

QM-1121 - GUIA DE PROBLEMAS #4

1)- Cuando se calienta una mezcla de NO_2 puro a 1000°C , esta se descompone de acuerdo a reacción $2\text{NO}_2(\text{g}) = 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$; $K_p=158$. Un analisis indica que la presión parcial de O_2 corresponde a $0,25\text{atm}$ en equilibrio. Encontrar la presión de NO y NO_2 en esta mezcla.

X 2)- Un matraz de $2,0$ litros al vacío y con $0,12564$ moles de bicarbonato de sodio sólido, se calienta a 1000°C . La presión en equilibrio es igual a $0,962\text{atm}$. Determinar el K_p para la reacción de descomposición: $2\text{NaHCO}_3(\text{s}) = \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$. Calcular la cantidad de bicarbonato que se descompone y su grado de disociación.

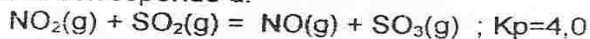
3)- Para la reacción $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = 3\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 2\text{Fe}(\text{s})$; $K_p=0,064$ a 340°C . Si en un recipiente de $10,0$ litros se colocan $1,0$ moles de $\text{H}_2(\text{g})$, $0,020$ moles de $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$, $0,30$ moles de $\text{Fe}(\text{s})$ y $0,50$ moles de $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, determine:

a) La concentración de $\text{H}_2(\text{g})$ en equilibrio.

b) El número de moles de $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ y de $\text{Fe}(\text{s})$ en equilibrio si el volumen del recipiente se reduce a la mitad a temperatura constante.

4)- En un matraz de $1,00$ litros se colocan $3,00$ g de $\text{PCl}_5(\text{s})$, se hace vacío, se cierra el matraz y se calienta a 250°C . Todo el pentacloruro se evapora y luego se disocia parcialmente de acuerdo a la reacción: $\text{PCl}_5(\text{g}) = \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$. La presión resultante en el equilibrio corresponde a $1,039\text{atm}$. Encontrar K_p a la temperatura de la reacción.

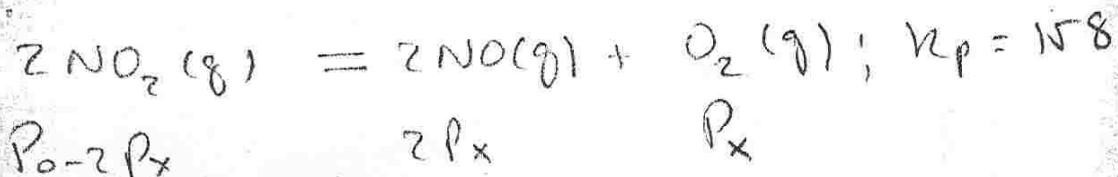
X 5) - A una cierta temperatura se mezclan inicialmente $0,10$ moles de $\text{NO}_2(\text{g})$, $0,40$ moles de $\text{SO}_2(\text{g})$, $2,0$ moles de $\text{NO}(\text{g})$ y $2,0$ moles de $\text{SO}_3(\text{g})$ en un recipiente de $2,0$ litros. Si la reacción esperada corresponde a:



Calcular las concentraciones en equilibrio.

X 6) - A una cierta temperatura se analiza la reacción $\text{NO}_2(\text{g}) + \text{SO}_2(\text{g}) = \text{NO}(\text{g}) + \text{SO}_3(\text{g})$; $K_p=40,0$, y se encuentran en equilibrio las siguientes concentraciones molares: $0,10\text{M}$ para $\text{NO}_2(\text{g})$, $0,30\text{M}$ para $\text{SO}_2(\text{g})$, $2,0\text{M}$ para $\text{NO}(\text{g})$ y $0,60\text{M}$ para $\text{SO}_3(\text{g})$. Si se introducen $0,50$ moles por litro adicionales de $\text{SO}_2(\text{g})$ a temperatura constante, calcular las concentraciones cuando se alcance el nuevo equilibrio.

4



$$P_2^{\text{ef}} = P_x = 0.250 \text{ atm}$$

$$P_{\text{NO}_2}^{\text{ef}} = P_0 - 2P_x ?$$

$$P_{\text{NO}}^{\text{ef}} = 2P_x = 0.25 \times 2 = 0.500 \text{ atm.}$$

$$K_p = \frac{(2P_x)^2 P_x}{(P_0 - 2P_x)^2} = \frac{4P_x^3}{(P_0 - 2P_x)^2} = 158$$

$$4P_x^3 = (P_0^2 - 4P_x P_0 + 4P_x^2) 158$$

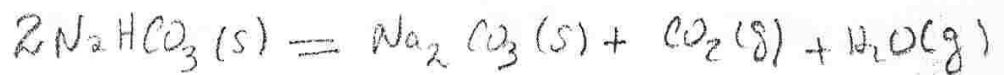
$$158 P_0^2 - 158 \times 4 P_x P_0 + 158 \times 4 P_x^2 - 4 P_x^3 = 0$$

$$P_0^2 - 4P_x P_0 + 4P_x^2 - \frac{4P_x^3}{158} = 0$$

$$P_0 = 0.52 \text{ atm} \quad \checkmark$$

$$P_{\text{NO}_2}^{\text{ef}} = P_0 - 2P_x = 0.52 - 2 \times 0.25 = 0.020 \text{ atm}$$

(2)



$$\begin{array}{l} \text{Moles} \rightarrow n_0 - 2n_x \qquad n_x \qquad n_x \qquad n_x \\ \text{Presión} \rightarrow 0 \qquad 0 \qquad P_x \qquad P_x \end{array}$$

$$P_{\text{ef}} = 2P_x = 0.962 \text{ atm}$$

$$P_x = 0.481 \text{ atm}$$

$$K_p = P_x^2 = 0.231$$

$$n_x = \frac{P_x \cdot V}{RT} = \frac{0.481 \text{ atm} \cdot 2 \text{ l}}{0.082 \frac{\text{atm} \cdot \text{l}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 1273 \text{ K}}$$

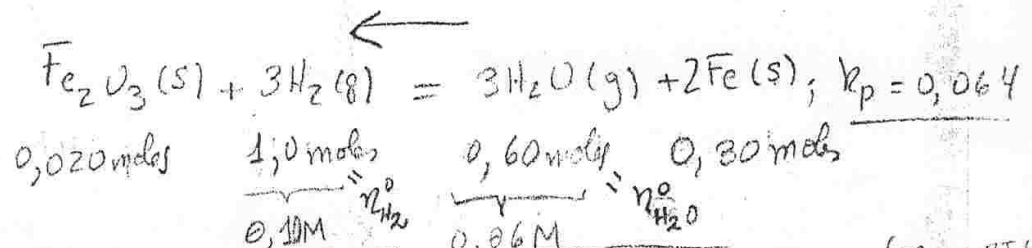
$$n_x = 0.00922 \text{ moles}$$

$$n_{\text{NaHCO}_3}^{\text{es}} = \overbrace{0.12564}^{n_0} - \overbrace{0.00922}^{2n_x} = 0.10721 \text{ moles}$$

$$n_{\text{Na}_2\text{CO}_3} (\text{que se descompone}) = 2n_x = 0.0184 \text{ moles}$$

$$\alpha = \frac{0.0184}{0.12564} = 0.147 \Rightarrow 14.7\% \text{ se descompone}$$

3



(a) $[\text{H}_2]_{\text{eq}}?$

$$P_{\text{H}_2}^0 = \frac{n_{\text{H}_2}^0 RT}{V} \quad P_{\text{H}_2\text{O}}^0 = \frac{n_{\text{H}_2\text{O}}^0 RT}{V} \quad Q_0 = \frac{(n_{\text{H}_2\text{O}} RT/V)^3}{(n_{\text{H}_2} RT/V)^3}$$



$$P_{\text{H}_2}^0 + 3P_x \quad P_{\text{H}_2\text{O}}^0 + 3P_x \quad Q_0 = \frac{(n_{\text{H}_2\text{O}})^3}{(n_{\text{H}_2})^3} = 0,21$$

$$K_p = 0,064 = \frac{(P_{\text{H}_2\text{O}}^0 + 3P_x)^3}{(P_{\text{H}_2}^0 + 3P_x)^3}$$

$$0,064 = \frac{(n_{\text{H}_2\text{O}}^0 RT/V + 3n_x RT/V)^3}{(n_{\text{H}_2}^0 RT/V + 3n_x RT/V)^3}$$

$$0,064 = \frac{(n_{\text{H}_2\text{O}}^0 - 3n_x)^3}{(n_{\text{H}_2}^0 + 3n_x)^3} = \frac{(0,60 - 3n_x)^3}{(1,0 + 3n_x)^3}$$

$$\sqrt[3]{0,064} = 0,4 = \frac{0,6 - 3n_x}{1 + 3n_x}$$

$$(0,4)(1 + 3n_x) = 0,6 - 3n_x$$

$$0,4 + 1,2n_x = 0,6 - 3n_x \Rightarrow n_x = + \frac{0,2}{4,2} = 0,04762 \text{ moles}$$

$$[\text{H}_2]_{\text{eq}} = \frac{n_{\text{H}_2}^0 + 3n_x}{10 \text{ l}} = \frac{1,0 + 0,1428}{10} = 0,11 \text{ M}$$

$$n_{\text{H}_2}^{\text{eq}} = 1,048 \sim 1,05$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = 0,60 - 3n_x = 0,46 \text{ moles}$$

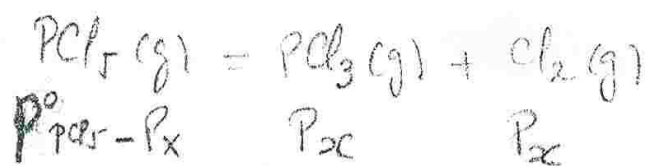
$$n_{\text{Fe}} = 0,30 - n_x = 0,25 \text{ moles}$$

(b) Si V se reduce de 10L a 5L, por el principio de LeChatelier el n_{H_2} , $n_{\text{H}_2\text{O}}$, n_{Fe} y $n_{\text{Fe}_2\text{O}_3}$

no cambian \cdot $n_{\text{H}_2\text{O}} = 0,46 \text{ moles}$

$$n_{\text{Fe}} = 0,268 \text{ moles}$$

(1)



$$n_{\text{PCl}_5}^{\circ} = \frac{3,00 \text{ g}}{(30,974 + 5 \times 35,45)} = 0,0144 \text{ mol}$$

$$P_{\text{PCl}_5}^{\circ} = (n_{\text{PCl}_5}^{\circ} / V) R T \text{ em } V = 1 \text{ l}, R = 0,0821 \frac{\text{atm} \cdot \text{l}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$$

$$T = 250 + 273 = 523 \text{ K}$$

$$P_{\text{PCl}_5}^{\circ} = \left(\frac{0,0144 \text{ mol}}{1 \text{ l}} \right) 0,0821 \frac{\text{atm} \cdot \text{l}}{\text{K} \cdot \text{mol}} 523 \text{ K} = 0,618 \text{ atm}$$

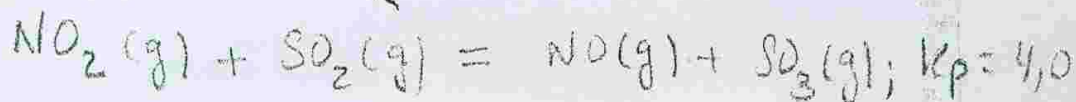
$$P_{\text{Total}}^{\text{ef}} = 1,039 = P_{\text{PCl}_5}^{\circ} - P_x + P_x + P_x = P_{\text{PCl}_5}^{\circ} + P_x$$

$$P_x = 1,039 - P_{\text{PCl}_5}^{\circ} = 1,039 - 0,618 =$$

$$P_x = 0,421 \text{ atm} \quad \checkmark$$

$$K_p = \frac{P_x^2}{(P_{\text{PCl}_5}^{\circ} - P_x)} = 0,895$$

5.



$$0,10 \text{ moles} \\ 0,40 RT/V \text{ atm}$$

$$0,40 \text{ moles} \\ 0,40 RT/V \text{ atm}$$

$$2,0 \text{ moles} \\ 2,0 \frac{RT}{V} \text{ atm}$$

$$2,0 \text{ moles} \\ 2,0 \frac{RT}{V} \text{ atm}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} n_{\text{NO}_2} = 0,10 \text{ moles} \\ n_{\text{SO}_2} = 0,40 \text{ " } \\ n_{\text{NO}} = 2,0 \text{ " } \\ n_{\text{SO}_3} = 2,0 \text{ " } \end{array} \right.$$

$$\underline{V = 2 \text{ litros}}$$

$$Q_D = \frac{(2,0 \frac{RT}{V})(2,0 \frac{RT}{V})}{(0,10 \frac{RT}{V})(0,40 \frac{RT}{V})}$$

$$Q_D = \frac{4,0}{0,040} = 100 \Rightarrow \bar{I} \leftarrow D$$

$$K_p = K_c = \frac{\left(\frac{n_{\text{NO}}^0 - n_x}{V}\right) \left(\frac{n_{\text{SO}_3}^0 - n_x}{V}\right)}{\left(\frac{n_{\text{NO}_2}^0 + n_x}{V}\right) \left(\frac{n_{\text{SO}_2}^0 + n_x}{V}\right)}$$

$$= \frac{(n_{\text{NO}}^0 - n_x) RT}{V} \frac{(n_{\text{SO}_3}^0 - n_x) RT}{V}$$

$$\frac{(n_{\text{NO}_2}^0 + n_x) RT}{V} \frac{(n_{\text{SO}_2}^0 + n_x) RT}{V}$$

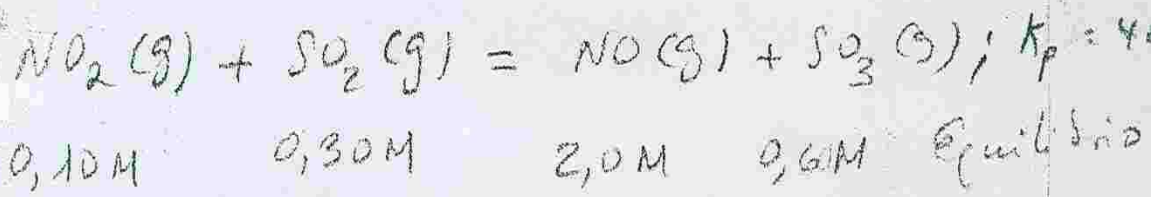
$$4,0 = \frac{(n_{\text{NO}}^0 - n_x)(n_{\text{SO}_3}^0 - n_x)}{(n_{\text{NO}_2}^0 + n_x)(n_{\text{SO}_2}^0 + n_x)} \quad \begin{array}{l} 1,15 \text{ moles} \\ \text{"} \\ n_{\text{NO}} = n_{\text{SO}_3} = 2 - 0,85 \end{array}$$

$$4,0 = \frac{(2 - n_x)^2}{(0,1 + n_x)(0,4 + n_x)} \Rightarrow n_x = 0,51 \text{ moles}$$

$$n_{\text{SO}_2} = 0,40 + 0,51 = 0,91 \text{ moles}$$

$$n_{\text{NO}_2} = 0,10 + 0,51 = 0,61 \text{ moles} \quad ?$$

(E)



Se agregan 0,5M de SO_2 adicional. I \longrightarrow D



$$K_p = K_c = \frac{(0,6+x)(2+x)}{(0,1-x)(0,8-x)} \begin{cases} 0,9349 \\ \underline{\underline{0,05485}} \end{cases}$$

$$[\text{NO}_2]_{\text{eq}} = 0,10 - 0,055 = 0,045 \text{ M} \quad \checkmark$$

$$[\text{SO}_2]_{\text{eq}} = 0,80 - 0,055 = 0,75 \text{ M} \quad \checkmark$$

$$[\text{NO}]_{\text{eq}} = 2,0 + 0,055 = 2,06 \text{ M} \quad \checkmark$$

$$[\text{SO}_3]_{\text{eq}} = 0,60 + 0,055 = 0,66 \text{ M} \quad \checkmark$$