Pontificia Universidad Católica de Chile
Taller 4
QIM100E, 2023-1°

Equilibrio Químico

Conceptos Generales

1. Indique si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas. Justifique el motivo de aquellas que considere falsa.

a) Una reacción química alcanza el equilibrio químico cuando se igualan las concentraciones de reactivos y productos
b) En el equilibrio químico, la variación de energía de Gibbs del sistema (ΔGsistema) es mayor a 0.
c) Si K $\approx \infty$, el equilibrio esta desplazado hacia los reactivos
d) Si $Q_c > K_c$ el sistema avanzará hacia la formación de reactivos

Principio de Le Châtelier

1. Prediga hacia donde se desplazará el equilibrio al disminuir la concentración de la especie subrayada en cada una de las reacciones siguientes:

a) $N_2\,(g) + \underline{O_2}\,(g) \leftrightarrows 2NO_2\,(g)$
b) $Cl_2\,(g) + 3F_2\,(g) \leftrightarrows \underline{2F_3Cl}\,(g)$
c) $\underline{2H_2S}\,(g) + 3O_2\,(g) \leftrightarrows 2SO_2\,(g) + 2H_2O\,(g)$

2. En un reactor de 1 L de capacidad se colocan 4 mol de hidrógeno (H_2) y 4 mol de yodo (I_2) a 478 °C, produciéndose la siguiente reacción endotérmica (Kc = 0,45): $H_{2(g)} + I_{2(g)} \leftrightarrows 2HI_{(g)}$
   a) Indique qué efecto tendrá sobre el equilibrio de la reacción si se aumenta la presión del sistema
   b) Indique que efecto tiene sobre el equilibrio enfriar el reactor (extraer calor del sistema).
   c) Sugiera una forma de incrementar la producción de HI.

K_c, K_p y concentraciones en equilibrio

1. Se introduce HI en un recipiente cerrado a 425 ºC el cual se descompone parcialmente en H_2 y I_2, según la siguiente reacción: $2HI\,(g) \leftrightarrows H_2\,(g) + I_2\,(g)$. En el equilibrio [HI]= $1{,}75\cdot10^{-3}$ mol/L, [H_2]=$2{,}4\cdot10^{-4}$ mol/L; [I_2] = $2{,}4\cdot10^{-4}$ mol/L. Calcule los valores de K_c y K_p.

2. La reacción: $2SO_3\,(g) \leftrightarrows 2\,SO_2\,(g) + O_2\,(g)$, tiene una $K_c = 4{,}8\cdot10^{-3}$ a 700°C. Calcular el valor de K_c y K_p para la reacción: $2SO_2\,(g) + O_2\,(g) \leftrightarrows 2SO_3\,(g)$ a la misma temperatura.

3. La reacción: $C(s) + CO_2(g) \leftrightarrows 2CO(g)$ tiene $K_p = 1{,}50$ a 650°C. Determinar las presiones parciales de CO y CO_2, si la presión total en el equilibrio es de 2,5 atm.

4. A una temperatura de 1000 K, la siguiente reacción; $2SO_3\,(g) \leftrightarrows 2SO_2\,(g) + O_2\,(g)$ tiene $K_c = 4{,}08\cdot10^{-3}$. Prediga el sentido en que avanzará la reacción, si las concentraciones iniciales son [SO_3] = $2\cdot10^{-2}$ mol/L [SO_2] = $2{,}5\cdot10^{-3}$ mol/L; [O_2]= $3{,}5\cdot10^{-2}$ mol/L. Calcule el valor de K_p a esta temperatura.

5. En un matraz de 1 litro se lleva a cabo una reacción de descomposición térmica de 0,05 mol de XY(g) a 500 °C, según la siguiente reacción: $2XY(g) \leftrightarrows X_2(g) + Y_2(g)$. Una vez alcanzado el equilibrio, la concentración molar de XY fue de 0,04 mol/L.

   a) Determine K_c.

b) Si agregan 0,02 mol de XY, determine las nuevas concentraciones en el equilibrio.

Grado de disociación, K_p y K_c

1. Para la siguiente reacción: 2NOBr (*g*) ⇆ 2NO (*g*) + Br_2 (*g*). a una temperatura de 20°C, el bromuro de nitrosilo (NOBr) se disocia un 30 % y la presión total es de 0,20 atm. Calcule K_p y K_c.
2. A una temperatura de 400 ºC y 1 atm de presión, el amoníaco (NH_3) se encuentra disociado en un 40 %, formando nitrógeno (N_2) e hidrógeno (H_2) gaseosos, según la siguiente reacción: $2NH_{3(g)} \leftrightarrows 3H_{2(g)} + N_{2(g)}$
   En relación a esto, calcular:

a) La presión parcial de cada gas en el equilibrio. b) El volumen de la mezcla, si se agregan 170 g de NH_3.
c) K_p d) K_c

Equilibrio ácido-base

Par ácido base conjugado

1. Completar la reacción ácido-base e identificar los pares conjugados ácido-base en cada una de las siguientes reacciones:
   (a) NH_3 + HCl ⇆
   (b) HS^- + H_3O^+ ⇆
   (c) HPO_4^{2-} + SO_3^{2-} ⇆
   (d) HNO_2 + OH^- ⇆

pH

2. Determine:
   (a) El pH y la concentración de OH^- de una disolución de NaOH preparada a partir de 240 g de NaOH en 700 mL de agua.
   (b) La concentración de iones H_3O^+ en una disolución acuosa de pOH 2.73
   (c) La cantidad de NaOH (en gramos) necesaria para preparar 546 mL de una disolución de pH 11,5

3. El pH de una disolución de ácido monoprótico de concentración 0,0642 M es de 3,86. Indique si se trata de un ácido fuerte o débil.

4. Se ha demostrado que la disolución de ácido hipocloroso, HOCl, de concentración 0,025 % v/v es efectivo contra COVID-19 ¿Qué pH presenta la disolución? Datos: d_{HOCl}=1,16 g/mL, M_{HOCl} = 52,5 g/mol, Ka= $3{,}0 \times 10^{-8}$

5. Considere las siguientes constantes de acidez (K_a) para los distintos ácidos y ordénelos de acuerdo con su fuerza como ácido (de más fuerte a más débil). Justifique su respuesta.
   Ácido fórmico: $K_a = 1{,}8 \times 10^{-4}$ Fenol: $K_a = 1{,}0 \times 10^{-10}$
   Ácido nítrico: $K_a = 7{,}2 \times 10^{-4}$ Ácido acético: $K_a = 1{,}8 \times 10^{-5}$

6. Escriba la ecuación química de disociación de las siguientes sustancias, y calcule el pH y pOH en cada caso:
   (a) Ácido fluorhídrico (HF) 6 mol/L, $K_a = 6{,}8 \times 10^{-4}$.
   (b) Ácido benzoico ($HC_7H_5O_2$) 3 mol/L $K_a = 6{,}3 \times 10^{-5}$.
   (c) Metilamina (NH_2CH_3) 0,05 mol/L $K_b = 4{,}4 \times 10^{-4}$.

Cálculo de concentraciones en equilibrio

7. La metilamina (CH_3NH_2) es una sustancia utilizada a nivel industrial en la producción de bactericidas y explosivos. Indica cuantos gramos de metilamina hay en 100 mL de disolución de pH 10,7.

8. La droga de elevado consumo cocaína es un alcaloide. Los alcaloides se detectan por su sabor amargo, que es una indicación de sus propiedades básicas. La cocaína, $C_{17}H_{21}O_4N$, es soluble en agua hasta 0,17 g/100 mL de disolución, y la disolución saturada tiene un pH = 10,08. ¿Cuál es el valor de Kb para la cocaína?

$$C_{17}H_{21}O_4N_{(ac)} + H_2O_{(l)} \leftrightarrows C_{17}H_{21}0_4NH^+_{(ac)} + OH^-_{(ac)}$$

9. Se tiene una solución de ácido nitroso, HNO_2, 0,0391 % m/V, de pH 2,74. Determina
   (a) La Ka del ácido.
   (b) La concentración de HNO_2 en el equilibrio.
   Datos: $M_{HNO2} = 47{,}0$ g/mol

10. Indique la manera de preparar 1,5 L de una disolución de un ácido HA de pH = 2, a partir de una disolución del ácido concentrado al 40 % m/m y de densidad igual a 1,16 g/mL. Considere que el ácido es un ácido débil con una Ka de $6{,}7 \times 10^{-4}$ Datos: Masa atómica = H : 1 g/mol ; A : 19 g/mol

$$HA \leftrightarrow H^+ + A^-$$

pH de sales

11. Calcule la concentración de OH^- y el pH de una disolución de la sal iónica de acetado de sodio (CH_3COONa) 0,15 mol/L. Considere que el $K_a(CH_3COOH) = 1{,}8 \times 10^{-5}$ (ácido precursor).

12. Calcule el pH y pOH de una disolución 0,2 mol/L de una sal de nitrato de amonio (NH_4NO_3), sabiendo que $K_a(NH_4^+) = 5{,}6 \times 10^{-10}$.

12. Una disolución de acetato de aluminio tiene pH = 8.5. Encuentre las concentraciones de las especies presentes en la disolución, si la constante de basicidad (K_a) del ácido acético es 1.75×10^{-5}.
    El acetato de aluminio es una sustancia que en disolución acuosa se encuentra disociada según la ecuación:

$$Al(CH_3COO)_3 \rightarrow \quad Al^{+3} \quad + \quad CH_3COO^-$$

Disoluciones amortiguadoras

13. Calcule el pH de un sistema amortiguador formado por amoniaco (NH_3) 0,15 mol/L y cloruro de amonio (NH_4Cl) 0,35 mol/L.

14. Un amortiguador de bicarbonato-acido carbónico tiene un pH 7,5. Calcule la relación de concentración de ácido carbónico (H_2CO_3) respecto a la del ion bicarbonato (HCO_3^-).

15. El lactato de sodio ($CH_3CHOHCOO^-Na^+$) se utiliza en disolución 0,05mol/L para tratar la deshidratación con acidosis y la depresión electrolítica. (Ka $CH_3CHOHCOOH$ = $1{,}2x10^{-4}$). El ácido láctico ($CH_3CHOHCOOH$) se acumula en los músculos después de procesos anaeróbicos, si se mezclan 150 mL de disolución 0,07 mol/L del ácido con los 100 mL de la disolución de lactato de sodio. Calcular el pH de la disolución resultante.

16. Usted desea preparar 1,5 L de una solución mezclando 700 mL de una disolución de 0.150 M de piridina, C_5H_5N (K_b = $1.7x10^{-9}$) con 800 mL de una disolución que contiene 15 gramos de cloruro de piridinio disuelto en ese volumen, C_5H_6NCl (sal del ácido conjugado de la piridina).
    a) ¿Qué pH tendrá esta solución buffer?
    b) ¿Qué pH tendrá la solución amortiguadora si añade 100 mL de una disolución de HCl 0,75 M?
    Datos: C_5H_5N = 79 g/mol, C_5H_6NCl = 115,56 g/mol