

TEMA 5: EQUILIBRIO QUÍMICO.

- 1) El valor de K_c para la reacción $N_2(g) + 3 H_2(g) \rightleftharpoons 2 NH_3(g)$ es 2 a $400^\circ C$. Encontrar el valor de K_p a la misma temperatura. Sol: $6,57 \cdot 10^{-4}$
- 2) Este sistema en equilibrio: $FeO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Fe(s) + CO_2(g)$ contiene 2,19 mol de CO y 0,88 mol de CO_2 a $1000^\circ C$. Calcula el valor de K_p a esta temperatura.
- 3) El valor de K_c para el equilibrio $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$ es 0,19 mol/litro a $250^\circ C$. Se calientan 2,085g de PCl_5 en un recipiente de 500cc, manteniéndolos a $250^\circ C$ hasta que se establezca el equilibrio. ¿Cuáles serán las concentraciones de PCl_5 , PCl_3 y Cl_2 presentes en el equilibrio? Sol: $[PCl_5] = 0,002$; $[PCl_3] = [Cl_2] = 0,018$
- 4) Se mezclan 0,84 moles de PCl_5 y 0,18 moles de PCl_3 en un recipiente de un litro. Una vez alcanzado el equilibrio se encuentra que existen 0,72 moles de PCl_5 ¿Cuál es el valor de K_c para la reacción $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$ a esa temperatura? Sol: 0,05.
- 5) En la reacción $2 NO_2(g) \rightleftharpoons 2 NO(g) + O_2(g)$ se observa que una determinada mezcla en equilibrio tiene la siguiente composición: 0,96 moles de NO_2 , 0,04 moles de NO y 0,02 moles de O_2 , a 700K y 0,2 atmósferas. Calcula la constante de equilibrio K_p para esa reacción a 700K. Sol: $6,83 \cdot 10^{-6}$
- 6) La constante de equilibrio de la reacción $2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$ es 0,02 a 745K. ¿En qué sentido se producirá la reacción si se introduce 1,0 mol de HI, 0,10 moles de H_2 y 0,10 moles de I_2 en un recipiente de 10 litros y se calienta hasta 745K?
- 7) La constante de equilibrio K_p para la reacción $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ vale 55,3 a 700K. Mezclamos a esa temperatura esas tres sustancias en un recipiente cerrado, de forma que sus presiones parciales sean $P(HI) = 0,70$ atm, $P(I_2) = 0,020$ atm y $P(H_2) = 0,020$ atm. a) ¿En qué sentido tendrá lugar la reacción? b) ¿Cuáles serán las presiones parciales en el equilibrio? Sol: $P(I_2) = P(H_2) = 0,078$ atm. $P(HI) = 0,584$ atm.
- 8) Una mezcla de $HCl(g)$, $O_2(g)$, $H_2O(g)$ y $Cl_2(g)$ se encuentra en equilibrio a $200^\circ C$ según la reacción: $4 HCl(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2 H_2O(g) + 2 Cl_2(g)$; $\Delta H < 0$.Cuál será el efecto sobre la concentración de $HCl(g)$ en el equilibrio si: a) Se agrega a la mezcla más cantidad de O_2 . b) Se elimina Cl_2 de la mezcla reaccionante. c) Se aumenta el volumen de la mezcla al doble del original. d) La temperatura se reduce a $160^\circ C$. e) Se agrega a la mezcla un catalizador.
- 9) El NH_4Cl se descompone según el equilibrio: $NH_4Cl(s) \rightleftharpoons NH_3(g) + HCl(g)$.
¿Qué le sucede a una mezcla de NH_4Cl , NH_3 y HCl en equilibrio si se agrega más cloruro de amonio sólido?
- 10) La reacción: $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$ es endotérmica. Determina para cada una de las modificaciones siguientes la dirección cara a la que se desplaza la posición de equilibrio y di si cambia el valor de la constante de equilibrio en alguna de ellas. a) Se añade $Cl_2(g)$. b) Se disminuye el volumen del recipiente. c) Se aumenta la temperatura. d) Se añade un catalizador un catalizador.

e) Se añade un gas noble.

11) Las concentraciones de equilibrio de la reacción: $\text{PCl}_5 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3 (\text{g}) + \text{Cl}_2 (\text{g})$ a una determinada temperatura son $[\text{PCl}_5] = 0,40\text{M}$, $[\text{PCl}_3] = 0,20\text{M}$ e $[\text{Cl}_2] = 0,10\text{M}$. Si se añaden 0,10 moles de Cl_2 al recipiente de 1 litro en el que se encuentra la mezcla, ¿cuál será la nueva concentración de PCl_5 en el equilibrio? Sol: 0,45M

12) Hallar el valor de ΔG° y de la constante de equilibrio K_p a 298 K usando los datos termodinámicos de las tablas para la reacción: $\text{CaCO}_3 (\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO} (\text{s}) + \text{CO}_2 (\text{g})$. Sol: $K_p = 1,6 \cdot 10^{-23}$

13) La constante de equilibrio de la reacción: $\text{NO} (\text{g}) + 1/2 \text{O}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{NO}_2 (\text{g})$ es $K = 1,3 \cdot 10^6$ a 298 K. Si la entalpía normal de reacción es $\Delta H^\circ = -56,48 \text{ kJ/mol}$ calcula el valor aproximado de la constante de equilibrio a la temperatura de 598 K. Supón que ΔH y ΔS de la reacción no varían apreciablemente con la temperatura. Sol: $K = 14,04$

14) El NH_3 se obtiene según la reacción exotérmica: $\text{N}_2 (\text{g}) + 3 \text{H}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3 (\text{g})$ a) Predecir las condiciones de presión y temperatura más favorables para la obtención de una mayor cantidad de amoníaco.

b) Predecir como debemos variar las concentraciones de N_2 , H_2 y NH_3 para que a lo largo de la reacción se obtenga una mayor cantidad de amoníaco.

c) Predecir el efecto que producirá la presencia de un catalizador.

Teniendo en cuenta las K_s de las tablas resuelve los problemas siguientes.

1) En una disolución de fluoruro de bario saturada a 25°C , la concentración de ion bario es $1,82 \cdot 10^{-2} \text{ M}$. ¿Cuál será la concentración de ion fluoruro en esta disolución? ¿Cuál será el producto de solubilidad del fluoruro de bario? Sol: $0,037\text{M}$; $2,41 \cdot 10^{-5}$

2) ¿Cuáles serán las concentraciones del ion Pb^{2+} y del ion SO_4^{2-} si se añade 1 mol de PbSO_4 a 1 litro de agua? Sol: $1,14 \cdot 10^{-4}$

3) ¿Cuál es la solubilidad del hidróxido de magnesio en agua pura? Sol: $1,3 \cdot 10^{-4}$

4) La solubilidad del fosfato de plata en agua pura es 6,5mg/litro a 20°C ¿Cuál es el producto de solubilidad de esta sal? ¿Cuál será la solubilidad del fosfato de plata en una disolución 0,1M en Ag^+ ? Sol: $1,55 \cdot 10^{-18}$; $1,55 \cdot 10^{-15}$

5) Calcula la solubilidad del sulfato de Pb(II) : a) en agua pura. b) en una disolución 0,1M de nitrato de Pb(II) (sal soluble). c) en una disolución 0,1M de sulfato de sodio. Sol: $1,14 \cdot 10^{-4}$; $1,3 \cdot 10^{-7}$; $1,3 \cdot 10^{-7}$

6) Decidir si precipitará o no sulfato de calcio cuando: a) se mezclan 100cc de cloruro de calcio 0,02M con 100cc de sulfato de sodio 0,02M. b) se mezclan 100cc de cloruro de calcio 0,002M con 100cc de sulfato de sodio 0,002M. Sol: Precipita; No precipita.

7) Calcula la cantidad de sulfato de calcio precipitado cuando se mezclan 100cc de cloruro de calcio

0,02M con 100cc de sulfato de sodio 0,02M. Sol: 0,139 g

8) Cuando se mezcla en un vaso de precipitados 40cc de una disolución 0,1M de KI con 20cc de una disolución 0,1M de $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ se forma un precipitado amarillo. Calcula las concentraciones iónicas en el equilibrio y la masa del precipitado. Sol: $1,275 \cdot 10^{-3}$; $2,55 \cdot 10^{-3}$; 0,885g

9) La solubilidad del fluoruro de calcio es $2,73 \cdot 10^{-3}$ g/100ml a 25°C. Calcula el valor de K_s y escribe la ecuación representativa del equilibrio entre el precipitado y sus iones en disolución. ¿Cuál será la concentración de los iones calcio que quedarán en la disolución si se añade fluoruro de sodio de forma que la concentración en iones sodio sea 0,1M? Sol: $1,7 \cdot 10^{-10}$; $1,7 \cdot 10^{-8}$

10) A una disolución 0,1M en Ca^{2+} y 0,1M en Ba^{2+} se le añade lentamente sulfato de sodio. a) ¿Cuál es el sólido que precipitará antes? b) ¿Cuál es la concentración del ion sulfato en el instante en que precipita el primer sólido? c) Cuando comienza a precipitar el segundo sólido, ¿Cuál es la concentración del catión del primer sólido que todavía permanece en la disolución?. Sol: BaSO_4 ; $1,5 \cdot 10^{-8}$; $6,25 \cdot 10^{-6}$

11) Tenemos una disolución con iones Mn^{2+} y Co^{2+} , los dos en concentración 0,1M, y queremos precipitar separadamente los sulfuros correspondientes añadiendo gradualmente una disolución de ion sulfuro, S^{2-} , a la disolución anterior. a) Calcula la concentración mínima de S^{2-} necesaria para iniciar la precipitación de cada sulfuro. ($K_s[\text{MnS}] = 3,0 \cdot 10^{-14}$; $K_s[\text{CoS}] = 4,0 \cdot 10^{-21}$) b) Indica cuál de ellos precipita en primer lugar. c) Calcula la concentración del catión que precipita primero cuando comienza a precipitar el segundo. Sol: $3,0 \cdot 10^{-13}$, $4,0 \cdot 10^{-20}$, $1,33 \cdot 10^{-8}$

12) Cuando a una disolución acuosa de cloruro de magnesio se le añade otra de hidróxido de sodio, se forma un precipitado blanco. A continuación, si se le adiciona una disolución de ácido clorhídrico, el precipitado se disuelve. Explica estos hechos, escribiendo las reacciones correspondientes a ambos procesos.