



# CAPÍTULO III:

## ESTADOS DE LA MATERIA

### EJERCICIOS PROPUESTOS

# Problema 01

□

- ▶ ¿Cuántos gramos de GLP gaseoso quedan en un balón de uso doméstico de 30 L de capacidad, a 25°C, cuando ya no sale más gas? Tenga en cuenta que el GLP es una mezcla de 60% en moles de propano  $C_3H_8$  y el resto butano  $C_4H_{10}$ . En las condiciones indicadas, calcule las presiones parciales, la densidad de la mezcla gaseosa dentro del balón y su peso molecular medio.

# Respuestas

1. -Peso molecular medio= 49,6 g/mol

-Masa tota= 60,91 g

-Densidad=  $2 \times 10^{-3}$  g/ml

-presiones parciales=  $p_p = 0,6$  atm  
 $p_b = 0,4$  atm

## Problema 02

□

- Se mezclan 23 g de hielo a  $-5^{\circ}\text{C}$  y 40 g de agua a  $50^{\circ}\text{C}$ . Calcule la temperatura final de esta mezcla. Luego se agrega vapor de agua a  $110^{\circ}\text{C}$ , en cantidad suficiente para que la nueva mezcla resultante esté completamente en estado gaseoso al menos a  $100^{\circ}\text{C}$ . Calcule cuántos gramos de vapor se debe añadir.

# Respuestas

2. -Temperatura final  $T_f = 1,662 \text{ } ^\circ\text{C}$

-Masa de vapor  $m_v = 8289 \text{ g} = 8,3 \text{ Kg}$

## Problema 03

- Se tiene una botella de vidrio (recipiente rígido) con su tapa roscada, hermética, exactamente de 1 L de capacidad. Ésta contiene 250 mL de agua, el resto es aire más vapor en equilibrio con el agua líquida. Cerrada, herméticamente a 20°C, se asume que la presión total en la botella es 1 atm. Luego, la botella cerrada se coloca al sol, donde alcanza una temperatura de 45°C. ¿Cuál será la nueva presión dentro de la botella, y las presiones parciales de O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> y vapor de agua?

**Datos:** Composición del aire: 21% O<sub>2</sub> y 79% N<sub>2</sub>

$P_{\text{vH}_2\text{O}}$  a 20°C = 17,5 torr ;  $P_{\text{vH}_2\text{O}}$  a 45°C = 57,3 mmHg

# Respuestas

3. -Presión dentro de la botella  $P_t = 1,135 \text{ atm}$

-Presiones parciales :  $P_{\text{O}_2} = 0,223 \text{ atm}$

$P_{\text{N}_2} = 0,837 \text{ atm}$

$P_{\text{vH}_2\text{O}} = 0,075 \text{ atm}$

## Problema 04

Una muestra de 2,55 g de nitrito de amonio ( $\text{NH}_4\text{NO}_2$ ) se calienta en un tubo de ensayo y el gas producido se recoge en un eudiómetro. Se espera que el  $\text{NH}_4\text{NO}_2$  se descomponga de acuerdo con la ecuación:



- ¿Qué volumen de  $\text{N}_2$  debe recogerse si la temperatura es de  $26,0^\circ\text{C}$  y la presión barométrica es de 745 mmHg? La presión parcial de agua (presión de vapor) a  $26,0^\circ\text{C}$  es 25,0 mmHg.
- ¿Cuál es la fracción molar de cada gas?
- ¿Cuál es el porcentaje en peso de la mezcla?



# Respuestas

4. a) Volumen que debe recogerse de  $N_2$   $V_{N_2} = 1,03 \text{ L}$

b) Fracción molar  $X_{H_2O} = 0,034$

c) porcentaje en peso  $\%H_2O = 2,21 \%$



## Problema 05

□

- Un matraz de reacción de 5 L contiene hidrógeno a una presión parcial de 0,538 atm y oxígeno gas a una presión parcial de 0,302 atm. ¿Cuál de los dos reactivos es el reactivo limitante para la formación de agua?

# Respuestas

5. El reactivo limitante para la formación de agua es el  $H_2$ .  $X_{H_2}/X_{O_2} = 1,95 < 2$

## Problema 06

- En un proceso isócoro (a volumen constante), un gas que se encuentra inicialmente a  $77^{\circ}\text{C}$  y con una cierta presión manométrica se calienta hasta  $427^{\circ}\text{C}$ . Un estudiante plantea una relación equivocada de la ley de Gay-Lussac como:
- $$\frac{P_{\text{man}_1}}{t_1^{\circ}\text{C}} = \frac{P_{\text{man}_2}}{t_2^{\circ}\text{C}}$$
- y encuentra que la presión manométrica final es el doble de su verdadero valor. ¿Cuál es la presión manométrica inicial?

# Respuestas

6. La presión manométrica inicial  $P_{\text{man1}} = 1,29 \text{ atm}$

## Problema 07

- Un recipiente rígido contiene  $\text{PCl}_{5(g)}$  a una atm y  $27^\circ\text{C}$ , se calienta hasta  $102^\circ\text{C}$  y la presión del sistema aumenta 50% porque una parte del  $\text{PCl}_{5(g)}$  se transformó en  $\text{PCl}_{3(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$ .  
¿Qué porcentaje molar de  $\text{PCl}_{5(g)}$  se transformó?

# Respuestas

7. El porcentaje molar de  $\text{PCl}_{5(g)}$  transformado es= 20 %

## Problema 08

□

► Un cilindro de 5 pie<sup>3</sup> que contienen 50 lb de propano (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) se expone al calor del sol.

Un manómetro indica que la presión es de 665 psig. ¿Cuál es la temperatura del propano en el tanque?

- Como si fuera un gas ideal.
- Aplique la ecuación de Van der Waals.

$$a = 8,66 \text{ L}^2 \cdot \text{atm/mol}^2 \quad ; \quad b = 0,08445 \text{ L/mol}$$

$$1 \text{ lb} = 0,454 \text{ kg}$$

$$1 \text{ pie} = 12 \text{ pulg}$$

$$1 \text{ atm} = 14,5 \text{ psig}$$

$$1 \text{ pulg} = 2,54 \text{ cm}$$



# Respuestas

8. a) Como gas ideal  $T = 156,62 \text{ K}$

b) Con la ecuación de Van der Waals  $T = 374,52 \text{ K}$



## Problema 09

□

- Las densidades del mercurio y del aceite de maíz son  $13,5 \text{ g/mL}$  y  $0,92 \text{ g/mL}$ , respectivamente. Si el aceite de maíz se usase en un barómetro, ¿cuál sería la altura de una columna, en metros, a la presión atmosférica normal? (la presión de vapor del aceite es despreciable).

# Respuestas

9. La altura sería  $11152,17 \text{ mm} = 11,152 \text{ m}$

# Problema 10

□

- El calor de vaporización del agua a  $100^{\circ}\text{C}$  es de  $2,26 \text{ kJ/g}$ ; a  $37^{\circ}\text{C}$  (temperatura corporal) es de  $2,41 \text{ kJ/g}$ . (a) Convierta este último valor en calor molar normal de vaporización,  $\Delta H_{\text{vap}}^{\circ}$  a  $37^{\circ}\text{C}$ . (b) ¿Por qué el calor de vaporización es mayor a  $37^{\circ}\text{C}$  que a  $100^{\circ}\text{C}$ ?



# Problema 11

□

- ▶ La capacidad calorífica del agua es  $1,00 \text{ cal/K.g.}$
- a) ¿Cuál es su capacidad calorífica molar en  $\text{J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$ ?
- b) ¿Qué cantidad de energía calorífica habría que suministrar para elevar de  $25^\circ\text{C}$  a  $100^\circ\text{C}$ , la temperatura de  $100 \text{ g}$  de agua?

# Respuestas

11. a) capacidad calorífica molar es  $75,2 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

b) Cantidad de energía calorífica  $31,4 \text{ KJ}$

## Problema 12

□

- El calor de fusión del hielo es  $79,7 \text{ cal/g}$  (es decir, se ha de suministrar este calor para fundir  $1 \text{ g}$  de hielo). Calcúlese  $\Delta H$  al pasar de (a) hielo a agua, (b) agua a hielo, a una temperatura constante de  $0^\circ\text{C}$ . Exprésese la respuesta en  $\text{kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$  y  $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

$$1 \text{ kcal} = 4,18 \text{ kJ}$$



# Respuestas

12. a) cuando pasa de hielo a agua  $\Delta H = 6,00 \text{ kJ mol}^{-1}$

b) cuando pasa de agua a hielo  $\Delta H = -6,00 \text{ kJ mol}^{-1}$

## Problema 13

□

- Suponga que se añade calor a una muestra de 21,8 g de cinc sólido a la velocidad de 9,48 J/s. Después de que la temperatura ha alcanzado el punto de fusión normal del cinc, 420°C, permaneció constante durante 3,60 minutos. Calcule  $\Delta H_{\text{fusión}}^{\circ}$  a 420°C, en J/mol, para el cinc.



# Respuestas



## Problema 14

- Suponga que 5,500 kg de  $O_2$  líquido se vaporizan en un tanque de 0,035  $m^3$  de volumen a  $-10^\circ C$ . ¿Cuál será la presión en el tanque? ¿Excederá el límite de seguridad del tanque (100 atm)? Utilice:
- La ecuación de los gases ideales;
  - El DCG con los datos de con los datos de  $V'_r$ .

[Orientación:  $V'_r = \text{volumen reducido ideal} = V/V_{ci}$  ;

donde  $V_{ci} = \text{volumen crítico ideal} = nRT_c/P_c$  ]



## Problema 15

- Calcule el punto de ebullición del agua en: (a) Huancabamba (1929 msnm); (b) Ticlio (4818 msnm); (c) en la cima del Huascarán (6768 msnm); y (d) en la cima del Everest (8850 msnm). Compare los resultados que se obtienen:
- A partir de datos de manuales; y
  - tomando como referencia el punto de ebullición normal y la ecuación de Clausius – Clapeyron.

Datos de manuales:

- Tabla de presiones de vapor – temperatura
- Tabla de presiones – altitud.

# Respuestas

15. a. i) Temperatura de ebullición (Huancabamba)  $T = 93,51 \text{ }^{\circ}\text{C}$   
a.ii) Temperatura de ebullición (Huancabamba)  $T = 93,48 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- b.i) Temperatura de ebullición (Ticlio)  $T = 83,83 \text{ }^{\circ}\text{C}$   
b.ii) Temperatura de ebullición (Ticlio)  $T = 83,58 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- c.i) Temperatura de ebullición (Huascarán)  $T = 77,21 \text{ }^{\circ}\text{C}$   
c.ii) Temperatura de ebullición (Huascarán)  $T = 76,80 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- d.i) Temperatura de ebullición (Everest)  $T = 70,26 \text{ }^{\circ}\text{C}$   
d.ii) Temperatura de ebullición (Everest)  $T = 69,54 \text{ }^{\circ}\text{C}$

## Problema 16

Se mezclan 100 g de hielo a  $-10^{\circ}\text{C}$  y 300 mL de agua a  $25^{\circ}\text{C}$ . Encuentre el estado final de la mezcla, su temperatura y de ser el caso, la masa de cada fase presente.

	<u>HIELO</u>	<u>AGUA</u>	<u>VAPOR</u>
$C_p \left( \frac{\text{J}}{\text{g}^{\circ}\text{C}} \right)$	2,09	4,18	2,03
$\lambda_{f_{\text{AGUA}}} = 334 \text{ J/g}$		$\lambda_{v_{\text{AGUA}}} = 2260 \text{ J/g}$	
$1 \text{ atm} = 760 \text{ torr}$			



# Respuestas

16. X = 87,6 g hielo fundido ( $\text{H}_2\text{O}$ )

Hielo = 12,40 g

Agua = 387 g



# Problema 17

□

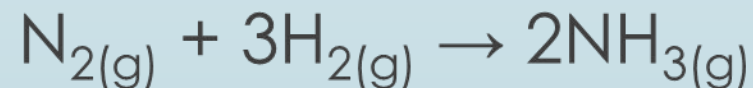
- Calcule cuántos gramos de hielo a  $-10^{\circ}\text{C}$  se deberán mezclar con 500 mL de agua a  $30^{\circ}\text{C}$ , para conseguir agua líquida a  $6^{\circ}\text{C}$ , una vez alcanzado el equilibrio térmico.

# Respuestas

17. Se deben mezclar  $m_{\text{hielo}} = 132 \text{ g}$

## Problema 18

- Dos tanques están conectados por una válvula cerrada. El tanque A contiene 16,7 L de nitrógeno a 3 atm y el tanque B 44,2 L de hidrógeno a 4 atm (presiones manométricas), ambos a temperatura ambiente. En cierto momento se abre la válvula y se deja que los gases se mezclen y reaccionen, para formar amoníaco. Calcule cuántos gramos de  $\text{NH}_{3(g)}$  se forman. Calcule la presión manométrica en el sistema conectado, cuando la temperatura vuelve a su valor ambiental. Calcule la fracción molar de cada gas presente en la mezcla final. Suponga que todos los gases se comportan como ideales y que el reactivo limitante se consume completamente. La ecuación es:



# Respuestas

18. -Se forman 92,31 g  $\text{NH}_3$

$$-P_{\text{man}} = 1,53 \text{ atm}$$

-Fracciones molares  $X_{\text{H}_2} = 0,134$

$$X_{\text{NH}_3} = 0,866$$

## Problema 19

Un líquido muy volátil fue vaporizado completamente en un bulbo de Dumas de 250 mL sumergido en agua hirviendo. De los datos siguientes, calcule el peso molecular del líquido. Masa del bulbo vacío = 65,347 g; masa del bulbo lleno con agua a temperatura ambiente = 324,4 g; masa del bulbo con líquido condensado = 65,379 g; presión atmosférica = 743,3 torr; temperatura de ebullición del agua = 99,8 °C; densidad del agua a temperatura ambiente = 0,997 g/mL.

# Respuestas

19. Peso molecular del líquido es  $3.80 \text{ gr/mol}$

## Problema 20

- En una empresa productora de gases industriales, hay un tanque estacionario de  $10 \text{ m}^3$  de capacidad conteniendo  $200 \text{ kg}$  de hidrógeno ( $\text{H}_2$ ). Con este gas, se deberán llenar cilindros (balones) para su venta a fábricas y laboratorios. Cada cilindro lleno contiene  $5 \text{ m}^3$  de  $\text{H}_2$  medidos en CNTP; cada cilindro a  $25^\circ\text{C}$ , marca una presión de  $120 \text{ psig}$ . **(a)** Con la ecuación de Van der Waals, calcule presión inicial (antes de iniciar el llenado de cilindros) que marcará el manómetro del tanque a  $25^\circ\text{C}$ . **(b)** ¿Cuántos cilindros se pueden llenar? **(c)** ¿Cuántos gramos de  $\text{H}_2$  quedan en un cilindro cuando éste está “vacío”? (Para los apartados b y c puede considerar comportamiento ideal del gas).

**Datos:** las constantes de Van der Waals para el  $\text{H}_2$  son:  $a = 0,244 \text{ L}^2\cdot\text{atm}/\text{mol}^2$ ;  $b = 0,0266 \text{ L}/\text{mol}$ .  $1 \text{ atm} = 14,7 \text{ psi}$ .



# Respuestas

20. a) Presión manométrica =  $308,5155 \text{ atm} - 1 \text{ atm} = 307,516 \text{ atm}$
- b) Número de cilindros que se pueden llenar = 430
- c) Cuando el cilindro está "vacío" quedan = 48,77 g de  $\text{H}_2$

## Problema 21

- Se mezclan 23 g de hielo a  $-5^{\circ}\text{C}$  y 40 g de agua a  $50^{\circ}\text{C}$ . Calcule la temperatura final de esta mezcla. Luego se agrega vapor de agua a  $110^{\circ}\text{C}$ , en cantidad suficiente para que la nueva mezcla resultante esté completamente en estado gaseoso al menos a  $100^{\circ}\text{C}$ . Calcule cuántos gramos de vapor se debe añadir.

# Respuestas

21. -La temperatura final de la mezcla será  $T_F = 1,662 \text{ } ^\circ\text{C}$

-Se debe añadir  $m = 8289 \text{ g} = 8,3 \text{ kg}$  de vapor de agua



## Problema 22

- Se tiene 65 g de agua líquida a  $2^{\circ}\text{C}$ , y vapor de agua a  $121^{\circ}\text{C}$ . Calcule la masa de vapor que deberá mezclarse con el agua líquida, para obtener una mezcla completamente líquida, a  $100^{\circ}\text{C}$ .

# Respuestas

22. La masa de vapor que debe mezclarse es  $m_v = 11,56 \text{ g}$

A dark blue arrow points to the right from the left edge of the slide. Below it, several thin, curved lines in shades of blue and grey sweep across the left side of the slide.

## Problema 23

- Se mezclan 50 g de hielo a  $-10^{\circ}\text{C}$  y 300 g de agua a  $25^{\circ}\text{C}$ . Encuentre el estado final de la mezcla, su temperatura y de ser el caso, la masa de cada fase presente.



# Respuestas

23. Todo el hielo se funde

