

21-10-2021

Tarea - Sección 1

Termodinámica.

La termodinámica es la rama de la física que estudia los efectos de los cambios de temperatura, presión y volumen de un sistema físico (un material, un líquido, un conjunto de gases, etc.) a un nivel macroscópico. La materia está compuesta por diferentes partículas que se mueven de manera desordenada, la termodinámica estudia este movimiento desordenado.

En la termodinámica se estudian y clasifican las interacciones entre diversos sistemas termodinámicos. Un sistema termodinámico se caracteriza por sus propiedades, relacionadas entre sí mediante las ecuaciones de estado. Estas se pueden combinar para expresar la energía interna y los potenciales termodinámicos.

Los principales elementos que tenemos para su estudio son:

- Las leyes de la termodinámica.
- La entropía.
- La entalpía.

Con estas herramientas, la termodinámica describe cómo los sistemas responden a los cambios en su entorno.

15/05/2015

Energía interna.

La energía interna (U) de un sistema es un reflejo de la energía a escala macroscópica. Concretamente, es la suma de:

- la energía cinética interna.
- la energía potencial interna.

Basado desde la termodinámica, en un sistema cerrado, la variación total de energía interna es igual a la suma de las cantidades de energía comunicadas al sistema en forma de calor y trabajo $\Delta U = W + Q$.

Trabajo de flujo.

A diferencia de sistemas cerrados, en los volúmenes de control hay flujo masivo a través de sus fronteras y se requiere trabajo para entresacar o sacarla del volumen de control. Este trabajo se conoce como trabajo de flujo o energía de flujo, y se requiere para mantener un flujo continuo a través de un volumen de control.

Para empujar todo el elemento de fluido en el volumen de control, esta fuerza debe actuar a lo largo de L . Así el trabajo realizado al empujar el elemento de fluido por la frontera es:

$$W = FL = P A L = PV \text{ (kJ)}$$

Calor.

Es la energía en tránsito que se reconoce solo cuando se cruza la frontera de un sistema termodinámico. Una vez dentro del sistema, si la transferencia es de adentro hacia afuera, el calor se vuelve parte de la energía interna del sistema. Por tanto el calor se debe entender como transferencia de calor y solo ocurre cuando hay diferencia de temperatura.

De ello se deduce que no hay transferencia de calor entre 2 sistemas que se encuentran a la misma temperatura.

Estado térmico.

Es un conjunto de valores de propiedades de un sistema termodinámico que deben ser especificados para poder describir el sistema. Los parámetros individuales se conocen como variables de estado, parámetros de estado o variables termodinámico.

Cuando un conjunto suficiente de variables termodinámicas ha sido especificado, los valores de todos los demás propiedades del sistema quedan definidas inequívocamente. El número de valores necesarios para especificar el estado depende del sistema y no siempre es conocido.

Proceso

Es la evolución de una determinadas propiedades, las cuales se denominan propiedades termodinámicas, en relación a un determinado sistema termodinámico. Para estudiar un proceso se requiere que el sistema esté en equilibrio en el punto inicial y final de todo el proceso; es decir que las magnitudes que sufren una variación al pasar de un estado a otro deben estar definidas.

Sistema cerrado.

Es un sistema en el que la masa no atravesará la frontera. Incluyen aquellos casos en los que el sistema puede intercambiar energía con los alrededores. Esta posibilidad resulta de gran importancia cuando se pretende entender la膨胀 de un gas encerrado en un cilindro móvil, aplicando la primera ley de la termodinámica. Se caracterizan por:

- Estar separados del entorno:
- Puede haber intercambio de energía, pero no libremente:
- Son sistemas autocónicos:

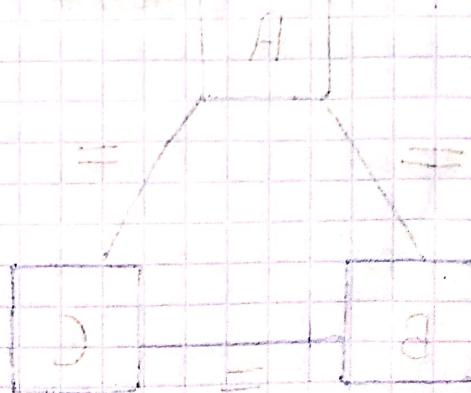
Sistema abierto.

Es un sistema donde se produce la entrada y salida de materia y energía desde y hacia los alrededores. Se caracterizan por interactuar continuamente con su entorno. La interacción puede tomar forma de información, energía o transformaciones materiales en la frontera del sistema. Son conocidos como un sistema de volumen constante o sistema flotante.

Propiedades extensivas.

Estas propiedades no dependen de la masa, sino que dependen del tamaño del sistema. De modo que cuando las diferentes partes de un todo se unen, se obtiene un valor total. Si un sistema está compuesto por subsistemas, entonces el valor de la propiedad extensiva para el sistema será la suma del valor de los diferentes subsistemas.

Entre este grupo se tiene valores totales como energías totales, volumen peso, cantidad de sustancia, etc.



Propiedades intensivas.

son solo intensivas

Estas propiedades son dependientes de la masa, son propiedades del sistema.

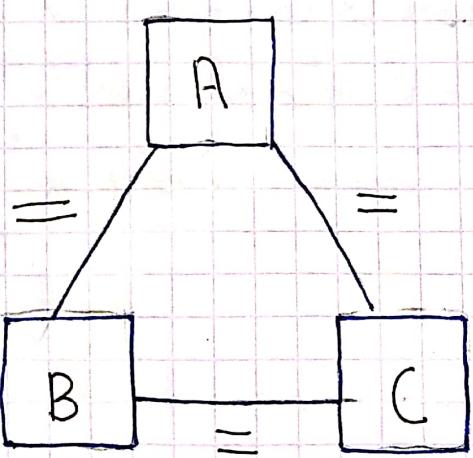
Estas propiedades no dependen del tamaño del sistema. Si un sistema se divide en 2 partes, una propiedad intensiva mantiene el mismo valor en cada parte.

Dentro de este conjunto de propiedades se tiene a todos los valores específicos como energía interna específica, entalpía específica, temperatura, presión, volumen específico, etc.

constantes intensivas

Ley cero.

Esta ley establece que si un cuerpo A se encuentra en equilibrio térmico con un cuerpo B, y este se encuentra en equilibrio con un cuerpo C, A y C también están en equilibrio, es decir, los tres cuerpos (A, B y C) se encuentran en equilibrio térmico entre sí. Por tanto, el equilibrio térmico es transitorio.



Diferencia termodinámica clásica y estadística

La estadística es la teoría del comportamiento frío de los sistemas macroscópicos a partir del conocimiento de las fuerzas microscópicas entre las partículas constituyentes.

En cambio la termodinámica es la teoría de las relaciones entre diferentes observables macroscópicos como temperatura, volumen, presión, magnetización y polarización de un sistema.

1º Ley de la termodinámica.

La 1º ley de la termodinámica sólo proporciona la expresión del principio de conservación de energía. En otras palabras, expresa que el cambio total de energía de un sistema cerrado es igual al calor transferido al sistema, menos el trabajo efectuado por el sistema.

$$\Delta E_k + \Delta E_p + \Delta U = Q - W$$

En los casos donde E_k y E_p son constantes

$$\Delta U = Q - W$$

h = coeficiente de convección Convección (aire)

Natural \Rightarrow aire, agua con V natural Forzada \Rightarrow provocada por una F externa

Diferencia entre calor, trabajo y energía interna

- La energía es la capacidad de los cuerpos para realizar trabajo.
- El trabajo es una medida de la acción que las fuerzas hacen sobre un sistema.
- El calor es una forma de energía y se mide por los efectos que produce.

El calor y el trabajo dependen de la transformación que describe un sistema, mientras que la energía interna es una función de estado

$$\delta Q = \delta W + dU$$

$$W - Q = \delta W + dU$$

$$W - Q = \delta U$$

Tarea 1. Sección 2.

Gas ideal.

Es un gas teórico compuesto de un conjunto de partículas puntuales con desplazamiento aleatorio, que no interactúan entre sí. El concepto de gas ideal es útil porque el mismo se comporta según la ley de los gases ideales, una ecuación de estado simplificada, y que puede ser analizada mediante la mecánica estadística.

En condiciones normales de presión y temperatura, la mayoría de los gases reales se comporta en forma similar a como un gas ideal. Existen tres clases básicas de gas ideal:

- El clásico
- El cuántico de Bose
- El cuántico de Fermi.

Entalpía

Es una magnitud termodinámica, simbolizada con la letra H , definida como "el flujo de energía térmica en los procesos químicos efectuados a presión constante cuando el único trabajo es de presión-volumen" es decir, la cantidad de energía que un sistema intercambia con su entorno.

Es una función de estado de la termodinámica donde la variación permite expresar la cantidad de calor puesto en juego durante una transformación adiabática; es decir, a presión constante en un sistema termodinámico.

Sistema de calor

Calor específico.

Es una magnitud física que se define como la cantidad de calor que hay que suministrar a la unidad de masa de una sustancia o sistema termodinámico para elevar su temperatura en una unidad. En general el valor del calor específico depende del valor de la temperatura inicial y se representa con la letra c .

Por lo tanto, el calor específico es el cociente entre la capacidad calorífica y la masa:

$$c = \frac{C}{m}$$

Exacciones de calor específico a (P) y (V) cte.

$$Q = C_v n \Delta T \quad Q = n C_p \Delta T$$

$$\Delta U + P \Delta V = n C_v \Delta T \quad \Delta U + P \Delta V = n C_p \Delta T$$

$$C_v = \frac{1}{n} \frac{\Delta U}{\Delta T} \quad P \Delta V = n R \Delta T$$

$$\Delta U + n R \Delta T = n C_p \Delta T$$

$$C_v \text{ constante} \quad C_p = \frac{\Delta U}{\Delta T} \cdot \frac{1}{n} + R$$

$$C_v = \frac{1}{n} \frac{\Delta U}{\Delta T} \quad C_p = C_v + R$$

$$C_p = C_v + R$$

C v constante

4.14 Una masa de 2.4 Kg de aire a 150 kPa y 12 °C está dentro de un cilindro-émbolo hermético sin fricción. Se comprime el aire hasta una presión de 600 kPa. Se retira el ~~cubierta~~ del cilindro de tal modo que permanece constante la temperatura al interior del cilindro. Calcule el trabajo durante el proceso.

$$m = 2.4 \text{ Kg}$$

$$P_1 = 150 \text{ kPa}$$

$$P_2 = 600 \text{ kPa}$$

$$T_1 = 12^\circ\text{C} = T = T_2 = 12^\circ\text{C}$$



Como T es constante, es un proceso isotérmico

$$W = m R_u T \ln \frac{P_1}{P_2} \Rightarrow R_u = 0.287 \frac{\text{KJ}}{\text{kg K}}$$

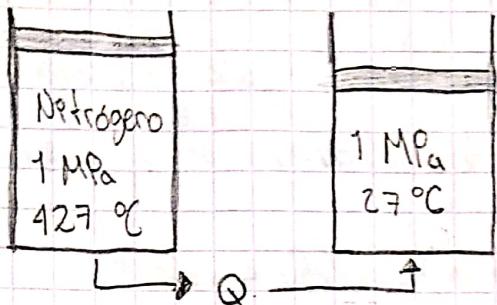
$$W = (2.4 \text{ kg}) (0.287 \frac{\text{KJ}}{\text{kg K}}) (273.15 + 12) \text{ K} \ln \frac{150 \text{ kPa}}{600 \text{ kPa}}$$

$$W = (2.4) (0.287) (285.15) \cdot (-1.3862)$$

$$\underline{W = -272.2839 \text{ KJ}}$$

4.67 Considerese como sistema un cilindro-émbolo que contiene gas nitrógeno inicialmente, está a 1 MPa y 427 °C. Sufre un proceso isobárico hasta que su temperatura es de 27 °C. Determinar la presión final y la transferencia de calor en $\frac{KJ}{kg}$.

$$P_1 = P_2 = P = 1 \text{ MPa}$$



$$T_1 = 427 \text{ °C}$$

$$T_2 = 27 \text{ °C}$$

* Como es un proceso isobárico, $P = P_1 = P_2$

$$\underline{P = P_1 = P_2 = 1 \text{ MPa}}$$

$$* \Delta U = Q - W \Rightarrow (U_2 - U_1) = Q - W$$

$$Q = (U_2 - U_1) + W \Rightarrow \Delta U + W = \Delta H$$

$$Q = \Delta H$$

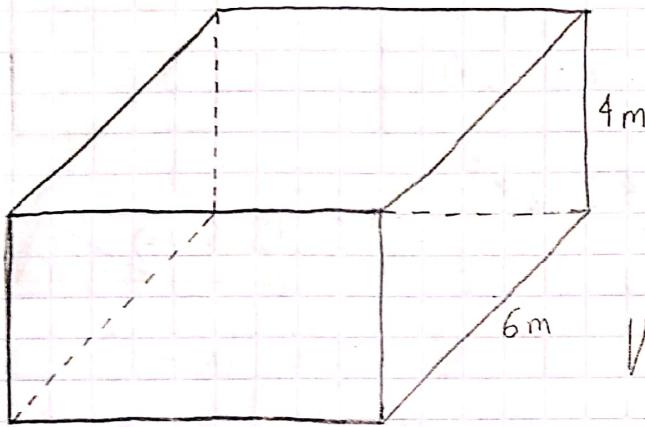
$$Q = C_V (T_1 - T_2) \Rightarrow C_V = \text{para nitrógeno} = 1.039 \frac{KJ}{kg \cdot K}$$

$$Q = (1.039 \frac{KJ}{kg \cdot K}) (427 - 27)$$

$$Q = 400 (1.039 \frac{KJ}{kg})$$

$$Q = 415.6 \frac{KJ}{kg}$$

4.69 Un alumno vive en un cuarto $1m \times 6m \times 6m$ y enciende su ventilador de 150 W antes de salir de la habitación. Suponiendo que los puertas y ventanas estén herméticamente cerradas, determine la temperatura en el cuarto cuando regrese 10 hrs después. Use los valores de calor específico a temperatura ambiente y considerar las condiciones de 100 kPa y $15^\circ C$ cuando salió.



$$W = 150 \text{ W}$$

$$P_1 = 100 \text{ kPa}$$

$$T_1 = 15^\circ C$$

$$V = 6 \times 6 \times 4 = 144 \text{ m}^3$$

$$PV = m R_u T \Rightarrow m = \frac{P_1 V}{R_u T_1}$$

$$R_u = 0.287 \frac{\text{kPa} \cdot \text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$m = \frac{(100 \text{ kPa})(144 \text{ m}^3)}{(0.287 \frac{\text{kPa} \cdot \text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{K}})(15^\circ + 273.15)} = 174.2 \text{ kg}$$

$$W_e = W \cdot t = (0.15 \text{ kJ})(10)(3600 \text{ s}) = 5400 \text{ kJ}$$

$$W_e = m C_v (T_2 - T_1) \Rightarrow C_v = 0.778 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

$$\frac{W_e}{m C_v} = T_2 - T_1 \Rightarrow T_2 = \frac{W_e}{m C_v} + T_1$$

$$T_2 = \left(\frac{5400}{174.2 \cdot 0.778} \right) + 15 = 58.17^\circ C$$

1.71 Un sistema cerrado contiene 2 kg de aire y en un proceso pasa de 600 kPa y 200 °C hasta 80 kPa. Determine el volumen inicial, el trabajo efectuado y el calor transferido.



$$PV = m R_w T \Rightarrow R_w = \frac{1 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$V_1 = \frac{m R_w T_1}{P_1}$$

$$V_1 = \frac{(2 \text{ kg}) (0.287 \frac{\text{kPa} \cdot \text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{K}}) (200 + 273.15 \text{ K})}{600 \text{ kPa}} = 0.4526 \text{ m}^3$$

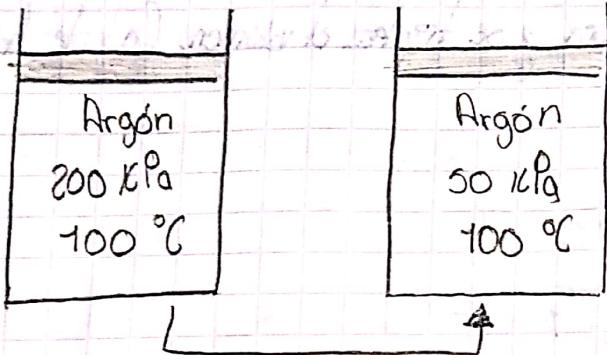
$$W = m R_w T \ln \frac{P_1}{P_2}$$

$$W = (2 \text{ kg}) (0.287 \frac{\text{kPa} \cdot \text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{K}}) (473.15 \text{ K}) \ln \frac{600 \text{ kPa}}{80 \text{ kPa}}$$

$$W = 547.22 \text{ kJ}$$

$$\underline{Q_r = W = 547.22 \text{ kJ}}$$

4.72 Un cilindro-émbolo contiene gas argón, y pasa por un proceso isotérmico de 200 kPa y 100 °C hasta 50 kPa. Durante el proceso se transfieren 1500 kJ de calor. Determine la masa del sistema y el trabajo producido.



$$\Delta U = Q - W \Rightarrow \text{En este caso } \Delta U = 0$$

$$0 = Q - W \Rightarrow W = Q$$

$$W = 1500 \text{ kJ}$$

$$W = m R_U T \ln \frac{P_1}{P_2} \Rightarrow R_U = 0.2081 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

$$m = \frac{W}{R_U T \ln \frac{P_1}{P_2}}$$

$$m = \frac{1500 \text{ kJ}}{(0.2081 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}})(100 + 273.15 \text{ K}) \ln \left(\frac{200}{50} \right)}$$

$$m = 73.9341 \text{ kg}$$

4.75 En un cilindro-émbolo, con carga variable, y con una cueda de paletas, donde hay aire. Al inicio, está a 500 kPa y 27 °C. Se hace girar mediante un motor eléctrico hasta haber transferido al aire 50 kJ/kg en trabajo. Se transfiere calor para mantener la temperatura y se triplica el volumen. Calcule la cantidad de transferencia de calor.



$$T_1 = T_2 \quad V_2 = 3V_1 \\ P = 500 \text{ kPa} \quad T_1 = 27^\circ\text{C} \\ W = 50 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\Delta U = Q - W = W = Q$$

$$\text{En este caso } W = W_o - W_m \Rightarrow Q = h_o - h_m$$

$$W_o = m R_u T \ln \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow m = 1 \quad R_u = 0.287 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$$

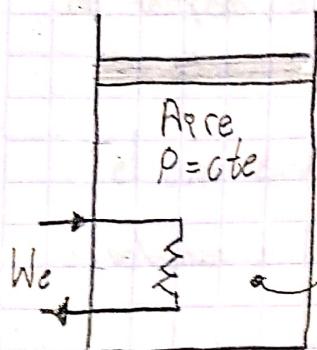
$$W_o = (0.287 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}})(27 + 273.15 \text{ K}) \ln \frac{3V_1}{V_1} \\ = (0.287 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}})(300.15 \text{ K}) \ln 3$$

$$W_o = 94.6378 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$Q = W_o - W_m \\ = (94.6378 - 50) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$Q = 44.6378 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

4.76 Una masa de 15 Kg de aceite, en un cilindro-címbolo, se calienta de 25 a 77 °C, haciendo pasar corriente por una resistencia en el interior. La presión se mantiene constante en 300 KPa, y hay una pérdida de calor de 60 KJ. Determine los kWh de energía eléctrica consumida.



$$m = 15 \text{ Kg} \quad T_1 = 25^\circ\text{C} \quad T_2 = 77^\circ\text{C}$$

$$P_1 = P_2 = P = 300 \text{ KPa} \quad Q = 60 \text{ KJ}$$

$$We - Q = \Delta U \Rightarrow \Delta U =$$

De la tabla A-17

$$h_1 = 298.18 \frac{\text{KJ}}{\text{kg}} \quad y \quad h_2 = 350.49 \frac{\text{KJ}}{\text{kg}}$$

$$We - Q = m(h_2 - h_1) \Rightarrow We = m(h_2 - h_1) + Q$$

$$We = (15 \text{ kg}) (350.49 - 298.18) \frac{\text{KJ}}{\text{kg}} + 60 \text{ KJ}$$

$$We = 844.65 \text{ KJ}$$

$$We = (844.65 \text{ KJ}) \left(\frac{1 \text{ kWh}}{3600 \text{ KJ}} \right)$$

$$\underline{We = 0.2346 \text{ kWh}}$$

1.81 Un dispositivo cilíndro-émbolo contiene aire. El émbolo desciende inicialmente y se necesita una presión de 300 kPa para moverlo. Inicialmente está a 100 kPa y 27 °C y ocupa un volumen de 0.4 m³. Determine la cantidad de calor que se transfiere en el caso de alcanzar 1200 K.

Aire
100 kPa
27 °C
0.4 m ³

$$P_1 = 100 \text{ kPa} \quad T_1 = 27^\circ\text{C} \quad V = 0.4 \text{ m}^3$$

$$T_3 = 1200 \text{ K}$$

$$\Delta U = Q - W \Rightarrow$$

El volumen es cte hasta $P = 300 \text{ kPa}$

$$\frac{T_1}{P_1} = \frac{T_2}{P_2} \Rightarrow T_2 = T_1 \frac{P_2}{P_1} = (300.15 \text{ K}) \left(\frac{300 \text{ kPa}}{100 \text{ kPa}} \right) = 900 \text{ K}$$

$$P_1 V_1 = m R_v T_1 \Rightarrow m = \frac{P_1 V_1}{R_v T_1} \Rightarrow R_v = 0.287 \frac{\text{kPa}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$m = \frac{(100 \text{ kPa})(0.4 \text{ m}^3)}{(0.287 \frac{\text{kPa}}{\text{kg} \cdot \text{K}})(300.15 \text{ K})} = 0.4646 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} W &= m R_v (T_3 - T_2) \\ &= (0.4646 \text{ kg}) (0.287 \frac{\text{kPa} \cdot \text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{K}}) (1200 - 900 \text{ K}) \\ &= 40.002 \text{ kJ} \end{aligned}$$

$$Q = W + \Delta U = W + m C (T_3 - T_1) \Rightarrow C = 0.798 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

$$Q = 40.002 + (0.4646)(0.798)(1200 - 300)$$

$$Q = 340 \text{ kJ}$$

Ejercicio 1.10.

- 4.117 ¿Tiene significado el concepto "calor específico" (a volumen o presión cte) para sustancias con cambio de fase?

Durante un cambio de fase, un proceso a presión constante se convierte en un proceso de temperatura constante.

En el caso de la calentamiento $C_p = \frac{\partial H}{\partial T} = \infty$ infinito, ya que se nota que

y el calor específico a presión constante no tiene sentido. En cambio, el calor específico a volumen constante tiene significado, ya que

$$C_v = \frac{\partial U}{\partial T}$$

- 4.118 Se calientan 10 kg de nitrógeno, de 20 °C. a 250 °C. Determine la cantidad de calor total cuando el proceso es a a) volumen cte y b) isobárica.

a) $Q = \Delta U = m C_v (T_2 - T_1) \Rightarrow C_v = 0.748 \frac{\text{KJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

$$Q = (10 \text{ kg}) 0.748 \frac{\text{KJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} (523.15 - 293.15 \text{ K})$$

$$Q = 1780.4 \text{ KJ}$$

b) $Q = \Delta U = m C_p (T_2 - T_1) \Rightarrow C_p = 1.045 \frac{\text{KJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

$$Q = (10 \text{ kg}) 1.045 \frac{\text{KJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} (523.15 - 293.15 \text{ K})$$

$$Q = 2403.5 \text{ KJ}$$

Tarea 1. Sección 3.

Sustancia pura.

Una sustancia pura es aquella que tiene una composición química fija y definida, o sea, que no varía sin importar las condiciones físicas en que dicha sustancia se encuentre. Dicho de otro modo, las sustancias puros permanecen químicamente inalteradas (no cambia su estructura química) en sus distintos estados de agregación.

A una presión y temperatura específica, se pueden reproducir para los sustancias puros, propiedades físicas como la densidad, el punto de ebullición y el punto de fusión.

Líquido comprimido.

Es un estado en el que el líquido no está a punto de evaporarse y el agua solo existe en estado tránsito. Cabe mencionar que su temperatura debe ser muy baja, ya que la temperatura es directamente proporcional a la presión, es decir, a menor temperatura, menor es la presión, por lo tanto, podemos deducir que el líquido en esta fase se encuentra frío.

Aqua saturada.

Al aumentar la temperatura de un liquido contenido en un recipiente, el liquido tendrá cierta expansión y por ello aumentará su volumen específico. Cuando el liquido comprendido recibe suficiente calor, llega a punto en el cual está a punto de evaporarse.

Aqua sobre calentada.

Se refiere al agua cuya temperatura está comprendida entre el punto de ebullición (100°C) y la temperatura crítica (374°C) y que se mantiene líquida por efecto de la presión. También se conoce como agua subcritica y agua caliente a presión.

Cantidad.

Si existe una sustancia con una parte en forma líquida y otra como vapor a la temperatura de saturación, entonces se dice que el vapor tiene título o cantidad, cosa se define como, masa vapor / masa total. Esta cantidad es de carácter intensivo.

$$\text{cantidad} = \frac{\text{masa vapor}}{\text{masa total}}$$

Calor latente

$10^3 \text{ J} = \text{calor latente}$

Es la cantidad de energía requerida por una sustancia para cambiar de fase, de sólido a líquido, o de líquido a gaseoso. Se debe tener en cuenta que esta energía en forma de calor se emplea para el cambio de fase y no para el aumento de temperatura.

Calor sensible.

Es la energía calorífica que suministrada a un cuerpo o un objeto, hace que aumente su temperatura sin afectar su estructura molecular y por tanto su fase.

Para aumentar la temperatura de un cuerpo hace falta aplicarle una cierta cantidad de calor (energía). La cantidad de calor aplicado en relación con la diferencia de temperatura que se logre depende del calor específico del cuerpo.

rapido

1.0000

= 10000

4.10 Se calienta una masa de 5 Kg de vapor de agua saturado a 300 kPa, a presión constante, hasta que la temperatura llega a 200 °C. Calcular el trabajo efectuado por el vapor durante el proceso.

$$m = 5 \text{ Kg}$$

$$P_1 = P_2 = 300 \text{ kPa}$$

$$T = 200 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Vapor saturada} \quad \left\{ \begin{array}{l} P = 300 \text{ kPa} \\ V_1 = V_s = 0.60582 \frac{\text{m}^3}{\text{Kg}} \end{array} \right. \text{ de acuerdo a las tablas}$$

$$\text{Agua saturada} \quad \left\{ \begin{array}{l} P = 300 \text{ kPa} \\ T = 200 \text{ }^{\circ}\text{C} \end{array} \right. \quad V_2 = 0.71643 \frac{\text{m}^3}{\text{Kg}}$$

$$W = \int P dV = P(V_2 - V_1) = mP(V_2 - V_1)$$

$$W = (5 \text{ Kg}) (300 \text{ kPa}) (0.71643 - 0.60582 \frac{\text{m}^3}{\text{Kg}})$$

$$W = 165.915 \text{ kJ}$$

4.13 Se expande isotermicamente a 1 m^3 de agua líquida saturada a 0°C en un sistema cerrado hasta que su calidad llega a 80%. Determine el trabajo producido por la expansión.

$$P = P_{0^\circ\text{C}} = 1554.9 \text{ kPa}$$

$$V_1 = V_{0^\circ\text{C}} = 0.001157 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$V_2 = V_1 + X V_{\text{fg}}$$

$$= 0.001157 + 0.8(0.12721 - 0.001157)$$

$$= 0.10199$$

$$\text{Volumen específico} \Rightarrow V_i = V_1 \frac{V_2}{V_1}$$

$$V_i = (1\text{ m}^3) \frac{0.10199}{0.001157} \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

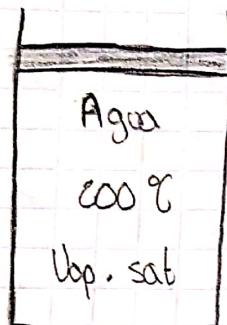
$$= 88.1585 \text{ m}^3$$

$$W = P(V_2 - V_1)$$

$$= (1554.9 \text{ kPa}) (88.1585 - 1)\text{m}^3$$

$$= 0.13552 \text{ MJ}$$

4.34 Se condensa esotérmicamente vapor saturado a 200 °C, hasta líquido saturado en un cilindro-émbolo. Calcule el calor transferido y el trabajo efectuado.



$$T = 200 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta U = W - Q \Rightarrow W - Q = m(U_2 - U_1)$$

$$Q = W - m(U_2 - U_1)$$

Valores en los estados iniciales y finales

$$\left. \begin{array}{l} T_1 = 200 \text{ } ^\circ\text{C} \\ X = 1 \end{array} \right\} \quad V_1 = V_v = 0.12721 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$U_1 = U_v = 2594.2 \frac{\text{kJ/kg}}{\text{KJ/kg}}$$

$$\left. \begin{array}{l} T_2 = 200 \text{ } ^\circ\text{C} \\ X = 0 \end{array} \right\} \quad V_2 = V_f = 0.001157 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$U_2 = U_f = 850.46 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$P_2 = P_1 = 1554.9 \text{ kPa}$$

$$W = P(V_2 - V_1) = (1554.9 \text{ kPa}) (0.001157 - 0.12721) \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$W = -195.9998 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$q = W - m(U_2 - U_1) = (-195.9998) + (2594.2 - 850.46)$$

$$q = -1940 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

1.35. Un recipiente de 10 L contiene inicialmente una mezcla de agua líquida y vapor a 100 °C con calidad 12.3%. Se calienta hasta que su presión es de 150 °C. Calcular la transferencia de calor.

Agua
10 L
100 °C
x = 0.123

$$Q = \Delta U = m(U_2 - U_1)$$

$$V = 10 \text{ L} = 0.1 \text{ m}^3$$

$$T = 100 \text{ °C}$$

Propiedades en estado inicial y final

$$T_1 = 100 \text{ °C} \quad V_1 = 0.2066 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$x_1 = 0.123 \quad U_1 = 675.76 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$T_2 = 150 \text{ °C} \quad x_2 = 0.525$$

$$V_2 = V_1 = 0.2066 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \quad U_2 = 1643.5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$m = \frac{V}{V_1} = \frac{0.1 \text{ m}^3}{0.2066 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}} = 0.04841 \text{ kg}$$

$$Q = m(U_2 - U_1)$$

$$= (0.04841)(1643.5 - 675.76)$$

$$\underline{\underline{Q = 46.9 \text{ kJ}}}$$

4.36 Una masa de vapor saturado de agua a 300 kPa se enfria adiabáticamente hasta que se convierte en líquido saturado. Calcular la cantidad de calor rechazado

$$\Delta U = -Q - W \Rightarrow \Delta U = m(U_2 - U_1)$$

$$-Q = W + m(U_2 - U_1)$$

$$-Q = m(h_2 - h_1) \Rightarrow Q = m(h_1 - h_2)$$

$$q = h_1 - h_2$$

De acuerdo a las tablas

$$q = h_g - h_f = h_{fg} \text{ 300 kPa} = 2163.5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

4.37 Se condensa vapor saturado en un sistema cerrado, enfriando a presión constante hasta líquido saturado a 40 kPa. Determine la transferencia de calor y el trabajo realizado

$$\Delta U = -Q - W \Rightarrow \Delta U = U_2 - U_1 \Rightarrow -Q = (U_2 - U_1) + W$$

$$-Q = h_2 - h_1 \Rightarrow Q = h_1 - h_2$$

De acuerdo a tablas

$$q = h_g - h_f = h_{fg} \text{ 40 kPa} = 2318.4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$V_1 = V_g \text{ 40 kPa} = 3.993 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$V_2 = V_f \text{ 40 kPa} = 0.001026 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$W = P(V_2 - V_1) = (40)(0.001026 - 3.993)$$

$$W = 159.7 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

4.123 Un recipiente abierto contiene 3 kg de agua líquida saturada a 10 °C. El recipiente contiene una resistencia que pasa 10 amperios cuando se aplica 50 V. Determine la temperatura final cuando se ha trabajado 30 min.

$$W_e = \Delta U \Rightarrow \Delta U = m(U_2 - U_1)$$

$$W_e = m(U_2 - U_1)$$

$$W_e = VI \cdot \Delta t = (50)(10)(30 \times 60s) = 900 \text{ kJ}$$

* Las propiedades en el estado inicial

$$U_1 = U_{100^\circ\text{C}} = 767.53 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$V_{100^\circ\text{C}} = 0.001008 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$W_e = m(U_2 - U_1) \Rightarrow U_2 = \frac{W_e}{m} + U_1$$

$$U_2 = \frac{900 \text{ kJ}}{3 \text{ kg}} + 767.53 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$U_2 = 467.53 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

* Las condiciones del estado final

$$U_2 = 467.53 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$V_2 = 0.001008 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$\left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} T_2 = 117.9^\circ\text{C}$$

4.130 Vapor saturado de agua a 200 °C se condensa como líquido saturado a 50 °C, en un cilindro-émbolo. Determine la transferencia de calor.

$$W - Q = \Delta U = m(U_2 - U_1)$$

$$Q = W - m(U_2 - U_1)$$

$$q = W - m(U_2 - U_1)$$

Propiedades en condiciones iniciales y finales

$$P_1 = P_{200^\circ\text{C}} = 1555 \text{ kPa}$$

$$V_1 = V_{200^\circ\text{C}} = 0.1272 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$U_1 = U_{200^\circ\text{C}} = 2594.2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$P_2 = P_{50^\circ\text{C}} = 12.35 \text{ kPa}$$

$$V_2 = V_{50^\circ\text{C}} = 0.0010072 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$U_2 = U_{50^\circ\text{C}} = 209.33 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$W = \frac{P_1 + P_2}{2} \cdot (V_2 - V_1)$$

$$= \frac{(1555 + 12.35)}{2} (0.0010072 - 0.1272) = 98.8988 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$q = W - m(U_2 - U_1) \Rightarrow m = 1$$

$$q = (98.8988) - (209.33 - 2594.2)$$

$$q = 2483.7688 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

