

**Topic 3 – Thermal physics**  
**PROBLEM SET****Formative Assessment**

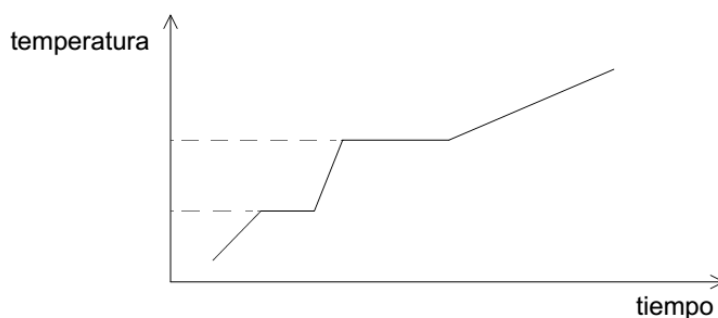
NAME: \_\_\_\_\_ TEAM: \_\_\_\_\_

**Aplicaciones y habilidades:**

- Describir el cambio de temperatura en términos de energía interna
- Utilizar las escalas de temperatura Kelvin y Celsius y convertirlas entre ellas
- Aplicación experimental de las técnicas calorimétricas de capacidad calorífica específica o calor latente específico
- Describir el cambio de fase en términos de comportamiento molecular
- Esbozar e interpretar gráficos de cambio de fase
- Calcular los cambios de energía que implican la capacidad calorífica específica y el calor latente específico de fusión y vaporización

**3.1 Thermal concepts**

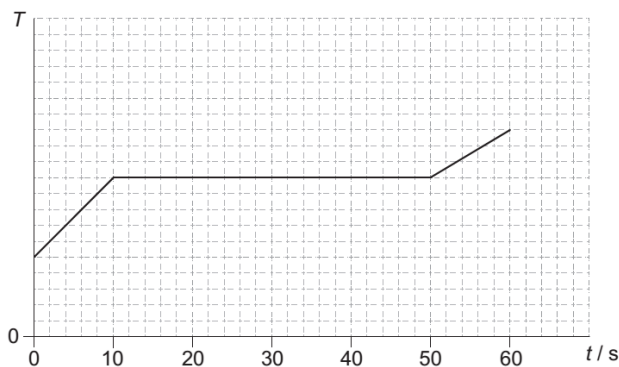
1. A una masa fija de un material se le suministra energía a ritmo constante. El material es inicialmente sólido. La gráfica muestra la variación de la temperatura del material frente al tiempo.



Si los calores específicos de las formas sólida, líquida y gaseosa del material son  $c_s$ ,  $c_l$  y  $c_g$  respectivamente, ¿qué se puede deducir de los valores de  $c_s$ ,  $c_l$  y  $c_g$ ?

- A.  $c_s > c_g > c_l$
- B.  $c_l > c_s > c_g$
- C.  $c_l > c_g > c_s$
- D.  $c_g > c_s > c_l$**

2. Se coloca un contenedor con 0,60kg de una sustancia líquida sobre un calentador en el tiempo  $t=0$ . El calor latente específico de vaporización de la sustancia es de  $200\text{kJkg}^{-1}$ . En la gráfica se muestra la variación de la temperatura  $T$  de la sustancia con el tiempo  $t$ .



¿Cuál es la potencia del hornillo?

- A. 1200W
- B. 3000W**
- C. 4800W
- D. 13300W

3. Cuando se suministran 1800J de energía a una masa  $m$  de líquido en un recipiente, la temperatura del líquido y del recipiente cambia en 10K. Si la masa del líquido se duplica a  $2m$ , se necesitan 3000J de energía para cambiar la temperatura del líquido y del recipiente en 10K. ¿Cuál es el calor específico del líquido en  $\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ ?

- A.  $60/m$
- B.  $120/m$
- C.  $180/m$
- D.  $240/m$

4. Un gas ideal y un sólido de la misma sustancia se encuentran a la misma temperatura.

La energía cinética media de las moléculas del gas es  $E_g$  y la energía cinética media de las moléculas del sólido es  $E_s$ . ¿Cómo se comparan entre sí  $E_g$  y  $E_s$ ?

- A.  $E_g$  es menor que  $E_s$ .
- B.  $E_g$  es igual a  $E_s$ .
- C.  $E_g$  es mayor que  $E_s$ .
- D. La relación entre  $E_g$  y  $E_s$  no puede determinarse.

5. Una máquina térmica realiza 300J de trabajo durante un ciclo. En dicho ciclo se desaprovecha una energía de 900J. ¿Cuál es el rendimiento de la máquina?

- A. 0,25
- B. 0,33
- C. 0,50
- D. 0,75

6. La capacidad térmica de un cuerpo es la energía necesaria para cambiar la temperatura del cuerpo en

- A. 1K.
- B.  $1\text{Km}^3$ .
- C.  $1\text{Kkg}^{-1}$ .
- D.  $1\text{Ks}^{-1}$ .

7. Cuando se suministran 1800J de energía a una masa  $m$  de líquido en un recipiente, la temperatura del líquido y del recipiente cambia en 10K. Si la masa del líquido se duplica a  $2m$ , se necesitan 3000J de energía para cambiar la temperatura del líquido y del recipiente en 10K. ¿Cuál es el calor específico del líquido en  $\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ ?

- A.  $60/m$
- B.  $120/m$
- C.  $180/m$
- D.  $240/m$

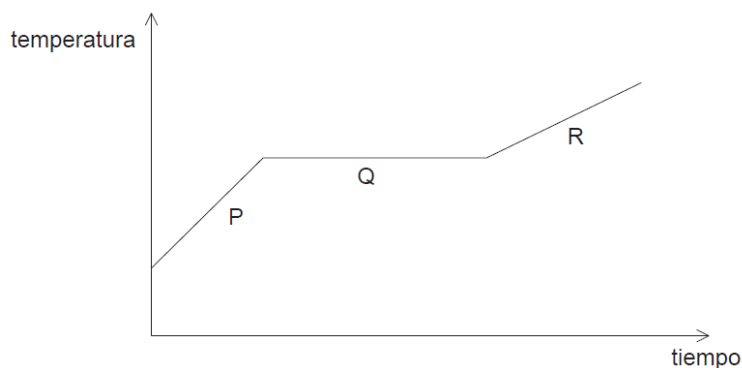
8. Dos objetos están en contacto térmico y se encuentran a diferente temperatura. ¿Qué está(n) determinado(s) por las temperaturas de los dos objetos?

- I. El sentido de la transferencia de energía térmica entre los objetos
  - II. La cantidad de energía interna almacenada por cada objeto
  - III. El proceso mediante el que se transfiere la energía entre los objetos
- A. Solo I
  - B. Solo II
  - C. Solo I y II
  - D. I, II y III

9. ¿Cuál de las siguientes temperaturas equivale a  $-100\text{ }^\circ\text{C}$ ?

- A.  $-373\text{ K}$
- B.  $-173\text{ K}$
- C.  $173\text{ K}$
- D.  $373\text{ K}$

10. Se calienta una muestra de cobre sólido por encima de su punto de fusión. La gráfica muestra la variación de la temperatura con el tiempo.



¿Durante qué etapa(s) se producirá un aumento de la energía interna del cobre?

- A. P, Q y R
- B. Solo Q
- C. Solo P y R
- D. Solo Q y R

11. Se mezclan masas iguales de agua a  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  y de parafina a  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  en un recipiente de capacidad térmica despreciable. El calor específico del agua es el doble del de la parafina. ¿Cuál será la temperatura final de la mezcla?

- A.  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$
- B.  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$
- C.  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$
- D.  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$

12. Dos objetos están en contacto térmico, inicialmente a temperaturas diferentes. ¿Cuál de las siguientes determina la transferencia de energía térmica entre los objetos?

- I. La masa de cada objeto
  - II. La capacidad térmica de los objetos
  - III. La temperatura de los objetos
- A. I solamente
  - B. I y II solamente
  - C. II y III solamente
  - D. III solamente

13. Se utiliza una bobina calefactora eléctrica de potencia  $P$  para transferir energía térmica a un cuerpo de masa  $m$ . En un tiempo  $t$ , el cuerpo ve su temperatura modificada en  $\Delta\theta$ . ¿Cuál será la capacidad térmica del cuerpo?

- A.  $Pt/m\Delta\theta$
- B.  $P/tm\Delta\theta$
- C.  $Pt/\Delta\theta$
- D.  $P/t\Delta\theta$

14. Lo siguiente puede determinarse para una sustancia sólida.

- I. La energía cinética media  $E_{K\text{med}}$  de las moléculas
  - II. La energía cinética total  $E_{K\text{tot}}$  de las moléculas
  - III. La energía potencial total  $E_{P\text{tot}}$  de las moléculas
- ¿Cuál(es) será(n) igual(es) a la energía interna de esta sustancia sólida?
- A. I solamente
  - B. I y III solamente
  - C. II solamente
  - D. II y III solamente

15. Dos objetos están en contacto térmico. Para que no haya transferencia neta de energía térmica entre los objetos, estos tendrán que

- A. tener la misma capacidad térmica y estar a la misma temperatura.
- B. tener la misma capacidad térmica solamente.
- C. tener la misma masa y estar a la misma temperatura.
- D. estar a la misma temperatura solamente.**

16. El calor latente es la energía requerida para cambiar la fase de

- A. un kilogramo de una sustancia.
- B. una sustancia a temperatura constante.
- C. un líquido a temperatura constante.
- D. un kilogramo de una sustancia a temperatura constante.**

17. En relación con la ebullición y la evaporación, ¿cuál de las siguientes opciones es verdadera?

	<b>Ebullición</b>	<b>Evaporación</b>
<b>A.</b>	<b>ocurre en todo el liquido</b>	<b>ocurre en la superficie del liquido</b>
B.	ocurre en todo el liquido	ocurre en todo el liquido
C.	ocurre en la superficie del liquido	ocurre en la superficie del liquido
D.	ocurre en la superficie del liquido	ocurre en todo el liquido

18. Un sólido de masa  $m$  se encuentra inicialmente a una temperatura  $\Delta T$  por debajo de su punto de fusión. El sólido tiene un calor específico  $c$  y un calor latente de fusión  $L$ . ¿Cuánta energía térmica debe ser transferida al sólido para que se funda por completo?

- A.  $mL + mc$
- B.  $mc + mL\Delta T$
- C.  $mc\Delta T + L\Delta T$
- D.  $mc\Delta T + mL$**

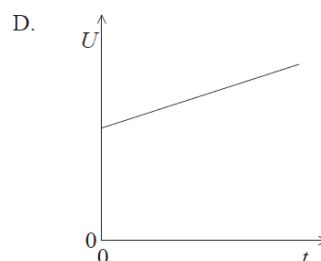
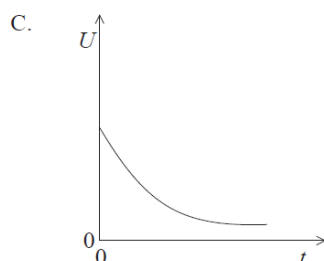
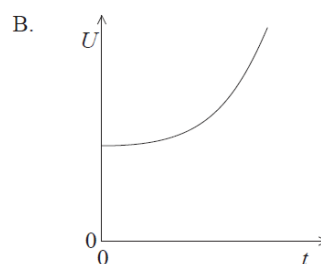
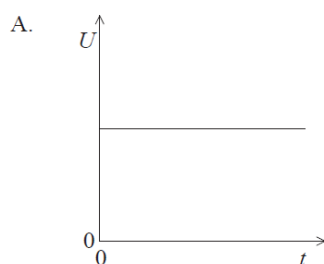
19. La temperatura de un objeto es de  $-153^{\circ}\text{C}$ . Si se eleva su temperatura hasta  $273^{\circ}\text{C}$ , ¿cuál será el cambio en la temperatura del objeto?

- A. 699 K
- B. 426 K**
- C. 153 K
- D. 120 K

20. ¿Cuál de las siguientes temperaturas equivale a 350 K?

- A.  $-623^{\circ}\text{C}$
- B.  $-77^{\circ}\text{C}$
- C.  $+77^{\circ}\text{C}$**
- D.  $+623^{\circ}\text{C}$

21. Un sistema consiste en un cubito de hielo en una copa de agua. El sistema se encuentra aislado térmicamente de los alrededores. El agua se encuentra inicialmente a  $20^{\circ}\text{C}$ . ¿Cuál de las gráficas indica mejor la variación con el tiempo  $t$  de la energía interna total  $U$  del sistema? **a**

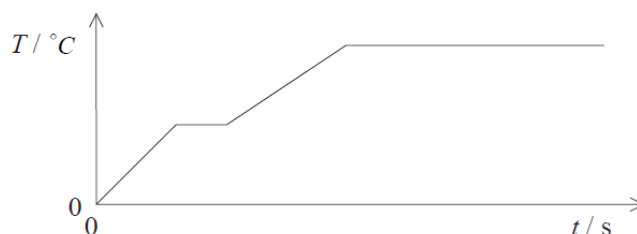


22. Un cubito de hielo y un iceberg se encuentran a una temperatura de  $0^{\circ}\text{C}$ . ¿Cuál de las siguientes es la comparación correcta de la energía cinética aleatoria media y la energía cinética total de las moléculas del cubito de hielo y las del iceberg?

- A.  
B.  
C.  
D.

Energía cinética aleatoria media	Energía cinética total
igual	igual
igual	diferente
diferente	igual
diferente	diferente

23. Se añade energía térmica a ritmo constante a una sustancia que es sólida en el instante  $t=0$ . La gráfica muestra la variación de la temperatura  $T$  con  $t$ .



¿Cuál de los siguientes enunciados es correcto?

- I. El calor latente de fusión es mayor que el calor latente de vaporización.  
 II. El calor específico del sólido es menor que el calor específico del líquido.  
 A. Solo I  
 B. I y II  
 C. Solo II  
 D. Ni I ni II

24. Una caja que se encuentra en reposo respecto al suelo horizontal contiene una cantidad fija de un gas ideal. La energía interna del gas es  $U$  y su temperatura es  $T$ . Se hace que la caja pase a moverse a velocidad constante respecto al suelo. ¿Cuál de las siguientes respuestas dará la variación, si existe, de la energía interna y de la temperatura del gas después que la caja haya estado en movimiento por un tiempo?

- A.  
B.  
C.  
D.

Energía interna	Temperatura
sin variación.	sin variación.
sin variación.	aumenta
aumenta	sin variación.
aumenta	aumenta

25. El objeto P tiene masa  $m_P$  y calor específico  $c_P$ . El objeto Q tiene masa  $m_Q$  y calor específico  $c_Q$ . La temperatura de cada objeto aumenta en la misma cantidad. ¿Cuál de las siguientes respuestas da el cociente  $\frac{\text{energía térmica transferida al objeto P}}{\text{energía térmica transferida al objeto Q}}$ ?

- A.  $\frac{m_P c_Q}{m_Q c_P}$   
B.  $\frac{m_P c_P}{m_Q c_Q}$   
C.  $\frac{m_Q c_Q}{m_P c_P}$   
D.  $\frac{m_Q c_P}{m_P c_Q}$

26. Para que dos objetos se encuentren en equilibrio térmico es necesario que

- A. estén en contacto mutuo.  
B. radien cantidades iguales de potencia.  
C. tengan la misma capacidad térmica.  
D. estén a la misma temperatura.

27. En la siguiente tabla, ¿qué fila muestra la conversión correcta entre las escalas de temperaturas Kelvin y Celsius?

	Temperatura Kelvin/K	Temperatura Celsius/°C
A.	0	373
B.	100	-173
C.	173	100
D.	373	-100

28. Un trozo de hielo a  $0^\circ\text{C}$  se introduce en agua a  $0^\circ\text{C}$ . Suponiendo que no hay pérdidas de energía térmica hacia los alrededores, ¿cuál de los siguientes enunciados es cierto respecto de la fusión del hielo y del cambio en la temperatura?

	Fusión del hielo	Cambio en la temperatura
A.	Algo de hielo se fundirá	La temperatura global del agua disminuirá inicialmente antes de volver a $0^\circ\text{C}$
B.	Algo de hielo se fundirá	La temperatura global del agua permanecerá sin cambio
C.	no se fundirá nada de hielo	La temperatura del agua y del hielo permanecerán sin cambio.
D.	no se fundirá nada de hielo	La temperatura global del agua disminuirá.

29. Se coloca un bloque de metal con una temperatura de  $90^\circ\text{C}$  en un vaso de agua con una temperatura de  $0^\circ\text{C}$ . Las masas del bloque de metal y del agua son iguales. La temperatura final del agua y del bloque de metal es de  $9^\circ\text{C}$ .

¿Cuál de las siguientes respuestas es la mejor estimación del cociente calor específico del agua/ calor específico del metal?

- A. 1/10  
B. 1/9  
C. 9  
D. 10

30. Se colocan dos cuerpos en contacto térmico uno con el otro. No hay transferencia de energía térmica entre ellos. Por tanto, puede deducirse que los cuerpos deben tener igual

- A. calor específico.  
B. capacidad calorífica.

**C. temperatura.**

D. energía interna.

31. Se calienta un líquido en un recipiente bien aislado. Se conocen la potencia comunicada al líquido y su calor específico.

¿Cuál de las siguientes magnitudes deben conocerse para calcular el ritmo al que aumenta la temperatura?

A. el tiempo de calentamiento del líquido

B. la temperatura inicial del líquido

C. La temperatura final del líquido

**D. la masa del líquido**

32. la longitud de la columna de mercurio en un termómetro es  $L_{100}$  a  $100^\circ\text{C}$  y  $L_0$  a  $0^\circ\text{C}$ .

¿Cuál de las siguientes respuestas indica la temperatura cuando la longitud de la columna del mercurio tiene un valor  $L_T$ ? **d**

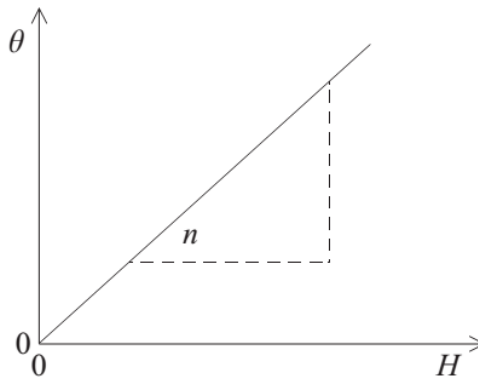
A.  $\frac{L_T}{L_{100}} \times 100^\circ\text{C}$

B.  $\frac{L_T}{(L_{100} - L_0)} \times 100^\circ\text{C}$

C.  $\frac{(L_{100} - L_T)}{(L_{100} - L_0)} \times 100^\circ\text{C}$

D.  $\frac{(L_T - L_0)}{(L_{100} - L_0)} \times 100^\circ\text{C}$

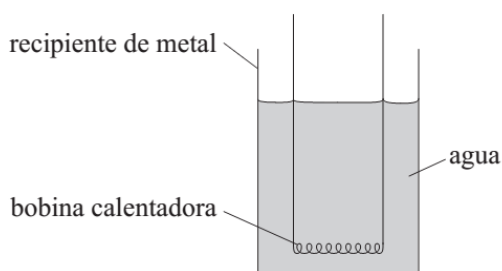
33. Se calienta un bloque de metal de masa  $M$ . El gráfico muestra la variación de su temperatura  $\theta$  con la energía térmica  $H$  suministrada al bloque.



La pendiente del gráfico de línea recta es  $n$ . El calor específico del metal es:

**A.  $1/Mn$ .**B.  $1/n$ .C.  $Mn$ .D.  $n$ .

34. Se calienta un recipiente de metal que contiene agua utilizando una bobina calentadora tal como se muestra a continuación.



El agua está en ebullición a un ritmo constante. La masa de agua evaporada por unidad de tiempo es  $M_1$  para una potencia de calentamiento  $P_1$ . Cuando la potencia de calentamiento aumenta hasta  $P_2$ , la masa evaporada por unidad de tiempo es  $M_2$ . Las pérdidas de calor a la atmósfera **no** son despreciables.

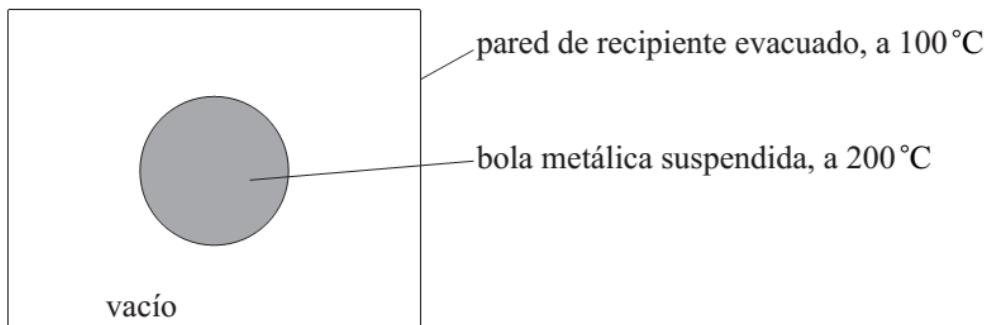
¿Cuál de las siguientes expresiones indica el calor latente de vaporización del agua?

- A.  $\frac{(P_2+P_1)}{(M_2+M_1)}$   
**B.  $\frac{(P_2-P_1)}{(M_2-M_1)}$**   
 C.  $\frac{P_2}{M_2}$   
 D.  $\frac{P_1}{M_1}$

35. ¿Cuál de las siguientes opciones describe correctamente los cambios, si los hay, de la energía cinética y de la energía potencial de las moléculas de un líquido cuando está en ebullición?

	Energía cinética	Energía potencial
A.	aumenta	aumenta
B.	aumenta	permanece constante
<b>C.</b>	<b>permanece constante</b>	<b>aumenta</b>
D.	permanece constante	permanece constante

36. Una bola metálica a temperatura de  $200^\circ\text{C}$  está suspendida dentro de un recipiente en el que se ha hecho el vacío (evacuado). Las paredes del recipiente se mantienen a una temperatura **constante** de  $100^\circ\text{C}$ .



¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre la temperatura de la bola es la correcta?

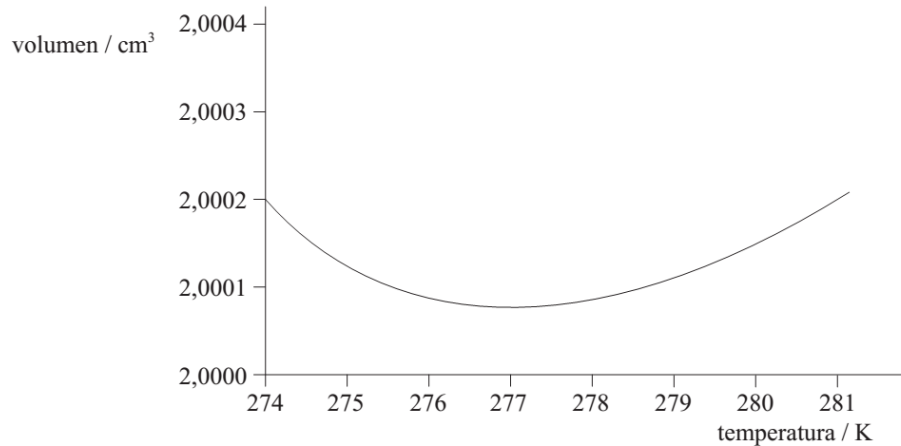
- A. La bola, al final, llegará al cero absoluto.  
 B. la bola seguirá a  $200^\circ\text{C}$ .  
**C. La bola finalmente llegará a  $100^\circ\text{C}$ .**  
 D. La bola, al final, alcanzará una temperatura entre  $200^\circ\text{C}$  y  $100^\circ\text{C}$ .

37. una varilla de metal y otra varilla de goma se encuentran a la misma temperatura. Cuando se sujetan en la mano, la varilla de metal se “siente” más fría que la varilla de goma. La mejor explicación de esta observación es que el metal

- A. tiene un calor específico menor que la goma.  
 B. tiene un punto de fusión más alto que la goma.  
**C. es mejor conductor de la energía térmica que la goma.**  
 D. es mejor absorbente de energía térmica que la goma.



38. El gráfico siguiente muestra la variación con la temperatura del volumen de una masa fija de agua.



Se desea diseñar un termómetro para medir temperaturas en el rango entre 274 K y 280 K.

¿cuál de las siguientes es la razón principal por la que la variación con la temperatura del volumen del agua hace que ésta no sea adecuada para su uso en el termómetro?

- A. el agua es un líquido incoloro.
- B. El agua se congela a 273 K.
- C. el cambio en volumen es demasiado pequeño en el rango de temperatura.
- D. el volumen toma el mismo valor para más de una temperatura.

39. Un pedazo de metal se encuentra inicialmente a una temperatura de 100°C. Se calienta el metal de modo que su temperatura asciende en  $\eta$  grados, medidos en la escala Celsius. El ascenso en temperatura, medido en la escala Kelvin, será de

- A.  $\theta - 273$ .
- B.  $\theta$ .
- c.  $\theta + 273$ .
- D.  $\theta + 373$ .

40. una gran masa  $M$  de hielo de calor latente  $L$  se encuentra en su punto de fusión (0°C). Se vierte una pequeña masa  $m$  de agua a  $\theta$  °C sobre el bloque de hielo. El calor específico del agua es  $S$ . ¿cuál de las siguientes expresiones es correcta para la masa de hielo derretido?

- A.  $mL/S\theta$
- B.  $mS\theta/L$
- c.  $MS\theta/L$
- D.  $ML/S\theta$

41. Los metales son, por lo general, mejores conductores térmicos que los no metales. La explicación de esta diferencia consiste en que, en un metal, el principal medio de transferencia de energía consiste en

- A. las vibraciones de red.
- B. los electrones libres.
- C. los iones positivos.
- D. los fotones.

42. Un cilindro contiene dos gases ideales, X e Y, a temperatura constante. La masa de los átomos de X es  $m$  y la de los de Y es  $4m$ .

¿Cuál de los siguientes es el valor correcto de la razón  $\frac{\text{energía cinética media de los átomos de Y}}{\text{energía cinética media de los átomos de X}}$ ?

- A. 1
- B. 2
- C 4
- D. 16

43. La temperatura es la **única** propiedad que determina

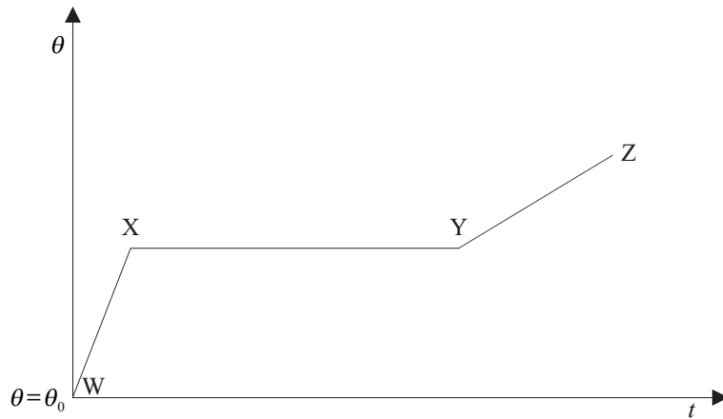
A. la energía interna total de la sustancia.

B. la fase (estado) de la sustancia.

**C. la dirección de transferencia de la energía térmica entre dos cuerpos en contacto térmico.**

D. el proceso mediante el cual un cuerpo cede energía térmica a los alrededores.

44. Se calienta una sustancia a un ritmo constante. El gráfico esquematizado muestra la variación con el tiempo  $t$  de la temperatura  $\theta$  de la sustancia.



¿En qué región o regiones del gráfico debe estar presente más de una fase de la sustancia?

A. WX e YZ

B. WX solamente

C. WX, XY e YZ

**D. XY solamente**

45. Se construye una escala de temperaturas utilizando la propiedad X de una sustancia.

¿Cuál de las siguientes debe ser una característica de la propiedad X?

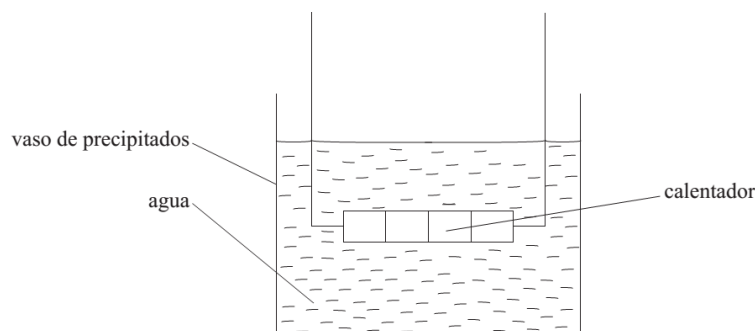
A. El valor de la propiedad debe ser cero a cero kelvin.

B. La propiedad debe aumentar al hacerle la temperatura.

**C. La propiedad debe tomar un valor diferente para cada temperatura que vaya a medirse.**

D. El valor de la propiedad debe variar linealmente con la temperatura kelvin.

46. Como parte de un experimento para determinar el calor latente de vaporización del agua, un estudiante hierve un poco de agua en un vaso de precipitados utilizando un calentador eléctrico tal y como se muestra en la figura.



El estudiante anota dos fuentes de error.

Error 1: se pierde energía térmica a través de las paredes del vaso de precipitados

Error 2: cuando el agua está hirviendo, salpica fuera del vaso de precipitados

¿Cuál de las siguientes opciones indica correctamente el efecto de esos dos errores sobre el valor calculado para el calor latente?

**A.**

B.

Error 1	Error 2
<b>aumenta</b>	<b>disminuye</b>
aumenta	No cambia

C.	disminuye	aumenta
D.	disminuye	No cambia

47. ¿Cuál de las siguientes opciones define la energía interna de un sistema?

- A. La energía térmica total ganada por el sistema durante la fusión y la ebullición.  
**B. La suma de las energías potencial y cinética de las partículas del sistema.**  
C. El trabajo externo total realizado sobre el sistema durante la fusión y la ebullición.  
D. El cambio en la energía potencial del sistema que ocurre durante la fusión y la ebullición.

48. La energía térmica puede transferirse

- I. en un fluido, como resultado de cambios de densidad del fluido.  
II. en una sustancia no metálica, como resultado de las vibraciones de la red.

¿Cuál de las siguientes opciones identifica correctamente cada una de esas transferencias energéticas?

	Transferencia I	Transferencia II
A.	convección	convección
B.	evaporación	convección
<b>C.</b>	<b>convección</b>	<b>conducción</b>
D.	evaporación	conducción

49. Un líquido está contenido en un plato de poca profundidad en contacto con la atmósfera. El ritmo de evaporación del líquido no depende de

- A. la temperatura del líquido.  
B. la temperatura de la atmósfera.  
**C. la profundidad del líquido.**  
D. la presión de la atmósfera.

50. En un termómetro de mercurio, la distancia entre las marcas correspondientes a  $0^{\circ}\text{C}$  y a  $100^{\circ}\text{C}$  es de 20 cm. Cuando la ampolla del termómetro se introduce en una mezcla de hielo y sal, el nivel de mercurio está 4 cm por debajo de la marca de  $0^{\circ}\text{C}$ . La temperatura de la mezcla será

- A.  $+20^{\circ}\text{C}$   
B.  $+5^{\circ}\text{C}$   
C.  $-5^{\circ}\text{C}$   
**D.  $-20^{\circ}\text{C}$**

51. El calor latente de vaporización de una sustancia es la cantidad de energía necesaria para

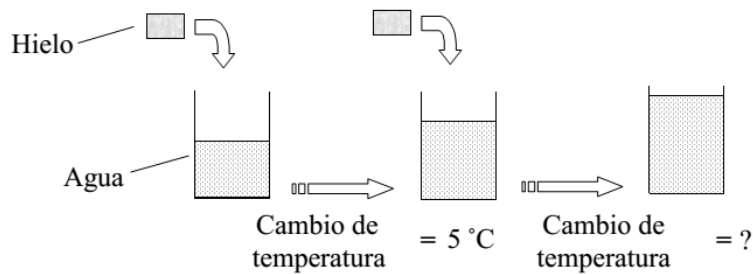
- A. aumentar la temperatura de una unidad de masa de una sustancia en un grado centígrado.  
**B. convertir una unidad de masa de líquido en vapor a temperatura y presión constante.**  
C. convertir una unidad de masa de sólido a vapor a temperatura y presión constante  
D. convertir una unidad de masa de líquido a vapor a una temperatura de  $100^{\circ}\text{C}$  y a una presión de una atmósfera.

52. La energía térmica se transfiere a través de los cristales de las ventanas de una casa principalmente por

- A. conducción.**  
**B. radiación.**

- C. conducción y convección.  
D. radiación y convección.

53. Cuando se añade un cubito de hielo a una taza de agua caliente, la temperatura final es  $5^{\circ}\text{C}$  menor que la temperatura inicial del agua caliente.



Si se añade a la misma taza otro cubito de hielo idéntico al anterior, la temperatura

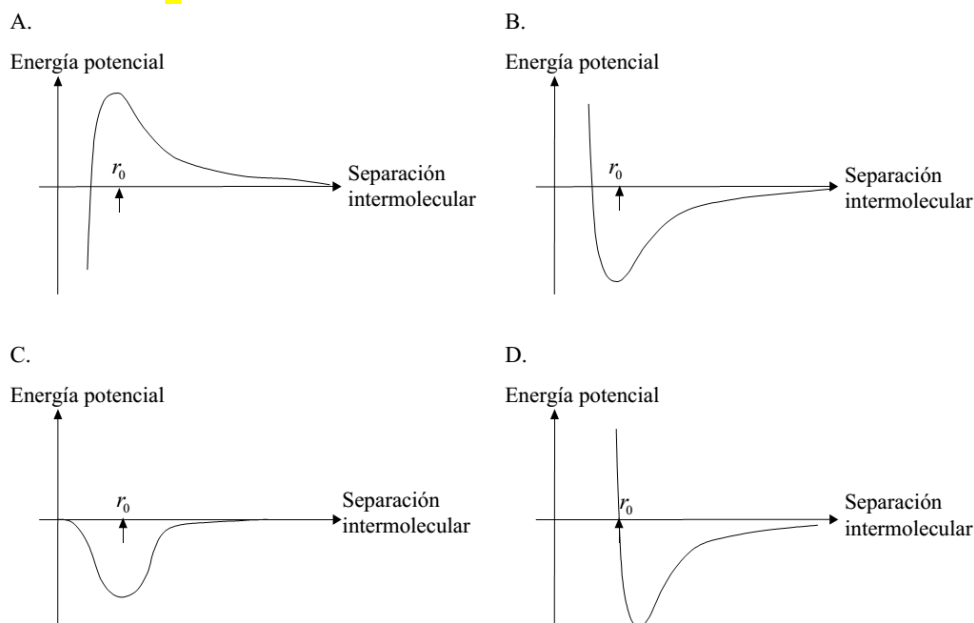
A. disminuirá otros  $5^{\circ}\text{C}$

**B. no disminuirá nada.**

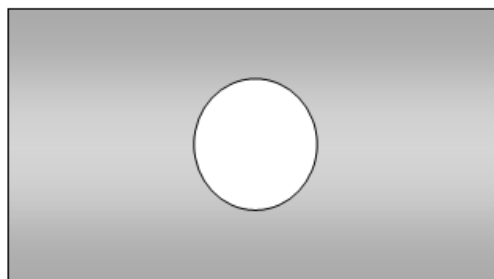
C. disminuirá más de  $5^{\circ}\text{C}$

D. disminuirá menos de  $5^{\circ}\text{C}$

**54.** Dos moléculas están separadas en el equilibrio por una distancia  $r_0$ . ¿Cuál de los siguientes gráficos muestra correctamente la variación de la energía potencial intermolecular de las moléculas en función de la separación intermolecular? **b**

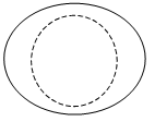


**55.** Una lámina rectangular de metal tiene un hueco en su centro, tal y como se muestra en el diagrama siguiente.



Cuando se calienta, la lámina se expande. ¿Cuál de los siguientes diagramas esquematiza mejor el tamaño y la forma del nuevo hueco? El hueco original se muestra como línea de puntos. **d**

A.



B.

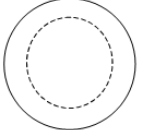


(i.e. el tamaño permanece constante)

C.



D.



56. Un bloque de cobre se coloca en contacto térmico con un bloque de hierro que tiene mayor temperatura. Los bloques tienen la misma masa y el intercambio de energía con el medio ambiente puede considerarse como despreciable.

¿Cuál o cuáles de las siguientes opciones serán verdad respecto de las magnitudes del cambio de la energía interna y del cambio de la temperatura de cada bloque al llegarse al equilibrio térmico?

A.

B.

C.

D.

	Cambio de la energía interna	Cambio de la temperatura
A.	igual	igual
B.	desigual	igual
C.	igual	desigual
D.	desigual	desigual

57. Se mezclan masas iguales de agua y de alcohol que inicialmente están a diferentes temperaturas. El calor específico del agua es mayor que el del alcohol. La temperatura final de la mezcla será:

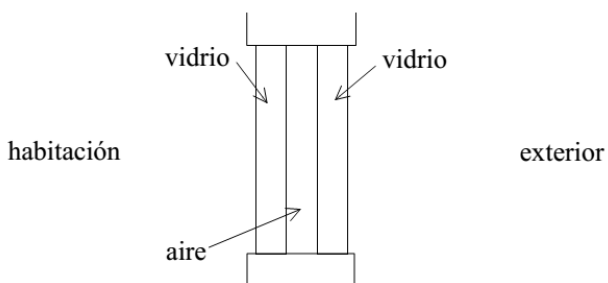
A. igual a la suma de las dos temperaturas originales.

B. justo a medio camino entre las dos temperaturas originales.

C. más cerca de la temperatura original del agua que de la del alcohol.

D. más cerca de la temperatura original del alcohol que de la del agua.

58. El croquis muestra la sección de una ventana de doble cristal. Los paneles de vidrio están separados por un espacio de aire que tiene el mismo espesor que los dos paneles de vidrio. La temperatura de la habitación es mayor que la temperatura exterior.



¿Cuál de las siguientes afirmaciones es la verdadera?

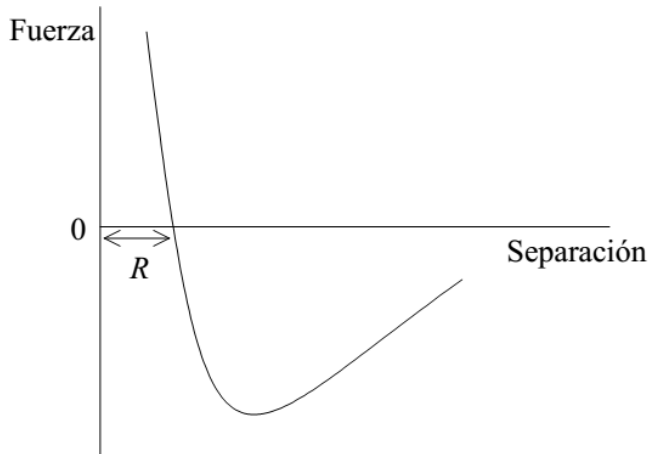
A. No hay transferencia de energía desde la habitación al exterior.

B. La tasa de energía transferida a través del cristal es igual a la transmitida a través del espacio de aire.

C. La tasa de energía transferida a través del cristal es mayor que la transmitida a través del espacio de aire.

D. La tasa de energía transferida a través del cristal es menor que la transmitida a través del espacio de aire.

59. El gráfico muestra cómo varía la fuerza entre dos moléculas en un sólido con su separación.



Cuando la separación entre las moléculas es igual a  $R$ , la **energía potencial** de las moléculas es

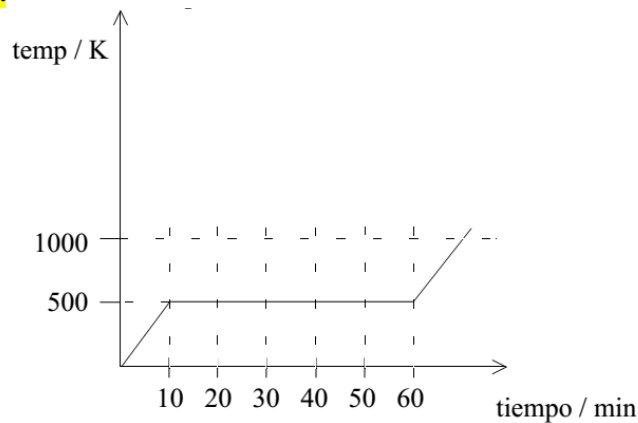
A. un máximo.

B. un mínimo.

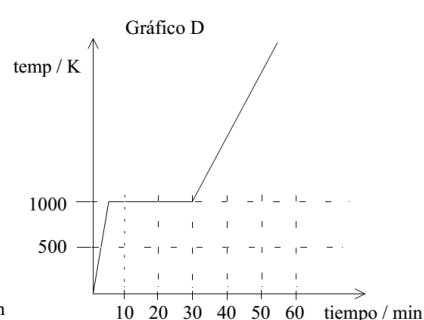
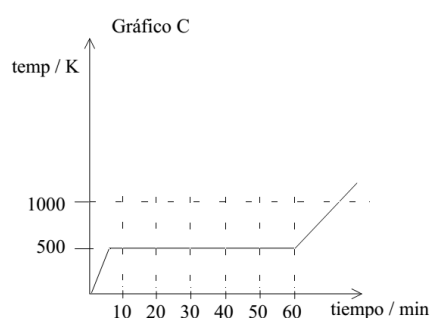
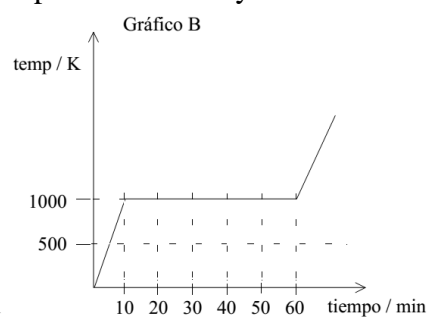
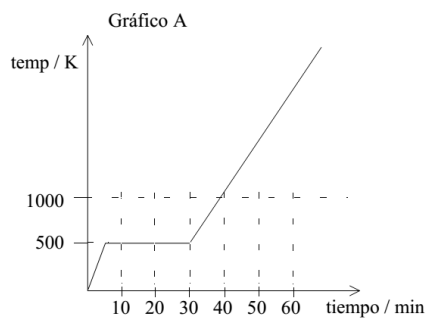
C. cero.

D. infinito.

60. Una sustancia se calienta a un régimen constante. El gráfico inferior muestra la variación de la temperatura de la sustancia con el tiempo. **a**



¿Cuál de los siguientes gráficos representa mejor cómo varía la temperatura con el tiempo si la mitad de la masa de la sustancia se calienta ahora desde la misma temperatura inicial y a la misma tasa?



### 3.1 Thermal concepts

1. En un experimento para determinar el calor latente específico de fusión del hielo, se deja caer un cubo de hielo en agua que está en un calorímetro bien aislado con calor específico despreciable. Se dispone de los siguientes datos.

Masa del cubo de hielo = 25g

Masa del agua = 350g

Temperatura inicial del cubo de hielo = 0°C

Temperatura inicial del agua = 18°C

Temperatura final del agua = 12°C

Calor específico del agua = 4200 J kg<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>

(a) Utilizando los datos, estime el calor latente específico de fusión del hielo. [4]

(b) Se repite el experimento utilizando la misma masa de hielo machacado.

Sugiera el efecto, si lo hay, que machacar el hielo tiene sobre

(i) la temperatura final del agua. [1]

(ii) el tiempo que lleva al agua alcanzar su temperatura final. [1]

Question		Answers	Notes	Total
3	a	<p>use of <math>m \times c \times \theta</math> with correct substitution for either original water <b>or</b> water from melted ice ✓</p> <p>energy available to melt ice = «8820 – 1260 =» 7560 J ✓</p> <p>equates 7560 to <math>mL</math> ✓</p> <p><math>3.02 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1}</math> ✓</p> <p><b>FOR EXAMPLE</b></p> <p><math>0.35 \times 4200 \times (18 - 12)</math> <b>OR</b> <math>0.025 \times 4200 \times 12</math> ✓</p> <p>7560 J ✓</p> <p><math>L = \frac{7560}{0.025}</math> ✓</p> <p><math>3.02 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1}</math> ✓</p>	<p>Award [3 max] if energy to warm melted ice as water is ignored (350 kJ kg<sup>-1</sup>).</p> <p>Allow ECF in MP3.</p>	4
	b	i	no change in temperature/no effect, the energies exchanged are the same ✓	1
	b	ii	the time will be less/ice melts faster, because surface area is greater <b>or</b> crushed ice has more contact with water ✓	1

### 2. Esta pregunta trata de la energía interna.

(a) Distinga entre energía térmica (calor) y temperatura. [3]

(b) (i) Mathilde eleva la temperatura del agua en un hervidor eléctrico hasta el punto de ebullición. Una vez que el agua hierve continuamente, mide el cambio en la masa del hervidor y su contenido durante un período de tiempo.

Se dispone de los siguientes datos.

Masa inicial de hervidor y agua = 1,880 kg

Masa final de hervidor y agua = 1,580 kg

Tiempo entre mediciones de masa = 300 s

Disipación de potencia en el hervidor = 2,5 kW

Determine el calor latente de vaporización del agua. [2]

(ii) Resuma por qué su respuesta a (b)(i) es una sobreestimación del calor latente de vaporización del agua. [2]



3. (a) heat/thermal energy is the sum of PE and KE in a body / heat/thermal energy is flow/transfer of energy;  
temperature is measure of average KE of particles / indicates direction of heat flow;  
temperature is measured in K **and** thermal energy measured in J; *(both needed)* [3]
- (b) (i) mass lost in 300 s =  $(1.880 - 1.580) = 0.3$  (kg);  
(energy supplied = 750 kJ) *(do not award credit for this line)*  
 $L = 2.5$  MJ kg<sup>-1</sup>; *(unit must appear correctly here)* [2]  
*Award [2] for a bald correct answer.*
- (ii) energy will be transferred to surroundings; } *(accept energy is lost by/from kettle to surroundings)*  
so calculated energy to water is too large / change in mass too large;  
(hence overestimate) [2]  
*Award [0] for a bald correct answer.*  
*Treat references to energy gained by kettle as neutral; the kettle is at a constant temperature.*

### 3. Derretimiento de hielo

- (a) Describa, en relación con el comportamiento molecular, el proceso por el que se derrite el hielo. [2]
- (b) Un contenedor de masa despreciable, aislado de su entorno, contiene 0,150 kg de hielo a una temperatura de -18,7 °C. Un calentador eléctrico proporciona energía a un ritmo de 125 W.
- (i) Tras un intervalo temporal de 45,0 s todo el hielo ha alcanzado una temperatura de 0 °C sin derretirse. Calcule el calor específico del hielo. [2]
- (ii) Se dispone de los siguientes datos.  
Calor específico del agua = 4200 J kg<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>  
Calor latente de fusión del hielo =  $3,30 \times 10^5$  J kg<sup>-1</sup>  
Determine la temperatura final del agua cuando el calentador proporciona energía durante otros 600 s. [3]
- (c) Se repite todo el experimento de (b)(i) y (b)(ii) con un contenedor de masa despreciable que no está aislado del entorno. La temperatura del entorno es de 18 °C. Comente cuál será la temperatura final del agua de (b)(ii). [3]



**Part 2** Melting ice

- (e) in ice, molecules vibrate about a fixed point;  
as their total energy increases, the molecules (partly) overcome the attractive force between them;  
in liquid water the molecules are able to migrate/change position; [2 max]

(f) (i)  $(Q =) 45.0 \times 125 (= 5625 \text{ J})$ ;  
 $c = \left( \frac{Q}{m \Delta \theta} \right) 2.01 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ; [2]

(ii) energy available =  $125 \times 600 (= 75000 \text{ J})$ ;  
energy available to warm the water =  $75000 - [0.15 \times 3.3 \times 10^5] (= 25500 \text{ J})$ ;  
temperature =  $\left( \frac{25500}{0.15 \times 4200} \right) 40.5^\circ \text{C}$ ; [3]

- (g) ice/water spends more time below  $18^\circ \text{C}$ ;  
so net energy transfer is in to the system;  
so final water temperature is higher; [3]

*or*

ice/water spends less time below  $18^\circ \text{C}$ ;  
so net energy transfer is out of the system;  
so final water temperature is lower;

**4. Esta pregunta trata de la energía.**

A su temperatura de fusión, se vierte zinc fundido en un molde de hierro. El zinc fundido se solidifica sin cambio de temperatura.

(a) Resuma por qué una masa dada de zinc fundido tiene una energía interna mayor que la misma masa de zinc sólido a igual temperatura. [3]

(b) Se deja enfriar el zinc en el molde. La temperatura del molde de hierro era de  $20^\circ \text{C}$  antes de verter en él el zinc fundido, a su temperatura de fusión. La temperatura final del molde de hierro y del zinc solidificado es de  $89^\circ \text{C}$ .

Se dispone de los siguientes datos.

Masa del molde del hierro = 12 kg

Masa del zinc = 1,5 kg

Calor específico del hierro =  $440 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Calor latente de fusión del zinc =  $113 \text{ kJ kg}^{-1}$

Temperatura de fundición del zinc =  $420^\circ \text{C}$

Utilizando los datos, determine el calor específico del zinc. [4]

2. (a) same temperature so (average) kinetic energy (of atoms/molecules) the same;  
(interatomic) potential energy of atoms is greater for liquid / energy is needed to separate the atoms;  $\left. \begin{array}{l} \text{(do not allow "forces are"} \\ \text{weaker"} \text{ arguments)} \end{array} \right\}$   
internal energy = potential energy + kinetic energy; (allow BOD for clear algebra)  
(so internal energy is greater) [3]

- (b) energy lost by freezing zinc =  $1.5 \times 113000$  (= 170000 J);  $\left. \begin{array}{l} \text{(watch for power of} \\ \text{ten error)} \end{array} \right\}$

energy gained by iron =  $12 \times 440 \times [89 - 20]$  (= 364000 J);

energy lost by cooling solid zinc = 195000 (J);

$$\text{specific heat capacity of zinc} = \frac{195000}{1.5 \times [420 - 89]} = 390 \text{ (J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}\text{)}; \quad [4]$$

Award [3 max] for an answer of 733 ( $\text{kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ) ( $1.5 \times 113$  was used).

or

thermal energy lost by zinc = thermal energy gained by iron;

indication that thermal energy lost by zinc has a latent heat contribution and a specific heat contribution expressed algebraically or numerically;

substitution correct;

answer;

### 5. Esta pregunta trata sobre un cambio de fase.

- (a) El agua a presión constante hierve a temperatura constante. Resuma, en términos de la energía de las moléculas, las razones de que eso ocurra. [2]

- (b) En un experimento para medir el calor latente de vaporización del agua, el vapor a 100 °C se convirtió en agua en un recipiente aislado. Se dispone de los siguientes datos.

Masa inicial de agua en el recipiente = 0,300 kg

Masa final de agua en el recipiente = 0,312 kg

Temperatura inicial del agua en el recipiente = 15,2 °C

Temperatura final del agua en el recipiente = 34,6 °C

Calor específico del agua =  $4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Demuestre que los datos proporcionan un valor de aproximadamente  $1,8 \times 10^6 \text{ J kg}^{-1}$  para el calor latente de vaporización  $L$  del agua. [4]

- (c) Explique por qué, exceptuando errores de medición o de cálculo, el valor aceptado de  $L$  es mayor que el dado en (b). [2]

2. (a) temperature is a measure of the (average) kinetic energy of the molecules;  
at the boiling point, energy supplied (does not increase the kinetic energy) but  
(only) increases the potential energy of the molecules/goes into increasing the  
separation of the molecules/breaking one molecule from another / *OWTTE*; [2]
- (b) (energy gained by cold water is)  $0.300 \times 4180 \times [34.6 - 15.2] / 24327$ ;  
(energy lost by cooling water is)  $0.012 \times 4180 \times [100 - 34.6] / 3280$ ;  
(energy lost by condensing steam is)  $0.012L$ ;  
 $1.75 \times 10^6 \text{ (J kg}^{-1}\text{)} /$   
$$\frac{[\text{their energy gained by cold water} - \text{their energy lost by cooling water}]}{0.012};$$
 [4]  
*Award [4] for  $1.75 \times 10^6 \text{ (J kg}^{-1}\text{)}$ .*  
*Award [2 max] for an answer that ignores cooling of condensed steam.*
- (c) some of the energy (of the condensing steam) is lost to the surroundings;  
so less energy available to be absorbed by water / rise in temperature of the water  
would be greater if no energy lost; [2]

## 6. Cambio de fase

- (a) El agua a presión constante hierve a temperatura constante. Resuma, en términos de la energía de las moléculas, las razones de que eso ocurra. [2]
- (b) En un experimento para medir el calor latente de vaporización del agua, el vapor a  $100^\circ\text{C}$  se convirtió en agua en un recipiente aislado. Se dispone de los siguientes datos.
- Masa inicial de agua en el recipiente =  $0,300 \text{ kg}$   
Masa final de agua en el recipiente =  $0,312 \text{ kg}$   
Temperatura inicial del agua en el recipiente =  $15,2^\circ\text{C}$   
Temperatura final del agua en el recipiente =  $34,6^\circ\text{C}$   
Calor específico del agua =  $4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$
- Demuestre que los datos proporcionan un valor de aproximadamente  $1,8 \times 10^6 \text{ J kg}^{-1}$  para el calor latente de vaporización  $L$  del agua. [4]
- (i) Explique por qué, exceptuando errores de medición o de cálculo, el valor aceptado de  $L$  es mayor que el dado en (b). [2]

**Part 2** Change of phase

- (g) temperature is a measure of the (average) kinetic energy of the molecules;  
at the boiling point, energy supplied (does not increase the kinetic energy) but  
(only) increases the potential energy of the molecules/goes into increasing the  
separation of the molecules/breaking one molecule from another / *OWTTE*; [2]

- (h) (energy gained by cold water is)  $0.300 \times 4180 \times [34.6 - 15.2] / 24327$ ;  
(energy lost by cooling water is)  $0.012 \times 4180 \times [100 - 34.6] / 3280$ ;  
(energy lost by condensing steam is)  $0.012L$ ;  
 $1.75 \times 10^6 \text{ (J kg}^{-1}\text{)} /$   
$$\frac{[\text{their energy gained by cold water} - \text{their energy lost by cooling water}]}{0.012};$$
 [4]

*Award [4] for  $1.75 \times 10^6 \text{ (J kg}^{-1}\text{)}$ .*

*Award [2 max] for an answer that ignores cooling of condensed steam.*

- (i) some of the energy (of the condensing steam) is lost to the surroundings;  
so less energy available to be absorbed by water / rise in temperature of the water  
would be greater if no energy lost; [2]

**7. Esta pregunta trata de conceptos térmicos.**

- (a) Distinga entre energía interna y energía térmica (calor). [2]

Energía interna:

Energía térmica:

(b) Un calentador de inmersión de 300 W se coloca en un vaso que contiene 0,25 kg de agua a una temperatura de 18 °C. El calentador se mantiene encendido durante 120 s, y tras ese tiempo la temperatura del agua es de 45 °C. La capacidad térmica del vaso es despreciable y el calor específico del agua es de  $4,2 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ .

- (i) Estime la variación en la energía interna del agua. [2]

- (ii) Determine el ritmo al que se transfiere la energía térmica del agua al entorno durante el tiempo en que está encendido el calentador. [2]

(c) Se sigue calentando el agua en (b) hasta que empieza a hervir a temperatura constante.

Hierve durante 500 s contados desde el instante en que ha empezado a hervir. La masa de agua que queda después de este tiempo es de 0,20 kg.

- (i) Estime, utilizando la respuesta a (b)(ii), el calor latente de vaporización del agua. [2]

- (ii) Explique, en términos de la energía de las moléculas del agua, por qué el agua hierve a temperatura constante. [3]

**Part 2** Thermal concepts(a) *internal energy*:

the sum of the potential and the (random) kinetic energy of the molecules/particles of a substance;

*thermal energy*:

the (non-mechanical) transfer of energy between two different bodies as a result of a temperature difference between them; [2]

$$(b) \quad (i) \quad (\Delta U) = 0.25 \times 4.2 \times 10^3 \times 27 \quad (= 2.835 \times 10^4 \text{ J});$$
$$= 2.8 \times 10^4 \text{ J}; \quad [2]$$

$$(ii) \quad \text{energy transfer} = [300 \times 120] - [2.835 \times 10^4] = 7.65 \times 10^3 \text{ J};$$

$$\text{rate of transfer} = \frac{7.650 \times 10^3}{120} = 64 \text{ W}; \quad [2]$$

*Allow ECF from (b)(i).*

$$(c) \quad (i) \quad \text{total energy supplied to water} = (500 \times 300 - 500 \times 64) = 1.18 \times 10^5 \text{ J};$$

$$\text{specific latent heat} = \left( \frac{Q}{m} = \frac{1.18 \times 10^5}{0.05} \right) = 2.4 \times 10^6 \text{ J kg}^{-1}; \quad [2]$$

$$\text{Award [1 max] for } \frac{500 \times \text{answer to (b)(ii)}}{0.05}.$$

(ii) all the thermal energy is used to separate the molecules/break the bonds between molecules;

and not to increase their (average) kinetic energy;

average kinetic energy is a measure of the temperature (of the water); [3]

**8. Esta pregunta trata de la energía interna.**

Los seres humanos generan energía interna cuando se mueven, mientras que su temperatura interior permanece aproximadamente constante.

(a) Distinga entre los conceptos de energía interna y temperatura. [3]

(b) Explique en términos de conducta molecular cómo la evaporación del sudor permite a los seres humanos mantener una temperatura constante. [3]



- A2.** (a) *internal energy:*  
total energy of component particles (in the human);  
comprises potential energy + (random) kinetic energy;  
*temperature: [2 max]*  
measure of average kinetic energy of particles;  
indicates direction of (natural) flow of thermal energy;  
internal energy measured in J and temperature measured  $\left\{ \begin{array}{l} \text{(accept alternative} \\ \text{suitable units)} \end{array} \right.$  **[3 max]**  
in K/°C ; *(both needed)*
- (b) vaporization requires energy/latent heat supply to (sweat) molecules;  
this energy is supplied by the skin/body;  
allowing body to lose energy; **[3]**
- or*
- faster/more energetic molecules escape during evaporation;  
slower/less energetic/lower temperature molecules remain;  
so internal energy removed from skin;
- 9. Esta pregunta trata del cambio de fase de un líquido y del calor latente de vaporización.**
- (a) Indique la diferencia entre evaporación y ebullición en relación a
- (i) la temperatura. **[1]**
- (ii) el área superficial de un líquido. **[1]**
- (b) Se calienta un líquido en un calorímetro a su punto de ebullición durante un período de tiempo medido. Se dispone de los siguientes datos.
- Medida de potencia del calentador = 15 W
- Tiempo que se mantiene el líquido calentado en el punto de ebullición =  $4,5 \times 10^2$  s
- Masa del líquido evaporado =  $1,8 \times 10^{-2}$  kg
- Utilice los datos para determinar el calor latente de vaporización del líquido. **[3]**
- (c) Indique y explique una razón por la cual el cálculo de (b) dará un valor del calor latente de vaporización del líquido mayor que el valor verdadero. **[2]**
- A3.** (a) (i) evaporation takes place at any temperature/involves a reduction in temperature and boiling takes place at constant temperature; **[1]**
- (ii) evaporation takes place at the surface of the liquid/depends on surface area of the liquid and boiling takes place throughout the liquid/is independent of surface area; **[1]**
- (b) energy supplied =  $15 \times 4,5 \times 10^2 = 6,8 \times 10^3$  (J);
- $$l_{hv} = \frac{6,8 \times 10^3}{1,8 \times 10^{-2}};$$
- $$= 3,8 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1};$$
- [3]**
- (c) (thermal) energy/heat is lost to the surroundings / (thermal) energy is used to heat the calorimeter / some heat is given to the calorimeter;  
and so less (thermal) energy/heat is available to boil the liquid / less mass boils away / *OWTTE*; **[2]**

**10. Esta pregunta trata sobre la transmisión de energía térmica.**

(a) Se mantiene un trozo de cobre sobre una llama hasta que alcanza el equilibrio térmico.

El tiempo que tarda en alcanzar el equilibrio térmico dependerá de la capacidad térmica del trozo de cobre.

(i) Defina *capacidad térmica*.

[1]

(ii) Resuma lo que se entiende por equilibrio térmico en este contexto.

[1]

(b) El trozo de cobre se traslada rápidamente a un vaso de plástico que contiene agua.

La capacidad térmica del vaso es despreciable. Se dispone de los siguientes datos.

Masa de cobre = 0,12 kg

Masa de agua = 0,45 kg

Aumento en la temperatura del agua = 30 K

Temperatura final del cobre = 308 K

Calor específico del cobre = 390 J kg K<sup>-1</sup>

Calor específico del agua = 4200 J kg K<sup>-1</sup>

(i) Utilice estos datos para calcular la temperatura de la llama.

[3]

(ii) Explique si lo más probable es que la temperatura de la llama sea mayor o menor que su respuesta a (b)(i).

[2]

**A2.** (a) (i) (thermal) energy/heat required to change temperature by 1 K/1 deg/1°C /  
mass× specific heat capacity;

[1]

(ii) rate of energy absorption is equal to the rate of energy emission / temperature  
of copper stays constant;

[1]

(b) (i) use of  $mc\Delta T$  ;  
 $0.12 \times 390 \times [T - 308] = 0.45 \times 4200 \times 30$  ;  
1520 K / 1250 °C ;

[3]

(ii) energy likely to have been lost when moving copper / during warming of water;  
hence temperature of flame higher;

[2]

**11. Calor latente y calor específico**

(a) (i) Defina *calor latente de vaporización*.

[2]

(ii) Se suministra energía a un ritmo constante a un líquido en ebullición.

Describa, en función del comportamiento molecular, por qué la temperatura del líquido permanece constante.

[3]

(b) Un estudiante determina el calor latente de vaporización del agua mediante un método eléctrico, utilizando un calentador eléctrico para hervir agua. Cuando el agua hierve a ritmo constante, se determina la masa de agua evaporada por minuto. La masa se determina para dos potencias diferentes del calentador. En la tabla siguiente se muestran los resultados.

potencia del calentador / W	masa de agua evaporada por minuto / g
80,0	1,89
35,0	0,70

La potencia del calentador se determina utilizando un amperímetro y un voltímetro.

(i) El calentador marca 9,0V, 80,0W. En el espacio siguiente, dibuje un circuito eléctrico que muestre cómo puede utilizarse correctamente el calentador con una fuente constante de 12V para que proporcione diferentes potencias al calentador. Incluya el amperímetro y el voltímetro en su circuito.

[2]

  
12V

- (ii) Calcule la corriente en el calentador para una potencia de salida de 80,0W. [2]
- (iii) Utilice los datos de la tabla anterior para determinar un valor para el calor latente de vaporización del agua. [4]
- (c) En una marca particular de tetera eléctrica, es necesario introducir el calentador en agua cuando se utiliza la tetera. El volumen mínimo de agua que puede calentarse es de 650 cm<sup>3</sup>. Se utiliza la tetera seis veces cada día para hervir agua para una única taza de té. La taza tiene un volumen de 350cm<sup>3</sup>. La masa de 1,0cm<sup>3</sup> de agua es 1,0g.
- (i) Calcule la masa de agua que se calienta, pero no se utiliza, durante un día. [1]
- (ii) La temperatura inicial del agua en la tetera antes de calentarse es de 18°C. El calor específico del agua es de 4,2 x10<sup>3</sup>Jkg<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>. Deduzca que la energía eléctrica desperdiciada cada día asciende a 6,2 x10<sup>5</sup>J. [1]
- (iii) El coste de 1,0MJ de energía eléctrica es de 3,5 céntimos. Estime el coste de la energía que se emplea cada año para calentar agua que no se aprovecha para hacer té. [2]



## B2. Part 1 Latent heat and specific heat

- (a) (i) quantity of thermal energy/heat required to convert unit mass / mass of 1 kg of liquid to vapour/gas;  
with no change of temperature / at its boiling point; [2]
- (ii) on vaporizing, potential energy of molecules/atoms increases;  
on vaporizing, kinetic energy of molecules/atoms does not change;  
only change in kinetic energy seen as change in temperature; [3]  
*The term “vaporizing” or “phase change” should be present at least once to award full marks.*
- (b) (i) heater, variable resistor and power supply in series;  
ammeter in series with heater, voltmeter in parallel with heater; [2]
- (ii)  $P = VI$  used – not merely quoted;  
 $I = \frac{80}{9} = 8.9 \text{ A};$  [2]
- (iii) idea of  $\text{power} \times \text{time} = \text{mass} \times \text{latent heat}$ ;  
allowance made in equation for heat loss to atmosphere;  
 $(80 - 35) \times 60 = (1.89 - 0.70) \times L;$   
 $L = 2300 \text{ J g}^{-1};$  [4]  
*Award [3 max] for use of two powers and a reference to heat loss to atmosphere/environment to explain the difference in numerical values of L.*  
*Award [2 max] for use of two powers and taking an average.*  
*Award [1 max] for use of one power only.*
- (c) (i)  $\text{mass} = (650 - 350) \times 6 \times 1 = 1800 \text{ g};$  [1]
- (ii)  $\text{energy} = 1.8 \times 4.2 \times 10^3 \times (100 - 18);$   
 $= 6.2 \times 10^5 \text{ J}$  [1]  
*Award mark for the substitution, not the final answer.*
- (iii)  $\text{cost} = \frac{6.2 \times 10^5 \times 365 \times 3.5}{1.0 \times 10^6};$   
 $= 790 \text{ cents};$  [2]

## 12. Temperatura, calor específico y calor latente

- (a) Resuma cómo se construye una escala de temperaturas. [2]
- (b) Discuta por qué incluso un termómetro preciso puede afectar a la fiabilidad de una lectura de temperatura. [2]
- (c) (i) Defina *calor específico*. [2]
- (ii) La tabla siguiente proporciona datos para el agua y el hielo.

calor específico del agua	$4,2 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$
calor latente de fusión del hielo	$330 \text{ kJ kg}^{-1}$

Un vaso de precipitados contiene 450 g de agua a una temperatura de 24°C.

La capacidad térmica (calorífica) del vaso es despreciable y ni cede ni absorbe calor de la atmósfera. Calcule la masa de hielo, inicialmente a 0°C, que debe mezclarse con el agua de modo que la temperatura final del contenido del vaso de precipitados sea 8,0°C. [4]

## Part 2 Temperature, specific heat and latent heat

- (a) property measured at two known temperatures (and at unknown temperature); (temperature calculated) assuming linear change of property with temperature; [2]  
*Award [1] for descriptions of constructing a thermometer.*

- (b) thermometer absorbs (thermal) energy/heat from the body / has a thermal capacity; so changes temperature of body;

*or*

time taken for (thermal) energy/heat to be conducted into thermometer; so may not be able to follow changing temperature; [2]

- (c) (i) quantity of (thermal) energy/heat required to raise temperature of unit mass; by one degree;

*or*

$$c = \frac{\Delta Q}{m\Delta\theta};$$

with  $\Delta Q$ ,  $m$  and  $\Delta\theta$  explained; [2]

- (ii)  $m \times 330$ ;  
 $+m \times 4.2 \times 8$ ;  
 $= 0.45 \times 4.2 \times 16$ ;  
 $m = 0.083 \text{ kg}$ ;

*Award [2 max] for an answer  $m = 0.092 \text{ kg}$  – ignoring ice-water.* [4]

## 13. Gases y líquidos

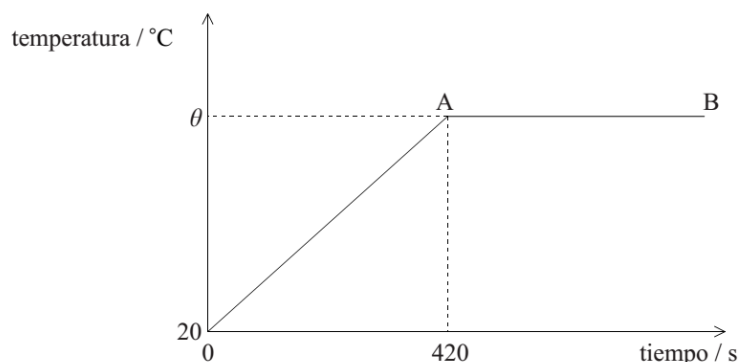
- (a) Describa **dos** diferencias, en términos de la estructura molecular, entre un gas un líquido. [2]

- (b) La temperatura de un gas ideal es una medida de la energía cinética media de las moléculas del gas. Explique por qué se habla de energía cinética **media**. [2]

- (c) Defina *capacidad calorífica (térmica)*. [1]

- (d) Se calienta agua a un ritmo constante en un recipiente que tiene capacidad térmica despreciable. El recipiente está aislado térmicamente de su entorno.

El siguiente gráfico simple muestra la variación con el tiempo de la temperatura del agua.



Se dispone de los siguientes datos:

Masa inicial del agua = 0,40kg

Temperatura inicial del agua = 20°C

Ritmo de calentamiento del agua = 300W

Calor específico del agua =  $4,2 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ °C}^{-1}$

(i) Indique la razón por la cual la temperatura se mantiene constante en la región A→B. [1]

(ii) calcule la temperatura  $\theta$  a la que el agua entra en ebullición. [5]

(e) Se evapora la totalidad del agua  $3,0 \times 10^3 \text{ s}$  después de que hubiera comenzado a hervir.

Determine un valor para el calor latente  $L$  de vaporización del agua. [2]

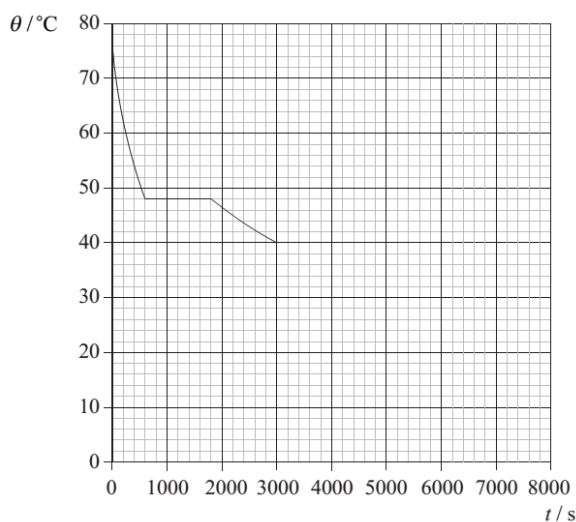
### B3. Part 1 Gases and liquids

- (a) forces between gas molecules (except during collisions) are much smaller than between liquid molecules;  
speed of gas molecules much greater than speed of liquid molecules;  
motion/movement of gas molecules is less restricted than that for liquid molecules;  
average separation of molecules much greater in a gas than in a liquid; [2 max]
- (b) the molecules do not have the same speed / the molecules have different speeds;  
the speed of the molecules change each time they collide / the speed of individual molecules is always changing / OWTTE; [2]  
*Accept use of words "kinetic energy" in place of speed.*
- (c) the energy/heat required to raise/change the temperature of a substance by  $1 \text{ K/°C}$ ; [1]
- (d) (i) the water is changing phase/boiling / KE of molecules is constant,  
(PE is changing); [1]
- (ii) time = 420(s);  
energy supplied =  $300 \times 420$ ;  
 $= 4.2 \times 10^3 \times 0.40 \times \Delta\theta$ ;  
to give  $\Delta\theta = 75$ ;  
therefore, boiling temperature  $\theta = 95^\circ \text{C}$ ; [5]
- (e)  $300 \times 3.0 \times 10^3 = 0.40 L$  ;  
to give  $L = 2.3 \times 10^6 \text{ J kg}^{-1}$ ; [2]

### 14. La física de la refrigeración

(a) Explique qué se entiende por *temperatura de una sustancia*. [2]

Un termómetro está situado en un líquido contenido en un vaso de precipitados abierto. A intervalos regulares se registra la temperatura del termómetro. La variación de la temperatura  $\theta$  con el tiempo  $t$  se muestra a continuación.



(b) La temperatura ambiente es de 20°C. Sobre el gráfico, continúe la línea para mostrar la variación de la temperatura con el tiempo durante los siguientes 3000 s. [2]

(c) Tomando como referencia el gráfico, indique y explique el ritmo de pérdida de energía térmica de la sustancia entre

(i) 0 y 600 s. [2]

(ii) 600 y 1800 s. [4]

La masa del líquido es 0,11 kg y el calor específico del líquido es 1300 J kg<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>.

(d) (i) Utilice el gráfico para deducir que el ritmo de pérdida de energía térmica, en el instante  $t = 600$  s, es aproximadamente 4 W [3]

(ii) Calcule el calor latente de fusión del líquido. [3]

## B1. Part 2 The physics of cooling

- (a) temperature is proportional to a measure of the average kinetic energy;  
of the molecules of the substance;

or:

idea that temperature shows natural direction of the flow of thermal energy;  
from high to low temperature / OWTTE; (do not accept "hot to cold")

[2]

Award [1 max] for a rough and ready answer and [2 max] for a more detailed answer.

- (b) a curve of gradually decreasing rate of loss of temperature;  
that is asymptotic to 20°C ;

[2]

Award [0] for a straight-line graph.

- (c) (i) temperature is falling because of thermal energy transfer to the surroundings;  
with a decreasing rate;  
the rate thermal energy transfer / heat loss in this region is greater;  
because the temperature difference with the surroundings is greater / OWTTE; [2 max]

- (ii) realization that substance is still losing thermal energy; [1]

Award [3 max] for other relevant points:

e.g. liquid and solid present / phase change taking place;

temperature stays constant until no more liquid;

at a constant rate;

loss of P.E. of atoms = thermal energy transfer;

because P.E. decreases;

K.E. of atoms constant;

[4 max]

Award [2 max] for an answer that fails to realize that the liquid solidifies.

- (d) (i) calculation of the temperature rate of change in the range  $(2.4 - 3.5) \times 10^{-2} \text{ °C s}^{-1}$ ;

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = mc \frac{\Delta Q}{\Delta t};$$

$$= 0.11 \times 1300 \times 2.9 \times 10^{-2};$$

$$\approx 4(\pm 1) \text{ W};$$

[3 max]

- (ii) energy lost while solidifying  $E = 3600 - 6000 \text{ J}$ ;

$$L = \frac{E}{m};$$

$$L = 33 - 55 \text{ kJ kg}^{-1};$$

[3]

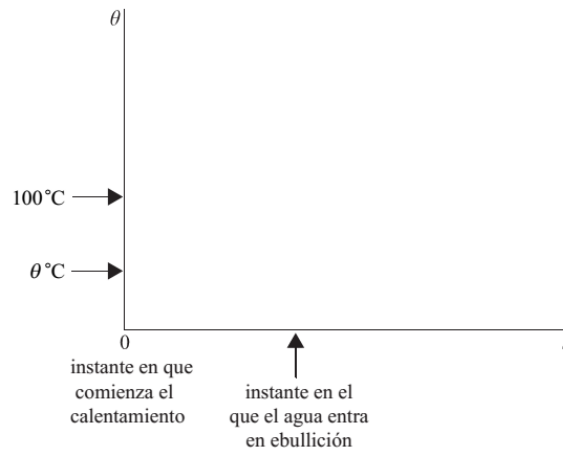
## 15. Calor específico y calor latente

- (a) Defina *calor específico*. [1]

- (b) Explique brevemente por qué el calor específico de diferentes sustancias, tales como el aluminio y el agua, no tiene igual valor. [2]

Una cierta cantidad de agua a la temperatura  $h$  se vierte en un cazo y se calienta a ritmo constante hasta que algo de agua haya pasado a vapor. El punto de ebullición del agua es 100°C.

- (c) (i) Utilizando los ejes de más abajo, dibuje un esquema para mostrar la variación con el tiempo  $t$  de la temperatura  $h$  del agua. (**Observación:** se trata de un esquema; no necesita añadir ningún valor numérico en los ejes.) [1]



(ii) Describa en términos de cambios energéticos la conducta molecular del agua y el vapor durante el proceso de calentamiento. [5]

Se comunica energía térmica al agua contenida en el cazo durante 10 minutos, a un ritmo constante de 400 W. La capacidad calorífica del caso es despreciable.

(d) (i) Deduzca el hecho de que la energía total proporcionada en 10 minutos es de  $2,4 \times 10^5$  J. [1]

(ii) Utilizando los datos que siguen, estime la masa de agua vaporizada como consecuencia de ese calentamiento masa inicial de agua = 3,0 kg

temperatura inicial del agua  $\theta = 20^\circ\text{C}$

calor específico del agua =  $4,2 \times 10^3 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

calor latente de vaporización del agua =  $2,3 \times 10^6 \text{ Jkg}^{-1}$  [3]

(iii) Sugiera **una** razón por la que dicha masa es sólo una estimación. [1]



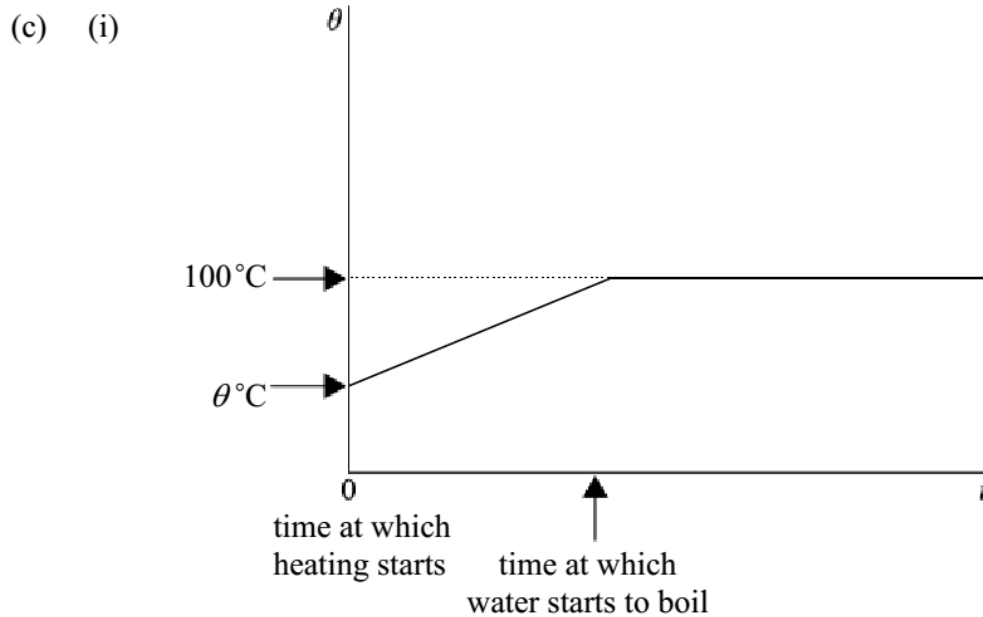
**B1. Part 1** Specific heat capacity and specific latent heat

- (a) specific heat capacity is the amount of energy required to raise the temperature of unit mass through 1 K;

[1]

- (b) raising the temperature means increasing the KE of the molecules;  
there are different numbers of molecules of different mass in unit mass of aluminium and water (accept different densities) and therefore different amounts of energy will be needed / OWTTE;

[2]



general shape (but constant  $\theta$  range must be clear);

[1]

- (ii)  $\theta \rightarrow 100^\circ\text{C}$ :  
the KE of the molecules is increasing;

100°C:

when the water starts to change phase, there is no further increase in KE;  
the energy goes into increasing the PE of the molecules;  
so increasing their separation;  
until they are far enough apart to become gas / their molecular bonds are broken / until they are effectively an infinite distance apart / OWTTE;

[5]

(d) (i) total energy supplied =  $400 \times 600 = 2.4 \times 10^5 \text{ J}$ ; [1]

(ii) energy required to raise temperature of water =  $0.30 \times 80 \times 4.2 \times 10^3 = 1.0 \times 10^5 \text{ J}$ ;

energy available to convert water to steam =  $(2.4 - 1.0) \times 10^5 = 1.4 \times 10^5 \text{ J}$ ;

mass of water converted to steam =  $\frac{(1.4 \times 10^5)}{2.3 \times 10^6} \approx 60 \text{ g}$ ; [3]

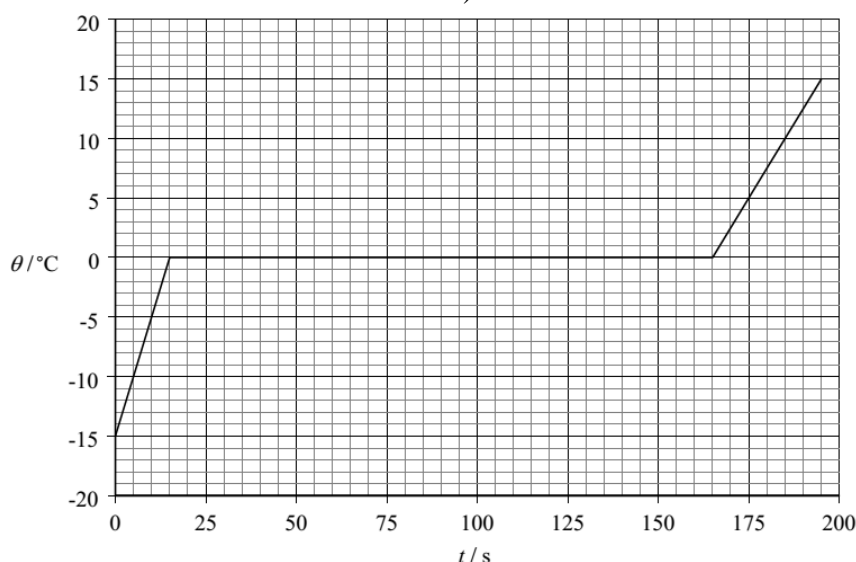
(iii) energy is lost to the surroundings (*must specify where the energy is lost*) /  
water might bubble out of pan whilst boiling / anything sensible; [1 max]

## 16. Fusión del hielo

Una cierta cantidad de hielo triturado se saca de un congelador y se introduce en un calorímetro.

El hielo recibe energía térmica a un ritmo constante. Para garantizar que todo el hielo está a la misma temperatura, éste se remueve de manera continua. La temperatura del contenido del calorímetro se mide cada 15 segundos.

El gráfico siguiente muestra la variación con el tiempo  $t$  de la temperatura  $\theta$  del contenido del calorímetro. (No se muestran las incertidumbres en las cantidades medidas.)



(a) En el gráfico anterior, marque con una X el punto del gráfico en el cual se ha derretido justamente todo el hielo. [1]

(b) Explique, en relación con la energía de las moléculas, la región de temperatura constante del gráfico. [3]

La masa del hielo es de 0,25 kg y el calor específico del agua es de  $4200 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

(c) Utilice estos datos y los datos del gráfico para

(i) deducir que la energía se suministra al hielo al ritmo de alrededor de 530 W. [3]

(ii) determinar el calor específico del hielo. [3]

(iii) determinar el calor latente de fusión del hielo. [2]

(d) Indique qué propiedad de las moléculas del hielo se mide por un cambio en la entropía. [1]

(e) Indique, en términos del cambio de entropía, la segunda ley de la termodinámica. [1]

(f) Indique qué le ocurre a la entropía del agua cuando ésta se congela. Resuma cómo este cambio en la entropía es consistente con la segunda ley de la termodinámica. [4]



**B4. Part 1** Melting Ice

(a) (165, 0); [1]

(b) *Look for these points:*  
to change phase, the separation of the molecules must increase;  
*Some recognition that the ice is changing phase is needed.*  
so all the energy input goes to increasing the PE of the molecules;  
*Accept something like "breaking the molecular bonds".*  
KE of the molecules remains constant, hence temperature remains constant; [3]  
*If KE mentioned but not temperature then assume they know that temperature is a measure of KE.*

(c) (i) time for water to go from 0 to 15°C = 30 s;  
energy required =  $ms\Delta\theta = 0.25 \times 15 \times 4200 = 15\,750$  J;  
power =  $\frac{\text{energy}}{\text{time}} = 525$  W  $\approx 530$  W; [3]

(ii) ice takes 15 s to go from -15°C to 0;  
energy supplied =  $15 \times 530$  J;  
sp ht =  $\frac{(530 \times 15)}{(15 \times 0.25)} = 2100$  J kg<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>; [3]

(iii) time to melt ice = 150 s;  
 $L = \frac{(150 \times 530)}{0.25} = 320$  kJ kg<sup>-1</sup>; [2]

(d) the degree of disorder/order (of the molecules of the ice); [1]

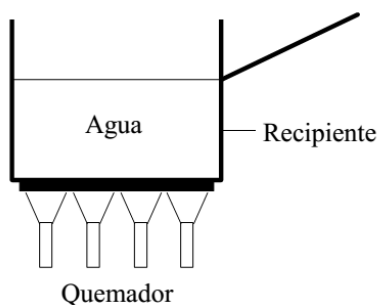
(e) in any process, (reaction, event *etc.*) the overall entropy of the universe/a closed system increases; [1]

(f) entropy decreases;  
*Award [1] each for any of these main points, up to [3 max].*  
when water freezes it gives out energy (heat);  
therefore speed (KE) of surrounding air molecules increases;  
the air surrounding the ice is therefore in a more disordered state;  
therefore disorder (entropy) of the universe increases; [4 max]

- A2.** (a) gas that obeys the equation  $pV = nRT$  / no forces between molecules;  
at all pressures, volumes and temperatures / any other postulate; [2]
- (b) (i)  $pV = nRT$   
 $20 \times 10^6 \times 2 \times 10^{-2} = n \times 8.3 \times 290$ ;  
 $n = 170$  (166); [2 max]
- (ii) number =  $n \times N_A$ ;  
number =  $166 \times 6.02 \times 10^{23} = 1.0 \times 10^{26}$ ; [2]
- (c) (i) average volume =  $2.0 \times 10^{-28} \text{ m}^3$ ; [1]
- (ii) average separation  $\approx \sqrt[3]{(2.0 \times 10^{-28})}$ ;  
 $= 5.8 \times 10^{-10} \text{ m}$ ; [2]  
*Allow solution based on sphere.*

### 17. Cambio de fase, calor específico y transferencia de energía térmica.

- (a) A fin de que un líquido continúe hirviendo hay que suministrarle energía continuamente. Mientras que el líquido está hirviendo, su temperatura permanece constante. Explique qué tiene que estar ocurriendo a la energía cinética y a la energía potencial de las moléculas del líquido mientras hierve. [2]
- (b) Con el fin de intentar medir la energía suministrada por un quemador doméstico de gas, se calentó una cierta masa medida de agua en un recipiente de aluminio hasta que hirvió. Al alcanzarse el punto de ebullición se activó un cronómetro y el agua se hirvió durante un intervalo de tiempo medido. Después de dicho intervalo el recipiente se quitó del quemador y se anotó su masa junto con la del agua.



Se dispone de la siguiente información:

Masa del recipiente vacío = 250 g

Masa del agua más la del recipiente al principio = 1.250 g

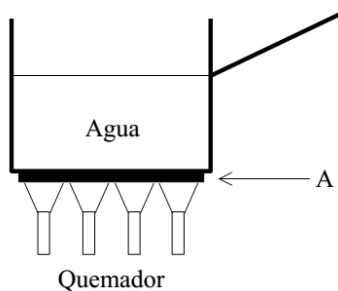
Masa del agua más la del recipiente después hervir = 850 g

Periodo de tiempo durante el que hierve el agua = 15 min (900 s)

Calor latente de vaporización del agua =  $2,3 \times 10^6 \text{ Jkg}^{-1}$

Calor específico del agua =  $4.200 \text{ Jkg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

- (i) ¿Qué masa de agua hierve y se evapora en el transcurso de 15 min? [1]
- (ii) ¿Cuánta energía se requiere para hervir y evaporar esta masa de agua? [2]
- (iii) Muestre que se suministra energía térmica al recipiente y al agua a un ritmo de 1.000 W. [2]
- (iv) Explique por qué el ritmo al que el quemador suministra energía será, en realidad, más de 1.000 W. [1]
- (c) Utilice los datos complementarios que se muestran seguidamente para mostrar que la temperatura de la superficie inferior de la base del recipiente (identificada por A en el diagrama) es tan solo de unos  $0,6^\circ \text{C}$  más que la temperatura del agua hirviendo.



Datos:

Conductividad térmica del aluminio =  $200 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$

Superficie de la base del recipiente =  $5,0 \times 10^{-2} \text{ m}^2$

Grosor de la base del recipiente = 6,0 mm

[3]

(d) La temperatura real del quemador es de unos  $600^\circ\text{C}$ . Sugiera las razones por las que la superficie inferior de la base del recipiente no está a la misma temperatura que el quemador.

[2]

(e) Ahora se efectúa otro experimento para medir el calor específico del aluminio, para lo que se calienta en el recipiente una masa medida de agua fría hasta una temperatura de  $90^\circ\text{C}$

Suponiendo que el quemador suministra energía al agua a un ritmo de  $1.000 \text{ W}$ , utilice los datos que siguen para determinar un valor para el calor específico del aluminio.

Masa del recipiente vacío = 250 g

Masa del recipiente más agua = 1.250 g

Temperatura inicial del agua =  $20^\circ\text{C}$

Temperatura final del agua =  $90^\circ\text{C}$

Tiempo para que el agua llegue a la temperatura final = 315 s

Calor específico del agua =  $4.200 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

[4]

**B1. Part 1.**

- (a) *look for an answer along the following lines:*  
temperature is a measure of the average KE of the molecules so if the temperature is constant the average KE will not change; [1]  
if energy is being supplied and the KE is not changing the PE must be increasing; [1]  
[2 max]
- (b) (i) 400 g [1 max]
- (ii)  $Q = mL = 0.4 \times 2.3 \times 10^6$  (i.e. formula and correct substitution); [1]  
 $= 9.2 \times 10^5$  J; [1]  
[2 max]
- (iii)  $\text{rate} = \frac{\text{energy}}{\text{time}}$ ; [1]  
 $= \frac{9.2 \times 10^5}{900}$ ; [1]  
 $\approx 1000$  W  
[2 max]
- (iv) because of all the energy losses to the surroundings [1 max]  
OWTTE;
- (c) use  $\frac{dQ}{dt} = -kA \frac{d\theta}{dx}$ ; [1]  
correct substitution  $1000 = \frac{200 \times 5 \times 10^{-2} \times d\theta}{6 \times 10^{-3}}$ ; [1]  
to give  $d\theta = 0.6^\circ\text{C}$ ; [1]  
[3 max]
- (d) Any sensible discussion of appropriate physics e.g. [2]  
only a small amount of the base is actually in contact with the burner;  
so there will be a layer of air between the burner and the base that accounts for most of the temperature drop (or air is a poor conductor)  
aluminium is a good conductor  
flame has to be a higher temperature than base for energy transfer to take place;  
[2 max]
- (e) energy supplied to water  $= 1000 \times 315$  J; [1]  
energy used to heat water  $= 4200 \times 70$ ; [1]  
and aluminium  $= 0.25 \times s \times 70$ ; [1]  
therefore  $s = \frac{(1000 \times 315 - 4200 \times 70)}{(0.25 \times 70)} = 1200 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ; [1]  
[4 max]

## 18. Mezcla de hielo y agua

2 kg de hielo de una congeladora a  $-15^{\circ}\text{C}$  se mezclan con 10 kg de agua a  $30^{\circ}\text{C}$ .

(a) Determinar la temperatura final de la mezcla después de alcanzar el equilibrio. Las pérdidas de energía al entorno son despreciables. [4]

Datos: Calor específico del hielo:  $2,1 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

Calor específico del agua:  $4,2 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

Calor latente de fusión del hielo:  $3,4 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1}$

(b) En la etapa del proceso mientras se funde el hielo, absorbe energía pero su temperatura no aumenta.

Justificar, desde el punto de vista molecular, cómo puede ser esto consecuente con el principio de conservación de la energía. Decir qué se ha hecho de la energía absorbida. [3]

### Part 2

(a) 'heat gained = heat lost' or equivalent understanding, explicit or implicit. [1]

$$m_i s_i (15^{\circ}) + m_i L_i + m_i s_w (T - 0) = m_w s_w (30 - T) \quad [1]$$

$$2 \times 2,1 \times 10^3 \times 15 + 2 \times 340 \times 10^3 + 2 \times 4,2 \times 10^3 \times T = 10 \times 4,2 \times 10^3 \times (30 - T) \quad [1]$$

$$63 + 680 + 8,4T = 42(30 - T) = 1260 - 42T$$

$$50,4T = 517$$

$$T = 10,2^{\circ}\text{C} \quad [1]$$

[4]

(b) Energy is conserved, but is used to break bonds between molecules in the solid – rather than increasing the KE of the molecules and hence the temperature. [2]

Energy goes into increased intermolecular potential energy. [1]

[3]

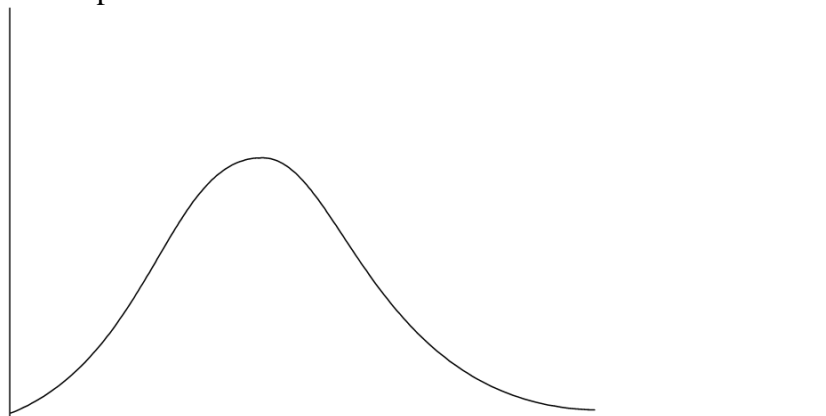
## 19. Moléculas y evaporación

(a) Las moléculas en un líquido están en continuo movimiento. ¿Qué aspecto del movimiento molecular está más directamente relacionado con la *temperatura* del líquido? [1]

(b) A una temperatura dada, las moléculas tienen una distribución de velocidades de pequeña a grande. ¿Por qué no tienen todas las moléculas la misma velocidad? Ayude: suponiendo que las moléculas tuvieran todas la misma velocidad en un momento determinado de tiempo, ¿qué sucedería a continuación? [2]

(c) Las moléculas se evaporarán gradualmente de la superficie abierta de un líquido expuesto. Explicar por qué un líquido *se enfría* cuando tiene lugar la evaporación [2]

(d) El gráfico de abajo muestra la distribución de Maxwell-Boltzman de las velocidades moleculares en una muestra de líquido a cierta temperatura.



(i) Identificar los ejes en el gráfico.

[2]



(ii) El líquido se calienta ahora hasta una temperatura *más alta*. En la figura de arriba, dibujar la nueva distribución de velocidades moleculares. Justificar cómo y por qué difiere de la original [3]

(iii) La tasa de evaporación de un líquido depende mucho de la temperatura (si se aumenta la temperatura del líquido sólo unos pocos grados K, la tasa de evaporación puede fácilmente duplicarse). Justificar, con referencia a las dos curvas de distribución de arriba, por qué debe suceder esto [3]

## Part 2

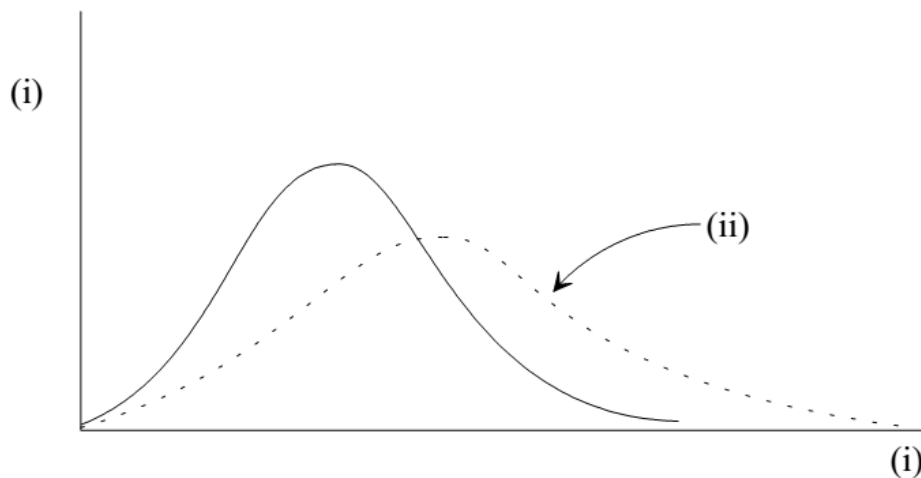
(a) Average kinetic energy. [1]

(b) Collisions between molecules changes their motions. [1] Even if they had the same speed before they interacted, they would not afterward. [1]  
(Especially considering they interact at various angles and the velocities change in both magnitude and direction.) [2]

(c) The faster molecules escape from the surface, leaving the slower behind. [1]  
Thus the average KE of the molecules remaining is reduced, hence the temperature is lower. [1] [2]

- (d) y: Relative number of molecules per unit speed interval. [1]  
x: Speed [1]

[2]



(Mark graph in conjunction with the explanations:)

- New dotted distribution shown shifted to the right – since molecules are moving faster. [1]
  - Max of curve is lower, since total number of molecules is the same – or: is lower since there are more molecules out at higher speeds now, leaving less at the lower speeds. [2]
- (iii) It is the higher speed molecules that escape ([1]), i.e. those at the high end tail of the distribution. [1] Comparing the two curves in the high end region, we see that at higher temperature the proportion of molecules above a certain speed has increased dramatically. [1]

[3]

[3]