Cátedra Pablo Balenzuela
1º cuat. 2020

Segundo parcial - 03/08/2020

Justifique todos sus razonamientos. Utilice $|g| = 10\frac{m}{s^2}$

1) Se sabe que una barra metálica de 1 kg está compuesta de una aleación de oro y cobre. Con el fin de hallar la composición, se pone 1 L de agua líquida en un calorímetro cuyo π es $19\,\mathrm{cal\,K^{-1}}$. Ese sistema se encuentra en equilibrio térmico a 294 K. Se lleva la barra a una temperatura de 373 K y se la sumerge en el agua junto con 100 g de hielo a −10 °C. Se observa que la temperatura final del sistema es de 16 °C. **Datos:** $c_\mathrm{p}^\mathrm{agua} = 1\,\frac{\mathrm{cal}}{\mathrm{g\,K}}$; $c_\mathrm{p}^\mathrm{hielo} = 0{,}5\,\frac{\mathrm{cal}}{\mathrm{g\,K}}$; $c_\mathrm{p}^\mathrm{oro} = 0{,}031\,\frac{\mathrm{cal}}{\mathrm{g\,K}}$; $c_\mathrm{p}^\mathrm{cobre} = 0{,}092\,\frac{\mathrm{cal}}{\mathrm{g\,K}}$; $L_\mathrm{f} = 80\,\frac{\mathrm{cal}}{\mathrm{g}}$.

   a) ¿Cuál es la composición de la barra? Es decir, de la masa total, halle cuánto es de oro y cuánto es de cobre.
   b) ¿Qué cantidad de calor ha absorbido o cedido cada componente del sistema (no solo la barra)? Considere cada componente de la barra por separado.
   c) Calcule la variación de entropía de cada componente y del universo. Considere cada componente de la barra por separado. ¿El proceso es reversible o irreversible?

2) Un tanque de agua muy grande de área A_1 abierto a la atmósfera contiene agua hasta una altura H. Un tubo de desagüe horizontal de sección A_2 ($A_2 \ll A_1$) sale del fondo del tanque. Más adelante la sección del tubo se reduce a A_3 y el tubo desagota en el exterior (punto 3). Entre ambos tubos de desagüe se encuentra un tubo de Venturi que contiene mercurio. La diferencia de alturas entre las columnas de mercurio es h. Suponga que los fluidos son ideales. **Datos:** $Patm = 1atm$, $\rho_{agua} = 1g/cm^3$, $H = 3{,}2m$, $A_2 = 25cm^2$, $A_3 = 10cm^2$, $\rho_{mercurio} = 13{,}6g/cm^3$, $1atm = 101325Pa$

   a) Calcule el caudal de agua a la salida del tubo de sección A_3 hacia el exterior (punto 3).
   b) Calcule la velocidad del agua en el interior del tubo de sección A_2 (punto 2).
   c) Calcule la diferencia de alturas entre las columnas de mercurio h que se registra en dichas condiciones.
   d) Si el líquido que sale del tubo tocara el piso 1 m por debajo del tubo de desagüe, ¿qué sección tendría el flujo de agua al tocar el piso?

3) Un cilindro aislado térmicamente del exterior mediante paredes exteriores adiabáticas está dividido en dos partes y cada una contiene el mismo gas ideal monoatómico ($c_V = \frac{3}{2}R$ y $\gamma = \frac{5}{3}$). La parte de la izquierda (A en la figura 2) está separada de la parte derecha (B en la figura 2) por un pistón *que inicialmente está trabado* con un *aislante térmico*. En un determinado momento, se suelta el pistón y se le quita el aislante térmico dejando al sistema que evolucione hasta el equilibrio. **Datos:** $n_A = 1\,mol$; $n_B = 2\,mol$; $R = 0{,}082\frac{atm.L}{mol^\circ K}$; $P_A = 1\,atm$; $P_B = 0{,}5\,atm$; $T_A = 273^\circ K$; $T_B = 229{,}45^\circ K$

   a) Calcule la presión, la temperatura y el volumen final de ambas partes del cilindro.
   b) Calcule la variación de entropía de cada sector y del universo. Indique **claramente** incluyendo un gráfico (puede usar las variables de estado que usted crea convenientes) cuál es el camino que utilizó para calcular cada ΔS.
   c) Decida si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas. Justifique.
      I) La variación total de energía interna es cero.
      II) La variación total de entropía del proceso completo es menor a cero.
      III) El volumen total es constante.
      IV) La presión final y la temperatura final son las mismas para ambas partes del cilindro.
      V) La temperatura final es el promedio de las temperaturas iniciales.
      VI) El proceso sucede a temperatura constante.
      VII) La presión final es el promedio de las presiones iniciales.
      VIII) Las presiones finales de ambas partes son iguales pero no sus temperaturas.

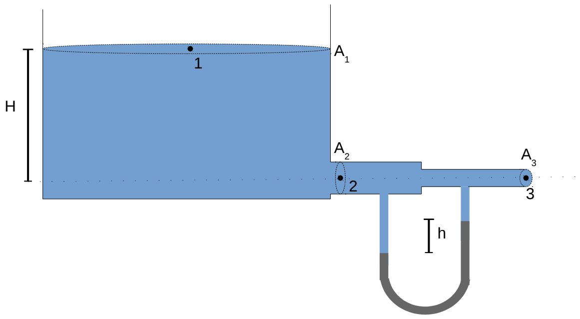

Figura 1: Ejercicio 2

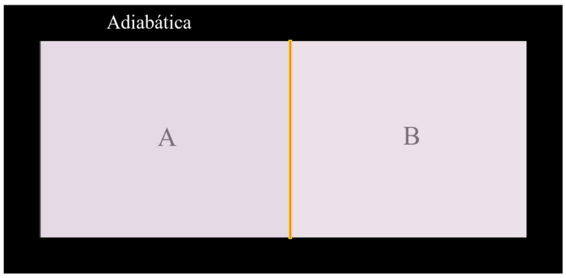

Figura 2: Ejercicio 3

Mecánica y termodinámica

Segundo recuperatorio — Calorimetría

Se sabe que una barra metálica de 1 kg está compuesta de una aleación de oro y cobre. Con el fin de hallar la composición, se pone 1 L de agua líquida en un calorímetro cuyo π es $19\,\mathrm{cal\,K^{-1}}$. Ese sistema se encuentra en equilibrio térmico a 294 K. Se lleva la barra a una temperatura de 373 K y se la sumerge en el agua junto con 100 g de hielo a −10 °C. Se observa que la temperatura final del sistema es de 16 °C.
Datos: $c_\mathrm{p}^\mathrm{agua} = 1\,\frac{\mathrm{cal}}{\mathrm{g\,K}}$; $c_\mathrm{p}^\mathrm{hielo} = 0{,}5\,\frac{\mathrm{cal}}{\mathrm{g\,K}}$; $c_\mathrm{p}^\mathrm{oro} = 0{,}031\,\frac{\mathrm{cal}}{\mathrm{g\,K}}$; $c_\mathrm{p}^\mathrm{cobre} = 0{,}092\,\frac{\mathrm{cal}}{\mathrm{g\,K}}$; $L_\mathrm{f} = 80\,\frac{\mathrm{cal}}{\mathrm{g}}$.

(a) ¿Cuál es la composición de la barra? Es decir, de la masa total, halle cuánto es de oro y cuánto es de cobre.

(b) ¿Qué cantidad de calor ha absorbido o cedido cada componente? Considere cada componente de la barra por separado.

(c) Calcule la variación de entropía de cada componente y del universo. Considere cada componente de la barra por separado. ¿El proceso es reversible o irreversible?

Como tenemos una mezcla de sustancias, identifiquemos el calor que absorbe o cede cada una.

Empecemos por la más fácil, el agua. Como la temperatura inicial es $294\,\mathrm{K} = 21\,°\mathrm{C}$ y la temperatura final es $289\,\mathrm{K} = 16\,°\mathrm{C}$, no va a sufrir ningún cambio de estado. El calor del agua es entonces

$$Q_\mathrm{agua} = 1000\,\mathrm{g} \times 1\,\frac{\mathrm{cal}}{\mathrm{g\,K}} \times (289\,\mathrm{K} - 294\,\mathrm{K}) = -5000\,\mathrm{cal}.$$

El hielo pasa de una temperatura inicial de $263\,\mathrm{K} = -10\,°\mathrm{C}$ a una temperatura final de $289\,\mathrm{K} = 16\,°\mathrm{C}$, por lo que va a derretirse y calentarse como agua líquida. El calor es entonces

$$Q_\mathrm{hielo} = 100\,\mathrm{g}\times 0{,}5\,\frac{\mathrm{cal}}{\mathrm{g\,K}}\times(273\,\mathrm{K} - 263\,\mathrm{K}) + 100\,\mathrm{g}\times 80\,\frac{\mathrm{cal}}{\mathrm{g}} + 100\,\mathrm{g}\times 1\,\frac{\mathrm{cal}}{\mathrm{g\,K}}\times(289\,\mathrm{K} - 273\,\mathrm{K}),$$

$$Q_\mathrm{hielo} = 10\,100\,\mathrm{cal}.$$

Noten que el primer término corresponde a calentar el hielo hasta su temperatura de fusión, el segundo a derretirlo y el tercero a calentar el agua derretida hasta la temperatura final.

Para el calorímetro, tenemos

$$Q_\mathrm{cal} = 19\,\frac{\mathrm{cal}}{\mathrm{g}} \times (289\,\mathrm{K} - 294\,\mathrm{K}) = -95\,\mathrm{cal}.$$

Esta cuenta es sólo multiplicar el π del calorímetro por la variación de temperatura del mismo (en este caso, π no depende de T).

Lo que nos queda ahora es ver qué ocurre con el oro y con el cobre de la barra. Llamemos x a la masa de oro. Como la masa de la barra es de 1000 g, la masa de cobre es $1000\,\mathrm{g} - x$.

Como estos metales no cambian de estado (sus temperaturas de cambio de estado son muy altas), sólo es necesario calcular el calor debido al cambio de temperatura.

Para el oro tenemos entonces

$$Q_{\mathrm{oro}} = x \times 0{,}031\,\frac{\mathrm{cal}}{\mathrm{g\,K}} \times (289\,\mathrm{K} - 373\,\mathrm{K}) = -2{,}6\,\frac{\mathrm{cal}}{\mathrm{g}} \times x.$$

Para el cobre, por otro lado, queda

$$Q_{\mathrm{cobre}} = (1000\,\mathrm{g} - x) \times 0{,}092\,\frac{\mathrm{cal}}{\mathrm{g\,K}} \times (289\,\mathrm{K} - 373\,\mathrm{K}) = -7{,}7\,\frac{\mathrm{cal}}{\mathrm{g}} \times (1000\,\mathrm{g} - x)\,.$$

Como hicimos en clase, ahora tenemos que sumar todos estos calores e igualar eso a cero. Esto es porque estamos utilizando un calorímetro perfecto. Esa ecuación nos permite despejar la masa del oro x y obtenemos

$$x = 528{,}4\,\mathrm{g}.$$

Por ende, la masa del cobre debe ser 471,6 g.

Ahora que tenemos estos valores, podemos volver atrás y calcular el valor numérico del calor del oro y del calor del cobre. Obtenemos

$$Q_{\mathrm{oro}} = -1373{,}8\,\mathrm{cal}$$

y

$$Q_{\mathrm{cobre}} = -3631{,}3\,\mathrm{cal}.$$

Nos queda entonces calcular la variación de entropía para cada componente y para el universo. En el caso general, para una variación de temperatura a presión constante, la variación de entropía es

$$\Delta S = \int_{T_{\mathrm{i}}}^{T_{\mathrm{f}}} \frac{\delta Q}{T} = \int_{T_{\mathrm{i}}}^{T_{\mathrm{f}}} \frac{m c_{\mathrm{p}} \mathrm{d}T}{T} = m c_{\mathrm{p}} \ln\left(\frac{T_{\mathrm{f}}}{T_{\mathrm{i}}}\right).$$

Por otro lado, debido que las transformaciones de fase se producen a temperatura constante, para el cambio de sólido a líquido, es

$$\Delta S = \frac{m L_{\mathrm{f}}}{T_{\mathrm{f}}}.$$

(En este caso, T_{f} hace referencia a la temperatura de fusión, no a la temperatura final).

Como el agua sólo sufre un cambio de temperatura, queda

$$\Delta S_{\mathrm{agua}} = 1000\,\mathrm{g} \times 1\,\frac{\mathrm{cal}}{\mathrm{g\,K}} \times \ln\left(\frac{289\,\mathrm{K}}{294\,\mathrm{K}}\right) = -17{,}1\,\frac{\mathrm{cal}}{\mathrm{K}}.$$

El hielo sufre el cambio de estado, por lo que tenemos tres términos como pasó con el calor:

$$\Delta S_{\text{hielo}} = 100\,\text{g} \times 0{,}5\,\frac{\text{cal}}{\text{g}\,\text{K}} \times \ln\left(\frac{273\,\text{K}}{263\,\text{K}}\right) + \frac{100\,\text{g} \times 80\,\frac{\text{cal}}{\text{g}}}{273\,\text{K}} + 100\,\text{g} \times 1\,\frac{\text{cal}}{\text{g}\,\text{K}} \times \ln\left(\frac{289\,\text{K}}{273\,\text{K}}\right),$$

$$\Delta S_{\text{hielo}} = 36{,}9\,\frac{\text{cal}}{\text{K}}.$$

Para el calorímetro queda

$$\Delta S_{\text{cal}} = 19\,\frac{\text{cal}}{\text{K}} \times \ln\left(\frac{289\,\text{K}}{294\,\text{K}}\right) = -0{,}3\,\frac{\text{cal}}{\text{K}}.$$

Finalmente, los metales de la barra tienen

$$\Delta S_{\text{oro}} = 528{,}4\,\text{g} \times 0{,}031\,\frac{\text{cal}}{\text{g}\,\text{K}} \times \ln\left(\frac{289\,\text{K}}{373\,\text{K}}\right) = -4{,}2\,\frac{\text{cal}}{\text{K}}$$

y

$$\Delta S_{\text{cobre}} = 471{,}6\,\text{g} \times 0{,}092\,\frac{\text{cal}}{\text{g}\,\text{K}} \times \ln\left(\frac{289\,\text{K}}{373\,\text{K}}\right) = -11{,}1\,\frac{\text{cal}}{\text{K}}.$$

La variación de entropía del universo es la suma de las variaciones de todos los componentes, es decir:

$$\Delta S_{\text{universo}} = \Delta S_{\text{agua}} + \Delta S_{\text{hielo}} + \Delta S_{\text{cal}} + \Delta S_{\text{oro}} + \Delta S_{\text{cobre}}.$$

Esta cuenta termina dando

$$\Delta S_{\text{universo}} = 4{,}2\,\frac{\text{cal}}{\text{K}}.$$

Ahora bien, como la variación de entropía del unvierso es positiva, podemos concluir que el proceso es irreversible. Sin embargo, solamente es necesario leer el enunciado para darnos cuenta, ya que al poner en contacto un montón de componentes a distinta temperatura no vamos a poder tener una evolución reversible porque de entrada no hay equilibrio termodinámico.

Ejercicio Fluidos (Recuperatorio)

July 31, 2020

Abstract

Un tanque de agua muy grande de área A_1 abierto a la atmósfera ($P_{atm} = 1$ atm) contiene agua hasta una altura $H = 3.2$ m. Un tubo de desagüe horizontal de sección $A_2 = 25$ cm^2 ($A_2 << A_1$) sale del fondo del tanque. Más adelante la sección del tubo se reduce a $A_3 = 10$ cm^2 y el tubo desagota en el exterior (punto 3). Entre ambos tubos de desagüe se encuentra un tubo de Venturi que contiene mercurio líquido. La diferencia de alturas entre las columnas de mercurio es h (desconocido). Suponga que los fluidos son ideales.

Datos: 1 atm = 101325 Pa; $g = 10\text{m/s}^2$; Densidad del mercurio: 13.6g/cm^3; Densidad del agua: 1g/cm^3

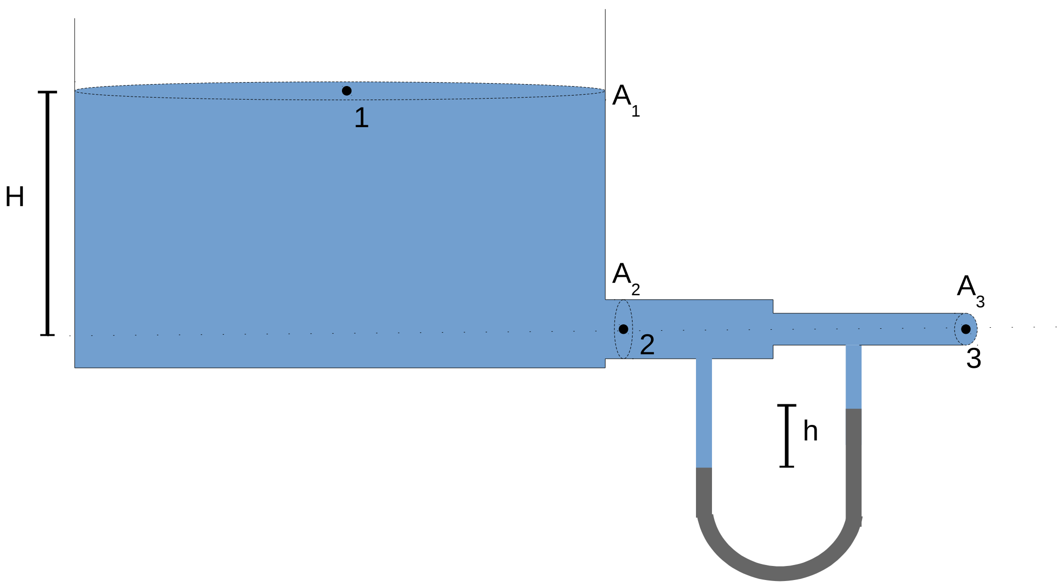

Figure 1: Esquema del problema

a) Calcule el caudal de agua a la salida del tubo de sección A_3 hacia el exterior (punto 3).

b) Calcule la velocidad del agua en el interior del tubo de sección A_2 (punto 2).

c) Calcule la diferencia de alturas h entre las columnas.

d) Si el agua que sale del tubo tocara el piso 1 m por debajo del tubo de desagüe, ¿qué sección tendría el flujo de agua al tocar el piso?

a) Para calcular el caudal ($Q = Av$) a la salida del tubo necesitamos conocer la velocidad del líquido a la salida, es decir, en el punto que se indica en la figura con el número 3. Para ello, podemos plantear la ecuación de Bernoulli siguiendo la línea de corriente para relacionar los puntos 1 y 3. Observemos que ambos puntos se encuentran abiertos al ambiente por lo cual $P_1 = P_3 = P_{atm} = 1$ atm. Recordemos que dado que $A_1 >> A_2 > A_3$, de la conservación del caudal resulta que la velocidad del agua en 1 es despreciable ($v_1 \approx 0$). De esta manera, vemos que:

$$\begin{aligned} P_1 + \rho g H &= P_3 + \frac{\rho {v_3}^2}{2} && (1) \\ P_{atm} + \rho g H &= P_{atm} + \frac{\rho {v_3}^2}{2} \Rightarrow v_3 = \sqrt{2gH} = 8 \text{ m/s} = 800 \text{ cm/s} . && (2) \end{aligned}$$

Esta expresión es característica de la velocidad de salida de un líquido desde la parte inferior de un tanque lleno hasta una altura H. Entonces, el caudal a la salida resulta $Q_3 = A_3 v_3 = 10\text{cm}^2 \ 800 \text{ cm/s} = 8000 \text{ cm}^3/\text{s} = 8$ l/s.

b) Para averiguar da velocidad del líquido en el punto 2, podemos plantear la conservación del caudal, es decir, $Q_2 = Q_3$. Entonces $A_2 v_2 = A_3 v_3 \ \Rightarrow \ v_2 = \frac{A_3}{A_2} v_3 = \frac{10 \text{ cm}^2}{25 \text{ cm}^2} 800 \text{ cm/s} = 320 \text{ cm/s} = 3.2 \text{ m/s}$.

c) Para calcular la diferencia de alturas h entre las dos columnas de mercurio debemos conocer en primer lugar, la diferencia de presiones entre los puntos 2 y 3, que están a igual altura. Para ello, planteamos la ecuación de Bernoulli entre los puntos 2 y 3:

$$\begin{aligned} P_2 + \frac{\rho {v_2}^2}{2} &= P_3 + \frac{\rho {v_3}^2}{2} && (3) \\ P_2 = &= P_{atm} + \frac{\rho}{2}({v_3}^2 - {v_2}^2) = 128205 \text{ Pa} . && (4) \end{aligned}$$

En la Figura 2 se muestra un esquema ampliado del tubo de Venturi. Sabemos que por hidrostática, dado que los puntos A y B en el mercurio están a la misma altura, sus presiones son iguales, es decir $P_A = P_B$. Además podemos escribir que $P_A = P_2 + \rho g(h + h')$ y $P_B = P_3 + \rho_{Hg} g h + \rho g h'$. Igualando ambas expresiones vemos que $h = \frac{P_2 - P_3}{(\rho_{Hg} - \rho) g} = 0.2$ m.

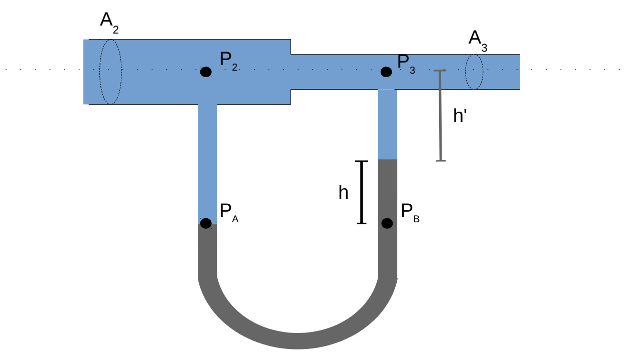

Figure 2: Ampliación del esquema del tubo de Venturi

d) Para dar respuesta a este item debemos plantear un problema de cinemática simple, pensando en un elemento de fluido (pequeño volumen de fluido) desde el instante en que sale del tubo al exterior hasta que toca el suelo. Ubicando un sistema de coordenadas cartesianas de modo tal que el eje $\hat{y}$ crezca en el sentido contrario a la aceleración de la gravedad y el eje $\hat{x}$ tranversal a éste (ver Fig.3), podemos ver que el líquido sale del tubo con velocidad $\vec{v_3} = (v_3, 0)$. Tocará el piso 1 m más abajo con una velocidad que llamaremos $\vec{v*}$ y que queremos conocer.

La posición del elemento de fluido en función del tiempo está dada por $(x(t), y(t))$, con $x(t) = v_3 t$ e $y(t) = 1 \text{ m} - 5 \ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} t$. Para averiguar el instante t^* en el que el elemento de volumen del fluido toca el suelo, pedimos $y(t^*) = 0$, y vemos que $t^* \approx 0.44$ s. El vector velocidad de dicha porción de fluido en función del tiempo

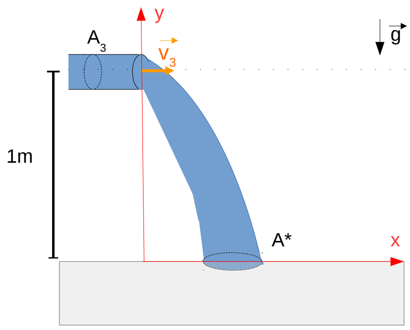

Figure 3: Esquema de la caída de agua y sistema de coordenadas.

es $(v_3, -10\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} t)$. Por lo tanto la componente y de la velocidad cuando llega al suelo es $v_y^* = -10\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} t^* \approx -4.4$ m/s. Por lo tanto el módulo de la velocidad cuando el elemento de volumen de fluido toca el suelo es $v^* = \sqrt{v_3^2 + v_y^{*,2}} \approx 9.15$ m/s $= 915$ cm/s. Ahora sí, de la conservación de caudal vemos que $Q = A_3 v_3 = A^* v^*$, por lo tanto, $A^* = \frac{A_3 v_3}{v^*} \approx 8.7$ cm^2. Como vemos, este valor es menor que A_3 lo cual es esperable teniendo en cuenta que el módulo de la velocidad del líquido al tocar el suelo es mayor que al salir del tubo por acción de la aceleración de la gravedad.

Cátedra Pablo Balenzuela
1º cuat. 2020

`Segundo parcial - 03/08/2020`

`Justifique todos sus razonamientos. Utilice` $|g| = 10\frac{m}{s^2}$

3) Un cilindro dividido en dos partes contiene un gas ideal monoatómico ($C_V = \frac{3}{2}R$ y $\gamma = \frac{5}{3}$). La parte de la izquierda (A en la figura 1) está separada de la parte derecha (B en la figura 1) por un pistón *fijo* con un *aislante térmico*. Se suelta el pistón y se le quita el aislante térmico dejando al sistema que evolucione hasta el equilibrio.

<u>**Datos:**</u> $n_A = 1\,mol$; $n_B = 2\,mol$; $R = 0{,}082\frac{atm.L}{mol°K}$; $P_A = 1\,atm$; $P_B = 0{,}5\,atm$; $T_A = 273°K$; $T_B = 229{,}45°K$

a) Calcule la presión, la temperatura y el volumen final de ambas partes del cilindro.

b) Calcule la variación de entropía de cada sector y del universo. Indique **claramente** incluyendo un gráfico (puede usar las variables de estado que usted crea convenientes) cuál es el camino que utilizó para calcular cada ΔS.

c) Decida si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas. Justifique.

   I) La variación total de energía interna es cero.
   II) La variación total de entropía del proceso completo es menor a cero.
   III) El volumen total es constante.
   IV) La presión final y la temperatura final son las mismas para ambas partes del cilindro.
   V) La temperatura final es el promedio de las temperaturas iniciales.
   VI) El proceso sucede a temperatura constante.
   VII) La presión final es el promedio de las presiones iniciales.
   VIII) Las presiones finales de ambas partes son iguales pero no sus temperaturas.

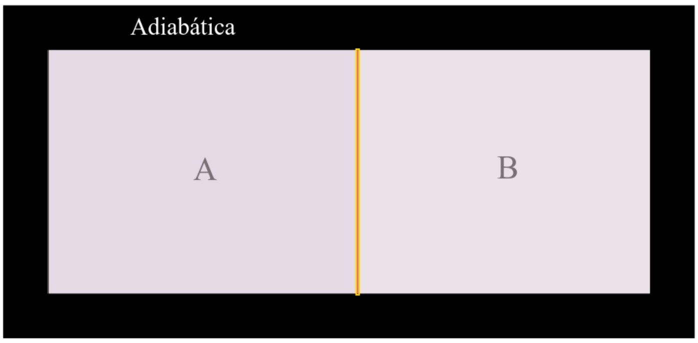

Figura 1: Ejercicio 3

ítem *a)*

Empecemos calculando los volúmenes en cada parte del cilindro. Primero calculemos V_A usando la ecuación de estado de un gas ideal

$$\begin{aligned} V_A &= \frac{n_A.R.T_A}{P_A} \\ &\approx 22{,}39\,L \end{aligned} \tag{1}$$

Ahora calculemos V_B análogamente

$$\begin{aligned} V_B &= \frac{n_B.R.T_B}{P_B} \\ &\approx 75{,}26\,L \end{aligned} \tag{2}$$

Así podemos calcular el volumen total del cilindro, $V = V_A + V_B = 97{,}65L$.
Empecemos a calcular los valores de T_i', V_i', y P_i' con $i = A, B$ (para ambas partes del cilindro). En total tenemos 6 incógnitas, con lo cual necesitamos 6 ecuaciones/condiciones para resolver el inciso *a)*. Veamos qué ecuaciones/condiciones tenemos:

(1) Como el sistema está en equilibrio tengo que $T_A' = T_B'$ porque el pistón deja de estar aislado térmicamente y que $P_A' = P_B'$ porque es móvil.

(2) El volumen total del cilindro no cambia $V = V_A' + V_B' = V_A + V_B$

(3) La energía total del sistema $\{A, B\}$ no cambia porque el cilindro está aislado adiabáticamente de su entorno, es decir, $\Delta U = \Delta U_A + \Delta U_B = 0$

(4) Ambas partes del cilindro contienen un gas ideal, con lo cual podemos usar su ecuación de estado[1] $P_i'.V_i' = n_i.R.T_i'$ con $i = A, B$.

En total tenemos 6 ecuaciones entonces sólo nos queda despejar las variables de estado. Empecemos por la conservación de la energía total considerando que $n_B = 2.n_A$ y que $T_A' = T_B' \equiv T_F$

$$\begin{aligned} \Delta U &= \Delta U_A + \Delta U_B \\ &= n_A.C_V.(T_A' - T_A) + n_B.C_V.(T_B' - T_B) \\ &= n_A.C_V.(T_F - T_A) + n_B.C_V.(T_F - T_B) \\ &= n_A.C_V.(T_F - T_A) + 2.n_A.C_V.(T_F - T_B) \\ &= n_A.C_V.(3.T_F - T_A - 2.T_B) = 0 \\ &\Longrightarrow 3.T_F - T_A - 2.T_B = 0 \\ T_F &= \frac{T_A + 2.T_B}{3} \\ T_F &\approx 243{,}97\,^\circ K \end{aligned} \tag{3}$$

Ya hallamos 2 incógnitas, nos faltan 4. Para eso podemos usar la conservación del volumen total, las ecuaciones

[1] donde consideramos que no cambia el número de moles

de estado[2] y la condición de equilibrio mecánico $P'_A = P'_B \equiv P_F$

$$\begin{aligned}
V'_A + V'_B &= V \\
\frac{n_A.R.T'_A}{P'_A} + \frac{n_B.R.T'_B}{P'_B} &= V \\
\frac{n_A.R.T_F}{P_F} + \frac{n_B.R.T_F}{P_F} &= V \\
\frac{n_A.R.T_F}{P_F} + \frac{2.n_A.R.T_F}{P_F} &= V \\
\frac{3.n_A.R.T_F}{P_F} &= V \\
\frac{3.n_A.R.T_F}{V} &= P_F \\
0{,}61 atm &\approx P_F
\end{aligned} \tag{4}$$

Ahora tenemos todo menos V'_B y V'_A. Para hallarlos podemos usar, por ejemplo, una ecuación de estado y la conservación del volumen total

$$\begin{aligned}
V'_A &= \frac{n_A.R.T'_A}{P'_A} \\
V'_A &= \frac{n_A.R.T_F}{P_F} \\
V'_A &\approx 32{,}80\, L \\
&\implies V'_B = V - V'_A \\
V'_B &\approx 64{,}85\, L
\end{aligned} \tag{5}$$

ítem *b)*

Para calcular la variación de entropía de cada parte del cilindro tenemos que considerar procesos reversibles que nos lleven de T_i, V_i, y P_i a T'_i, V'_i, y P'_i. Por ejemplo, podemos considerar un tramo a presión constante ($P = P_i$) y luego un tramo a volumen constante ($V = V'_i$) como se muestra en la figura 2.

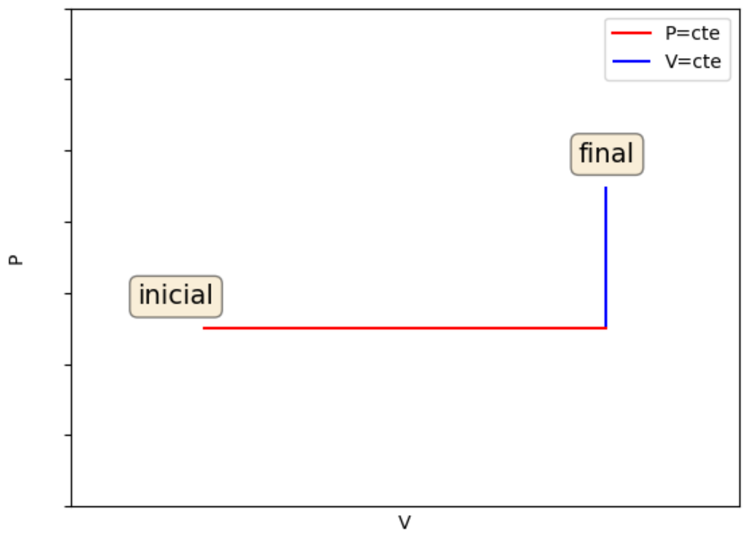

Figura 2: Esquema del camino utilizado para calcular ΔS

[2]donde nuevamente consideramos que no cambia el número de moles

De esta forma la variación de entropía para cada partes queda como[3]

$$\Delta S_i = n_i.C_P.ln\left(\frac{V_i^{final}}{V_i^{inicial}}\right) + n_i.C_V.ln\left(\frac{P_i^{final}}{P_i^{inicial}}\right) \tag{6}$$

donde $i = A, B$. De esta forma podemos calcular

$$\begin{aligned} \Delta S_A &\approx 0{,}017\frac{atm.L}{{}^\circ K} = 0{,}412\frac{cal}{{}^\circ K} = 1{,}723\frac{J}{{}^\circ K} \\ \Delta S_B &\approx -0{,}012\frac{atm.L}{{}^\circ K} = -0{,}291\frac{cal}{{}^\circ K} = -1{,}216\frac{J}{{}^\circ K} \end{aligned} \tag{7}$$

Concluimos con que $\Delta S_U = \Delta S_A + \Delta S_B \approx 0{,}005\frac{atm.L}{{}^\circ K} = 0{,}121\frac{cal}{{}^\circ K} = 0{,}507\frac{J}{{}^\circ K}$

ítem *c)*

i) La variación total de energía interna es cero.
Verdadero. Porque el sistema $\{A, B\}$está aislado del exterior.

ii) La variación total de entropía del proceso completo es menor a cero.
Falso. Esto nunca puede suceder porque el sistema está aislado.

iii) El volumen total es constante.
Verdadero. Es una de las condiciones que utilizamos para resolver el inciso *a)*

iv) La presión final y la temperatura final son las mismas para ambas partes del cilindro.
Verdadero. Porque el pistón es móvil y diatérmico.

v) La temperatura final es el promedio de las temperaturas iniciales.
Falso. Esto sucedería si $n_A = n_B$ pero no es el caso.

vi) El proceso sucede a temperatura constante.
Falso. Ambas partes del cilindro cambian su temperatura, como vimos en el inciso *a)*

vii) La presión final es el promedio de las presiones iniciales.
Falso. La presión final no es $\langle P\rangle = 0{,}75\,atm$ sino que es $P_F = 0{,}61\,atm$.

viii) Las presiones finales de ambas partes son iguales pero no sus temperaturas.
Falso. Porque se le quita el aislante térmico al pistón y pasa a ser diatérmico.

[3] ver ejercicio 10 de la guía 11