

PROBLEMAS ACIDO-BASE Y CARBONATOS

1. El análisis de una muestra de agua residual presentó los siguientes resultados:

DBO = 130 mg O₂/L; DQO = 180 mg O₂/L; Ca²⁺ = 10 mg/L; SO₄²⁻ = 6000 mg/L. Calcular:

- Calcular el pH debido a la presencia de sulfatos.
- Calcular la cantidad de Na₂CO₃, que se necesita añadir para reducir la dureza de esa agua un 60%.
- Si la materia orgánica del vertido consiste en azúcar (CH₂O)₆, sustancia biodegradable y fenol que es no biodegradable, calcular la cantidad de cada una de estas sustancias en el agua residual, si el vertido tiene un caudal de 1000 L/min.

Datos: $K_{a2} \text{ H}_2\text{SO}_4 = 10^{-1.92}$, $K_{ps} \text{ CaCO}_3 = 8.7 \cdot 10^{-9}$

2. Determinar el pH del agua de lluvia si la concentración de CO₂ en la atmósfera es de 360 ppm a 25 °C y 1 atm.

3. En un proceso de síntesis de ácido láctico (CH₃—CHOH—COOH), se produjo una fuga de 10 toneladas de una solución acuosa de dicho ácido. El vertido fue conducido a un tanque de almacenamiento donde se le adicionó KOH para su neutralización. Calcular:

- pH del vertido antes de su neutralización
- kg de KOH sólido del 80% de riqueza que será necesario añadir para neutralizar el ácido.
- pH después de la neutralización
- equivalentes de población y DBO del vertido

Datos: densidad de la disolución de ácido láctico 1.21 g/cm³; riqueza de la disolución del ácido 90%. $K_a = 1.37 \cdot 10^{-4}$. DBO eq = 80 g O₂/día.eq

4. Calcular cual es el pH del un río inmediatamente después del vertido de 400 litros de HCl 14 M durante un periodo de 1 hora. El río lleva un caudal de 100 m³/s y tiene un pH de 7.5. El pK_a del HCl es de -3.

5. Un tratamiento para la eliminación de amoniaco del agua es hacer pasar el agua a través de una torre de desorción con aire. Determinar a qué pH debe operarse para asegurar una eliminación eficaz del amoniaco. El pK_a del amoniaco es 9.3.

6. Al eliminar NO_x de un gas de chimenea se obtiene una solución de ácido nítrico, pH=2. Despreciar los efectos de la fuerza iónica y considérese la temperatura 25°C.

- ¿Qué cantidad de Na₂CO₃ se debe añadir para neutralizar esta solución antes de descargarla? (El pH final es 8.3. Supóngase que no hay ácidos débiles presentes en el agua del lavador) ¿Cuál es la especie carbonatada predominante a pH 9.4?

b) ¿Cuál es la intensidad de amortiguación de la solución final?

Datos: $pK_{H_2CO_3/HCO_3^-} = 6.3$; $pK_{HCO_3^-/CO_3^{2-}} = 10.3$

7. Determinar el pH del agua de mar a 15°C en equilibrio con la atmósfera ($PCO_2 = 3.3 \cdot 10^{-4}$ atm).

Datos: Alcalinidad agua de mar = $2.47 \cdot 10^{-3}$ eq/L, concentración de boro $B_T = 4.1 \cdot 10^{-4}$ M, $K_H = 4.8 \cdot 10^{-2}$ M atm⁻¹; $K_1 = 8.8 \cdot 10^{-7}$; $K_2 = 5.6 \cdot 10^{-10}$; $K_{Bórico} = 1.6 \cdot 10^{-9}$; $K_W = 2.10^{-14}$

8. Una corriente tiene un pH de 8.3 y una concentración de carbonatos de $3 \cdot 10^{-3}$ M. A esta corriente se vierte un agua de desecho que contiene ácido sulfúrico 10^{-2} M. Calcular la cantidad máxima de agua de desecho que puede descargarse por litro de agua en la corriente y la correspondiente relación de dilución, si el pH no puede bajar de 6.7.

9. Una muestra de 100 ml de agua a 25°C requiere de 10 mL de sulfúrico 0.02N para disminuir el pH a 4.3. El mismo volumen de agua requiere de 4 mL de sosa 0.02N para elevar su pH a 8.3. Calcular la concentración total de carbonatos, el pH inicial y las concentraciones de las especies en equilibrio en el agua inicial suponiendo que la alcalinidad y la acidez se deben solo al sistema carbonatos.

10. Un litro de solución acuosa que contiene 2.35 g de mezcla de sulfato sódico, sosa y carbonato sódico, se neutraliza con una solución de HCl 0.5 M. Considerando que cuando se añaden 20 mL desaparece el color de la fenolftaleína (pH=9) y con 32 mL más se valora el 80% del sulfato sódico. Calcular:

a) La composición de la muestra.

b) La composición de las especies en el equilibrio antes y después de la valoración.

Datos: $pK_{HSO_4^-/SO_4^{2-}} = 1.8$; $pK_{H_2CO_3/HCO_3^-} = 6.3$; $pK_{HCO_3^-/CO_3^{2-}} = 10.3$

11. El gas Cl_2 que se agrega al agua, durante la desinfección del agua potable, se hidroliza para formar HOCl. La capacidad de desinfección del ácido HOCl es 88 veces mayor que la de su base conjugada, OCl^- . El pK_a del HOCl es 7.5 . Calcular:

a) ¿Qué porcentaje de la capacidad de desinfección total (es decir, HOCl + OCl^-) existe en forma de ácido a un pH =6?

b) ¿Y a pH =7?

12. Un agua con una alcalinidad de 82.5 mg/L como $CaCO_3$ y un pH de 8.0 se somete a una cloración. El agua se trata con cloro gas para oxidar el amoniaco a gas nitrógeno. Si la concentración de amoniaco inicial es de 3.5 mg N— NH_3 /L. Calcular:

a) pH, alcalinidad y C_{T,CO_3} después de la cloración

- b) Cantidad de NaOH y NaHCO₃ que ha de usarse para ajustar el agua tratada a pH 9.0 y C_{T,CO3} = 2.0 mM.
13. 250 mL de una muestra de agua del pozo recién obtenida (pH aproximado de 6.7) requiere la adición de 5.8 mL de NaOH 0.1N para elevar su pH a 8.3; el mismo volumen de agua requiere la adición de 12.2 mL de HCl 0.1N para disminuir su pH a 4.3. Calcular:
- la alcalinidad total y acidez total
 - La acidez del dióxido de carbono
 - las concentraciones aproximadas de las especies carbonato
14. Calcular el cambio de pH resultante de la descomposición aerobia de materia orgánica en un lago a una temperatura de 10°C (6 mg de carbono orgánico) sabiendo que la alcalinidad inicial es de 1.2 10⁻³ eq/L y el pH de 6.9, la fuerza iónica es de 3.10⁻³. En la reacción se libera amonio.
15. El cianuro de hidrógeno (HCN) no ionizado es tóxico para los peces. Asumiendo que el nivel tóxico del HCN para una especie dada de peces es de 10⁻⁶ M. Para una concentración total de cianuros de 10⁻⁵ M, a qué pH el HCN alcanza niveles tóxicos.
Datos : pK HCN/CN⁻ = 9.32
16. Una solución de alimentación para un reactor anaerobio es preparada con una mezcla de NaHCO₃ 10⁻² M, Na₂S 10⁻⁴ M y HAc 4*10⁻³ M. Determinar la composición de la solución en equilibrio. El sulfuro sódico genera ácido sulfídrico y es eliminado en fase gas.
Datos: pK H₂S/HS⁻ = 7.1; pK HS⁻/S²⁻ = 14; pKH₂CO₃/HCO₃⁻ = 6.3; pK HCO₃⁻/CO₃²⁻ = 10.3; pK HAc/Ac⁻ = 4.7. Gráficos de α
17. Una solución de alimentación para un reactor anaerobio se prepara mediante una mezcla de NaHCO₃ 2.7*10⁻³ M, Na₂S 10⁻⁴ M y HAc 4*10⁻³ M, con un pH final de 5.
- La alcalinidad valorada usando pH 4.5 y 3 como puntos finales en la valoración y considerando el efecto de los sulfuros y HAc sobre la misma. Explicar los resultados obtenidos.
 - ¿Cuál sería la acidez total de la disolución y la acidez mineral considerando la presencia de ácidos (HAc)?
 - Considerando solo la presencia de carbonatos, calcular alcalinidad total, alcalinidad bicarbonatada, acidez total y acidez mineral.
 - ¿Qué cantidad de NaOH se debe adicionar para subir el pH a 7.4?
- Datos: pK H₂S/HS⁻ = 7.1; pK HS⁻/S₂⁻ = 14; pK H₂CO₃/HCO₃⁻ = 6.3; pKHCO₃⁻/CO₃²⁻ = 10.3; pK HAc/Ac⁻ = 4.7. Gráficos de α

18. El pH de un lixiviado proveniente de un relleno sanitario es de 6.6 y contiene una mezcla de ácidos grasos ($2 \cdot 10^{-3}$ M de ácido acético) y la cantidad de carbonatos es de $1.5 \cdot 10^{-3}$ M.
- Determinar la cantidad de alcalinidad valorada de la solución a un pH final de 4.5?
 - Si se asume que la alcalinidad es debida exclusivamente a las especies carbonatos, a pH 4.5 ¿cuál es la alcalinidad de carbonatos?
 - Sabiendo que la solución es rica en especies acetatos, calcular la alcalinidad. ¿Qué error se ha cometido en el cálculo de los resultados?
19. En una mañana de verano, el agua de un estanque tiene una temperatura de 20°C y un pH de 8.1. La especie predominante son los carbonatos y está en equilibrio con el CO_2 atmosférico.
- Determinar la cantidad de carbonatos en el agua y computar el pH para una $f = 0$ (f es la fracción de valoración)
 - Durante el curso del día, la fotosíntesis de las plantas remueven el 75% de carbono del agua para convertirlo en H_2CO_3 y el agua en biomasa y oxígeno. Asumiendo que la cantidad de CO_2 disuelto de la atmósfera es despreciable, determinar el nuevo pH y el pH para $f = 0$ al final del día.