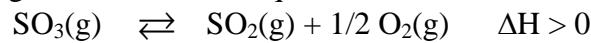


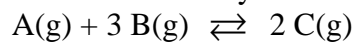
1.- Considérese el siguiente sistema en equilibrio:



Justifique la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:

- Al aumentar la concentración de oxígeno, el equilibrio no se desplaza porque no puede variar la constante de equilibrio.
- Al aumentar la presión total el equilibrio se desplaza hacia la izquierda.
- Al aumentar la temperatura el equilibrio no se modifica.

2.- En un recipiente de 10 litros de capacidad se introducen 2 moles del compuesto A y 1 mol del compuesto B. Se calienta a 300°C y se establece el siguiente equilibrio:



Cuando se alcanza el equilibrio, el número de moles de B es igual al de C. Calcule:

- El número de moles de cada componente en el equilibrio.
- El valor de las constantes K_c y K_p a esa temperatura.

Dato: $R = 0'082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$.

3.- El yoduro de amonio sólido se descompone en amoníaco y yoduro de hidrógeno, gases, según la ecuación:

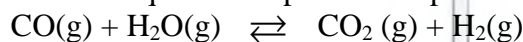


A 673 K la constante de equilibrio K_p es 0'215. En un matraz de 5 litros se introducen 15 g de NH_4I sólido y se calienta a esa temperatura hasta que se alcanza el equilibrio. Calcule:

- La presión total dentro del matraz, en el equilibrio.
- La masa de NH_4I que queda sin descomponer una vez alcanzado el equilibrio.

Datos: $R = 0'082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$. Masas atómicas: $\text{H} = 1$; $\text{N} = 14$; $\text{I} = 127$.

4.- En un recipiente de 10 litros a 800 K, se introducen 1 mol de $\text{CO}(\text{g})$ y 1 mol de $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$. Cuando se alcanza el equilibrio representado por la ecuación:

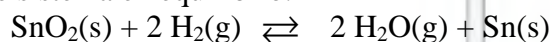


el recipiente contiene 0'655 moles de CO_2 y 0'655 moles de H_2 . Calcule:

- Las concentraciones de los cuatro gases en el equilibrio.
- El valor de las constantes K_c y K_p para dicha reacción a 800 K.

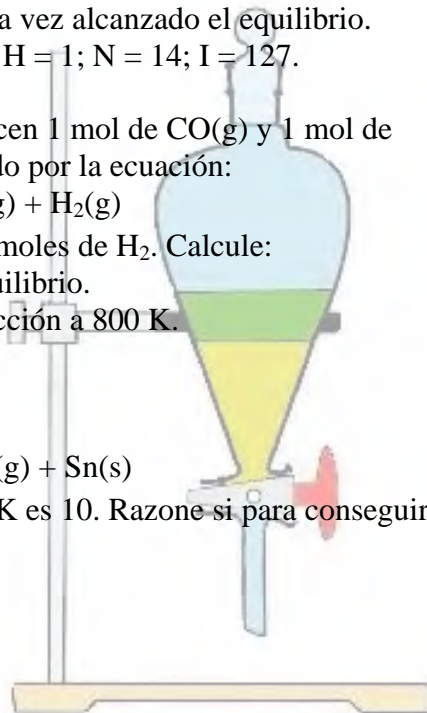
Dato: $R = 0'082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$.

5.- Para el siguiente sistema en equilibrio:



el valor de la constante K_p a 900 K es 1'5 y a 1100 K es 10. Razone si para conseguir una mayor producción de estaño deberá:

- Aumentar la temperatura.
- Aumentar la presión.
- Adicionar un catalizador.



EQUILIBRIO QUÍMICO QCA 04 ANDALUCÍA

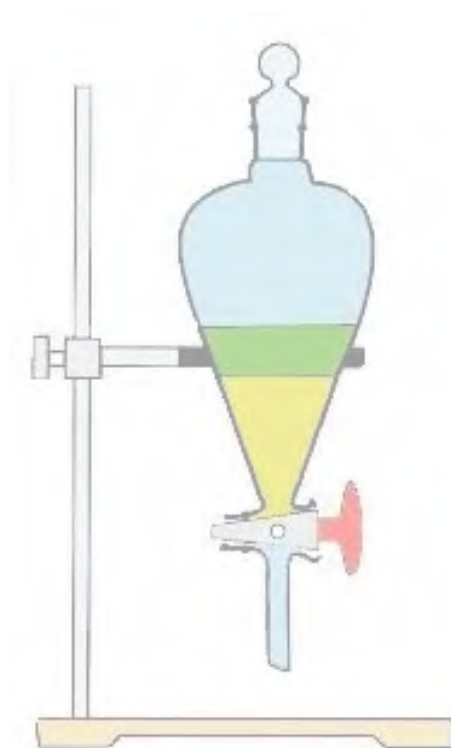
6.- En un matraz de 2 litros se introducen 12 g de PCl_5 y se calienta hasta $300\text{ }^\circ\text{C}$. Al establecerse el siguiente equilibrio de disociación:



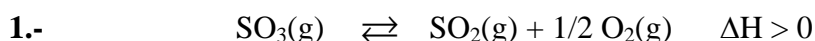
la presión total de la mezcla es de $2,12\text{ atm}$, a esa temperatura. Calcule:

- El grado de disociación del PCl_5 en las condiciones señaladas.
- El valor de K_p a $300\text{ }^\circ\text{C}$.

Datos: $R = 0,082\text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$. Masas atómicas: $\text{P} = 31$; $\text{Cl} = 35,5$.



EQUILIBRIO QUÍMICO QCA 04 ANDALUCÍA

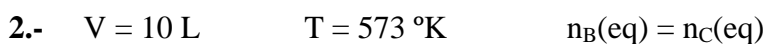


a) Es falsa. Al aumentar la concentración de oxígeno el equilibrio se desplaza hacia la izquierda, aumentando la concentración de SO_3 y disminuyendo las de SO_2 y O_2 porque la constante que no puede variar, viene dada por la expresión

$$K_c = \frac{[\text{SO}_2] \cdot [\text{O}_2]^{1/2}}{[\text{SO}_3]}$$

b) Es verdadera. Al aumentar la presión, el equilibrio se desplaza en el sentido en el que disminuye el número de moles, oponiéndose así a la causa que provoca el desequilibrio. Se desplaza hacia izquierda.

c) Es falsa. Al aumentar la temperatura, el equilibrio se desplaza en el sentido en el que absorbe calor. Como la reacción es endotérmica se desplaza hacia la derecha.



si le llamamos x al número de moles de A que desaparecen, podemos formular los moles de cada especie en el equilibrio en la siguiente tabla

especie	A	B	C
n_0	2	1	0
n_{eq}	$2-x$	$1-3x$	$2x$

como $n_B(\text{eq}) = n_C(\text{eq}) \quad 1-3x = 2x \quad x = 0,2 \text{ mol}$ por lo tanto el número de moles de cada especie en el equilibrio es $n_A = 1,8 \quad n_B = 0,4$ y $n_C = 0,4 \text{ mol}$

b) Calculamos las concentraciones en el equilibrio

$$[\text{A}]_{\text{eq}} = \frac{n_A}{V} = \frac{1,8}{10} = 0,18 \text{ M}$$

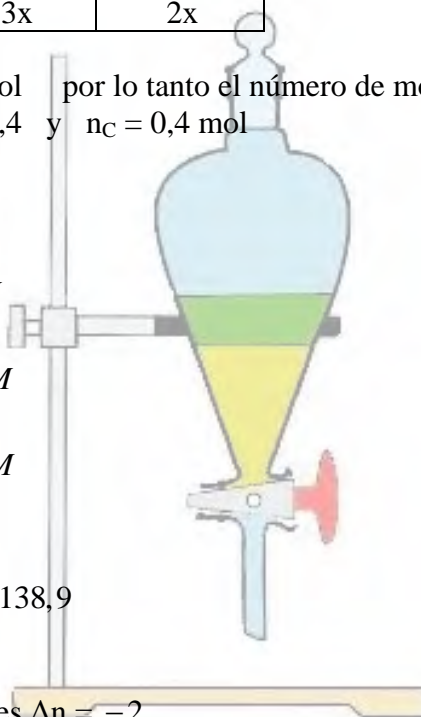
$$[\text{B}]_{\text{eq}} = \frac{n_B}{V} = \frac{0,4}{10} = 0,04 \text{ M}$$

$$[\text{C}]_{\text{eq}} = \frac{n_C}{V} = \frac{0,4}{10} = 0,04 \text{ M}$$

$$K_c = \frac{[\text{C}]^2}{[\text{A}] \cdot [\text{B}]^3} = \frac{0,04^2}{0,18 \cdot 0,04^3} = 138,9$$

como la variación de moles en la reacción ajustada es $\Delta n = -2$

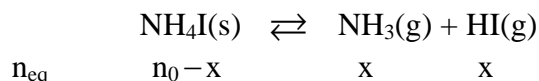
$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} = 138,9 (0,082 \cdot 573)^{-2} = 0,063$$



EQUILIBRIO QUÍMICO QCA 04 ANDALUCÍA

3.- $T = 673 \text{ °K}$ $K_p = 0,215$ $v = 5 \text{ L}$

a) Si llamamos x al número de moles de ioduro de amonio que desaparecen, podemos establecer el número de moles de cada especie en el equilibrio de la siguiente forma



como en el equilibrio solo intervienen los gases, el número total de moles es

$$n_T(\text{eq}) = x + x = 2x$$

las fracciones molares de ambos gases son

$$X_{\text{NH}_3} = X_{\text{HI}} = \frac{x}{2x} = \frac{1}{2}$$

las presiones parciales en el equilibrio son

$$P_{\text{NH}_3} = P_{\text{HI}} = X \cdot P_T = \frac{1}{2} \cdot P_T$$

Aplicamos la expresión de K_p

$$K_p = P_{\text{NH}_3} \cdot P_{\text{HI}} = \frac{P_T^2}{4} \quad P_T = \sqrt{4 \cdot K_p} = \sqrt{4 \cdot 0,215} = 0,93 \text{ atm}$$

b) Aplicamos la ecuación general de los gases ideales al equilibrio

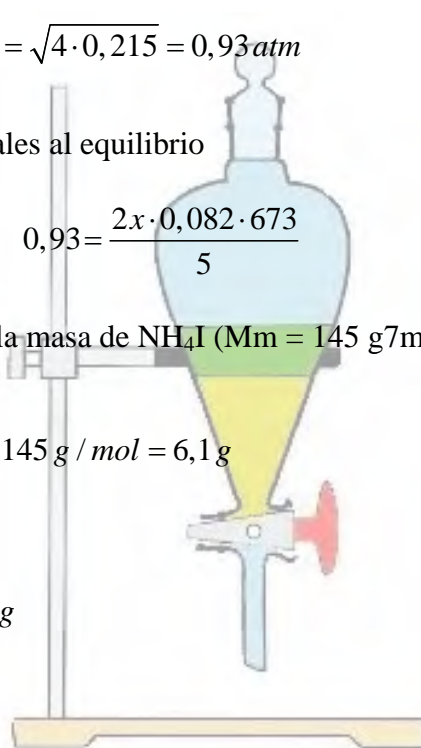
$$P_T(\text{eq}) = \frac{n_T(\text{eq}) \cdot R \cdot T}{V} \quad \text{sustituyendo} \quad 0,93 = \frac{2x \cdot 0,082 \cdot 673}{5}$$

despejando obtenemos $x = 0,042 \text{ mol}$, por lo tanto la masa de NH_4I ($M_m = 145 \text{ g/mol}$) que desaparece es

$$m_{\text{NH}_4\text{I}} = n_{\text{NH}_4\text{I}} \cdot M_m_{\text{NH}_4\text{I}} = 0,042 \text{ mol} \cdot 145 \text{ g/mol} = 6,1 \text{ g}$$

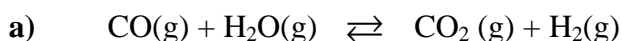
y la masa de NH_4I que queda sin descomponer

$$m_{\text{NH}_4\text{I}} = 15 \text{ g} - 6,1 \text{ g} = 8,9 \text{ g}$$



EQUILIBRIO QUÍMICO QCA 04 ANDALUCÍA

4.- $v = 10 \text{ L}$ $T = 800 \text{ °K}$

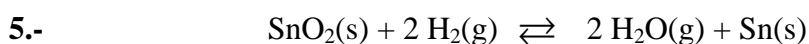


como la reacción se produce mol a mol, es decir todos los coeficientes son 1, podemos asegurar que los moles de CO y H₂O que desaparecen y los moles de CO₂ y H₂ que aparecen son 0,665 mol. Por lo tanto podemos establecer la siguiente tabla

especie	CO	H ₂ O	CO ₂	H ₂
n ₀	1	1	0	0
n _{eq}	1 - 0,665 = 0,335	1 - 0,665 = 0,335	0,665	0,665
c _{eq}	$\frac{0,335}{10} = 0,0335 \text{ M}$	0,0335 M	0,0665 M	0,0665 M

b)
$$K_c = \frac{[\text{CO}_2\text{(g)}] \cdot [\text{H}_2\text{(g)}]}{[\text{CO(g)}] \cdot [\text{H}_2\text{O(g)}]} = \frac{0,0665^2}{0,0335^2} = 3,94$$

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} \quad \text{como } \Delta n = 0 \quad K_p = K_c = 3,94$$



a) Como vemos en el enunciado, al aumentar la temperatura aumenta el valor de K_p lo que implica que el equilibrio se desplace hacia la derecha, es decir, la reacción es endotérmica. El aumento de temperatura favorece la producción de estaño.

b) La variación de moles en la reacción es $\Delta n = 2 - 2 = 0$ por lo tanto aumentar la presión no modifica el equilibrio y es indiferente para la producción de estaño.

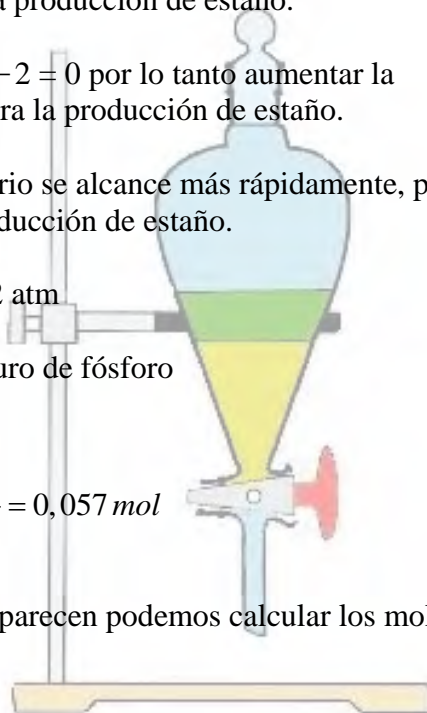
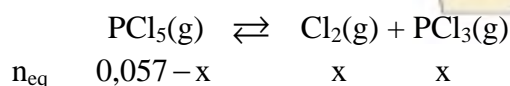
c) La adición de un catalizador hace que el equilibrio se alcance más rápidamente, pero no lo modifica, por lo que es indiferente para la producción de estaño.

6.- $V = 2 \text{ L}$ $T = 573 \text{ °K}$ $P_T(\text{eq}) = 2,12 \text{ atm}$

a) Calculamos lo moles que son 12 g de pentacloruro de fósforo
Mm(PCl₅) = 208,5 g/mol

$$n_{\text{PCl}_5} = \frac{m_{\text{PCl}_5}}{Mm_{\text{PCl}_5}} = \frac{12 \text{ g}}{208,5 \text{ g/mol}} = 0,057 \text{ mol}$$

si llamamos x al número de moles de PCl₅ que desaparecen podemos calcular los moles de cada especie en el equilibrio



EQUILIBRIO QUÍMICO QCA 04 ANDALUCÍA

6.-

a) (continuación)

el número total de moles en el equilibrio es $n_T(eq) = (0,057 - x) + x + x = 0,057 + x$
aplicamos la ecuación general de los gases ideales

$$P_T(eq) = \frac{n_T(eq) \cdot R \cdot T}{V} \quad 2,12 = \frac{(0,057 + x) \cdot 0,082 \cdot 573}{2}$$

despejando $x = 0,031$ mol por lo tanto el grado de disociación es

$$\alpha = \frac{0,031 \text{ mol}}{0,057 \text{ mol}} = 0,543 \quad (54,3\%)$$

b) calculamos la presión parcial de cada gas en el equilibrio

$$P_{PCl_5} = \frac{n_{PCl_5} \cdot R \cdot T}{V} = \frac{(0,057 - 0,031) \cdot 0,082 \cdot 573}{2} = 0,61 \text{ atm}$$

$$P_{Cl_2} = \frac{n_{Cl_2} \cdot R \cdot T}{V} = \frac{0,031 \cdot 0,082 \cdot 573}{2} = 0,73 \text{ atm}$$

$$P_{PCl_3} = \frac{n_{PCl_3} \cdot R \cdot T}{V} = \frac{0,031 \cdot 0,082 \cdot 573}{2} = 0,73 \text{ atm}$$

aplicamos la expresión de la constante de equilibrio

$$K_p = \frac{P_{Cl_2} \cdot P_{PCl_3}}{P_{PCl_5}} = \frac{0,73^2}{0,61} = 0,87$$

