

Problemas

Problema 1

Se hace reaccionar ácido sulfúrico con una mezcla que contiene cloruro de sodio y cloruro de potasio, para dar cloruro de hidrógeno, sulfato de sodio y sulfato de potasio.

a) ¿Qué volumen de ácido sulfúrico del 95% en masa y densidad 1,83 g/mL reaccionará con 26,6 gramos de la mezcla, si ésta contiene un 44% en masa de cloruro de sodio?

b) El HCl(g) formado se disuelve en 100mL de agua. Si la disolución resultante tiene una densidad de 1,10 g/mL calcule su molaridad y su porcentaje (%) en masa.

c) Calcule el volumen de esta disolución de HCl que hay que mezclar con 50 mL de una disolución de amoníaco 2M para que haya un 50% de defecto de ácido sobre el estequiométrico necesario para la neutralización de la base.

d) ¿Cuál será el pH de la disolución resultante? Considere que los volúmenes son aditivos.

Datos. Masas atómicas: O = 16,0; Na = 23,0; S = 32,0; Cl = 35,5; K = 39,0

$K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$

Problema 2

A 400 K se introducen en un recipiente monóxido de carbono e hidrógeno en proporciones estequiométricas respecto a la reacción $\text{CO(g)} + 2 \text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH(g)}$. Cuando se alcanza el equilibrio indicado, la presión total es 1 atm y la mezcla gaseosa contiene un 20% en volumen de metanol. Calcule:

- Las fracciones molares de todos los gases en el equilibrio.
- El porcentaje en masa de cada componente en el equilibrio.
- Las constantes K_p y K_c a 400 K.
- Indique si a 500 K se favorecerá la obtención de metanol. Justifíquelo cualitativa y cuantitativamente (calculando K_p a 500 K).

Datos. Masas atómicas: C = 12,0; H = 1,0; O = 16,0

$R = 0,082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 8,31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

ΔH_f° (kJ mol⁻¹): CO(g) = -100,5; CH₃OH(g) = -200,7

$$\ln \frac{K_{p2}}{K_{p1}} = \frac{\Delta H^\circ}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

Caso práctico

Trabajas en un laboratorio de química forense y han traído para su análisis unas muestras de tierra recogida de los zapatos de la víctima de un accidente de tráfico acaecido en circunstancias extrañas. Aparentemente, la víctima había salido de su domicilio en coche y se encontraba en las proximidades de Zaragoza cuando tuvo el accidente mortal. Sin embargo, los investigadores piensan que ese día la víctima no venía de su casa, en Fuentes de Ebro, sino que en las horas previas al accidente tuvo una cita con alguna persona que pudiera estar implicada en el suceso. En la agenda del teléfono móvil de la víctima se han encontrado dos anotaciones: una que indicaba “San Martín del Moncayo-J. L.” y otra en la que ponía “Loarre-V. F.”. Los investigadores piensan que la tierra de los zapatos podría proceder de la finca de Fuentes de Ebro donde vivía la víctima, o de los lugares donde supuestamente se habría encontrado con otra persona, es decir, de Loarre o de San Martín del Moncayo. Por ello piden un análisis de las muestras de tierra para ver a qué tipo de suelo corresponden. La composición de los suelos de esas tres localidades es muy diferente según la clasificación internacional World Reference Base for Soil Resources (WRB).

- Fuentes de Ebro: suelos tipos gypsisol, ricos en yeso (sulfato de calcio)
- San Martín del Moncayo: suelos tipo podsol, ricos en humus y con altos niveles de hierro y aluminio
- Loarre: suelos tipo calcisol, pobres en humus y ricos en carbonato de calcio

Para determinar la composición química mayoritaria de la tierra se lleva a cabo un análisis cualitativo de los cationes y aniones presentes en la misma, siguiendo el protocolo que aquí se detalla y obteniendo los resultados indicados:

- 1) Preparación de la muestra: se toma una parte de la tierra aportada como prueba y se tamiza para eliminar piedras, pólenes, insectos y otros antes de proceder al análisis de los iones. Se pesan unos 300 mg de la muestra ya tamizada, se colocan en un vaso de precipitados y se añaden 5 mL agua destilada, agitando con una varilla.
- 2) Análisis de cationes: se sigue la siguiente secuencia de reacciones
 - a) se añade HCl 1 M con agitación hasta conseguir un pH entre 1 y 2. No se observa la formación de gases.
 - b) se filtra el sólido y se continúa trabajando con la disolución ácida de color amarillento.
 - c) se toma una parte de la disolución ácida b) y se añade, gota a gota, una disolución de NaOH 1 M hasta conseguir un pH ligeramente básico, formándose un precipitado rosáceo y quedando una disolución incolora.
 - d) se filtra el precipitado del apartado c) y se lava con agua destilada.

- e) el sólido rosáceo obtenido en el apartado c) se pone en un vaso de precipitados y se añade disolución de NaOH 1M hasta pH=14, quedando un sólido pardo rojizo y una disolución incolora.
- f) la disolución incolora del apartado c) se trata con unas gotas de H₂SO₄, obteniéndose un precipitado blanco.
- g) la disolución incolora del apartado e) se trata con unas gotas de disolución acuosa de Alizarina S al 0,2%, (disolución púrpura) y se le añade gota a gota ácido acético hasta que el color púrpura desaparece, quedando una disolución rojiza.
- 3) Análisis de aniones: se toma la parte restante de la disolución amarilla 3b) y se le añaden unas gotas de una disolución de cloruro de bario 0,1 M, observándose la formación de un sólido, no pudiéndose comprobar bien el color a causa del color amarillo de la disolución. Este sólido se filtra, se lava con agua destilada y se comprueba que es de color blanco.

Datos de los compuestos que pueden ser útiles para su identificación.

Compuesto	Color	Solubilidad en agua
Cloruro de aluminio	blanco	s = 43,9 g/100mL
Cloruro de hierro (III)	amarillo	s = 92 g/100 mL
Cloruro de calcio	blanco	s = 74,5 g/100mL
Hidróxido de aluminio*	blanco	Kps = $3,2 \cdot 10^{-34}$ **
Hidróxido de hierro (III)*	pardo-rojizo	Kps = 10^{-37}
Hidróxido de calcio	blanco	s = 0,185 g/100 mL
Sulfato de aluminio	blanco	s = 87 g/100mL
Sulfato de hierro (III)	amarillo	s = 33 g/100 mL
Sulfato de calcio*	blanco	Kps = $3,16 \cdot 10^{-6}$
Sulfato de bario*	blanco	Kps = $1,1 \cdot 10^{-10}$
Carbonato de bario*	blanco	Kps = $8,1 \cdot 10^{-9}$

(*) En aquellos compuestos marcados con asterisco se da el dato del producto de solubilidad.

(**) Al(OH)₃ es un hidróxido anfótero. Es insoluble en el intervalo de pH 10 > pH > 4 para [Al³⁺] ≈ 10⁻²M, pero en medios fuertemente básicos se redissuelve formando el anión complejo [Al(OH)₄]⁻

-Test colorimétrico: disolución de alizarina S en medio básico: color púrpura

disolución de alizarina S en medio ácido: color amarillo

complejo alizarina S con Al³⁺: color rojo

complejo alizarina S con Ca²⁺: color rojo

- K_a (H₂CO₃): K₁ = $4,45 \cdot 10^{-7}$, K₂ = $4,7 \cdot 10^{-11}$

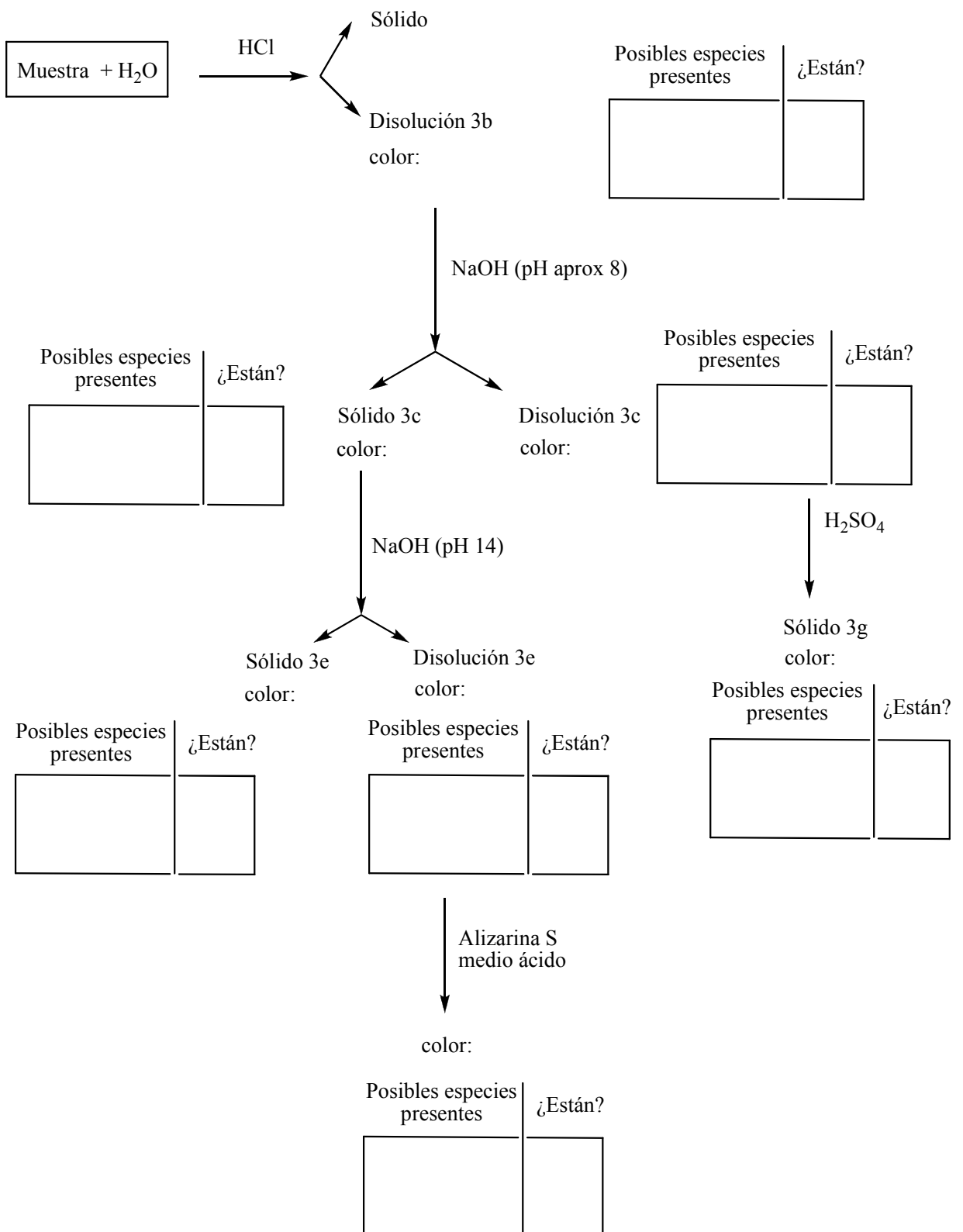
Informe

1. Completa los esquemas con los datos obtenidos en los análisis. Anota si te permiten confirmar la presencia o ausencia de los iones significativos para averiguar la procedencia de la tierra encontrada en los zapatos de la víctima.
2. ¿Los datos son concluyentes? ¿Se puede descartar o afirmar alguna de las hipótesis que contemplan los investigadores?

Preguntas adicionales:

- ¿A partir de qué pH empezaría a precipitar el $\text{Fe}(\text{OH})_3$ en una disolución donde la concentración inicial de Fe^{3+} fuera $[\text{Fe}^{3+}] = 10^{-2} \text{ M}$?
- El sólido del apartado 3c ¿tiene la misma composición que el sólido del apartado 3e?
- ¿Tiene sentido hacer la prueba con Alizarina S en la muestra completa, antes de la separación de precipitado? ¿Por qué?
- ¿Se te ocurre alguna prueba adicional para confirmar la presencia del catión presente en la disolución 3e?

Determinación de cationes



Cationes presentes en la tierra:

Determinación de aniones

Muestra + H₂O
pH=

HCl

Sólido

Gas

Sí	No
----	----

Disolución 3b
color:

H₂SO₄

Sólido 4
color:

Posibles especies presentes	¿Están?

Posibles especies presentes	¿Están?

Aniones presentes en la tierra:

Tipo de suelo(s) que habría pisado la víctima antes del accidente: