necesaria.
 - Si el foco calorífico proporciona 6300 J/segundo y el 10% del calor se disipa en el ambiente, ¿cuánto tiempo será necesario para realizar el proceso?Datos: C_e (agua sólida)= $2\,006\text{ J/kg }^{\circ}\text{C}$ C_e (agua líquida)= $4\,180\text{ J/kg }^{\circ}\text{C}$
 L_f (agua)= $334\,400\text{ J/kg}$ L_v (agua)= $2\,248\,800\text{ J/kg}$
- Un foco calorífico proporciona 400 KJ a 2 kg de hielo cuya temperatura es de -5°C . Calcula el estado final de la sustancia (sólido, líquido o gaseoso). ¿Depende este estado de la rapidez con la que el foco comunica el calor?
Datos: C_e (agua sólida)= $2\,006\text{ J/kg }^{\circ}\text{C}$ C_e (agua líquida)= $4\,180\text{ J/kg }^{\circ}\text{C}$ L_f (agua)= $334\,400\text{ J/kg}$
- Introducimos 100 g de hielo a 0°C en un vaso que contiene 200 ml de agua a 20°C . ¿Se fundirá todo el hielo?. ¿Cuál será la temperatura de equilibrio?.
Datos: C_e (agua líquida)= $4\,180\text{ J/kg }^{\circ}\text{C}$ L_f (agua)= $334\,400\text{ J/kg}$

SOLUCIONES

1. a) ¿Es lo mismo calor que temperatura? ¿Cuál es la diferencia?

No es lo mismo, aunque muchas veces se mezcla y confunde.

La temperatura es la medición de la energía cinética media de las moléculas. Es decir, nos da idea de lo rápido o lento que se mueven las moléculas que forman una sustancia u objeto. Esto significa que la temperatura de algo será más baja si la energía cinética media de las moléculas es baja; mientras que será alta si la energía cinética es alta.

La temperatura se suele medir en grados Celsius, pero en el Sistema Internacional, se utiliza la escala Kelvin.

El calor es la energía que se transfiere entre los cuerpos u objetos que están a distinta temperatura (es importante aclarar que los cuerpos no tienen calor, sino energía térmica). El calor está relacionado con la temperatura, porque siempre fluye desde los objetos más calientes hasta los objetos más fríos y la temperatura es la magnitud que nos permite medir este flujo de energía.

b) ¿Cómo deben estar dos cuerpos para que se produzca una transferencia de calor entre ellos?

Como hemos comentado antes, deben estar a distinta temperatura. De modo espontáneo, el calor siempre irá del objeto más caliente al más frío.

2. Responde a las siguientes preguntas:

a) ¿Podemos conseguir la ebullición del agua a 90°C?. ¿Cómo?

La temperatura a la que hierve un líquido depende de la presión atmosférica. Cuando un líquido hierve, sus moléculas escapan del mismo y pueden chocar contra las moléculas del aire, volviendo de nuevo al líquido. Cuanto mayor sea la presión ambiente (aire) más le cuesta hervir el líquido. Y al revés, por ello podemos hervir el agua a menor temperatura si disminuimos la presión. Esto lo podemos conseguir de dos maneras:

- Ascendiendo, puesto que a mayor altura sobre el nivel del mar, menor es la presión y por tanto los líquidos hierven a menor temperatura. Para que el agua hierva a 90 °C deberíamos estar en torno a los 3075 m de altitud.
- Retirando parte del aire o haciendo el vacío. Conseguimos también disminuir la presión sobre el líquido y por tanto también hierven a menor temperatura.

b) La temperatura de ebullición del agua será igual en Alicante que en Guadalajara?

No. Puesto que cuanto mayor sea la altitud, menor será la presión atmosférica. Debido a que Guadalajara está a unos 700 metros sobre el nivel del mar, la temperatura de ebullición será unos 2,3 °C menor que a nivel del mar. En Guadalajara el agua hierve en torno a los 97,7 °C.

c) ¿Cómo influye el calor específico de un cuerpo en el tiempo que tarda en calentarse o enfriarse?.

El calor específico es la cantidad de calor que tengo que dar a un kg de una sustancia para subir su temperatura un °C. Las sustancias con bajo calor específico, como los metales, suben su temperatura rápidamente cuando les damos calor. En cambio las sustancias con alto calor específico, como el agua, necesitan una gran cantidad de calor para subir su temperatura.

Resumiendo, las sustancias con bajo calor específico se calientan o enfrían rápidamente y las sustancias con alto calor específico se calientan o enfrían lentamente.

d) ¿Por qué se dice que el hierro o el mármol son “fríos” y que la madera o la lana son “calientes”. ¿Cuál es la diferencia entre unos y otros?

La sensación de frío o calor no sólo depende de la temperatura ambiente, sino que también influye lo buen o mal conductor del calor que sea el objeto que tocamos.

En nuestro baño, el suelo y la alfombra están a la misma temperatura. Pero si pisamos el suelo, notamos que nuestros pies se enfrían antes que si pisamos la alfombra. Esto se debe a que el suelo es mejor conductor del calor que la alfombra y por tanto nos retira el calor más rápidamente. Por ello, al cabo de un rato nuestro pie se enfría mucho antes cuando pisamos el suelo.

e) ¿Por qué se siente frío en la zona de la piel donde se aplica alcohol?

Cuando nos echamos alcohol sobre la piel, el calor de nuestro cuerpo, hace que más moléculas de alcohol se evaporen. Las moléculas que escapan del líquido (evaporación) son las más energéticas y por tanto el alcohol que queda estará ligeramente más frío e irá retirando más calor de nuestro cuerpo. Este calor que se retira, provoca que tengamos la sensación de frío, puesto que en esta zona la temperatura de nuestra piel baja.

3. Calcula el calor cedido por 100 litros de agua cuando se enfría desde 25°C hasta 0°C. Expresa el resultado en julios y en calorías.

Datos: C_e (agua líquida) = 4 180 J/kg °C

En el caso del agua, como la densidad es 1 kg/L, los 100 litros de agua equivalen a 100 kg de agua.

Si aplicamos la ecuación: $Q = m \cdot c_e \cdot \Delta T$

Donde: Q es el calor cedido o absorbido.
 m es la masa en kg de sustancia que enfriamos o calentamos.
 c_e es el calor específico de la sustancia. En este caso el agua líquida.
 ΔT es la variación de temperatura. (Temperatura final – temperatura inicial)

Por tanto: $Q = m \cdot c_e \cdot \Delta T = 100 \cdot 4180 \cdot (0 - 25) = -10\,450\,000\text{ J}$ El menos nos indica que es calor perdido o cedido por el agua.

4. **Catorce gramos de cierta sustancia absorben 2090 Julios para aumentar la temperatura desde 15°C hasta 90 °C. ¿Cuál es el calor específico de la sustancia?**

Si aplicamos la ecuación: $Q = m \cdot c_e \cdot \Delta T$

Primero pasamos los gramos a kg: 14 g = 0,014 Kg

$$2090 = 0,014 \cdot c_e \cdot (90 - 15) \rightarrow 2090 = 0,014 \cdot c_e \cdot 75$$

$$2090 = 1,05 \cdot c_e$$

$$2090/1,05 = c_e \rightarrow c_e = 1990,5\text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$$

5. **Un calorímetro contiene 100 gramos de agua a 6°C y se coloca dentro de él una pieza metálica de 700 gramos a 95°C. Si la temperatura que se alcanza en el equilibrio es de 22°C, ¿cuál es el calor específico de la sustancia?**

Datos: C_e (agua líquida) = 4 180 J/kg °C

Cuando ponemos en contacto dos cuerpos a distinta temperatura, los dos cuerpos intercambian calor. El cuerpo a mayor temperatura cede calor (y por tanto se enfría) al cuerpo con menor temperatura (el cual se calienta). La cantidad de calor que cede el cuerpo a mayor temperatura, es igual a la cantidad de calor que gana el cuerpo a menor temperatura.

Este transvase de calor cesa cuando los dos cuerpos igualan su temperatura. En este momento decimos que los dos cuerpos han alcanzado el equilibrio térmico.

$$Q \text{ absorbido} = - Q \text{ cedido}$$

$$Q \text{ absorbido por el agua} = - Q \text{ cedido por el metal}$$

$$m_{\text{agua}} \cdot c_e \text{ agua} \cdot \Delta T_{\text{agua}} = - m_{\text{metal}} \cdot c_e \text{ metal} \cdot \Delta T_{\text{metal}}$$

Pasamos las masas a kg:

$$100\text{ g agua} = 0,1\text{ kg agua}$$

$$700\text{ g metal} = 0,7\text{ kg metal}$$

$$0,1 \cdot 4180 \cdot (22 - 6) = - 0,7 \cdot c_e \text{ metal} \cdot (22 - 95)$$

$$0,1 \cdot 4180 \cdot 16 = - 0,7 \cdot c_e \text{ metal} \cdot (-73)$$

$$6688 = 51,1 \cdot c_e \text{ metal} \rightarrow c_e = 130,88\text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$$

6. **Se colocan en un calorímetro 0,250 kg de agua a 15°C y 80 g de aluminio a 100°C. Calcula la temperatura a que se alcanzará el equilibrio.**

Datos: C_e (agua líquida) = 4 180 J/kg °C

C_e (Al) = 920 J/kg °C

Cuando ponemos en contacto dos cuerpos a distinta temperatura, los dos cuerpos intercambian calor. El cuerpo a mayor temperatura cede calor (y por tanto se enfría) al cuerpo con menor temperatura (el cual se calienta). La cantidad de calor que cede el cuerpo a mayor temperatura, es igual a la cantidad de calor que gana el cuerpo a menor temperatura.

Este transvase de calor cesa cuando los dos cuerpos igualan su temperatura. En este momento decimos que los dos cuerpos han alcanzado el equilibrio térmico.

$$Q \text{ absorbido} = - Q \text{ cedido}$$

$$Q \text{ absorbido por el agua} = - Q \text{ cedido por el aluminio}$$

$$m_{\text{agua}} \cdot c_e \text{ agua} \cdot \Delta T_{\text{agua}} = - m_{\text{Al}} \cdot c_e \text{ Al} \cdot \Delta T_{\text{Al}}$$

Pasamos las masas a kg:

$$0,25\text{ kg agua}$$

$$80\text{ g aluminio} = 0,08\text{ kg aluminio}$$

$$0,25 \cdot 4180 \cdot (T - 15) = - 0,08 \cdot 920 \cdot (T - 100)$$

$$1045 \cdot (T - 15) = - 73,6 \cdot (T - 100)$$

$$1045 T - 15675 = - 73,6 T + 7360$$

$$1045 T + 73,6 T = 15675 + 7360$$

$$1118,6 T = 23035 \rightarrow T = 23035/1118,6 \rightarrow T = 20,6\text{ }^\circ\text{C}$$

7. Se introduce una bola de hierro de 10 kg a una temperatura de 100°C en un recipiente con 20 litros de agua a 25°C. Calcula:

- La temperatura de equilibrio.
- El calor absorbido por el agua.
- El calor desprendido por el hierro.

Datos: $C_e(\text{Fe}) = 460 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$ $C_e(\text{agua líquida}) = 4180 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$

a) Cuando ponemos en contacto dos cuerpos a distinta temperatura, los dos cuerpos intercambian calor. El cuerpo a mayor temperatura cede calor (y por tanto se enfría) al cuerpo con menor temperatura (el cual se calienta). La cantidad de calor que cede el cuerpo a mayor temperatura, es igual a la cantidad de calor que gana el cuerpo a menor temperatura.

Este transvase de calor cesa cuando los dos cuerpos igualan su temperatura. En este momento decimos que los dos cuerpos han alcanzado el equilibrio térmico.

$$\begin{aligned} Q \text{ absorbido} &= - Q \text{ cedido} \\ Q \text{ absorbido por el agua} &= - Q \text{ cedido por el hierro} \\ m_{\text{agua}} \cdot C_e \text{ agua} \cdot \Delta T_{\text{agua}} &= - m_{\text{Fe}} \cdot C_e \text{ Fe} \cdot \Delta T_{\text{Fe}} \end{aligned}$$

Pasamos las masas a kg:

20 litros de agua = 20 kg agua

10 kg de hierro

$$20 \cdot 4180 \cdot (T - 25) = - 10 \cdot 460 \cdot (T - 100)$$

$$83600 \cdot (T - 25) = - 4600 \cdot (T - 100)$$

$$83600 T - 2090000 = - 4600 T + 460000$$

$$83600 T + 4600 T = 2090000 + 460000$$

$$88200 T = 2550000 \rightarrow T = 2550000/88200 \rightarrow T = 28,9115 \text{ } ^\circ\text{C}$$

b) Q absorbido por el agua = $20 \cdot 4180 \cdot (28,9115 - 25) \rightarrow Q$ absorbido por el agua = **327001 J**

c) Q desprendido por el hierro = $10 \cdot 460 \cdot (28,9115 - 100) \rightarrow Q$ desprendido por el hierro = **327007 J**

La pequeña diferencia se debe a los decimales. Por esto hemos tomado tantos decimales en el valor de la temperatura de equilibrio. Lógicamente, el calor que absorbe el agua, debe ser igual al calor que ha perdido el hierro.

8. El agua caliente de un calentador doméstico sale a 70°C y el agua fría a 10°C.

- ¿Qué cantidades hemos de mezclar para llenar una bañera de 200 litros de capacidad con agua a 40°C?
- ¿Qué cantidad de calor cederá el agua caliente a la fría?

Datos: $C_e(\text{agua líquida}) = 4180 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$

a) Cuando ponemos en contacto dos cuerpos a distinta temperatura, los dos cuerpos intercambian calor. El cuerpo a mayor temperatura cede calor (y por tanto se enfría) al cuerpo con menor temperatura (el cual se calienta). La cantidad de calor que cede el cuerpo a mayor temperatura, es igual a la cantidad de calor que gana el cuerpo a menor temperatura.

Este transvase de calor cesa cuando los dos cuerpos igualan su temperatura. En este momento decimos que los dos cuerpos han alcanzado el equilibrio térmico.

$$\begin{aligned} Q \text{ absorbido} &= - Q \text{ cedido} \\ Q \text{ absorbido por el agua fría} &= - Q \text{ cedido por el agua caliente} \\ m_{\text{agua fría}} \cdot C_e \text{ agua} \cdot \Delta T_{\text{agua fría}} &= - m_{\text{agua caliente}} \cdot C_e \text{ agua} \cdot \Delta T_{\text{agua caliente}} \end{aligned}$$

Como el calor específico vale lo mismo en los dos lados del igual podemos tacharlo. Si no lo tacháramos, lo haríamos igual que en el ejercicio anterior, poniendo en ambos calores específicos el valor de 4180.

$$\begin{aligned} m_{\text{agua fría}} \cdot \Delta T_{\text{agua fría}} &= - m_{\text{agua caliente}} \cdot \Delta T_{\text{agua caliente}} \\ m_{\text{agua fría}} \cdot \Delta T_{\text{agua fría}} &= - m_{\text{agua caliente}} \cdot \Delta T_{\text{agua caliente}} \end{aligned}$$

La masa total de agua será de 200 kg, puesto que la capacidad de la bañera que queremos llenar es de 200 litros y en el caso del agua, 200 litros de agua equivalen a 200 kg de agua.

Si llamamos x a la cantidad de agua fría, la de agua caliente será **200-x**

$$x \cdot (40 - 10) = - (200 - x) \cdot (40 - 70)$$

$$30x = 30(200-x)$$

$$x = 200 - x$$

$$2x = 200 \rightarrow x = 100 \text{ kg}$$

Por tanto, habrá que echar 100 kg de agua fría y 100 kg de agua caliente.

b) Q cedido por el agua caliente = $100 \cdot 4180 \cdot (40 - 70) = -12\,540\,000 \text{ J}$ El signo menos nos indica que es calor desprendido o cedido.

9. Calcular el calor necesario para fundir 1 kg de aluminio que se encuentra inicialmente a 18 °C.

Datos: $T_f(\text{Al})=657^\circ\text{C}$ $C_e(\text{Al})=920 \text{ J/kg }^\circ\text{C}$ $L_f(\text{Al})=321\,900 \text{ J/kg}$

En los cambios de estado, la temperatura no cambia, por ello, el calor de cambio de estado se calcula teniendo en cuenta la siguiente ecuación:

$$Q_{\text{cambio de estado}} = L \cdot m$$

Donde:

L = es el calor latente de cambio de estado y nos indica la cantidad de calor que hay que dar a 1 kg de una sustancia para cambiarla de estado. Se utiliza L_f para la fusión y L_v para la ebullición.

m = la masa de esa sustancia en kg.

En este caso, si queremos fundir el aluminio, primero lo tenemos que calentar desde 18 °C hasta su temperatura de fusión (657 °C) y después darle el calor necesario para que cambie de estado sólido a líquido (fusión).

$$Q = Q_{18^\circ\text{C a }657^\circ\text{C}} + Q_{\text{fusión}}$$

$$Q = m_{\text{Al}} \cdot C_e \text{ Al} \cdot \Delta T_{\text{Al}} + m_{\text{Al}} \cdot L_f \text{ Al}$$

$$Q = 1 \cdot 920 \cdot (657 - 18) + 1 \cdot 321900 = 920 \cdot 639 + 321900 = 587880 + 321900 \rightarrow Q = 909780 \text{ J}$$

10. Calcula la cantidad de calor necesaria para transformar 1 kg de hielo a -10°C en vapor de agua a 100 °C.

Datos: $C_e(\text{agua sólida})=2\,006 \text{ J/kg }^\circ\text{C}$ $C_e(\text{agua líquida})=4\,180 \text{ J/kg }^\circ\text{C}$ $C_e(\text{agua gas})=2\,060 \text{ J/kg }^\circ\text{C}$

$L_f(\text{agua})=334\,400 \text{ J/kg}$

$L_v(\text{agua})=2\,248\,800 \text{ J/kg}$

En los cambios de estado, la temperatura no cambia, por ello, el calor de cambio de estado se calcula teniendo en cuenta la siguiente ecuación:

$$Q_{\text{cambio de estado}} = L \cdot m$$

Donde:

L = es el calor latente de cambio de estado y nos indica la cantidad de calor que hay que dar a 1 kg de una sustancia para cambiarla de estado. Se utiliza L_f para la fusión y L_v para la ebullición.

m = la masa de esa sustancia en kg.

En este caso, si queremos convertir 1 kg de hielo en vapor de agua, primero lo tenemos que calentar desde hielo a -10 °C hasta hielo a 0°C. Después debemos fundir el hielo. A continuación debemos calentar el agua líquida desde 0°C hasta 100°C y a continuación hervir el agua a 100°C hasta que pase al estado de vapor.

$$Q = Q_{-10^\circ\text{C a }0^\circ\text{C}} + Q_{\text{fusión}} + Q_{0^\circ\text{C a }100^\circ\text{C}} + Q_{\text{vaporización}}$$

$$Q = m_{\text{hielo}} \cdot C_e \text{ hielo} \cdot \Delta T_{\text{hielo}} + m_{\text{hielo}} \cdot L_f \text{ agua} + m_{\text{agua}} \cdot C_e \text{ agua} \cdot \Delta T_{\text{agua}} + m_{\text{agua}} \cdot L_v \text{ agua}$$

$$Q = 1 \cdot 2006 \cdot (0 - (-10)) + 1 \cdot 334400 + 1 \cdot 4180 (100 - 0) + 1 \cdot 2248800$$

$$Q = 20060 + 334400 + 418000 + 2248800 \rightarrow Q = 3021260 \text{ J}$$

11. Se quiere convertir 2 kg de hielo a -15 °C en vapor de agua a 100 °C.

a) Calcula la cantidad de calor necesaria.

b) Si el foco calorífico proporciona 6300 J/segundo y el 10% del calor se disipa en el ambiente, ¿cuánto tiempo será necesario para realizar el proceso?

Datos: $C_e(\text{agua sólida})=2\,006 \text{ J/kg }^\circ\text{C}$ $C_e(\text{agua líquida})=4\,180 \text{ J/kg }^\circ\text{C}$

$L_f(\text{agua})=334\,400 \text{ J/kg}$

$L_v(\text{agua})=2\,248\,800 \text{ J/kg}$

a) En los cambios de estado, la temperatura no cambia, por ello, el calor de cambio de estado se calcula teniendo en cuenta la siguiente ecuación:

$$Q_{\text{cambio de estado}} = L \cdot m$$

Donde:

L = es el calor latente de cambio de estado y nos indica la cantidad de calor que hay que dar a 1 kg de una sustancia para cambiarla de estado. Se utiliza L_f para la fusión y L_v para la ebullición.

m = la masa de esa sustancia en kg.

En este caso, si queremos convertir 1 kg de hielo en vapor de agua, primero lo tenemos que calentar desde hielo a -15°C hasta hielo a 0°C . Después debemos fundir el hielo. A continuación debemos calentar el agua líquida desde 0°C hasta 100°C y a continuación hervir el agua a 100°C hasta que pase al estado de vapor.

$$Q = Q_{-15^{\circ}\text{C a } 0^{\circ}\text{C}} + Q_{\text{fusión}} + Q_{0^{\circ}\text{C a } 100^{\circ}\text{C}} + Q_{\text{vaporización}}$$

$$Q = m_{\text{hielo}} \cdot c_e \text{ hielo} \cdot \Delta T_{\text{hielo}} + m_{\text{hielo}} \cdot L_f \text{ agua} + m_{\text{agua}} \cdot c_e \text{ agua} \cdot \Delta T_{\text{agua}} + m_{\text{agua}} \cdot L_v \text{ agua}$$

$$Q = 2 \cdot 2006 \cdot (0 - (-15)) + 2 \cdot 334400 + 2 \cdot 4180 (100 - 0) + 2 \cdot 2248800$$

$$Q = 60180 + 668800 + 836000 + 4497600 \rightarrow \mathbf{Q = 6062580 \text{ J}}$$

b) El foco calorífico da 6300 J cada segundo pero se pierde un 10%. Por tanto, se aprovecha en calentar el 90%. Calculamos ese 90 %.

El 90% de 6300 es 5670 J cada segundo. Hacemos la correspondiente proporción:

Si da: 5670 J en 1 segundo
 6062589 J los dará en x segundos

x = 1069 segundos = 17,8 minutos.

12. Un foco calorífico proporciona 400 KJ a 2 kg de hielo cuya temperatura es de -5°C . Calcula el estado final de la sustancia (sólido, líquido o gaseoso). ¿Depende este estado de la rapidez con la que el foco comunica el calor?

Datos: C_e (agua sólida) = 2 006 J/kg $^{\circ}\text{C}$ C_e (agua líquida) = 4 180 J/kg $^{\circ}\text{C}$ L_f (agua) = 334 400 J/kg

Primero pasamos los KJ a J: 400 KJ = 400 000 J

A continuación vamos a calcular la cantidad de calor que hay que dar a esos 2 kg de hielo para que su temperatura llegue desde los -5°C hasta los 0°C .

$$Q = m_{\text{hielo}} \cdot c_e \text{ hielo} \cdot \Delta T_{\text{hielo}} = 2 \cdot 2006 (0 - (-5)) = 20 060 \text{ J}$$

De los 400 000 J hemos gastado 20 060 J en calentar el hielo. Nos quedan : 400 000 - 20 060 = 379 400 J

Veamos ahora cuanto necesitamos para fundir esos dos kg de hielo a 0°C :

$$Q_{\text{fusión}} = m_{\text{hielo}} \cdot L_f \text{ agua} = 2 \cdot 334 400 = 668 800 \text{ J}.$$

Como para fundir los 2 kg de hielo se necesita (668 800 J) más calor del que nos da el foco (379 400J), el hielo no se fundirá y por tanto **permanecerá en estado sólido.**

La cantidad de calor que da el foco, no depende de lo rápido que el foco comunica el calor. Por tanto, el estado no depende de la rapidez con la que el foco da ese calor, sólo depende de la cantidad de calor que da el foco.

13. Introducimos 100 g de hielo a 0°C en un vaso que contiene 200 ml de agua a 20°C . ¿Se fundirá todo el hielo?.

¿Cuál será la temperatura de equilibrio?.

Datos: C_e (agua líquida) = 4 180 J/kg $^{\circ}\text{C}$ L_f (agua) = 334 400 J/kg

Primero cambiamos las unidades al sistema internacional:

100 g de hielo = 0,1 kg de hielo

200 ml de agua = 200 g de agua (pues la densidad del agua líquida es 1 g/ml) = 0,2 kg de agua líquida.

Después calculamos la cantidad de calor que hay que dar al hielo para fundirlo:

$$Q_{\text{fusión}} = m_{\text{hielo}} \cdot L_f \text{ agua} = 0,1 \cdot 334 400 = 33 440 \text{ J}.$$

Ahora veamos hasta qué temperatura llegaría el agua líquida que inicialmente está a 20°C si le retiramos el calor anterior. Como es calor perdido debemos poner el signo menos delante del calor:

$$Q = m_{\text{agua}} \cdot c_e \text{ agua} \cdot \Delta T_{\text{agua}}$$
$$- 33 440 = 0,2 \cdot 4 180 \cdot (T - 20)$$

$$- 33 440 = 836 (T - 20)$$

$$- 33 440 / 836 = (T - 20)$$

$$- 33 440 / 836 = (T - 20)$$

$$- 40 = T - 20 \rightarrow \mathbf{T = - 20^{\circ}\text{C}}$$

Por tanto, vemos que es imposible. No podemos retirar del agua líquida calor suficiente para fundir el hielo. Tendríamos una mezcla de hielo y agua líquida todo a 0°C .

También podríamos haber calculado el calor que podemos extraer del agua líquida para que pase de 20°C hasta 0°C :

$$Q = m_{\text{agua}} \cdot c_e \text{ agua} \cdot \Delta T_{\text{agua}}$$

$$Q = 0,2 \cdot 4180 \cdot (0 - 20) = -16 720 \text{ J}$$

Como para fundir el hielo se necesitan 33 440J, vemos que no es suficiente para fundirlo.