

TERMODINÁMICA 16. Variables de estado. Primer Principio de Termodinámica

301. Mayer que era médico mercante, observó de que la sangre venosa era excesivamente rojiza en los trópicos como si fuera arterial, o sea tenía oxígeno en exceso que no era consumido, porque se necesitaba menor calor animal, por lo tanto quemando menor cantidad de alimento, se podía desarrollar más trabajo, o sea que el calor y trabajo eran intercambiables. A partir de este momento y hasta alcanzar la primera mitad del siglo XIX, se produce una verdadera carrera para calcular su equivalente. Inicialmente el equivalente entre W y Q era de $3,56\text{J/cal}$, calculándolo midiendo la temperatura alcanzada por una mesa de agua, cuando otra caía sobre ella desde una determinada altura. Joule lo mejoró hasta $4,2\text{J/cal}$ (empleó la escala inglesa y el valor dado es una conversión). Actualmente está reconocido un valor de interconversión de $4,184\text{J/cal}$. Los experimentos para calcularlo se basaron en el efecto que producía sobre una masa:

- a) de agua, la caída de otra masa
b) de hielo, la mezcla con otra masa de agua
c) de agua, el movimiento de otro cuerpo
d) de hielo, la fusión al calentarlo

SOL:

Como indica el enunciado la correcta será la a.

302. En 1845, Joule decía "Si mis resultados son correctos y la temperatura sube 1° con una caída de 817 pies, la subida de la temperatura en las cataratas del Niágara, supondría $1/5$ de grado, para una caída de 160 pies.". Este hecho implica la conversión de:

- a) Energía cinética en calor
b) Energía potencial en calor
c) Trabajo en calor
d) Energía potencial en energía interna

SOL:

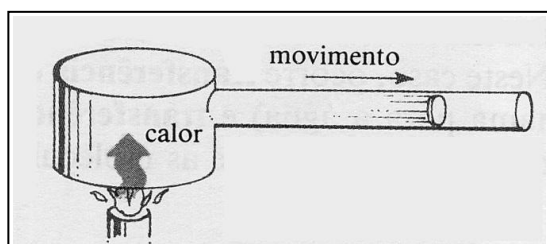
La diferencia de altura entre los dos niveles del río, implica una variación de energía potencial, que se traduciría en un aumento de temperatura del río, lo que implicaría un aumento de energía interna.

303*. En 1849, Joule, publica "El equivalente mecánico del calor". En ese trabajo presentado en la Royal Society de Londres se decía que 772 libras -pie de trabajo producirían el calor necesario para calentar 1°F , una libra de agua. En unidades no anglosajonas daría un factor de conversión de $4,154\text{ J cal}^{-1}$. Según la conversión inicial:

- a) La energía potencial es equivalente al trabajo
b) La energía cinética es equivalente al trabajo
c) El calor es equivalente a la energía potencial
d) El calor es equivalente al trabajo

SOL:

Todas las propuestas serían válidas porque entrarían dentro del principio de conservación de la energía mecánica.



304*. El dibujo de la figura, describe la conversión del calor en:

- a) energía potencial
b) energía cinética
c) energía interna
d) trabajo

SOL:

En energía cinética de la pequeña tapa que se mueve y en energía interna de las moléculas de aire que la empujan. Son correctas b y c.

305. De Rumford, nacido norteamericano de Massachussets, como Benjamín Thomson, y posteriormente convertido en ciudadano inglés y conde de Rumford, se cuentan muchas anécdotas, como la que hace mención a la viuda de Lavoisier, con la que contrajo matrimonio y pronto se separó. "Realmente, Lavoisier, al morir guillotinado, había tenido mucha suerte", dijo tras su divorcio. Sin embargo, aparte de destruir teorías obsoletas sobre el calor (teoría del calórico) enunció el primer principio de termodinámica que se basaba en:

- a) La conservación de las fuerzas vivas
b) La conservación de la energía mecánica
c) La conservación de la cantidad de movimiento
d) La conservación de la energía interna

SOL:

Realmente surgieron conjuntamente el principio de conservación de la energía y el primer principio de termodinámica, asociando la energía calorífica al movimiento y considerándolo energía mecánica.

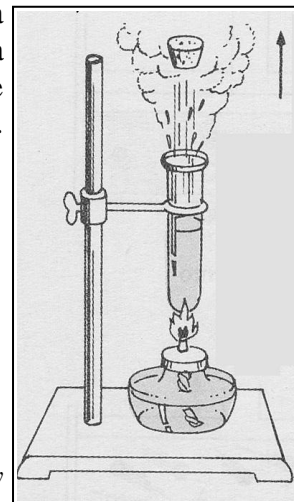
306. Aunque quizá, no lo creas, el inventor de la máquina de hacer café, así como de la sopa de los pobres, fue el conde Rumford, que de agente secreto británico en la Norteamérica revolucionaria, y fundador de la Royal Institution en Londres, llegó a ser el segundo hombre más poderoso de Baviera.

Vida fascinante la suya, que en lo que a la física concierne, destaca por la interpretación inicial del primer principio de termodinámica, a partir de la observación del calor desprendido cuando se forjaban los cañones del ejército de Baviera, cuyo Gran Elector, el equivalente a rey, le concedió el título de conde. De este principio podrás decir que su expresión matemática actual sería

- a) $\Delta U = Q + W$ b) $\Delta U = Q - W$ c) $Q = \Delta U + W$ d) $W = \Delta U + Q$

SOL:

La expresión general del primer principio sería $\Delta U = Q + W$



307*. El dibujo adjunto señala una conversión de energía calorífica en :

- a) trabajo de expansión b) energía potencial
c) energía cinética d) energía interna

SOL:

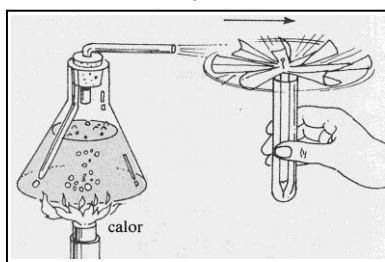
Vemos que el tapón se mueve y asciende, por lo tanto indica que posee energía cinética y potencial, pero asciende porque se ha producido un trabajo de expansión de los gases que han aumentado su energía interna. Todas pueden ser correctas.

308*. Aunque ya en 1693, el filósofo alemán Leibniz, había postulado el principio de conservación de la energía mecánica (sin esos términos). Fue, Helmholtz, el que en 1847, en su trabajo “Conservación de la fuerza”, formula el primer principio de termodinámica, de forma parecida a como lo conocemos. Sin embargo la expresión original de éste fue: variación de la energía = calor – trabajo efectuado, dado que:

- a) No se conocía el concepto de energía interna
b) La energía empleada era un término genérico
c) El trabajo efectuado lo realizaba siempre el sistema que evoluciona
d) No se tuvieron en cuenta los criterios de signos en dicha expresión

SOL:

En la fecha en que se propuso, la energía interna era simplemente energía y se representaba por E, por lo tanto la primera y segunda propuestas son correctas. Por otra parte, los criterios de signos empleados no son los actuales, por lo que también son correctas la d y la c.



309*. El dibujo adjunto señala una conversión del calor en:

- a) energía cinética de rotación b) energía interna
c) trabajo de expansión d) energía potencial

SOL:

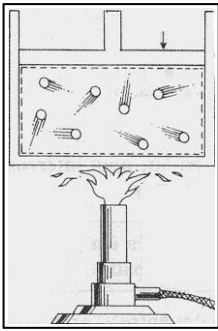
Como se ha visto en test anteriores, son correctas la a y la b.

310*. Actualmente la expresión del primer principio de termodinámica no se parece exactamente a la dada inicialmente dado que existe un criterio de signos aplicado a la energía, que implica que siempre que un sistema transfiera energía en cualquiera de sus modalidades, ésta será siempre negativa, mientras que la recibe, será positiva, por ello si tenemos un sistema gaseoso encerrado en un recipiente que evoluciona hasta un estado final sin variar la presión, y los alrededores aumentan su temperatura podrás asegurar que en dicha evolución:

- a) No varía la masa por ser un sistema aislado b) No varía el volumen por ser un sistema cerrado
c) No varía la temperatura del sistema d) la variación de energía interna será negativa

SOL:

Se trata de un sistema o cerrado o aislado, en el cual el volumen y la presión no varía, pero si aumenta la temperatura de los alrededores, ello implica una transferencia en forma energía calorífica a los alrededores, a expensas de la propia energía interna del sistema, por lo que ésta deberá disminuir. Es correcta la opción d.



311*. En el dibujo de la figura, se le comunica calor a un sistema formado por un gas monoatómico. Si el volumen del recipiente se conserva constante, dirás que el calor:

a) se ha transformado en trabajo b) ha aumentado la energía interna del sistema
 c) ha aumentado la presión del sistema d) ha aumentado la temperatura del sistema

SOL:

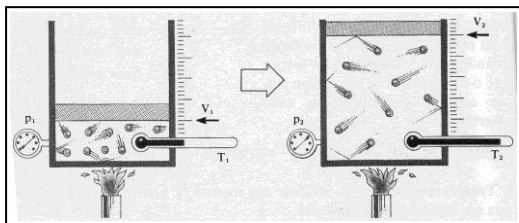
Como el sistema se mantiene a volumen constante, no hay trabajo de expansión, y por lo tanto el calor comunicado se emplea en aumentar la temperatura y la energía cinética de las moléculas del gas (energía interna), que al aumentar su velocidad provocarán un mayor número de choques, contra las paredes y un aumento de la presión. Son correctas la b, c y d.

312. Un sistema realiza un trabajo contra la pared, deformándola, cuando se expande, con lo cual aumenta su volumen, y este trabajo contra la presión externa que lo aprisiona es siempre:

- a) Mayor que cero b) Menor que cero c) Cero d) Depende de la temperatura

SOL:

Si se aplica el criterio de signos explicado con anterioridad, el trabajo será negativo o sea menor que cero.



313*. Se le comunica calor a un sistema gaseoso, a una presión constante. Si observas con detenimiento el dibujo, dirás que:

- a) Aumenta el número de choques con las paredes
 b) El volumen se cuadruplica
 c) El trabajo de expansión se cuadruplica
 d) La energía interna se duplica

SOL:

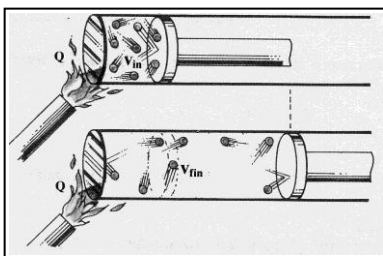
Se observa que el volumen se cuadruplica, porque lo que como la presión es constante también se cuadruplica el trabajo de expansión. Igualmente la temperatura se duplica, por lo que también lo hace la energía interna del sistema gaseoso pero no aumenta el número de choques con las paredes (la presión es constante). Son correctas la b, c y d.

314. El término termodinámica, fue propuesto por Kelvin en 1798, al explicar el calor desarrollado en la fricción. Cuando hace frío y te frotas las manos y aplicas el primer principio de termodinámica al sistema formado por tus manos los alrededores con los que intercambias la energía:

- a) $\Delta U = Q + W$ b) $\Delta U = Q - W$ c) $\Delta U = \Delta H + W$ d) $\Delta U = Q$

SOL:

Cuando uno se frota las manos, está convirtiendo la energía cinética en trabajo de rozamiento, y a consecuencia de ello las manos están transfiriendo energía en forma de calor a sus alrededores, en un sistema cerrado. No hay trabajo puesto que no existe variación de volumen de las manos (se supone que no se hinchan por ese motivo), por lo tanto la aplicación del primer principio de termodinámica a este sistema sería que $\Delta U = Q$, como se propone en d.



315. La descripción microscópica de los efectos de la aplicación de calor a un sistema gaseoso, que se puede apreciar en el dibujo, implica que la energía calorífica comunicada se empleó en:

- a) aumentarle la presión b) aumentarle la temperatura
 c) hacer un trabajo d) aumentarle la energía cinética

SOL:

Observando con cuidado el dibujo, se ve que no aumenta la velocidad de las moléculas, por lo que tampoco lo hace su energía interna y su temperatura, por lo cual toda la energía calorífica comunicada se emplea en realizar un trabajo de expansión, ya que aumenta el volumen del gas encerrado. Es correcta la c.

316. Los conceptos de capacidad calorífica a P constante (C_p) y a V constante (C_v) para un mol de un gas, vistos en test anteriores, 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:

- a) $C_v = C_p + W$ b) $\Delta U = C_p + W$ c) $C_v = C_p + R$ d) $C_v = C_p - R$

SOL.

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

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

317*. La capacidad calorífica depende del estado físico de la sustancia a que hace referencia, dado que:

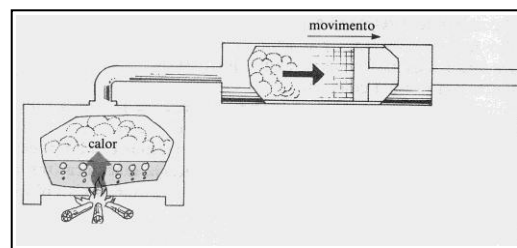
- a) En los sólidos y en los líquidos, la presión no les afecta
 b) Solo en los gases existe una relación entre las variables de estado
 c) La dilatación de los sólidos es despreciable comparada con la de los gases
 d) Solo los gases tienen los grados de libertad necesarios

SOL:

Todas las propuestas son correctas, pues es necesario una relación entre las variables de estado.

318*. En el dibujo dado, se observa como el calor comunicado a un sistema agua-vapor de agua, es capaz de producir el movimiento de un émbolo en una máquina térmica. De las transformaciones en curso podrás decir que implica que la energía calorífica comunicada se empleó en:

- a) aumentar la presión b) producir un cambio de estado
 c) hacer un trabajo d) aumentar la energía cinética



SOL:

Siguiendo los argumentos empleados en los test anteriores, todas las propuestas son correctas.

319. El término *entalpía*, sugerido por Helmholtz pero propuesto cuarenta años después, en 1909, por el holandés Kammerlingh-Onnes, el descubridor de la superconductividad, procede del griego $\theta\alpha\lambda\pi\omega\varsigma$, calor), con el prefijo $\epsilon\nu$ que indica interioridad, o sea sería una especie de calor interno, simbolizándose por error con la letra H que debería corresponder con letra griega ega, si entalpía se escribiera inicialmente con dicha letra, y no con épsilon, y con la inicial de calor en inglés (lo cual será simple coincidencia). La variación de entalpía es una magnitud que representa:

- a) Energía cinética de las moléculas del sistema
 b) Energía potencial de las moléculas del sistema
 c) El calor intercambiado por el sistema a presión constante
 d) La energía interna del sistema

SOL:

La variación de entalpía es por definición el calor intercambiado por un sistema con sus alrededores a presión constante, y como se verá, es siempre una función de estado, mientras que el calor intercambiado sin más, no es una función de estado. Solamente será igual a la variación de energía interna que experimente el sistema, si su evolución se desarrolla a volumen constante.

320*. Inicialmente el contenido calorífico fue representado por una W, por una I, e incluso por la letra griega χ , de forma que $\chi = E + PV$. El mismo Gibbs la definió en 1875, como “función calor a presión constante”, aunque no empleó la palabra entalpía. De esta forma la variación de entalpía de un sistema representa:

- a) El calor cedido por el sistema a sus alrededores
 b) El intercambio de energía calorífica entre un sistema y sus alrededores, a presión constante
 c) La variación de energía interna si no se modifica el volumen del sistema
 d) El trabajo desarrollado

SOL:

Aplicando el primer principio $\Delta U = \Delta H + W$, si $W = 0$, $\Delta U = \Delta H$, Son correctas la b (por definición de variación de entalpía) y la c.