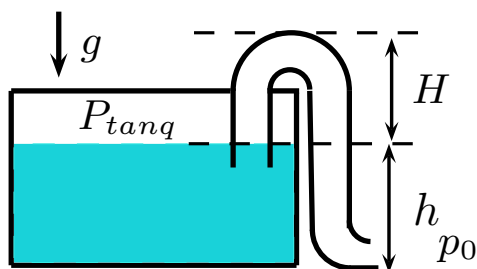


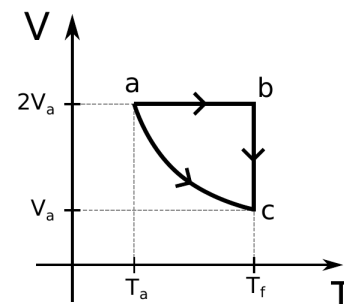
Segundo parcial - 20/11/2018

Resuelva los ejercicios en hojas separadas; Justifique todos sus razonamientos

- (3pts) Un sifón se compone de un tanque (presurizado a P_{tanq}) lleno con un fluido de densidad ρ y un tubo adosado a través del cual este fluido es expulsado mediante una diferencia de presiones dentro del mismo. Las áreas de la sección transversal del tanque y del tubo son A_{tanq} y A_{tubo} , respectivamente ($A_{tanq} \gg A_{tubo}$).
 - El extremo inferior del tubo se encuentra en contacto abierto a la atmósfera y a una distancia h bajo el nivel del líquido en el recipiente. Calcule la velocidad de salida del líquido del sifón. Indique qué aproximaciones utiliza en el cálculo.
 - ¿Qué altura máxima H sobre el nivel del fluido puede tener el punto alto del tubo sin que deje de haber flujo? Ayuda: relacione la presión del punto mas alto del tubo con el mas bajo cuando deja de haber flujo.
 - Discuta cómo cambian los resultados anteriores si las áreas A_{tanq} y A_{tubo} son comparables.
- (3.5pts) Considere 0.5 mol de un gas ideal monoatómico, que puede llevarse desde el estado a al estado c directamente, o a través de un tercer estado b , como muestra la figura. Note (¡y no entre en pánico!) que es un diagrama volumen - temperatura (V-T). En el tramo $a - c$ el gas no intercambia calor. Datos: $R = 8,314\text{J}/(\text{K mol})$, $\gamma = C_p/C_v = 5/3$.
 - Determine si cada uno de los procesos $a \rightarrow b$, $b \rightarrow c$ y $a \rightarrow c$ es isocórico, isobárico, isotérmico o adiabático. Luego realice el diagrama p-V correspondiente.
 - La temperatura en a es $T_a = 300\text{K}$ y el volumen en b es el doble que el volumen en c . Calcule T_f .
 - Calcule el valor del trabajo, del calor y de la variación de energía en cada etapa. Analice los signos y los valores obtenidos, relacionándolos con el diagrama p-V realizado.
- (3.5pts) Un sistema físico realiza un ciclo que consta de 6 procesos cuasi-estáticos, durante el cual el trabajo total hecho por el sistema es 100J. El sistema absorbe en la primer etapa 300J de calor de una fuente térmica a 300K; durante la tercera absorbe 200J de un reservorio a 400K; en el quinto proceso cede calor Q_x a una fuente a temperatura T_x . Estas tres etapas pueden considerarse isotérmicas. En los pasos 2, 4 y 6 el sistema evoluciona en procesos adiabáticos en los cuales la temperatura del sistema cambia desde la temperatura de una fuente térmica a la siguiente.
 - Analice el cambio de entropía del sistema y de las fuentes térmicas en cada una de las etapas y diga cuánto vale el cambio de entropía del sistema en el ciclo completo. Además, calcule el calor total producido en el ciclo, aclarando si es absorbido o cedido por el sistema.
 - Utilice la igualdad de Clausius para calcular la temperatura desconocida T_x . Discuta por qué es válido usar esta igualdad.
 - Dibuje el diagrama T-S para las etapas 1 y 2. Indique qué significa el área bajo la curva y cuánto debe valer un ciclo. Discuta cómo se relacionaría con el diagrama p-V correspondiente.



Ejercicio 1



Ejercicio 2

Problema 1
 $P_{\text{tang}}, \rho, A_{\text{tang}} \gg A_{\text{tubo}}$

a) Debido a que el caudal se conserva sabemos que $A_{\text{tang}} \cdot v_{\text{tang}} = A_{\text{tubo}} \cdot v_{\text{tubo}}$. Debido a que $A_{\text{tang}} \gg A_{\text{tubo}}$ podemos suponer que $v_{\text{tang}} \ll v_{\text{tubo}}$ por lo que la velocidad del tanque es despreciable. OK Ubicamos $y=0$ a la altura del tubo.

$$\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_{\text{tang}}^2 + P_{\text{tang}} + \rho \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_{\text{tubo}}^2 + P_{\text{atm}} + \rho \cdot g \cdot y_{\text{tubo}}$$

$$\sqrt{\frac{(P_{\text{tang}} + \rho \cdot g \cdot h - P_{\text{atm}}) \cdot 2}{\rho}} = v_{\text{tubo}} \quad \underline{\text{Buen}}$$



Debido a mi sistema de referencia g será negativa.

b) Relaciono la presión en el punto más alto del tubo con el más bajo cuando deja de haber flujo. Llamo $P_{H_{\text{máx}}}$ a la presión en el punto más alto.

$$\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_{H_{\text{máx}}}^2 + P_{H_{\text{máx}}} + \rho \cdot g \cdot (h+H) = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_{\text{tubo}}^2 + P_{\text{atm}} + \rho \cdot g \cdot y_0$$

$$P_{H_{\text{máx}}} = P_{\text{atm}} - \rho \cdot g \cdot (h+H) > 0 \quad \text{la Presión debe ser (+)}$$

$$\Rightarrow \frac{P_{\text{atm}}}{\rho \cdot g} - h \gg H$$

• Por todos los caminos que probe me quedaba $H = -h$ lo cual es un absurdo.

c) si las áreas A_{tong} y A_{tubo} fueran comparables no podría despreciarse la velocidad V_{tong} por lo que la velocidad del flujo de salida sería igual a:

$$\sqrt{\left(\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_{tong}^2 + P_{tong} + \rho \cdot g \cdot h \right) Z} = V_{tubo}$$

pero $V_{tong} = \frac{A_{tubo} V_{tubo}}{A_{tong}}$

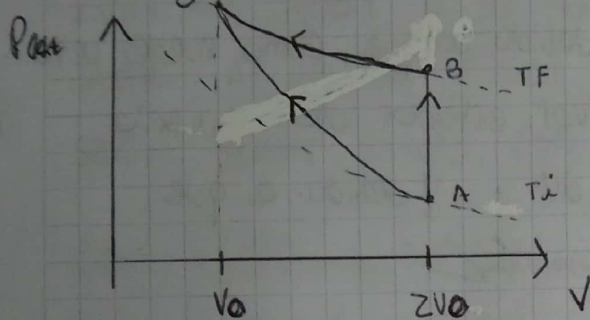
Hay que volver a despejar V_{tubo}

163117

Candelaria Mares Ahlers

Problema 2 0,5 mol, gas ideal monoatómico

a) El proceso $a \rightarrow b$ es no isocórico ya que ocurre a volumen constante. El proceso $b \rightarrow c$ es isotérmico ya que ocurre a temperatura constante y el proceso $a \rightarrow c$ es adiabático ya que no hay intercambio de calor.



b) $T_a = 300\text{K}$ $V_b = 2V_0 = V_a$ $T_f = T_c = T_b$

Debido a que $a \rightarrow c$ es un proceso adiabático.

$$T_a \cdot V_a^{\gamma-1} = T_c \cdot V_c^{\gamma-1}$$

$$T_a \cdot (2 \cdot V_0)^{\gamma-1} = T_c \cdot V_0^{\gamma-1}$$

$$T_a \cdot 2^{\gamma-1} \cdot V_0^{\gamma-1} = T_c \cdot V_0^{\gamma-1}$$

$$\frac{2^{\gamma-1} \cdot V_0^{\gamma-1}}{V_0^{\gamma-1}} = T_c$$

$$T_a \cdot 2^{\gamma-1} = T_c$$

$$300\text{K} \cdot 2^{5/3-1} = T_c$$

$$|476,2\text{K} = T_c|$$

$$|T_c = T_f = 476,2\text{K}|$$

c) Etapa a → b

$\Delta W = 0$ Debido a que el volumen es constante. ✓

ya que $\Delta U = \Delta Q - \Delta W \Rightarrow \Delta Q = \Delta U = n \cdot c_v \cdot \Delta T$ ✓

$$\Delta Q = \Delta U = 0,5 \text{ mol} \cdot 3/2 \cdot 8,314 \text{ J/mol} \cdot (476,2 \text{ K} - 300 \text{ K}) = 1098,7 \text{ J}$$

ΔQ es positivo debido a que está recibiendo calor. ✓

Etapa b → c

Considerando en el proceso reversible debido a que, como puede verse en ambos gráficos, pasa por sucesivos estados de equilibrio

podemos usar que $\Delta W = \int_i^f P(V) dV$. y debido a que

este es un gas ideal $P = \frac{n \cdot R \cdot T}{V}$. ✓

$$\Delta W = \int_B^C P(V) dV = \int_B^C \frac{n \cdot R \cdot T}{V} \cdot dV = n \cdot R \cdot T \int_B^C \frac{dV}{V} = n \cdot R \cdot T \ln V \Big|_B^C \Rightarrow$$

$$= n \cdot R \cdot T \ln \left(\frac{V_C}{V_B} \right) = 0,5 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 476,2 \text{ K} \ln \left(\frac{V_0}{V_0/2} \right) = -1.372,1 \text{ J}$$

Debido a que el proceso es isotérmico y el gas es ideal

$$\Delta U = 0 \Rightarrow \Delta Q = \Delta W$$

$$\Delta W = \Delta Q = -1372 \text{ J}$$

El trabajo es negativo debido a que se trata de una compresión y el calor es negativo debido a que está cediendo calor. ✓

Etapa a → c

Debido a que el proceso es adiabático $\Delta Q = 0 \Rightarrow \Delta U = -\Delta W$

$$-\Delta W = \Delta U = n \cdot c_v \cdot \Delta T = 0,5 \text{ mol} \cdot 3/2 \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol}} \cdot (476,2 \text{ K} - 300 \text{ K}) = 1.098,7 \text{ J}$$

$$\Delta W = -1.098,7 \text{ J}$$

El trabajo es negativo debido a que se trata de una compresión. ΔU es igual para el camino a → c que para el camino a → b, b → c ya que es una función de estado y depende únicamente del estado final e inicial. ✓

Problema 3

a) Debido a que el sistema físico realiza un ciclo $\Delta U = 0$ ✓ ya que esta es una función de estado y depende del estado final e inicial. ✓ Sabiendo que $\Delta U = \Delta Q - \Delta W$ sabemos que en este sistema $\Delta W_T = \Delta Q_T = 100\text{J}$ ^{este calor es absorbido por el ciclo ya que es > 0} ΔQ_T es igual a la sumatoria de los calores en cada etapa. Al ser las etapas 2, 4 y 6 adiabáticas sus ΔQ serán iguales a cero. OK

$$\Delta W_T = \Delta Q_{\text{etapa 1}} + \Delta Q_{\text{etapa 3}} + \Delta Q_{\text{etapa 5}} \quad \checkmark$$

$$100\text{J} = 300\text{J} + 200\text{J} + \Delta Q_x \quad \checkmark$$

$$100\text{J} - 300\text{J} - 200\text{J} = \Delta Q_x$$

$$1 - 400\text{J} = \Delta Q_x \quad \checkmark \cdot \text{El valor es negativo ya que cede calor. Bien}$$

En los procesos 2, 4 y 6 $\Delta Q = 0$. Considerando que el sistema es reversible debido a que los procesos son casi-estáticos podría calcularse la entropía de estos siguientes procesos adiabáticos de la siguiente manera:

$$\Delta S = \int \frac{\Delta Q}{T}$$

Debido a que $\Delta Q = 0$ la entropía de estos procesos será igual a cero también. ✓

Debido a que el proceso es un ciclo la entropía del sistema será igual a cero. Y debido a que es reversible la suma de las entropías de las fuentes también serán iguales a cero ya que es un proceso reversible

Muy Bien

$\sum \frac{Q_i}{T_i} = 0$ y el calor de cada fuente será igual a $-Q$ absorbido o cedido a ella. Además al estar las fuentes a una temperatura constante su entropía será igual a $\Delta S_{fuentes} = \Delta S_{fuentes} + \Delta S_{fuentes} + \Delta S_{fuentes}$ ✓

$$\Delta S_{fuentes} = \int \frac{dQ_1}{T_1} + \int \frac{(-dQ_3)}{T_3} + \int \frac{-dQ_5}{T_5}$$

$$\Delta S_{fuentes} = -\frac{dQ_1}{T_1} + \frac{(-dQ_3)}{T_3} + \frac{(-dQ_5)}{T_5} = 0 \quad \text{Salir de la integral ya que } T \text{ es constante.}$$

La entropía en el ciclo completo es igual a la suma de la entropía de las fuentes y del sistema. Al ser estas dos iguales a cero la entropía del ciclo será igual a cero también. OK

b) Según Clausius para procesos reversibles $\sum \frac{Q_i}{T_i} = 0$

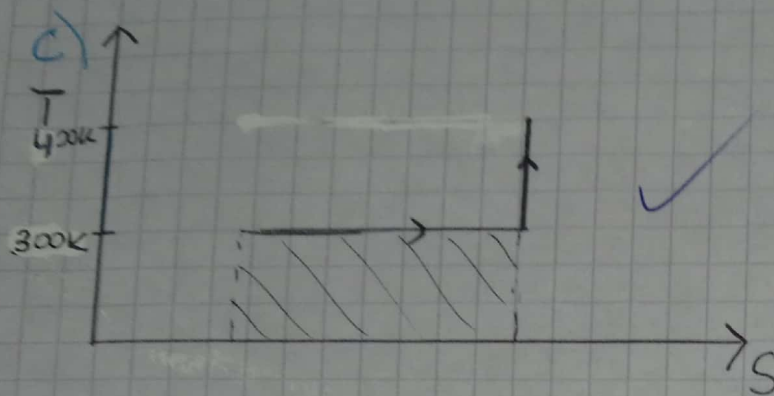
$$\frac{|Q_1|}{T_1} + \frac{|Q_3|}{T_3} - \frac{|Q_5|}{T_x} = 0 \quad \checkmark$$

$$\frac{300\text{J}}{300\text{K}} + \frac{200\text{J}}{400\text{K}} = \frac{400\text{J}}{T_x}$$

$$3/2 \text{ J/K} \cdot T_x = 400\text{J}$$

$$T_x = 400\text{J} \cdot \frac{2}{3} \text{ J/K}$$

$$|T_x = 266,7\text{K}| \quad \checkmark$$



El área bajo la curva representa ΔQ . En un ciclo $\Delta Q = \Delta W$. ΔW sería el área bajo la curva en un diagrama P-V. Bien