

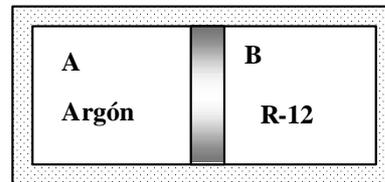
PROBLEMA 1 (10 puntos)

Completar la siguiente tabla de propiedades, justificando sus resultados.

	Sustancia	Temperatura (°C)	Presión (kPa)	Volumen (m ³ /kg)	Calidad	Fase
(a)	Agua	139.93	361,3	0,004	0.07644	MLV
(b)	Oxígeno	-218	0.19	0.000768	-	LS
(d)	R-12	-128	47.6	0.000571	-	LC
(e)	Nitrógeno	-148	3300	0.002377	-	LC
(f)	Metano	-110.04	1800	-	-	LC,MLV,VS

PROBLEMA 2 (12 puntos)

Un pistón altamente conductor de calor separa Argón y R-12 en un cilindro, tal como se muestra en la figura. Los volúmenes iniciales de A y B son iguales a 1 m³ cada uno. La temperatura inicial en ambos compartimientos es 20 °C y el volumen del R-12 liquido es del 7.5% del volumen total en B. si se transfiere calor de A a B hasta se alcance un equilibrio térmico, donde la calidad en B es del 88% con un volumen específico de 0.012, determine todas las propiedades (P,T,v,x) en los estados iniciales y finales. En caso de que alguno de estos gases, tenga un comportamiento ideal, calcule dichas propiedades empleando la Ec. de Van de Waals, de existir alguna diferencia entre los valores de las propiedades calculados, explique la causa. Datos adicionales del Argón son Pc= 4.86 MPa, la Tc= 151 °K y PM= 39.948 kg/kmol; suponga el Argon se comporta como gas ideal en el estado final.



Datos $R_{gas} := 8.314 \frac{kN \cdot m}{kmol \cdot ^\circ K}$ $PM_{Ar} := 39.948 \frac{kg}{kmol}$

Iniciales: $V_t := 2 m^3$ $V_{A1} := 1 m^3$ $V_{B1} := V_t - V_{A1} = 1 m^3$

Finales: $X_{B2} := 0.88$ $P_{c_Ar} := 4.86 MPa$ $T_{c_Ar} := 151 ^\circ K$

Calcular P,T,v,x para cada una de las sustancia en cada uno de los estado.

Como el R-12 esta en mezcla, entonces lo podemos trabajar con las tablas termodinámicas.

$$\%V_f := 0.075 \quad \%V_g := (1 - \%V_f) \quad V_{B1} = 1 m^3$$

Para T=20°C en la tabla termodinamica tenemos lo siguiente:

$$P_{B1} := 567.09 kPa \quad \text{con} \quad v_{g_B1} := 0.0311 \frac{m^3}{kg} \quad \text{y} \quad v_{f_B1} := 0.00075 \frac{m^3}{kg}$$

$$V_{g_B1} := \%V_g \cdot V_{B1} \quad V_{g_B1} = 0.925 m^3 \quad \text{por lo tanto} \quad V_{f_B1} := \%V_f \cdot V_{B1} \quad V_{f_B1} = 0.075 m^3$$

$$mf_{B1} := \frac{Vf_{B1}}{vf_{B1}} \quad mf_{B1} = 99.602 \quad \text{kg} \quad y \quad mg_{B1} := \frac{Vg_{B1}}{vg_{B1}} \quad mg_{B1} = 29.743 \quad \text{kg}$$

lo que nos permite calcular la calidad $mt_{B1} := mf_{B1} + mg_{B1} \quad mt_{B1} = 129.344 \quad \text{kg}$

$$XB1 := \frac{mg_{B1}}{mt_{B1}} \quad XB1 = 0.23 \quad \text{calculando el volumen de mezcla tenemos:}$$

$$vm_{B1} := (1 - XB1) \cdot vf_{B1} + XB1 \cdot vg_{B1} \quad vm_{B1} = 7.731 \times 10^{-3} \quad \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

Para la parte A del cilindro tenemos:

$$PA1 := PB1 \quad y \quad TA1 = 20^\circ\text{C} \quad PA1 = 567.09 \quad \text{kPa}$$

como el problema no da mas detalle del estado del Argón tenemos que determinar Z para ver si se puede considerar gas ideal.

Calculemos la Pr y la Tr para determinar Z:

$$Pr := \frac{PA1}{Pc_{Ar}} \quad Pr = 0.117 \quad Tr := \frac{TA1}{Tc_{Ar}} \quad Tr = 1.94 \quad Z \text{ es Proximo a } 1$$

por lo tanto podemos decir que el Argon se comporta como Gas Ideal.

por lo que podemos calcular el volumen especifico:

$$R_{PM} := \frac{R_{gas}}{PM_{Ar}} \quad R_{PM} = 0.208 \quad \frac{\text{kN}\cdot\text{m}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \quad \text{por lo tanto:}$$

$$v_{A1} := \frac{R_{PM} \cdot TA1}{PA1} \quad v_{A1} = 0.108 \quad \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \quad m_{A1} := \frac{VA1}{v_{A1}} \quad m_{A1} = 9.3 \quad \text{kg}$$

Como el Argon tiene un comportamiento Ideal calcules las propiedades empleando la Ec. de Van der Waals.

$$a := \frac{27 \cdot (R_{PM})^2 \cdot Tc_{Ar}^2}{64 Pc_{Ar}} \quad a = 0.086 \quad \frac{\text{m}^6 \cdot \text{kPa}}{\text{kg}^2} \quad y \quad b := \frac{(R_{PM}) \cdot Tc_{Ar}}{8 \cdot Pc_{Ar}} \quad b = 8.083 \times 10^{-4} \quad \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

Valor inicial $v_{waals} := 1$

$$PA1 = \frac{R_{PM} \cdot TA1}{v_{waals} - b} - \frac{a}{v_{waals}^2}$$

$$v_{\text{Waals}} := \text{Find}(v_{\text{waals}}) \quad v_{\text{Waals}} = 0.107 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

La pequeña diferencia de los valores del volumen específico se debe a las aproximaciones de los valores a y b de dicha ecuación, los cuales mejoran al utilizarse valores de a y b basados en el comportamiento real del gas.

Para el estado final tenemos:

$$X_{B2} = 0.88 \quad m_A := m_{A1} \quad m_B := m_{B1} \quad \text{en ambos estados las masas son las mismas}$$

$$T_{A2} = T_{B2} = T_2 \quad \text{ademas} \quad P_{A2} = P_{B2} = P_2$$

Como solo conocemos una propiedad intensiva necesitamos una ecuación que nos permita determinar una segunda propiedad intensiva.

Si tomamos ambos gases como sistema, vamos a tener que:

$$V_t = V_{A2} + V_{B2} \quad m_A \cdot v_{A2} + m_B \cdot v_{B2} = V_t$$

Para el Lado A el agrón se comporta como gas ideal, por lo tanto: $v_{A2} = \frac{R_{PM} \cdot T_2}{P_2}$

y $v_{B2} = (1 - X_{B2}) \cdot v_{fB} + X_{B2} \cdot v_{gB}$ finalmente tenemos:

$$m_A \cdot \left(\frac{R_{PM} \cdot T_2}{P_2} \right) + m_B \cdot [(1 - X_{B2}) \cdot v_{fB} + X_{B2} \cdot v_{gB}] = V_t$$

Algoritmo de calculo

1 supomenos una T2

2 a la Tsup leemos P2, vfB y vBg

3 con la ecuacion anterior calculamos T2

4 si Tsup=Tcal Fin

30	743.65	0.000774	0.023772
34	824.91	0.000783	0.021419
38	912.53	0.000792	0.019332
42	1006.8	0.000802	0.017475
46	1108.1	0.000813	0.015817
50	1216.6	0.000824	0.014333
53.3	1312.38	0.000834	0.013232
54	1332.7	0.000836	0.012999
55	1363.7	0.000840	0.012699
58	1456.8	0.000849	0.011797
62	1589.2	0.000863	0.010710
66	1730.2	0.000878	0.009725
70	1880.2	0.000894	0.008828
74	2039.7	0.000912	0.008009
78	2209.0	0.000932	0.007258
82	2388.6	0.000953	0.006566

Iteracion 1

$$T_{\text{sup}} := 30 \quad ^\circ\text{C} \quad T_{\text{sup}_\circ\text{K}} := T_{\text{sup}} + 273 \quad T_{\text{sup}_\circ\text{K}} = 303$$

$$P_2 := 743.6 \text{ kPa} \quad \text{de la tabla del R-12 tenemos:} \quad v_{fB} := 0.00077 \quad v_{gB} := 0.02377$$

$$T2 := \frac{[Vt - m_B \cdot [(1 - XB2) \cdot vfB + XB2 \cdot vgB]] \cdot P2}{m_A \cdot R_{PM}} \quad T2 = -275.801$$

Iteracion 2

$$Tsup2 := 53.3 \text{ } ^\circ\text{C} \quad Tsup2_^{\circ}\text{K} := Tsup2 + 273 \quad Tsup2_^{\circ}\text{K} = 326.3$$

$$P22 := 1312.31 \text{ kPa} \quad \text{de la tabla del R-12 tenemos:} \quad vfB2 := 0.00083 \quad vgB2 := 0.01323$$

$$T22 := \frac{[Vt - m_B \cdot [(1 - XB2) \cdot vfB2 + XB2 \cdot vgB2]] \cdot P22}{m_A \cdot R_{PM}} \quad T22 = 326.117$$

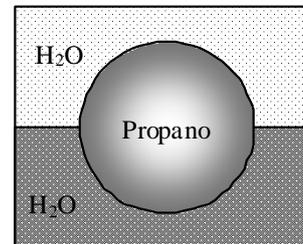
$$\text{por lo tanto:} \quad v_{A2} := \frac{R_{PM} \cdot T22}{P22} \quad v_{A2} = 0.052 \quad \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$v_{B2} := [(1 - XB2) \cdot vfB2 + XB2 \cdot vgB2] \quad v_{B2} = 0.012 \quad \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

PROBLEMA 3 (8 puntos)

Se tiene un tanque de volumen 1.1 m^3 , dentro del cual hay una esfera de paredes diatérmicas, cuyo volumen es 0.1 m^3 . la esfera contiene propano y posee un volumen específico de $0.05615 \text{ m}^3/\text{kg}$. El tanque contiene 4.3 kg de agua con una calidad del 30%. Se le transmite calor al sistema hasta que la presión del agua sea 1.8 MPa , en este momento el propano se comporta como gas ideal. Determine:

1. Temperatura y presión inicial del agua y el propano.
2. Masa, temperatura y presión del propano en el estado final.
3. Represente, para el agua, el proceso en los diagramas T-v y P-v. Datos adicionales del propano $PM = 44.097 \text{ kg/kmol}$, $Pc = 4.26 \text{ MPa}$ y $Tc = 370 \text{ } ^\circ\text{K}$.



Datos

$$V_{tan} := 1.1 \text{ m}^3$$

$$V_{esf} := 0.1 \text{ m}^3$$

$$v_P := 0.05615 \quad \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$m_{ag} := 4.3 \text{ kg}$$

$$X1T := 0.3$$

Estado 2

$$P2ag := 1800 \text{ kPa}$$

$$PM_P := 44.097 \quad \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}$$

$$Pc_P := 4260 \text{ kPa}$$

$$Tc_P := 370 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$R_P := \frac{R_{gas}}{PM_P} \quad R_P = 0.189 \quad \frac{\text{kN}\cdot\text{m}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{K}}$$

Para determinar el estado del agua tenemos que definir otra propiedad intensiva.

$$v_{ag} := \frac{V_{tan} - V_{esf}}{m_{ag}} \quad v_{ag} = 0.222 \frac{m^3}{kg} \quad \text{por lo tanto tenemos:}$$

si $xt1 = \frac{v_{ag} - v_{f_{ag}}}{v_{g_{ag}} - v_{f_{ag}}}$ Tanteando con las tablas del agua hasta que $xt1=0.3$ tenemos

$$T1_{ag} := 125 \text{ } ^\circ\text{C} \quad P1_{ag} := 232.2 \text{ kPa} \quad \text{con} \quad v_{f_{ag}} := 0.00106 \frac{m^3}{kg} \quad v_{g_{ag}} := 0.7700 \frac{m^3}{kg}$$

$$m_{v_{ag}} := X1T \cdot m_{ag} \quad m_{v_{ag}} = 1.35 \text{ kg} \quad m_{f_{ag}} := m_{ag} - m_{v_{ag}} \quad m_{f_{ag}} = 3.15 \text{ kg}$$

Para el Propano tenemos:

para ver si esta como gas ideal antes de realizar cualquier calculo, tenemos que determinar Z

$$T_P := T1_{ag} + 273 \text{ } ^\circ\text{K} \quad \text{con} \quad v_P = 0.051 \frac{m^3}{kg}$$

$$Tr_P := \frac{T_P}{Tc_P} \quad Tr_P = 1.076 \quad \text{con la siguiente ecuacion podemos determinar P del propano}$$

$$v_P = \frac{Z \cdot R_P \cdot T_P}{Pr \cdot Pc_P} \quad v_P = 0.01765 \frac{Z}{Pr} \quad \text{Tanteando con el diagrama de compresibilidad tenemos:}$$

$$Pr_P := 0.3 \quad \text{y} \quad Z = 0.91 \quad \text{proximo a uno, por lo tanto se puede considerar gas ideal.}$$

$$P_P := Pr_P \cdot Pc_P \quad P_P = 1.278 \times 10^3 \text{ kPa} \quad \text{por lo tanto}$$

$$m_P := \frac{V_{esf}}{v_P} \quad m_P = 1.942 \text{ kg}$$

Para el Estado 2 Tenemos:

$$P2_{ag} := 180 \text{ kPa} \quad v2_{ag} := v_{ag} \quad \text{los volúmenes específicos para ambos tanques no cambia, debido a que no cambian los volúmenes métricos ni la masa.}$$

$$v2_P := v_P$$

para el agua tenemos: $P2_{ag} = 1.8 \times 10^3$ y $v_{ag} = 0.222$

Este estado esta como VSC a una Temperatura de: $T2_{ag} := 60 \text{ } ^\circ\text{C}$

Para el Propano tenemos: $T_{2_P} := T_{2_ag} + 273 \text{ } ^\circ\text{K}$ y $v_P = 0.052$

como es un gas ideal tenemos: $P_{2_P} := \frac{R_P \cdot T_{2_P}}{v_ag}$ $P_{2_P} = 740.793 \text{ kPa}$