Pontificia Universidad Católica de Chile
Taller 4
QIM100E, 2024

Equilibrio Químico

Conceptos Generales

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

a) Si el cociente de reacción (Q) es mayor a la constante de equilibro (K_c), la reacción procederá hacia los reactivos.

b) Si la reacción es exotérmica, un aumento en la temperatura desplazará el equilibrio hacia la formación de productos.

c) K_c y K_p tendrán el mismo valor si en un equilibrio en estado gaseoso la suma de los coeficientes estequiométricos de los reactivos y los productos es la misma.

d) El valor de la constante de equilibrio no depende de las concentraciones iniciales

Principio de Le Châtelier

2. Al calentar yodo I_2 (g) en una atmosfera de dióxido de carbono (CO_2(g)), se produce monóxido de carbono (CO(g)) y pentaóxido de diyodo (I_2O_5(g)):

$$I_2(g) + 5CO_2(g) \rightleftharpoons 5CO(g) + I_2O_5\ (s)\ \ ;\ \Delta H = 1175\ kJ$$

Justifique el efecto que tendrán los cambios que se indican:

a) Disminución del volumen sobre el valor de la constante K_c
b) Adición de I_2 (g) sobre la cantidad de CO
c) Reducción de la temperatura sobre la cantidad de CO_2 (g)

3. Determine hacia donde se desplazará el equilibrio, en cada una de las siguientes situaciones.

a) $CO\ (g) + H_2O \leftrightarrow CO_2\ (g)$, Disminución de la presión total

b) $C\ (s) + CO_2(g) + calor\ \leftrightarrow 2CO\ (g)$, Aumento de la temperatura

c) $CaCO_3\ (s) \leftrightarrow CaO(s) + CO_2\ (g)$, Eliminaciónde CO_2

d) $N_2\ (g) + 3H_2(g) \leftrightarrow 2\ NH_3\ (g)$, Aumento de la concentración de $NH_3(g)$

e) $2NOBr\ (g) \leftrightarrow 2NO(g) + Br_2(g)$, Disminución de la presión total

4. En un recipiente cerrado se establece el siguiente equilibrio:

$$2HgO\,(s) \rightleftharpoons Hg(l) + O_2(g)\ ;\ \Delta H > 0$$

a) Escriba las expresiones de las constantes K_c y K_p
b) ¿Cómo afecta al equilibrio un aumento de la presión parcial de oxígeno?
c) ¿Qué le ocurrirá al equilibrio cuando se aumente la temperatura?

K_c, K_p y concentraciones en equilibrio

5. Un recipiente de 306 ml contiene a 35 °C una mezcla en equilibrio de 0.384 g de NO_2 y 1.653 g de N_2O_4. Determinar:

a) La presión en el recipiente y la densidad de la mezcla
b) El valor de K_c y K_p para la reacción $N_2O_4\,(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$

Datos: R=0.08206 $\frac{\text{atm L}}{\text{mol K}}$; Masas atómicas N=14 g mol^{-1} O=16 g mol^{-1}

6. La constante de equilibrio Kc para la reacción gaseosa:

H2 + I2 ←→ 2IH

Vale 55.3 a 700 K. Se pide:

a) Decir lo que ocurrirá al mezclar a dicha temperatura, en un recipiente cerrado, estas tres sustancias a las presiones iniciales siguientes: IH=0.7 atm; H_2 = 0.02 atm; I2=0.02 atm.

b) ¿Cuáles serán las respectivas presiones parciales de equilibrio?

7. Para la reacción en equilibrio $SO_2Cl_2(g) \rightleftharpoons SO_2(g) + Cl_2(g)$ la constante es K_p = 2.4 a 375 K. A dicha temperatura se introducen 0.05 moles de SOClen un recipiente cerrado de 1 L de capacidad. Una vez alcanzado el equilibrio calcule:
a) La constante K_c y las presiones parciales de cada componente de la mezcla.
b) Razone si aumentará la producción de SO_2 al disminuir el volumen del recipiente
Datos: R = 0,082 0.082 $\frac{\text{atm L}}{\text{K mol}}$; Masas atómicas: Cl = 35.5; Mn = 54.9 g mol^{-1}; O =16.0 g mol^{-1}

8. Al calentar el pentacloruro de antimonio se disocia en tricloruro de antimonio y cloro. A 182°C y presión de 1 atm se disocia en un 29,2%. Calcúlense las K_p y K_c para la disociación de dicho compuesto a esta temperatura, así como la presión a la cual se disociará en un 60 %.

$$SbCl_5 \rightleftharpoons SbCl_3 + Cl_2$$

9. En el sistema en equilibrio $CO\,(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons COCl_2$ las concentraciones son [CO] = 2 mol/L, [Cl_2] = 2 mol/L, [$COCl_2$] = 20 mol/L. Calcula la concentración de todos los componentes cuando:

a) Se añade 1 mol/L de cloro, b) se duplica el volumen respecto del caso inicial; c) se duplica la presión respecto del caso inicial.

Grado de disociación, K_p y K_c

10. En un recipiente de 250 mL se introducen 0.46 g de N_2O_4 (g) y se calienta hasta 40°C, disociándose el N_2O_4(g) en un 42% al alcanzar el siguiente equilibrio: $N_2O_2 \leftrightarrows 2NO_2(g)$

a) Calcule la constante K_c del equilibrio.
b) Determine la presión total en el equilibrio y el valor de K_p

Datos: R = 0,082 0.082 $\frac{\text{atm L}}{\text{K mol}}$; Masas atómicas relativas: N = 14 g mol^{-1}; 0 = 16 g mol^{-1}

Equilibrio ácido-base

11. Dadas las especies: NH_3, CN^-, HI, HS^-. Escribir reacciones que justifiquen su carácter ácido o básico, en disolución acuosa, e identifica en cada reacción los pares ácido-base conjugados.

12. Hallar el pH en: a) una disolución 0.2 M de hidróxido de sodio. b) una disolución 0.05 M de ácido nítrico. c) de una disolución 0.1 M de hidróxido de calcio

13. ¿A qué concentración tendrá el pH=3 una disolución de ácido metanoico cuya constante de acidez es 1.77 x 10^{-4}?, ¿cuánto valdrá el grado de disociación?

Pontificia Universidad Católica de Chile
Taller 4
QIM100E, 2024

$$HCOOH\,(aq) \Leftrightarrow HCOO^{-}(aq) + H^{+}(aq)$$

pH

14. El pH de una disolución de un ácido monoprótico (HA), de concentración $5x10^{-3}$ M vale 2,3. ¿Se trata de un ácido fuerte o débil? Razonar la respuesta.

15. Se tienen dos disoluciones: una obtenida disolviendo 0.6 g de hidróxido de sodio (NaOH) en 100 mL de agua, y otra de sulfúrico 0.25 M.

a) ¿Cuál es el pH de cada disolución?

b) ¿Qué pH tendría una disolución obtenida al mezclar 50 mL de cada una de ellas?

16. Dado los cuatro compuestos que se muestran en la tabla:

HCOOH	$pK_a = 3.74$
C_6H_5-COOH	$pK_a = 4.20$
CH_3-CH_2-COOH	$pK_a = 4.88$
C_6H_5-OH	$pK_a = 9.88$

a) Ordene justificadamente los compuestos de menor a mayor carácter ácido

b) Justifique numéricamente cuál es más débil como ácido que su base conjugada como base

17. Para las siguientes soluciones de ácidos débiles a 25 °C:

i.- HCN 0.10 M, $K_a = 7.4 \times 10^{-10}$
ii.- HNO_2, $[H^+] = 3.3 \times 10^{-3}$

a) Escribe las ecuaciones de disociación
b) Calcula pH y pOH. ¿Cuál de ellos tiene mayor acidez?

Cálculo de concentraciones en equilibrio

18. El ácido acetilsalicílico, $C_9O_4H_8$, abreviado HA, es un ácido monoprótico débil. Calcule el pH de una disolución preparada disolviendo una tableta de aspirina de 0.5 g en un vaso con 100 cm^3 de agua (se disuelve completamente).

19. La droga cocaína es un alcaloide. Los alcaloides se detectan por su sabor amargo, que es una indicación de sus propiedades básicas. La cocaína, $C_{17}H_{21}O_4$, es soluble en agua hasta 0.17 g mL^{-1} y la disolución saturada tiene un pH=10.08. ¿Cuál es el valor de K_b para la cocaína?

$$C_{17}H_{21}O_4N\,(ac) + H_2O\,(l) \leftrightarrows C_{17}H_{21}O_{14}NH^+\,(ac) + OH^-(ac)$$

20. Hallar el pH y las concentraciones finales de todas las especies presentes en una disolución 0.8 M de nitrito de calcio (K_a(ácido nitroso)=$4x10^{-4}$)

pH de sales

21. Calcular el pH de una disolución de cloruro de amonio 2 M y el grado de hidrolisis de la sal [K_b (NH_3) = 1.8 x 10^{-5}]

$$\mathbf{NH_4Cl + H_2O \rightarrow NH_4^+(ac) + Cl^-(ac)}$$

$$\mathbf{NH_4^+ + H_2O \rightleftarrows NH_3 + H_3O^+}$$

22. 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 x 10^{-10}.

Disoluciones amortiguadoras

23. Calcule el pH de una disolución formada por CH_3COONa 0.05 M y CH_3COOH 0.1 ¿Cuál sería el pH de esta solución si se diluye 10 veces?

24. Preparar 250 ml de una disolución tampón oxalato 0.2 M y pH 1.5 (K_a: 6.5 x 10^{-2} ; PM ácido: 90 g mol^{-1}; PM sal COONa: 112 g mol^{-1})