

TQ3 (Teoría), solucionados

41*. Joseph Black, profesor de Química en la facultad de Medicina de la Universidad escocesa de Edimburgo, queriendo determinar los puntos fijos de la escala termométrica, observa en 1762, que la temperatura permanecía constante, cualquiera que fuera la cantidad de calor suministrado al hielo fundente. Hace una serie de experiencias, empleando la escala Fahrenheit, para comprobar el hecho, y denomina al calor desaparecido y que el termómetro no indicaba “*latent heat*”, o sea “*calor latente*”. Observa el mismo fenómeno con el agua hirviendo, y explica que el agua combinada con cierta cantidad de calor, constituye el vapor (en aquel tiempo se consideraba al calor como una sustancia química), y a este calor lo denominó por este motivo “*calor de combinación*”. Ambos constituyen el mismo fenómeno que actualmente se representa por la letra **Q** cuando se refiere a un gramo de sustancia que cambia de estado, y que significa la energía empleada:

- a) *en aumentar la energía interna del sistema*
- b) *en aumentar los grados de libertad de las moléculas del sistema*
- c) *en realizar un trabajo de expansión*
- d) *en realizar un trabajo para cambiar de estado*

SOLUCIÓN

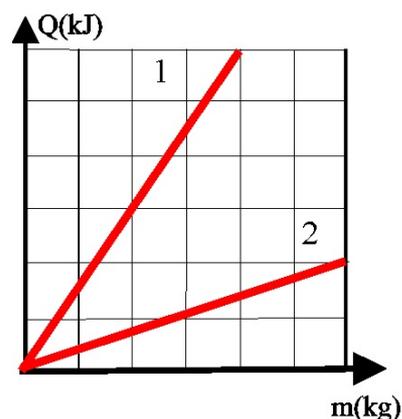
Dado que la energía interna depende de la temperatura, y esta no cambia durante un cambio de estado, está claro que por aplicación del Primer Principio de Termodinámica $\Delta U = Q + W = 0$, por lo que la energía calorífica suministrada deberá ser empleada en la realización de un trabajo. En este caso de expansión, ya que aumentan los grados de libertad de las moléculas al pasar de agua a vapor, no ocurre lo mismo con el paso de hielo a agua, ya que el volumen del sistema disminuye, aunque aumenten los grados de libertad. Por lo tanto son correctas las opciones b y d.

42. El calor latente de cambio de estado, se definiría como la cantidad de calor transferido por unidad de masa que cambia de estado. Si te dan dicha relación para una misma sustancia que cambia de estado sólido a líquido o de líquido a gas, dirás que:

- a) *La recta 1, corresponde al calor de fusión*
- b) *La recta 1, corresponde al calor latente de vaporización*
- c) *Ninguna de las 2 corresponde al calor latente de cambio de estado*
- d) *La gráfica 2 corresponde al calor latente de vaporización.*

SOLUCIÓN

Como se expondrá en el test siguiente, el estado gaseoso implica unas menores fuerzas de interacción, un mayor grado de libertad, y una mayor separación entre las moléculas, por ello el calor latente o la energía consumida para alcanzar dicho estado deberá ser mayor, por lo tanto dado que la recta de mayor pendiente o **Q** es la 1, corresponde al calor latente de vaporización. Es correcta la propuesta b.



43*. Contemporáneo a Black, Crawford, en su libro “Experiencias sobre el calor animal”, supone que los cuerpos adquieren mas capacidad para contener “calórico” en el momento cuando pasan de un estado físico a otro, y lo explica porque cuando pasan de estado líquido al aeriforme, aumenta su volumen y ello hace que consuman cantidad de calórico. Curiosamente esta explicación inicial, hace 250 años, es la misma que la que se da actualmente a los alumnos, para justificar que el calor latente de vaporización sea mayor que el de fusión, dado que en dicho cambio de estado al aumentar el volumen:

- a) *también aumenta el grado de libertad de las moléculas*
- b) *se separan más las moléculas*
- c) *se rompen más enlaces*
- d) *se rompen enlaces más fuertes*

SOLUCIÓN

Serán correctas las propuestas a, b y d

44. Laplace, en 1780, y por lo tanto mucho antes que se enunciara la conservación de la energía, escribía en su “*Memoria sobre el calor*”, lo siguiente: “*En todos los movimientos en los que no se producen cambios bruscos, existe una ley que los geómetras hemos designado como principio de conservación de las fuerzas vivas... si los cuerpos están animados por fuerzas aceleradoras, la fuerza viva es igual a la que tenía originalmente... El calor es la fuerza viva que resulta de los movimientos insensibles de las partículas de un cuerpo, y es la suma de los productos de su masa, por el cuadrado de su velocidad, por eso se deben cambiar los nombres de calor libre, calor combinado y calor degradado, por lo de fuerza viva, pérdida de fuerza viva, y aumento de fuerza viva*”. Este párrafo se anticipa a:

- a) *La conservación del momento lineal*
- b) *La conservación de la energía*
- c) *La conservación del momento angular*
- d) *El teorema de las fuerzas vivas*

SOLUCIÓN

La b.

45. Los físicos no estaban de acuerdo con atribuir al calor latente todos los fenómenos que ocurrían en los cuerpos incluso cuando su temperatura variaba. Black, en una conferencia en Glasgow, en 1763, señala que los cuerpos absorben diferentes cantidades de calor para aumentar su temperatura, un mismo número de grados, y que no se podía considerar consecuencia de su calor latente, que sólo se refería al cambio de estado. El físico sueco Wilke bautiza en 1772, a esta propiedad como calor específico, aunque Crawford, la define como “capacidad para el calor” o capacidad calorífica, y Kirwan elabora la primera tabla de calores específicos, una relación similar es la que aparece en la figura. De ella se puede concluir que:

- a) *Por lo general los sólidos tienen menor calor específico que los líquidos*
- b) *Los metales tienen un calor específico muy alto*
- c) *El agua tiene un calor específico anómalo*
- d) *Los gases tienen calores específicos menores que los sólidos*

SOLUCIÓN

Como se aprecia en la tabla los sólidos tienen calores específicos muy bajos, lo que implican que tienen muy poca capacidad de almacenar energía, después serán los líquidos, y los gases. Naturalmente el agua lo tiene anómalo comparado con otros líquidos, lo cual produce los fenómenos tan conocidos como las brisas costeras, o la estabilidad climática de las islas.

Sustancia	Cp/ kJ/K.kg
Agua L	4,18
Agua G	2,00
Agua S	2,06
Aceite	2,76
Aire	1,00
Cobre	0,39
Hierro	0,59
Aluminio	0,039
Arcilla	0,92
Madera	1,76
Granito	0,80
Vidrio	0,83
Porcelana	1,09
Etanol	2,42
Celulosa	1,55
Petróleo	2,13

46. Aunque en principio se consideraron iguales el calor específico y la capacidad calorífica, ésta se define actualmente como la relación entre el calor transferido y la variación de temperatura experimentada, por eso la unidad del sistema internacional de esta magnitud sería:

- a) *Caloría/°C*
- b) *Julio/K*
- c) *kJulio/°C*
- d) *Kcal/°F*

SOLUCIÓN

La correcta será la b, ya que las demás no son unidades del sistema internacional.

47*. Si calentamos un objeto metálico, y lo tocamos nos quemamos, sin embargo la misma masa de agua, calentada el mismo tiempo, nos permite nadar y encontrarnos bien en ella. La capacidad calorífica mide la capacidad de la sustancia para almacenar energía interna, y por lo tanto de recibir o desprender mayor cantidad de energía calorífica. Por este motivo:

- a) *Puede medir la naturaleza de las uniones entre las partículas que la forman*
- b) *Los sólidos como no pueden almacenar energía, la recibida la emplean para subir su temperatura*
- c) *El agua debido a los enlaces por puente de hidrógeno que se forman y rompen la tiene muy alta*
- d) *Los líquidos con fuerzas de enlace menores que los sólidos la tendrán siempre mayor*

SOLUCIÓN

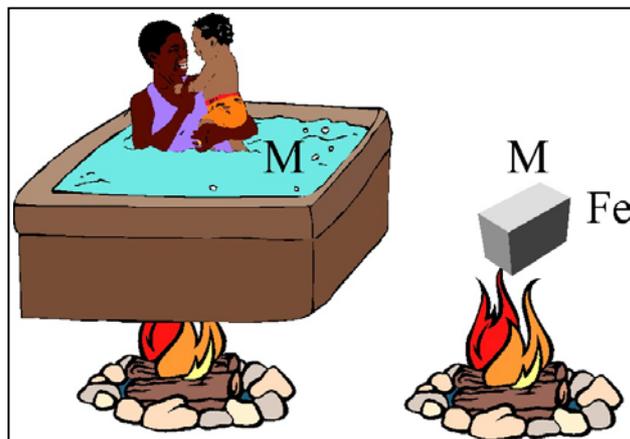
Por todo lo explicado son correctas la a, b y c.

48. En el dibujo de la figura el fuego calienta el mismo tiempo, una masa M igual de agua, en la cual se bañan madre e hijo, y otra M de hierro. Si se te ocurre tocar esta última:

- No te ocurrirá nada
- Sentirás la sensación de frío
- Te quemarás
- No podrás con ella

SOLUCIÓN

Por todo lo explicado la solución correcta será la c.

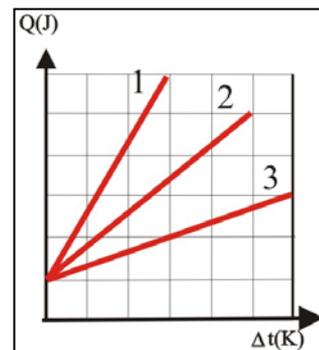


49. Naturalmente la capacidad de movimiento depende del grado de libertad que tengan las partículas que lo forman, y por lo tanto de la naturaleza de las uniones que se establecen entre las partículas, o sea de la estructura de la materia que las forman. Por este motivo siempre que existan enlaces mas fuertes la capacidad calorífica será menor, y por ello, generalmente dada la gráfica que relaciona Q y la variación de temperatura de la misma sustancia en diferente estado físico, dirás que:

- La 1 siempre corresponderá a su estado sólido
- La 2 corresponderá al estado gaseoso
- La 3 corresponderá a su estado líquido
- La 2 corresponderá a su estado líquido

SOLUCIÓN

En principio y si no hay anomalías la de mayor pendiente (capacidad calorífica), es para los gases.



50. La diferencia actual entre calor específico y capacidad calorífica, es que mientras aquél hace referencia a la unidad de masa que intercambia la energía, ésta última es independiente de ella, y por ese motivo el calor específico se podía definir también como:

- La capacidad calorífica por gramo
- La capacidad calorífica multiplicada por la masa en kilos
- La capacidad calorífica entre la masa en kilos
- La capacidad calorífica dividida por la variación de temperatura

SOLUCIÓN

Dado que Capacidad calorífica = Q/ t y calor específico es Q/m) t, el calor específico es la capacidad calorífica referido a la unidad de masa, o sea dividida por la masa, como se propone en c.

51. Los conceptos de capacidad calorífica a P constante (C_p) y a V constante (C_v) para un mol de un gas son muy importantes, ya que permiten relacionarlas entre sí a partir del primer principio de termodinámica, si dividimos las magnitudes que lo expresan por la variación de temperatura, se obtiene una expresión que se conoce como ley de Mayer tal como:

- $C_v = C_p + W$
- $U = C_p + W$
- $C_v = C_p + R$
- $C_v = C_p - R$

SOLUCIÓN

Si $\frac{\Delta U}{\Delta T} = \frac{Q}{\Delta T} + \left(-\frac{P\Delta V}{\Delta T}\right)$; Si V=cte. $\left(\frac{\Delta U}{\Delta T}\right)_v = \frac{Q}{\Delta T} = C_v$. Como $\left(-\frac{P\Delta V}{\Delta T}\right) = -R$, nos quedará la expresión

$C_v = C_p - R$, como se propone en d.

52. El cociente entre las capacidades caloríficas a P constante y a V constante se define como coeficiente adiabático, que para un gas ideal diatómico valdría:

- a) 1,7 b) 1,2 c) 1,4 d) 2

SOLUCIÓN

Dado que $\left(\frac{\Delta U}{\Delta T}\right)_V = \frac{Q}{\Delta T} = C_V$. Para un gas diatómico es $5R/2$ (5 grados de libertad, visto en test 8 de TQ1)

Si $R=2 \text{ J/K.mol}$, $C_V=5 \text{ J/Kmol}$. Como $C_P = C_V + R = 7 \text{ J/Kmol}$. Por lo que su cociente=1,4 como se indica en c.

53*.El término ADIABÁTICO propuesta por Rankine, significa sin intercambio y los sistemas en estos procesos no intercambian energía (como el caso de un termo), por lo que el primer principio de termodinámica aplicado a un proceso de este tipo para un mol de un gas, produciría que :

- a) $U=W$ b) $U = -W$ c) $0=W+Q$ d) $C_V = RT$

SOLUCIÓN:

Si $Q=0$, al aplicar el primer principio $U=W$, pero también haciendo las necesarias conversiones vistas en los test anteriores $C_V = RT$. Por lo que son correctas la a y la d.

54. Los procesos isotérmicos, siempre se realizan muy lentamente mientras que los adiabáticos para que no se produzca el intercambio, deberán hacerse muy rápidamente. Las primeras expansiones adiabáticas fueron estudiadas, en la colaboración entre Joule y el joven Thomson en 1847, expansiones que daban lugar a un notable enfriamiento del sistema, y que serían la base de los frigoríficos, y que justificarían las fuerzas de interacción y las energías de enlace entre las moléculas de los gases. Si este hecho lo representamos en una gráfica PV, la ecuación indicada para ello sería:

- a) $PV=Cte$ b) $P = cte$ c) $V = cte$. d) $PV^\gamma = cte$

SOLUCIÓN:

Aplicando la ley de Mayer, $C_P = C_V + R$, dividiendo por C_V , quedaría $\gamma = 1 + \frac{R}{C_V}$. (1) Teniendo en cuenta que para un proceso adiabático $Q=0$, $U = -W = -P \Delta V = -C_V \Delta T$, en intervalos infinitesimales y considerando un comportamiento como gas ideal, $C_V dT = -\frac{RTdV}{V}$, de lo que $\frac{C_V dT}{RT} = -\frac{dV}{V}$, e integrando y resolviendo $\frac{C_V}{R} \ln T = -\ln V + K$. Como de (1),

$\frac{C_V}{R} = \frac{1}{\gamma-1}$, sustituyendo, $\left(\frac{1}{\gamma-1}\right) \ln T + \ln V = K$; $\ln T + (\gamma-1) \ln V = K$; $TV^{\gamma-1} = \text{constante}$. Si sustituimos $T = PV/R$,

$PV^\gamma = \text{constante}$, que sería la ecuación de una adiabática para representar un diagrama PV, como se indica en d.

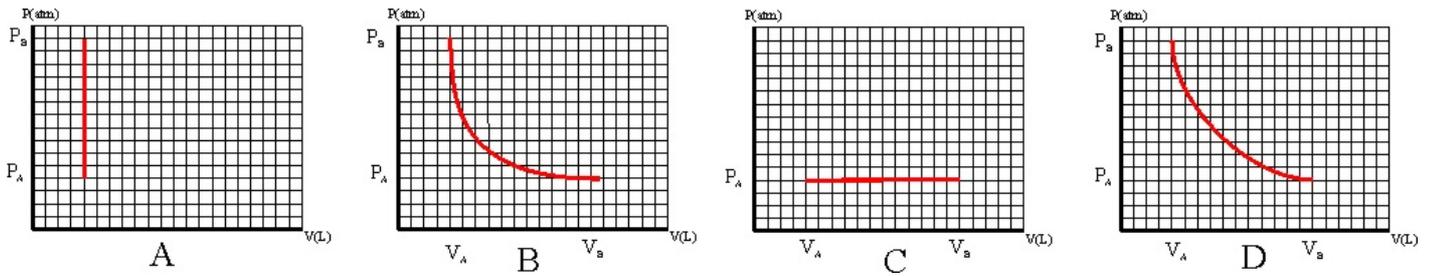
55. Si se pretende averiguar como evolucionan las variables de estado P, V y T en una transformación isocórica de un sistema gaseoso ideal, tendremos que emplear la ecuación:

- a) $P/T = \text{constante}$ b) $PV = \text{constante}$ c) $V/T = \text{constante}$ d) $PV^\gamma = cte$

SOLUCIÓN:

En la transformación isocórica, el volumen se mantiene constante, y por lo tanto no puede aparecer en la ecuación, lo que elimina las propuestas b, c y d, quedándonos sólo la a.

56. De todos los procesos representados en un diagrama PV,



el que corresponde a una adiabática será:

- a) El A b) El B c) El C d) El D

SOLUCIÓN:

Como la ecuación es $PV^\gamma = \text{constante}$, corresponde con la B, dado que en la D, se cumple la isoterma $PV = \text{constante}$.

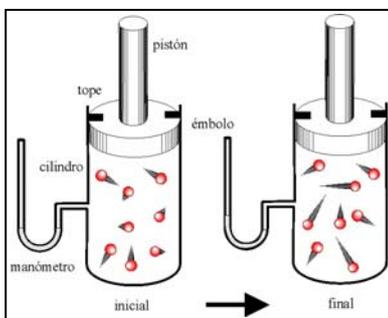
57. La gráfica de una adiabática, se parece bastante a la de una isoterma en un diagrama PV, sólo que aquella tiene una pendiente mayor que para un gas diatómico de comportamiento ideal será de :

- a) 1 b) 1,2 c) 1,4 d) 2

SOLUCIÓN:

La pendiente de una isoterma sería dP/dV , si aplicamos esta expresión a la ecuación de la isoterma $PV = \text{cte}$, quedaría $PdV + VdP = 0$, de lo que $dP/dV = -P/V$. Operando de la misma forma para la adiabática

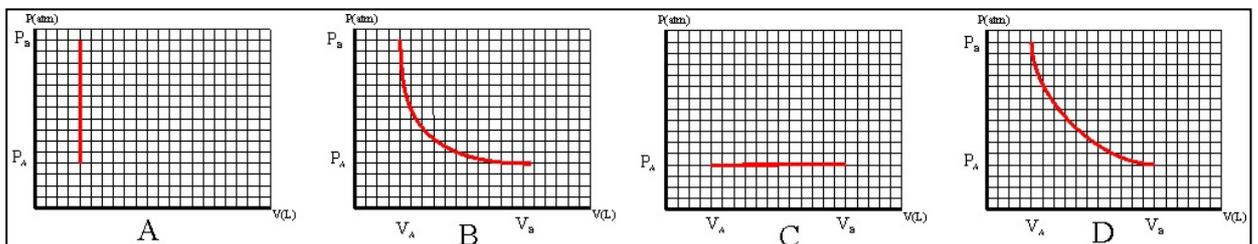
$PV^\gamma = \text{constante}$. $P \cdot \gamma V^{\gamma-1} dV + V^\gamma dP = 0$, de lo que $\frac{dP}{dV} = -\frac{\gamma V^{\gamma-1} P}{V^\gamma} = -\gamma V^{-1} P = -\gamma \frac{P}{V}$, o sea que es γ veces la pendiente de la isoterma. Como $\gamma = 1,4$, para un gas diatómico, la respuesta correcta será la c.



58. Si tenemos un gas monoatómico encerrado en un cilindro acoplado a un émbolo, y el proceso evoluciona según se indica en la figura, la gráfica de las dadas que mejor lo representa es de todas ellas la:

- a) A b) B c) C d) D

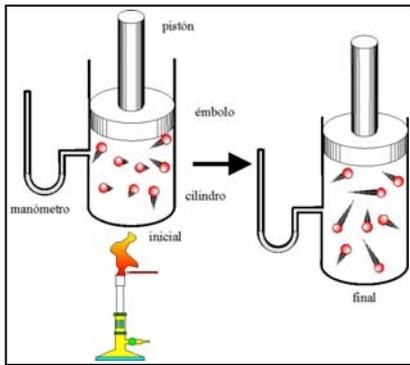
y el sistema evoluciona:



- a) aumentando la presión
 b) aumentando la velocidad de las moléculas
 c) aumentando la temperatura
 d) realizando un trabajo

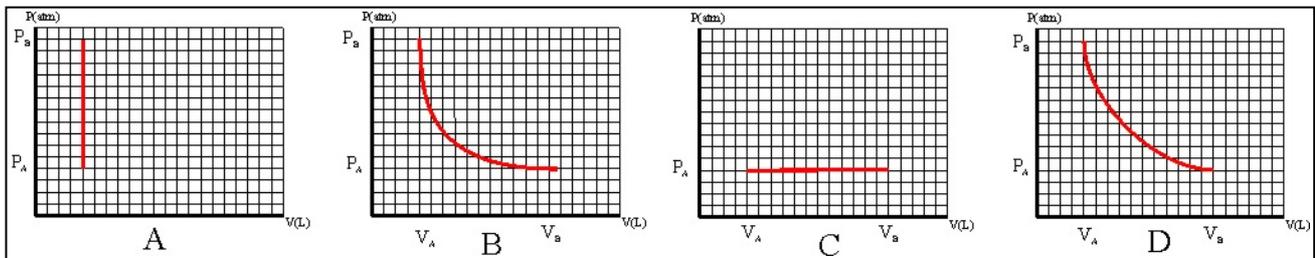
SOLUCIÓN:

La primera respuesta es la a, porque $V = \text{cte}$. Como se observa la velocidad media de las moléculas es mayor, porque lo que tuvo que recibir energía calorífica, con lo cual aumentó la energía interna, y su temperatura y su presión.



59. Si tenemos un gas monoatómico encerrado en un cilindro acoplado a un émbolo, y el proceso evoluciona según se indica en la figura la gráfica de las dadas que lo representa es de todas las dadas, la:

- a) A b) B c) C d) D



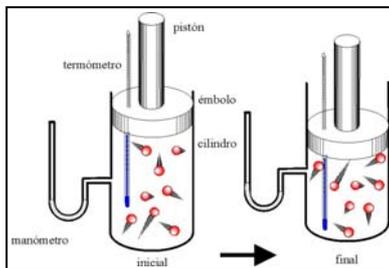
y la aplicación del primer principio de termodinámica a la evolución del sistema exige que:

- a) $W=0$ b) $U=0$ c) $U=H-P) V$ d) $U=-P) V$

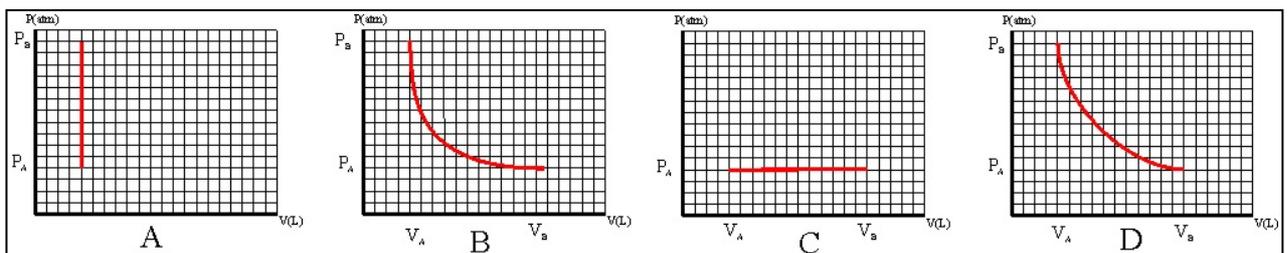
SOLUCIÓN:

El sistema en la figura recibe una cantidad de energía calorífica, a consecuencia de lo cual sus moléculas aumentan su energía cinética (su velocidad media, que es lo que se observa en el dibujo), y al golpear sobre el émbolo aumenta su volumen, a presión constante (la presión atmosférica), como se observa en el manómetro en U. Dado que es un proceso isobárico, la gráfica que lo representa es la C.

La aplicación del primer principio se hace conforme la ecuación indicada en c, esto es el aumento de energía interna, es debido a la energía calorífica recibida a P constante H , menos el trabajo de expansión realizado $P) V$.



60. Si tenemos un gas monoatómico encerrado en un cilindro acoplado a un émbolo, y el proceso evoluciona según se indica en la figura la gráfica de las dadas que lo representa es de todas las dadas



- la: a) A b) B c) C d) D

y el sistema evoluciona de un estado a otro de forma que el primer principio aplicado a dicho proceso vendría dado por:

- a) $W=0$ b) $U=0$ c) $H=P) V$ d) $U=-P) V$

SOLUCIÓN:

La temperatura se mantiene constante como indica el termómetro, y la energía cinética media de las moléculas también (no se aprecia un aumento de la velocidad molecular), sin embargo se ha realizado un trabajo sobre el sistema, pues ha aumentado la presión y disminuido el volumen, siendo $PV=constante$. Se trata de una isoterma, representada por D (La B, sería una adiabática, por lo que se expresó en el test 57. En este caso, dado que no varía la energía cinética, si la temperatura se mantiene constante $U=0$, como se propone en b).

