



## PRIMER EXAMEN PARCIAL

### PROBLEMA 1 (10 puntos)

Completar la siguiente tabla de propiedades, justificando sus resultados.

	Sustancia	Temperatura (°C)	Presión (kPa)	Volumen (m <sup>3</sup> /kg)	Calidad	Fase
(a)	Nitrógeno	-14,10	625	0,1230	-	VSC
(b)	Oxígeno	-160	800	0,000983	-	LC
(d)	Freón 22	30	119,9	0,010287	0,5	MLV
(e)	Agua	-3	0,478	3	0.0114	MLV
(f)	Metano	-125,5	934,13	0,002483	0,1	MLV

### PROBLEMA 2 (4 puntos)

Se tiene una bomba de capacidad de 20 litros con Oxido Nitroso. Este oxido tiene un precio de 200 \$/lb; si la bomba posee un manómetro donde se lee la presión de 1087.3 psi a una temperatura de 181.68 °F. Determine el costo del Oxido Nitroso mediante Carta Generalizada.

### PROBLEMA 3 (6 puntos)

Se tiene un neumático desinflado con una presión de 26 psi y 20 °C, se infla hasta una presión de 32 psig y una temperatura de 313 K. Determine la relación entre las masas antes y después del inflado. Considere que el volumen del caucho es proporcional a su presión interna.

### PROBLEMA 4 (10 puntos)

Se tiene dos recipientes A y B conectados mediante una válvula que se encuentra inicialmente cerrada. El recipiente A posee un volumen de 1 m<sup>3</sup> y el cilindro B dispone de un pistón de diámetro 1 m. El tanque A contiene nitrógeno a -23,15 °C; además, posee un manómetro que indica una presión de 5,5 bar. El cilindro B contiene nitrógeno a 175 K; este cilindro dispone en su interior de un pistón, de espesor despreciable y masa 400 kg, que se encuentra en la posición de equilibrio (una altura de 2,5 m respecto a la base del cilindro). Estas características definen el estado 1.

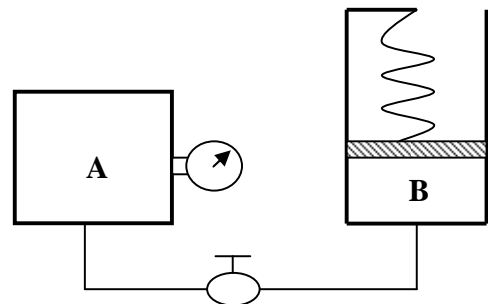
Se abre la válvula hasta que el sistema alcanza el equilibrio termodinámico, la temperatura en el tanque A es de 195,5 K y el nitrógeno en B ocupa un volumen de 3,99 m<sup>3</sup>. En este momento se cierra la válvula (estado 2).

A continuación (con la válvula cerrada) se calienta el cilindro B hasta que el tanque hasta que el pistón alcanza una altura de 6 m respecto a la base del cilindro (estado 3).

a) Defina los tres estados y sus masas para cada tanque.

b) Diagrama P-v para el nitrógeno en el cilindro B.

Datos adicionales: Presión atmosférica 100 kPa, aceleración de la gravedad 9,8 m/s<sup>2</sup>; constante del resorte del resorte 15 kN/m.



**PROBLEMA 2 (4 puntos)**

Se tiene una bomba de capacidad de 20 litros con Oxido Nitroso. Este oxido tiene un precio de 200 \$/lb; si la bomba posee un manómetro donde se lee la presión de 1087.3 psi a una temperatura de 181.68 °F. Determine el costo del Oxido Nitroso mediante Carta Generalizada.

Datos

$$\begin{aligned} \text{Vol} &:= 0.02 \text{ m}^3 & \text{PM} &:= 44.01 \frac{\text{Kg}}{\text{Kmol}} & \text{R1} &:= 0.188 \frac{\text{KN}\cdot\text{m}}{\text{Kg}\cdot^\circ\text{K}} \\ \text{Precio} &:= 440.9 \frac{\text{dolar}}{\text{kg}} & \text{Tc} &:= 309.7 \text{ }^\circ\text{K} & \text{R2} &:= 8.31 \frac{\text{KN}\cdot\text{m}}{\text{Kmol}\cdot^\circ\text{K}} \\ \text{Pmano} &:= 1087.3 \text{ Psi} & \text{Pc} &:= 7.27 \text{ Mpa} & & \\ \text{Tsis} &:= 181.68 \text{ }^\circ\text{F} & \text{Patm} &:= 14.69 \text{ Psi} & & \end{aligned}$$

$$\text{Tabs} := \frac{(\text{Tsis} - 32)}{1.8} + 273 \quad \text{Tabs} = 356.156 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$\text{Pabs} := (\text{Pmano} + \text{Patm}) \cdot \frac{1}{14.69} \cdot 101.325 \frac{1}{1000} \quad \text{Pabs} = 7.601 \text{ Mpa}$$

$$\text{Pr} := \frac{\text{Pabs}}{\text{Pc}} \quad \text{Pr} = 1.046$$

$$Z := 0.74 \text{ (Leido del Diagrama de compresibilidad)}$$

$$\text{Tr} := \frac{\text{Tabs}}{\text{Tc}} \quad \text{Tr} = 1.15$$

$$v := \frac{Z \cdot \text{R1} \cdot \text{Tabs}}{\text{Pabs} \cdot 10^3} \quad v = 6.55 \times 10^{-3} \quad \text{si} \quad m_{\text{butano}} := \frac{1}{v} \cdot \text{Vol} \quad \text{entonces}$$

$$m_{\text{butano}} = 3.054 \text{ Kg}$$

$$\text{Prec}_{\text{total}} := \text{Precio} \cdot m_{\text{butano}} \quad \text{Prec}_{\text{total}} = 1.346 \times 10^3 \text{ Dolares}$$

### PROBLEMA 3 (6 puntos)

Se tiene un neumático desinflado con una presión de 26 psig y 20 °C, se infla hasta una presión de 32 psig y una temperatura de 313 K. Determine la relación entre las masas antes y después del inflado. Considere que el volumen del caucho es proporcional a su presión interna.

Datos

$$P_{\text{neu}_1} := 26 + 14.68 \text{ psi}$$

$$\frac{m_1}{m_2} = ?$$

$$T_{\text{neu}_1} := 20 + 273 \text{ °K}$$

$$P_{\text{neu}_2} := 32 + 14.68 \text{ psi}$$

$$V_{\text{neu}} = \mu \cdot P_{\text{int}}$$

$$T_{\text{neu}_2} := 313 \text{ °K}$$

Asumiendo que el aire se comporta como Gas Ideal tenemos:

$$m_1 = \frac{P_{\text{neu}_1} \cdot V_1}{R \cdot T_{\text{neu}_1}} \quad m_2 = \frac{P_{\text{neu}_2} \cdot V_2}{R \cdot T_{\text{neu}_2}}$$

Como nos piden es la relación entre la masa, Tenemos:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\frac{P_{\text{neu}_1} \cdot V_1}{R \cdot T_{\text{neu}_1}}}{\frac{P_{\text{neu}_2} \cdot V_2}{R \cdot T_{\text{neu}_2}}} \quad \frac{m_1}{m_2} = \frac{P_{\text{neu}_1}}{P_{\text{neu}_2}} \cdot \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{T_{\text{neu}_2}}{T_{\text{neu}_1}} \quad \text{si}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\mu \cdot P_{\text{neu}_1}}{\mu \cdot P_{\text{neu}_2}} \quad \text{sustituyendo tenemos} \quad \frac{m_1}{m_2} = \left( \frac{P_{\text{neu}_1}}{P_{\text{neu}_2}} \right)^2 \cdot \frac{T_{\text{neu}_2}}{T_{\text{neu}_1}}$$

$$\text{Rel\_masa} := \left( \frac{P_{\text{neu}_1}}{P_{\text{neu}_2}} \right)^2 \cdot \frac{T_{\text{neu}_2}}{T_{\text{neu}_1}} \quad \text{Rel\_masa} = 0.812$$

### PROBLEMA 4 (10 puntos)

Se tiene dos recipientes A y B conectados mediante una válvula que se encuentra inicialmente cerrada. El recipiente A posee un volumen de  $1 \text{ m}^3$  y el cilindro B dispone de un pistón de diámetro 1 m. El tanque A contiene nitrógeno a  $-23,15 \text{ }^\circ\text{C}$ ; además, posee un manómetro que indica una presión de 5,5 bar. El cilindro B contiene nitrógeno a 175 K; este cilindro dispone en su interior de un pistón, de espesor despreciable y masa 400 kg, que se encuentra en la posición de equilibrio (una altura de 2,5 m respecto a la base del cilindro). Estas características definen el estado 1.

Se abre la válvula hasta que el sistema alcanza el equilibrio termodinámico, la temperatura en el tanque A es de 195,5 K y el nitrógeno en B ocupa un volumen de  $3,99 \text{ m}^3$ . En este momento se cierra la válvula (estado 2).

A continuación (con la válvula cerrada) se calienta el cilindro B hasta que el pistón alcanza una altura de 6 m respecto a la base del cilindro (estado 3).

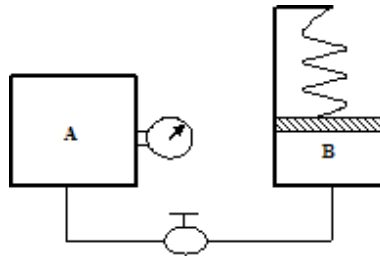
a) Defina los tres estados y sus masas para cada tanque.

b) Diagrama P-v para el nitrógeno en el cilindro B.

Datos adicionales: Presión atmosférica 100 kPa, aceleración de la gravedad  $9,8 \text{ m/s}^2$ ; constante del resorte del resorte 15 kN/m.

Datos:

$$\begin{aligned} \text{Vol}_A &:= 1 \text{ m}^3 & P_{\text{atm}} &:= 100000 \text{ Pa} \\ \text{Dia}_B &:= 1 \text{ m} & g &:= 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \\ M_p &:= 400 \text{ Kg} & K_{\text{res}} &:= 15000 \frac{\text{N}}{\text{m}} \end{aligned}$$



**Estado 1**

$$T_{A1} := -23.15 + 273 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$P_{A1} := (5.5 + P_{\text{atm}}) \cdot 1000 \text{ Pa}$$

$$T_{B1} := 175 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$x_1 := 2.5 \text{ m}$$

$$V_{\text{nit}_B1} := x_1 \cdot \pi \cdot \left( \frac{\text{Dia}_B}{2} \right)^2 \text{ m}^3$$

Para el estado 1 tenemos:

$$P_{A1} = 1.006 \times 10^8$$

$$T_{A1} = 249.85$$

**Estado 2**

$$T_{A2} := 195.5 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$V_{\text{nit}_B2} := 3.99 \text{ m}^3$$

$$A_p := \pi \cdot \left( \frac{\text{Dia}_B}{2} \right)^2 \text{ m}^2$$

**Estado 3**

$$V_{\text{nit}_B3} := 6 \cdot \pi \cdot \left( \frac{\text{Dia}_B}{2} \right)^2 \text{ m}^3$$

$$T_{\text{sat}} := \left[ \frac{-174.7 - (-176.8)}{700 - 600} \right] \cdot (650 - 600) + (-176.8)$$

$$T_{\text{sat}} = -175.75 \text{ }^\circ\text{C} \text{ a la presión de } P_{A1} = 1.006 \times 10^8$$

El Nitrogeno en el Tanque A esta como Vapor Sobrecalentado

Interpolando entre la presion y el vol especifico tenemos

$$v_{nit\_1} := \left( \frac{0.07156 - 0.08379}{700 - 600} \right) \cdot (650 - 600) + (0.08379)$$

$$v_{nit\_1} = 0.078 \quad \text{a} \quad T = -100$$

para una P=650 Kpa

$$v_{nit\_2} := \left( \frac{0.11546 - 0.1347}{700 - 600} \right) \cdot (650 - 600) + (0.1347)$$

$$v_{nit\_2} = 0.125 \quad \text{a} \quad T = 0$$

para una P=650 Kpa

interpolando entre la temp y el vol. especifico tenemos

$$v_{nit\_A1} := \left[ \frac{0.125 - 0.078}{0 - (-100)} \right] \cdot [-23.15 - (-100)] + (0.078)$$

$$v_{nit\_A1} = 0.114 \quad \text{a} \quad T = -23.15$$

para una P = 650 Kpa

### El Nitrogeno en el Tanque B

Tenemos que :  $F_{atm} + W_{pisto} = P_{B1} \cdot A_p$

$$P_{B1} := P_{atm} + \frac{M_p}{A_p} \cdot g_r$$

$$P_{B1} = 1.05 \times 10^5 \quad (P_{B1} = 105 \text{KPa})$$

$$T_{B1} = 175 \quad (T_{B1} = -98^\circ\text{C})$$

Ubiquemos el estado del cilindro B

$$T_{sat\_B} := \left[ \frac{-189.5 - (-195.9)}{200 - 100} \right] \cdot (152.7 - 100) + (-195.9)$$

$$T_{sat\_B} = -192.527 \quad \text{a la } P = 105 \text{KP}$$

El Nitrogeno en el Tanque B esta como Vapor Sobrecalentado

Interpolando entre la presion y el vol especifico tenemos

$$v_{nit\_12} := \left( \frac{0.2551 - 0.51206}{200 - 100} \right) \cdot (105 - 100) + (0.51206)$$

$$v_{nit\_12} = 0.499 \quad \text{a}$$

para una P=105 Kpa

$$v_{nit\_22} := \left( \frac{0.40500 - 0.81035}{200 - 100} \right) \cdot (105 - 100) + (0.81035)$$

$$v_{nit\_22} = 0.79 \text{ a}$$

para una P=105 Kpa

interpolando entre la temp y el vol. especifico tenemos

$$v_{nit\_B} := \left[ \frac{v_{nit\_22} - v_{nit\_12}}{0 - (-100)} \right] \cdot [-98 - (-100)] + (v_{nit\_12})$$

$$v_{nit\_B} = 0.505 \text{ a}$$

para una P = 105 Kpa

**Para el ESTADO 2 tenemos:**

$$T_{A2} = -77.5^\circ\text{C}$$

$$x_2 := \frac{V_{nit\_B2}}{A_p} - x_1$$

$$x_2 = 2.58 \text{ m}$$

$$T_{B2} := T_{A2} \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$P_{B2} := P_{atm} + x_2 \frac{K_{res}}{A_p} + \frac{M_p}{A_p} \cdot g$$

$$P_{B2} = 1.543 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$V_{nit\_B2} := 3.99 \text{ m}^3$$

$$P_{A2} := P_{B2}$$

Po lo tanto solo basta calcular un estado para definir las propiedades termodinámicas.

$$T_{B2} = -77.5^\circ\text{C}$$

$$P_{B2} = 154.3 \text{ KPa}$$

Interpolando entre la presion y el vol especifico tenemos

$$v_{nit\_13} := \left( \frac{0.2551 - 0.51206}{200 - 100} \right) \cdot (154.3 - 100) + (0.51206)$$

$$v_{nit\_13} = 0.373 \text{ a}$$

para una P=154.3 Kpa

$$v_{nit\_23} := \left( \frac{0.40500 - 0.81035}{200 - 100} \right) \cdot (154.3 - 100) + (0.81035)$$

$$v_{nit\_23} = 0.59 \text{ a}$$

para una P=154.3 Kpa

interpolando entre la temp y el vol. especifico tenemos

$$v_{nit\_B2} := \left[ \frac{v_{nit\_23} - v_{nit\_13}}{0 - (-100)} \right] \cdot [-77 - (-100)] + (v_{nit\_13})$$

$$v_{nit\_B2} = 0.423 \text{ a}$$

para una P = 154.3 Kpa

**Para el ESTADO 3 tenemos:**

$$x_3 := 6 \quad \text{m}$$

Para el Tanque A las propiedades termodinámicas se mantienen igual que el estado 2.

$$V_{\text{nit\_B3}} := x_3 \cdot A_p \quad \text{m}^3$$

$$T_{A3} = -77.5^\circ\text{C} \quad P_{A3} = 154.3 \text{ kPa} \quad v_{\text{nit\_A3}} = 0.423 \frac{\text{m}^3}{\text{Kg}}$$

$$V_{\text{nit\_B3}} = 4.712$$

**Para el Tanque B tenemos:**

$$P_{B3} := P_{\text{atm}} + (x_3 - x_2) \cdot \frac{K_{\text{res}}}{A_p} + \frac{M_p}{A_p} \cdot g \quad P_{B3} = 1.703 \times 10^5 \quad \text{Pa}$$

Calculemos la masa de Nitrogeno en el tanque A:

La masa en el estado 1

$$M_{A1} := \frac{1}{v_{\text{nit\_A1}}} \cdot (\text{Vol}_{A1}) \quad M_{A1} = 8.763 \quad \text{Kg}$$

La masa en el estado 2

$$M_{A2} := \frac{1}{v_{\text{nit\_B2}}} \cdot (\text{Vol}_{A2}) \quad M_{A2} = 2.366 \quad \text{Kg}$$

Ahora calculemos la masa en el tanque B en el estado 1

$$M_{B1} := \frac{1}{v_{\text{nit\_B}}} \cdot (A_p \cdot x_1) \quad M_{B1} = 3.888 \quad \text{Kg}$$

Por lo tanto la masa en el tanque B para el estado 3 es:

$$M_{B3} := M_{B1} + (M_{A1} - M_{A2}) \quad M_{B3} = 10.284 \quad \text{Kg}$$

Calculando el vol especifico en B para el estado 3 tenemos:

$$v_{\text{nit\_B3}} := \frac{V_{\text{nit\_B3}}}{M_{B3}} \quad v_{\text{nit\_B3}} = 0.458 \quad \frac{\text{m}^3}{\text{Kg}}$$

Interpolando en la tabla de vapor sobrecalentado tenemos que:

$$T_{B3} = 261.57 \text{ K}$$