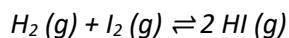


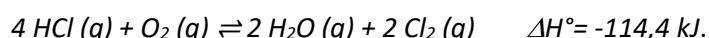
G11C. REACCIONES QUÍMICAS. EQUILIBRIO QUÍMICO

- 1) Para la reacción de síntesis de amoníaco en fase gaseosa a partir de hidrógeno y nitrógeno:
 - a) Justificar a partir del principio del desplazamiento (Le Chatelier), todas las formas posibles de desplazar el equilibrio para obtener mayor cantidad de amoníaco, sabiendo que la reacción que posee un $\Delta H^\circ < 0$. Tener en cuenta que esto significa buscar las condiciones más adecuadas para un alto rendimiento de la reacción.
 - b) ¿Por qué se enfriá la mezcla a la salida del reactor? (consultar de la bibliografía los puntos de ebullición de las sustancias presentes en la reacción).
- 2) Responder si las siguientes afirmaciones relacionadas con los conceptos de equilibrio químico y constante de equilibrio son correctas o incorrectas. Justificar.
 - a) "Cuando una reacción alcanza el equilibrio a una determinada temperatura, las concentraciones de los reactivos y de los productos permanecen constantes a lo largo del tiempo."
 - b) "Cuanto más rápidamente ocurra una reacción, mayor será la cantidad de producto en el equilibrio."
 - c) "Cuanto mayor sea la cantidad inicial de reactivos, mayor será la constante de equilibrio a una determinada temperatura."
 - d) "El estado de equilibrio es dinámico porque la velocidad de formación de los productos (reacción directa) es igual a la regeneración de los reactivos (reacción inversa)."
 - e) "El valor de la constante de equilibrio de una reacción química a una determinada temperatura dada sugiere cuán favorecida está la conversión de reactivos en productos."
 - f) "A una determinada temperatura, la presencia de un catalizador modifica el valor de la constante de equilibrio de la reacción donde actúa."
- 3) Considerando la reacción de síntesis del ioduro de hidrógeno a partir de las sustancias simples:



Al analizar el sistema en equilibrio se encontraron 2,50 mol de iodo, 8,30 mol de ioduro de hidrógeno y 0,55 mol de hidrógeno en un recipiente de volumen V.

- a) Calcular la constante de equilibrio, K_p .
- b) ¿Es necesario conocer en este caso el volumen y la temperatura del reactor? ¿Porqué?
- 4) Considere que la siguiente reacción ha alcanzado el estado de equilibrio:



a) Determinar qué le sucederá al número de moles de O_2 en el recipiente si se:

- | | |
|-----------------------------|---|
| i) añade algo de Cl_2 | ii) añade algo de HCl |
| iii) remueve algo de H_2O | iv) disminuye el volumen del recipiente |
| v) aumenta la temperatura | vi) añade algo de helio |
| vii) añade un catalizador | |

- 5) Dada la siguiente reacción química:



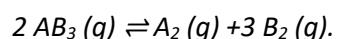
- a) Calcular la concentración de cada una de las sustancias del sistema en el equilibrio y el valor de la constante de equilibrio K_p , sabiendo que se parte de 6 mol de AB_2 y 2 mol de B_2 en un recipiente cerrado de 20 litros a 350°C y se forman 2,4 mol de producto.
- b) Calcular la presión final del sistema.
- c) Calcular el calor intercambiado, indicando si es calor ganado o cedido por el entorno.
- d) ¿Qué factores de equilibrio modificaría y cómo, para desplazar el equilibrio a la derecha? Explicar
- 6) Se estudió la reacción descomposición en fase gaseosa del pentacloruro de fósforo en tricloruro de fósforo y cloro. En un matraz de 5 L se introducen 2 moles de pentacloruro y 1 mol de tricloruro, y se deja que el sistema alcance el equilibrio.
- a) Escribir la ecuación de la reacción.
- b) Calcular las concentraciones de cada sustancia en el equilibrio sabiendo que a 250°C K_c vale 0,0406
¿Cuál es el grado de disociación del pentacloruro de fósforo?
- c) En el equilibrio anterior ¿cuál sería el grado de disociación si se partiera únicamente de 2 moles de pentacloruro de fósforo en el matraz de 5 L?
- 7) Dada la siguiente reacción química:



A 250°C se coloca una muestra de PCl_5 en un recipiente cerrado de 30 L y se deja que se establezca el equilibrio. En ese instante hay 1,847 mol de PCl_5 , 1,500 mol de PCl_3 y 1,500 mol de Cl_2 .

- a) Calcular K_c y K_p a 250°C .
- b) Calcular la concentración de cada una de las sustancias del sistema a 250°C al establecerse el equilibrio si en el recipiente cerrado de 30 L previamente evacuado se introducen 3 mol de PCl_3 y 3 mol de $\text{Cl}_2(g)$.
- 8) A 450°C y 10 atm de presión el $\text{NH}_3(g)$ está disociado en un 95,7 % según la reacción:
- $$2 \text{NH}_3(g) \rightleftharpoons \text{N}_2(g) + 3 \text{H}_2(g)$$
- a) Calcular K_c y K_p a dicha temperatura
- 9) En un recipiente de 10 L se introduce una mezcla de 4 moles de $\text{N}_2(g)$ y 12 moles de $\text{H}_2(g)$. Si establecido el equilibrio se observa que se formaron 0,92 moles de $\text{NH}_3(g)$:
- a) Determinar las concentraciones de N_2 , H_2 y NH_3 en el equilibrio.
- b) Determinar la constante de equilibrio, K_c .
- 10) En un recipiente cerrado se coloca una cierta cantidad de carbamato de amonio sólido ($\text{NH}_4\text{CO}_2\text{NH}_2$) que se disocia en amoníaco (NH_3) y dióxido de carbono (CO_2) a 25°C . La constante de equilibrio K_p para la reacción de disociación a esa temperatura vale $K_p = 2,3 \times 10^{-3}$.
- a) Calcular K_c y calcular las presiones parciales en el equilibrio.

- 11) En un reactor que opera a presión constante de 20 atm y 25°C se colocaron 30 moles de un gas AB_3 , el cual se descompone de acuerdo con la reacción:



Al llegar al estado de equilibrio, el sistema había realizado un trabajo mecánico de 59230 Joule.

- a) Determinar las concentraciones de cada uno de los gases del sistema en el equilibrio.
- b) Determinar la constante de equilibrio, K_c .
- c) Calcular el calor intercambiado con el medio.
- d) Calcular la variación de energía interna que experimenta el sistema.
- e) Indique 2 formas de aumentar la formación de productos.

Datos: $\Delta H^\circ_R = -5,43$ Kcal/mol de AB_3 (considere el calor liberado por mol de AB_3 que reacciona)

Respuestas:

- 1) a) Para desplazar el equilibrio hacia la formación de amoníaco se puede: disminuir la temperatura para contrarrestar el calor liberado por la reacción; aumentar la presión (el sistema intentará minimizar la presión total desplazando el equilibrio hacia el lado con menos moles gaseosos); aumentar la concentración de los reactivos (el sistema intentará consumir los reactivos en exceso desplazando el equilibrio hacia la derecha); retirar amoníaco del sistema a medida que se forma. b) El amoníaco tiene un punto de ebullición mucho más alto que el hidrógeno y el nitrógeno. Al enfriar la mezcla, el amoníaco se condensa mientras que el hidrógeno y el nitrógeno permanecen en fase gaseosa, permitiendo separar el producto (NH_3) de los reactivos no reaccionados.
- 2) a) correcta b) incorrecta c) incorrecta d) correcta e) correcta f) incorrecta
- 3) a) $K_p = 50,1$ b) No, no es necesario, porque la reacción tiene la misma cantidad de moles en productos y reactivos (2 moles). Al plantear la expresión de $K_p \rightarrow k_p = (P_{\text{H}_1})^2 / (P_{\text{H}_2} \cdot P_{\text{I}_2}) = (RTn_{\text{H}_1}/V)^2 / ((RTn_{\text{H}_2}/V) \cdot (RTn_{\text{I}_2}/V))$ se pueden cancelar tanto el volumen como la temperatura y se llega a la expresión $K_p = (n_{\text{H}_1})^2 / (n_{\text{H}_2} \cdot n_{\text{I}_2})$.
- 4) i) aumenta ii) disminuye iii) disminuye iv) disminuye v) aumenta vi) no se modifica vii) no se modifica
- 5) a) $[\text{AB}_2] = 0,18 \text{ mol/L}$ $[\text{B}_2] = 0,04 \text{ mol/L}$ y $[\text{AB}_3] = 0,12 \text{ mol/L}$ $K_p = 0,2175$ b) $P_{\text{Final}} = 17,37 \text{ atm}$
c) calor intercambiado = -38,4 kcal (ganado por el entorno)
- 6) a) $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ b) En el equilibrio: $[\text{PCl}_5] = 0,342 \text{ mol/L}$ $[\text{PCl}_3] = 0,256 \text{ mol/L}$ $[\text{Cl}_2] = 0,056 \text{ mol/L}$ $\alpha = 0,14$ c) $\alpha = 0,276$
- 7) a) $K_c = 0,0406$ y $K_p = 1,7405$ b) $[\text{PCl}_3] = 0,0466 \text{ mol/L}$ $[\text{Cl}_2] = 0,0466 \text{ mol/L}$ $[\text{PCl}_5] = 0,0534 \text{ mol/L}$.
- 8) a) $K_p = 1,99 \times 10^4$ $K_c = 5,66$
- 9) a) $[\text{N}_2] = 0,354 \text{ mol/L}$ $[\text{H}_2] = 1,062 \text{ mol/L}$ $[\text{NH}_3] = 0,092 \text{ mol/L}$ b) $K_c = 1,996 \times 10^{-2}$
- 10) a) $K_c = 1,58 \times 10^{-8}$ $P_{\text{CO}_2} = 0,0386 \text{ atm}$ $P_{\text{NH}_3} = 0,0772 \text{ atm}$
- 11) a) $[\text{AB}_3] = 0,092 \text{ mol/L}$ $[\text{A}_2] = 0,182 \text{ mol/L}$ $[\text{B}_2] = 0,545 \text{ mol/L}$ b) $K_c = 3,47$ c) $Q = -544 \text{ kJ}$ d) $\Delta U = -603 \text{ kJ}$