

### Ejercicio de Teoría

#### 29 de enero del 2001 (Santo Tomás)

1.- Utilice el procedimiento sistemático general para el cálculo de las concentraciones de equilibrio de una disolución 0,0100 M de sulfato amónico  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

**Datos:**  $\text{HSO}_4^-/\text{SO}_4^{2-}$   $\text{p}K_2=2,00$ ;  $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$   $\text{p}K_a=9,30$ ;  $\text{H}_2\text{O}$   $K_w=1,00 \cdot 10^{-14}$   
 Recuerde que el primer protón del ácido sulfúrico corresponde a un ácido fuerte

2.- Indique la sistemática a seguir para la resolución de los equilibrios competitivos de formación de complejos utilizando magnitudes condicionales. Aplíquela al caso de la reacción de formación del complejo ML

¿Cómo se calcularían las concentraciones de todas las especies presentes en la disolución a un valor dado del pH?

**Datos:** ML  $\log \beta$ ; M-OH<sup>-</sup>  $\log \beta_1$  y  $\log \beta_3$ ;  $\text{H}_2\text{L}/\text{HL}/\text{L}$   $\text{p}K_1$  y  $\text{p}K_2$ ;  $\text{H}_2\text{O}$   $K_w$

3.- Factores que influyen en la solubilidad de los precipitados.

### Ejercicio de Problemas

#### 29 de enero del 2001 (Santo Tomás)

1.- Calcule las constantes de las reacciones de disolución del sulfuro de plata(I)  $\text{Ag}_2\text{S}$  en (a) Ácido perclórico  $\text{HClO}_4$ ; (b) Cianuro potásico KCN y (c) Ácido nítrico  $\text{HNO}_3$ . ¿Cuál de los tres reactivos es el más adecuado para disolver el precipitado?

**Datos:**

$\downarrow\text{Ag}_2\text{S}$   $\log K_{ps} = -48,70$ ;  $\text{H}_2\text{S}/\text{HS}^-/\text{S}^{2-}$   $\text{p}K_1=7,00$ ;  $\text{p}K_2 = 13,00$ ;

$\text{Ag}(\text{CN})_2^-$   $\log \beta_2 = 21,10$

$\text{NO}_3^-/\text{NO}$   $E_1^0 = 0,960 \text{ V}$ ;  $\downarrow\text{S}/\text{S}^{2-}$   $E_1^0 = -0,51 \text{ V}$

2.- Los iones  $\text{Cu}^{2+}$  forman con el anión aminoacetato, que simbolizaremos mediante  $\text{A}^-$ , dos complejos de fórmulas  $\text{CuA}^+$  y  $\text{CuA}_2$  cuyas constantes de formación sucesivas son  $\log K_1=8,3$  y  $\log K_2=6,9$ .

(a) Calcule la constante de dismutación de la especie compleja intermedia  $\text{CuA}^+$

(b) Calcule las concentraciones de las especies químicas del sistema complejo en una disolución preparada mezclando 0,100 moles de  $\text{Cu}^{2+}$  y 0,100 moles de NaA y enrasando a un litro con agua.

### Primera Parte

#### 10 de septiembre del 2001 (San Nicolás de Tolentino)

1.- Se tienen dos disoluciones distintas, la primera contiene  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  en concentración 0,050 M y la segunda contiene  $\text{NaHCO}_3$  en concentración 0,100 M. Calcule en primer lugar la concentración de  $\text{H}_3\text{O}^+$  de la disolución de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , utilizando el procedimiento sistemático general para el cálculo de concentraciones de equilibrio. Justifique las aproximaciones y simplificaciones que deba hacer. Repita lo mismo para la disolución de  $\text{NaHCO}_3$ . ¿Qué ecuaciones son comunes y cuáles son diferentes para cada una de las dos disoluciones?.

**Datos:**  $\text{H}_2\text{CO}_3^-/\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$   $\text{p}K_1=6,30$ ;  $\text{p}K_2=10,40$ ;  $\text{H}_2\text{O}$   $K_w=1,00 \cdot 10^{-14}$

2.- Deduzca una expresión que permita calcular el producto de solubilidad condicional del oxalato de cerio(III),  $\text{Ce}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ , en función del pH. Determine su valor a  $\text{pH} = 2$  y a  $\text{pH} = 12$ . ¿En qué medio será más insoluble el precipitado?

**Datos:**  $\downarrow\text{Ce}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$   $K_{ps}=10^{-25,4}$ ;  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4/\text{HC}_2\text{O}_4^-/\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$   $\text{p}K_1=1,25$ ;  $\text{p}K_2=4,29$ ;  $\text{Ce}(\text{OH})^{2+}$   $\log \beta_1=5,0$

3.- Escriba los sistemas red-ox del agua. Indique las propiedades red-ox del agua y represente los sistemas en un diagrama  $E_0^0$ -pH. Prediga la estabilidad del agua a partir del diagrama y a partir del cálculo de la correspondiente constante de equilibrio. ¿Coinciden las predicciones?

**Datos:**  $2\text{H}_3\text{O}^+/\uparrow\text{H}_2$   $E_0^0 = 0,000 \text{ V}$  ( $\text{pH} = 0$ );  $\uparrow\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$   $E_1^0 = 1,23 \text{ V}$  ( $\text{pH} = 0$ )

## Segunda Parte

### 10 de septiembre del 2001 (San Nicolás de Tolentino)

1.- Deduzca a través del cálculo de las constantes de reacción cual de los siguientes medios es el más adecuado para disolver el paladio: a) ácido clorhídrico, b) ácido nítrico, c) agua regia (HCl+HNO<sub>3</sub>).

**Datos:**  $2\text{H}_3\text{O}^+/\uparrow\text{H}_2$   $E_0^0 = 0,000 \text{ V (pH=0)}$  ;  $\text{Pd}^{2+}/\downarrow\text{Pd}$   $E_1^0 = 0,987 \text{ V (pH=0)}$   
 $\text{NO}_3^-/\uparrow\text{NO}$   $E_2^0 = 0,960 \text{ V (pH=0)}$  ;  $\text{PdCl}_4^{2-}$   $\log \beta_4 = 6,94$

2.- Se pretende poner a punto un método para la determinación de cadmio en aguas residuales, basado en la formación de complejos de  $\text{Cd}^{2+}$  con el 1,3-diaminopropano (DAP) y posterior determinación voltamperométrica del complejo formado. En los ensayos previos se ha visto que los iones  $\text{Cd}^{2+}$  forman con el ligando (DAP) dos complejos de fórmulas  $\text{Cd}(\text{DAP})^{2+}$  y  $\text{Cd}(\text{DAP})_2^{2+}$  cuyos logaritmos de las constantes de estabilidad son, respectivamente,  $\log \beta_1 = 4,97$  y  $\log \beta_2 = 11,02$ .

2.1.- Deduzca la estabilidad de la especie intermedia mediante el cálculo de la constante de dismutación. ¿Se puede proponer un procedimiento de cuantificación de cadmio, basado en la formación de  $\text{Cd}(\text{DAP})^{2+}$ ?, ¿y en la de  $\text{Cd}(\text{DAP})_2^{2+}$ ?

2.2.- Se preparan 500,00 mL de una disolución mezclando 11,8205 g de  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$  y 3,7065 g de 1,3-diaminopropano y enrasando con agua. Calcule las concentraciones de las distintas especies existentes en la disolución.

2.3.- Calcule las concentraciones de las diferentes especies en la disolución obtenida al mezclar 11,8205 g de  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$  y 7,4130 g de 1,3-diaminopropano y enrasando con agua a 500,00 mL. Indique claramente todas las aproximaciones realizadas, y verifique si los niveles de aproximación son adecuados.

**Datos:**  $P_{\text{mol}} \text{Cd}(\text{NO}_3)_2 = 236,41$   $P_{\text{mol}} (\text{DAP} = \text{NH}_2(\text{CH}_2)_3\text{NH}_2) = 74,13$

## Primera Parte

### 14 de febrero de 2002 (San Valentín)

1.- Deduzca una expresión para el cálculo del pH en los siguientes supuestos:

1.a.- Una disolución formada por una mezcla de HCl 0,100 M y HAcO 0,100 M

1.b.- Una disolución formada por HAcO 0,100 M y  $\text{NH}_4\text{Cl}$  0,0100 M.

En ambos casos aplique el método sistemático para la resolución de problemas de equilibrio, y justifique adecuadamente las aproximaciones realizadas.

**Datos:**  $\text{HAcO}/\text{AcO}^-$   $\text{p}K_a = 4,7$   $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$   $\text{p}K_a = 9,3$   $K_w = 1,00 \cdot 10^{-14}$

2.- Se prepara una disolución que es 0,100 M en  $\text{AlCl}_3$  y 0,100M en KF. A partir de los datos adicionales:

a.- Escriba todas las reacciones químicas que tienen lugar, y determine cuántas especies existen en disolución.

b.- Calcule las concentraciones de equilibrio de cada una de las especies a pH 2,00 y 8,00 utilizando el método de las constantes condicionales.

**Datos:**  $\text{AlF}_2^+$   $\log \beta_1 = 6,10$ ;  $\text{Al}(\text{OH})^{2+}$   $\beta_{\text{OH}} = 10^{8,9}$ ;  $\text{HF}/\text{F}^-$   $\text{p}K_a = 3,20$ ;  
 $K_w = 1,00 \cdot 10^{-14}$

3.- Sea una disolución de  $(\text{VO})\text{Cl}_2$  a pH=0. a) Prediga la estabilidad del catión  $\text{VO}^{2+}$  en disolución a partir del cálculo de la constante de dismutación. b) Calcule el potencial de equilibrio de la disolución.

**Datos:**  $E_{\text{VO}_2^+/\text{VO}^{2+}} = 1.000 \text{ V (pH=0)}$   $E_{\text{VO}^{2+}/\text{V}^{3+}} = 0.359 \text{ V (pH=0)}$

## Segunda parte

### 14 de febrero de 2002 (San Valentín)

1.- Determine a partir del cálculo de la correspondiente constante de la reacción química si el  $\text{Au}(\text{OH})_3\downarrow$  es soluble en disolución acuosa al añadir los siguientes reactivos: a)  $\text{HClO}_4$ , b) HCl, c) KSCN, y d) una mezcla de  $\text{SnCl}_2$  y BrK.

**Datos:**  $\text{p}K_s \text{Au}(\text{OH})_3\downarrow = 44.1$   $K_w = 1.00 \cdot 10^{-14}$   
 $\log \beta_{\text{AuCl}_4^-} = 26.0$   $\log \beta_{\text{Au}(\text{SCN})_4^-} = 42.0$   $\log \beta_{\text{AuBr}_2^-} = 12.0$   
 $E^0_{\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}} = 0.15 \text{ V}$   $E^0_{\text{Au}^{3+}/\text{Au}^+} = 1.40 \text{ V}$

**2.-** (a) Demuestre mediante el cálculo de la constante de reacción, que el carbonato de calcio es soluble en ácido nítrico.

(b) A 10,00 ml de una disolución 0,1000 M de cloruro cálcico tamponada a pH 7,0 se le añaden 0,500 g de carbonato sódico. Demuestre qué ocurre. ¿Cuál es la concentración de calcio que permanece en disolución? (Emplee para los cálculos magnitudes condicionales). (c) El precipitado blanco de carbonato de calcio se filtra, lava y suspende en 5,00 ml de una disolución de ácido nítrico. Calcule cuál ha de ser el pH máximo para que el precipitado se disuelva totalmente.

**Datos:**  $pK_{ps} \text{CaCO}_3 \downarrow = 8,14$  ;  $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$   $pK_1 = 6,3$  ;  $pK_2 = 10,1$   
 $P_{\text{mol}}\text{Na}_2\text{CO}_3 = 105,99 \text{ g/mol}$

### Primera Parte 7 de septiembre de 2002

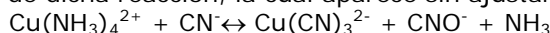
**1.-** (a) Determine el pH y la concentración de todas las especies químicas presentes en una disolución de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,100 M aplicando el procedimiento general de resolución de equilibrios.

(b) A partir de la composición de la disolución, deduzca las propiedades analíticas del  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  desde el punto de vista cualitativo.

**Datos:**  
 $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$   $pK_1 = 6.4$   $pK_2 = 10.3$   
 $pK_w = 14.00$

**2.-** La forma de enmascarar al cobre (II) en la identificación cualitativa de cadmio(II) con sulfuro de hidrógeno en la Marcha Analítica del Carbonato Sódico, consiste en reducirlo a cobre (I) con exceso de cianuro en medio amoniacal.

(a) Calcule la constante de dicha reacción, la cual aparece sin ajustar:



(b) Determine cual es la concentración de  $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$  tras mezclar 10,00 mL de una disolución 0,0100 M en cobre (II) y 0,1000 M en amoníaco con 10,00 mL de otra que es 0,1000 M en cianuro potásico si el pH de la mezcla es de 12,00.

**Datos:**  
 $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+ E_0^0 = 0,16 \text{ V}$ ;  $\text{CNO}^-/\text{CN}^- E_1^0 = 0,69 \text{ V}$   
 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+} \log \beta_4 = 9,30$ ;  $\text{Cu}(\text{CN})_3^{2-} \log \beta_3 = 38,70$

**3.-** Calcule la concentración de mercurio (II) que debería tener una disolución preparada de manera que sea 0,010 M en sulfocianuro potásico y 0,010 M en nitrato férrico, para que no se aprecie la coloración roja del complejo  $\text{Fe}(\text{SCN})_2^{2+}$ , sabiendo que dicha coloración deja de percibirse cuando la  $[\text{Fe}(\text{SCN})_2^{2+}]$  es inferior a  $3,16 \cdot 10^{-6} \text{ M}$ .

**Datos:**  
 $\text{Hg}(\text{SCN})_2 \log \beta_2 = 9,0$   
 $\text{Fe}(\text{SCN})_2^{2+} k = 7,94 \cdot 10^{-3}$

### Segunda Parte 7 de septiembre de 2002

**1.-** El carbonato forma dos compuestos insolubles con el  $\text{Co}^{2+}$  y el  $\text{Fe}^{2+}$ :  $\text{CoCO}_3 \downarrow$  y  $\text{FeCO}_3 \downarrow$ . ¿Es posible teóricamente la separación de los dos cationes mediante la disolución selectiva de uno de los carbonatos en a)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , b)  $\text{NH}_3$  y c)  $\text{HNO}_3$ ? ¿Qué reactivo elegiría para intentar la separación de acuerdo con las correspondientes constantes de reacción?

**Datos:**  
 $\text{FeCO}_3 \downarrow pK_{ps} = 10.5$   $\text{Fe}(\text{NH}_3)_6^{2+} \log \beta = 3.7$   $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+} E_0^0 = 0.77 \text{ V}$   
 $\text{CoCO}_3 \downarrow pK_{ps} = 12.1$   $\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{2+} \log \beta = 4.4$   $\text{Co}^{3+}/\text{Co}^{2+} E_2^0 = 1.81 \text{ V}$   
 $\text{NO}_3^-/\text{NO} \uparrow E_1^0 = 0.96 \text{ V}$   
 $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$   $pK_1 = 6.4$   $pK_2 = 10.3$   
 $pK_w = 14.00$

**2.-** A 10,0 mL de una disolución tamponada a pH 10 que contiene Cd(II) y Cu(II) en concentración  $1,00 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ , se le añaden 0,500 g de  $\text{Na}_2\text{S}$ .

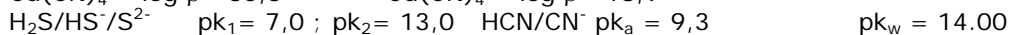
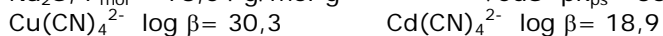
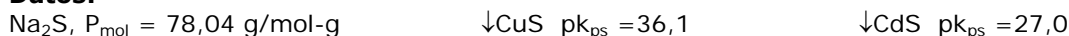
(a) Demuestre que tiene lugar la precipitación de  $\downarrow\text{CuS}$  y  $\downarrow\text{CdS}$ . (Utilice para los cálculos magnitudes condicionales).

(b) ¿Cuál será la concentración de Cd(II) libre en disolución?

(c) El precipitado se filtra, lava y suspende en 5,0 mL de una disolución de KCN a pH 10. ¿Cuál ha de ser la concentración mínima de dicha disolución para que el  $\downarrow\text{CuS}$  se disuelva totalmente?

SE RECOMIENDA UTILIZAR MAGNITUDES CONDICIONALES.

**Datos:**



Las reacciones laterales del  $\text{Cu}^{2+}$  y  $\text{Cd}^{2+}$  con  $\text{OH}^-$  a pH 10 pueden considerarse despreciables.

### Primera parte

#### 15 de febrero de 2003 (San Valentín +1)

1.- Utilice el procedimiento sistemático general para el cálculo de las concentraciones de equilibrio de todas las especies existentes en una disolución que es 0,0100 M en ácido fluorhídrico HF y 0,0050 M en ácido clorhídrico HCl.

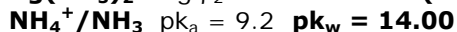
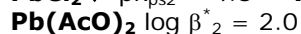
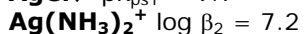
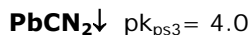
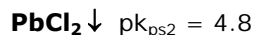
**Datos:**



Nota: Recuerde que debe justificar conceptual y numéricamente las aproximaciones que realice.

2.- Se dispone de una mezcla de  $\text{AgCl}\downarrow$  y  $\text{PbCl}_2\downarrow$  precipitados. Determine mediante el cálculo de las correspondientes constantes de reacción si la adición de un exceso de alguno de los siguientes reactivos: a)  $\text{NH}_3$ , b)  $\text{NH}_4\text{AcO}$  y c) KCN permite separar la plata del plomo mediante una operación de filtración al disolver selectivamente uno de los precipitados.

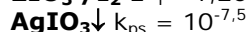
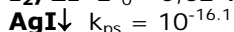
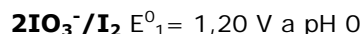
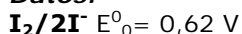
**Datos:**



3.- El yodo dismuta en presencia de iones  $\text{Ag}^+$ , con formación de yoduro y de yodato de plata poco solubles.

- Escriba la correspondiente reacción de dismutación y calcule su constante.
- Calcule el potencial eléctrico de la disolución resultante.
- ¿Cómo cree que se vería afectada la constante de la reacción de dismutación en presencia de  $\text{KNO}_3$  3 M?

**Datos:**



### Segunda parte

#### 15 de febrero de 2003 (San Valentín +1)

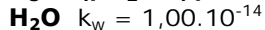
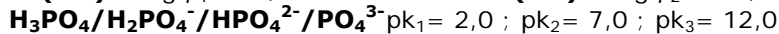
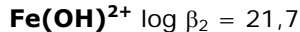
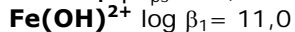
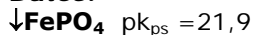
1.- El fosfato de hierro(III) es un compuesto insoluble de color amarillo, cuya solubilidad se quiere predecir en dos condiciones diferentes, que corresponden a dos disoluciones que se prepararían de la siguiente manera:

1) La primera contiene 5,0 mL de fosfato trisódico 0,015 M, 5,00 mL de nitrato de hierro(III) 0,015 M y cantidad suficiente de ácido nítrico concentrado, para que al enrasar la disolución hasta 20,00 mL, el pH de la misma valga 1,00

2) La segunda contiene 5,0 mL de fosfato trisódico 0,015 M, 5,00 mL de nitrato de hierro(III) 0,015 M y cantidad suficiente de ácido nítrico concentrado, de forma que al enrasar la disolución hasta 20,00 mL, el pH de la misma valga 5,00

Mediante el cálculo del correspondiente producto de solubilidad condicional del fosfato de hierro, prediga si se va a formar el precipitado en alguna de las dos condiciones indicadas. En caso afirmativo, ¿se podría considerar cuantitativa la precipitación del hierro(III)?

**Datos:**



**2.-** Si se mezclan Cu(II)  $10^{-3}$  M y  $\text{NH}_3$  1M, se forma un complejo de fórmula  $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$  de coloración azul visible a partir de una concentración igual a  $10^{-6}$  M, que desaparece al añadir cianuro en medio amoniacal.

- a) Con ayuda de los datos expuestos al final del enunciado, calcule la constante de la reacción, que aparece sin ajustar:



- b) Determine cual es la cantidad de KCN que será necesaria añadir a la disolución del complejo  $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$  a pH 9,3 para hacer desaparecer la coloración azul.

**Datos:**

$$\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+ \quad E_0^0 = 0,16 \text{ V}$$

$$\text{CNO}^-/\text{CN}^- \quad E_1^0 = 0,69 \text{ (pH=14)}$$

$$\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+} \quad \log \beta_4 = 9,30$$

$$\text{Cu}(\text{CN})_3^{2-} \quad \log \beta_3 = 38,70$$

### Primera parte

**9 de Septiembre de 2003**

**1.-** Se prepara una disolución disolviendo 10,0 mmoles de  $\text{KHC}_2\text{O}_4$  en 500 mL de disolución

1.1.- Calcule el pH y la concentración de todas las especies químicas presentes en el equilibrio, utilizando para ello el procedimiento general de resolución de equilibrios.

1.2.- A la disolución anterior de le añaden 5,0 mmoles de KOH sólido. Utilice de nuevo el procedimiento general de resolución de equilibrios para determinar los nuevos valores del pH y de las concentraciones de l resto de especies químicas presentes.

**Datos:**

$$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4/\text{HC}_2\text{O}_4^-/\text{C}_2\text{O}_4^{2-} \quad \text{pk}_1 = 1,25 \quad \text{pk}_2 = 4,28 \quad \text{pk}_w = 14,00$$

**2.-** Sistemas redox del agua y del peróxido de hidrógeno:

2.1.- Con ayuda de los datos expuestos al final del enunciado, escriba las reacciones redox de los sistemas del agua, calcule los correspondientes potenciales de equilibrio y represente la evolución de los mismos en un diagrama E-pH.

2.2.- Escriba las reacciones redox de los sistemas del peróxido de hidrógeno, calcule los correspondientes potenciales de equilibrio y represente la evolución de los mismos en un diagrama E-pH.

2.3.- A la vista de los diagramas E-pH obtenidos en los apartados anteriores, prediga la estabilidad del agua y del peróxido de hidrógeno y calcule numéricamente las constantes de los equilibrios de dismutación de ambas especies.

**Datos:**

$$E_0^0 (\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1,229 \text{ V (pH= 0)}; \quad E_1^0 (\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2) = 0,00 \text{ V (pH=0)}$$

$$E_2^0 (\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2) = 0,682 \text{ V (pH=0)} \quad E_3^0 (\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1,776 \text{ V (pH=0)}$$

**Nota:** Para la construcción de los diagramas considere presiones de los gases de 1 atm.

**3.-** Se dispone de una disolución en la que la concentración total de  $\text{F}^-$  es 0,50 M y la concentración total de  $\text{Sn}^{2+}$  es 0,050 M.

3.1.- Calcule la constante de dismutación del  $\text{SnF}_2$

3.2.- Determine las concentraciones de  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{F}^-$  y los distintos compuestos de coordinación Sn-F que hay en la disolución una vez que se ha alcanzado la condición de equilibrio.

**Datos:**

$$\text{SnF}^+ \quad \log \beta_1 = 4,1$$

$$\text{SnF}_2 \quad \log \beta_2 = 6,7$$

$$\text{SnF}_3^- \quad \log \beta_3 = 9,5$$

### Segunda parte

**9 de Septiembre de 2003**

**1.-** Demuestre mediante el cálculo de los valores numéricos de las correspondientes constantes aparentes de equilibrio, si es posible separar y solubilizar completamente los componentes de una mezcla formada por sulfuro de manganeso(II) y sulfuro de cobre(II) utilizando como reactivos (1) ácido clorhídrico concentrado y (2) ácido nítrico concentrado.

**Datos:**

$$\downarrow \text{MnS} \quad (k_{ps})_1 = 1,00 \cdot 10^{-8} \quad \downarrow \text{CuS} \quad (k_{ps})_2 = 3,00 \cdot 10^{-48}$$

$$\text{H}_2\text{S}/\text{HS}^-/\text{S}^{2-} \quad \text{pk}_1 = 7,00; \quad \text{pk}_2 = 13,00$$

$$\text{NO}_3^-/\uparrow \text{NO} \quad E_1^0 = 0,96 \text{ V (pH = 0)} \quad \downarrow \text{S}/\text{S}^{2-} \quad E_2^0 = -0,48 \text{ V (pH=14)}$$

**2.-** A 25,00 mL de una disolución tamponada a pH 9 que contiene 2,500 mmoles de Ag(I) y 0,2500 mmoles de NH<sub>3</sub> se le añaden 1,400 g de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

2.1.- Calcule las concentraciones analíticas totales (primadas) de las especies en la disolución resultante.

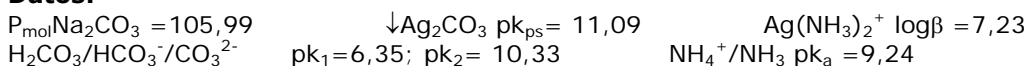
2.2.- Calcule el valor del producto de solubilidad condicional del Ag<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>↓ en las condiciones de trabajo.

2.3.- ¿Precipita carbonato de plata?. Calcule las concentraciones totales de plata [Ag'] y carbonato [CO<sub>3</sub>'] en disolución. ¿Es cuantitativa (al 99,9%) la precipitación de Ag(I)?

2.4.- ¿Cuál debería ser la concentración total de amoníaco [NH<sub>3</sub>'] presente en la disolución para evitar la precipitación de Ag(I)?

UTILICE PARA LOS CÁLCULOS MAGNITUDES CONDICIONALES.

**Datos:**



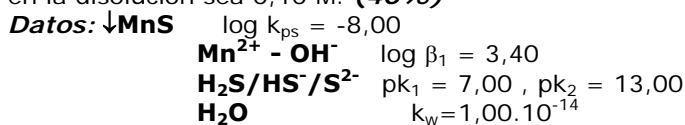
### Primera parte

#### 6 de Febrero de 2004

**1.-** El sulfuro de manganeso (II) es un precipitado de color rosa carne que se forma al saturar una disolución que contiene Mn(II) con sulfuro de hidrógeno gaseoso. Se desea prever teóricamente cual es el pH más adecuado para su precipitación. Para ello:

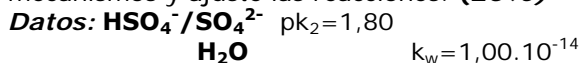
1) Calcule el valor de su producto de solubilidad CONDICIONAL a pH 2,00 y a pH 8,00. **(60%)**

2) Prevea, a ambos valores de pH, si se obtendrá precipitado al saturar una disolución de Mn(II) 0,010 M con sulfuro de hidrógeno gaseoso hasta que la concentración total de sulfuro en la disolución sea 0,10 M. **(40%)**



**2.-** Utilice el procedimiento sistemático general para el cálculo de las concentraciones de equilibrio para determinar la concentración de todas y cada una de las especie presentes en una disolución 0,100 M de ácido sulfúrico H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. **(80%)**

Una de las propiedades analíticas del ácido sulfúrico es la de ser un reactivo precipitante de cationes tales como el Pb(II). ¿Cómo podría disolverse el ↓PbSO<sub>4</sub>? Esquematice los posibles mecanismos y ajuste las reacciones. **(20%)**



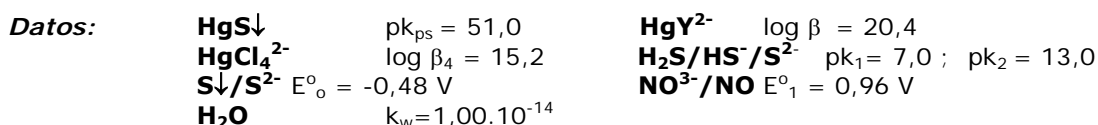
Recuerde que el primer protón del ácido sulfúrico corresponde a un ácido fuerte y que debe justificar conceptual y numéricamente las aproximaciones que realice.

### Segunda parte

#### 6 de Febrero de 2004

**1.-** Determine la constante de la reacción química de disolución del sulfuro mercurico, HgS↓, con los reactivos que se mencionan e indique cual de ellos es el más adecuado para la solubilización del precipitado:

- Na<sub>4</sub>Y **(25%)**
- HCl (¡OJO A LOS DATOS, QUE NO TIENE PROPIEDADES REDOX!) **(25%)**
- HNO<sub>3</sub> **(25%)**
- HNO<sub>3</sub> + HCl **(25%)**



2.- Se preparan 100,0 mL de una disolución que contiene ML y NL, de manera que sus concentraciones analíticas sean respectivamente 0,150 M y 0,100 M, a la que se añaden 1,0111 g de  $\text{KNO}_3$

a.- A partir de los datos expuestos al final del enunciado, escriba todas las reacciones químicas que tienen lugar, y determine cuántas especies existen en disolución. (20%)

b.- Calcule los valores de las constantes de formación aparente de ambos complejos. (30%)

c.- Deduzca la expresión completa para el cálculo de la concentración de ligando  $\text{L}^-$  existente en el equilibrio. (20%)

d.- Calcule la concentración de todas las especies presentes, proponiendo aproximaciones químicas para resolver la situación y compruebe su validez. (30%)

**Datos:** ML  $\log \beta_{(ML)}^0 = 7,0$  NL  $\log \beta_{(NL)}^0 = 9,0$   
 $\text{KNO}_3$   $P_{\text{mol}} = 101,1069 \text{ g/mol}$  **parámetro A**  $0,512 (25^\circ\text{C})$   
 $r_{\text{M}^+} = 350 \text{ pm}$ ;  $r_{\text{N}^+} = 350 \text{ pm}$ ;  $r_{\text{L}^-} = 350 \text{ pm}$ ;  $r_{\text{ML}} = 650 \text{ pm}$ ;  $r_{\text{NL}} = 700 \text{ pm}$

### Primera parte 6 de Septiembre de 2004

1.- Utilice el procedimiento sistemático general para el cálculo de las concentraciones de equilibrio de todas las especies existentes en una disolución que es 0,0100 M en oxalato amónico.

**Datos:**  
 $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$   $pK_a = 9,2$ ;  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4/\text{HC}_2\text{O}_4^-/\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$   $pK_1 = 1,3$ ;  $pK_2 = 4,3$ ;  $\text{H}_2\text{O}$   $k_w = 1,00 \cdot 10^{-14}$

2.- Se dispone de una mezcla de  $\text{AgCl} \downarrow$  y  $\text{PbCl}_2 \downarrow$ . Determine mediante el cálculo de las correspondientes constantes de reacción si la adición de un exceso de a)  $\text{NH}_4\text{AcO}$  ó b)  $\text{H}_2\text{O}_2$  permite separar la plata del plomo mediante una operación de filtración al disolverse selectivamente uno de los precipitados.

**Datos:**  
 $\text{AgCl} \downarrow$   $pK_{ps1} = 9,7$   $\text{PbCl}_2 \downarrow$   $pK_{ps2} = 4,8$   $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$   $pK_a = 9,2$   
 $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$   $\log \beta_2 = 7,2$   $\text{Pb}(\text{AcO})_2$   $\log \beta_2^* = 2,0$   $pK_w = 14,00$   
 $\text{Ag}^{2+}/\text{Ag}^+$   $E^\circ_0 = 1,98 \text{ V}$   $\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$   $E^\circ_1 = 1,78 \text{ V}$   $\text{PbO}_2 \downarrow/\text{Pb}^{2+}$   $E^\circ_2 = 1,45 \text{ V}$

3.- Los iones plata (I) forman con el anión tiosulfato  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  dos complejos de fórmula  $\text{AgS}_2\text{O}_3^-$  y  $\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^{3-}$ .

3.1.- Escriba la reacción del equilibrio de dismutación del complejo intermedio  $\text{AgS}_2\text{O}_3^-$  y calcule la constante de dicha reacción.

Se añade  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  a una disolución de  $\text{Ag}^+$  0,010 M hasta una relación de concentraciones: a)  $C_L = C_M$  y b)  $C_L = 2C_M$ .

3.2.- Calcular las concentraciones de las distintas especies existentes en la disolución cuando la concentración de  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  añadida es 0,010M

3.3.- Calcular las concentraciones de las distintas especies existentes en la disolución cuando la concentración de  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  añadida es 0,020M

**Datos:**  
 $\text{AgS}_2\text{O}_3^-$   $\log \beta_1 = 8,8$ ;  $\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^{3-}$   $\log \beta_2 = 13,5$

### Segunda parte 6 de Septiembre de 2004

1.- El sulfuro de cadmio(II) es un precipitado de color amarillo canario que se forma al saturar una disolución que contiene Cd(II) con sulfuro de hidrógeno gaseoso. Se desea prever teóricamente cual es el pH más adecuado para su precipitación. Para ello:

1) Calcule el valor de su producto de solubilidad CONDICIONAL a pH 1,00 y a pH 8,00.

2) Prevea, a ambos valores de pH, si se obtendrá precipitado al saturar una disolución de Cd(II)  $1,00 \cdot 10^{-6}$  M con sulfuro de hidrógeno gaseoso, hasta que la concentración total de sulfuro en la disolución sea 0,10 M.

**Datos:**  $\downarrow \text{CdS}$   $\log k_{ps} = -24,76$   
 $\text{Cd}^{2+} - \text{OH}^-$   $\log \beta_1 = 4,30$ ;  $\log \beta_2 = 7,70$   
 $\text{H}_2\text{S}/\text{HS}^-/\text{S}^{2-}$   $pK_1 = 7,00$ ,  $pK_2 = 13,00$   
 $\text{H}_2\text{O}$   $k_w = 1,00 \cdot 10^{-14}$

2.- Una disolución acuosa que contiene  $\text{KIO}_3$  0,100 M y  $\text{KI}$  0,100 M se acidifica con ácido fuerte en concentración 0,200 M.

2.1.- ¿Qué reacción se produce?. Calcule la constante de equilibrio .

2.2.- ¿Cuál es el reactivo limitante?.

2.3.- Calcule las concentraciones en el equilibrio. ¿Cuál es el pH de la disolución final?.

2.4.- Calcule el potencial de equilibrio de la disolución resultante.

**Datos:**



### Ejercicio adicional 2001-02 (Resuelto en el material)

Se dispone de una disolución preparada de manera que tenga una concentración  $c_1 = 0,0500$  M de acetato sódico y  $c_2 = 0,0500$  M en amoníaco.

¿A qué situación química corresponde la disolución problema? (p.e. disolución reguladora; mezcla de ácidos fuertes...)

Desarrolle el procedimiento general de cálculo de concentraciones de equilibrio hasta encontrar todas las ecuaciones posibles

¿Cuál es el grado del polinomio resultante?

¿Cuál sería la fórmula aproximada a utilizar?

¿Cómo se llega a ella desde la fórmula exacta?

**Datos:**  $\text{HAcO}/\text{AcO}^- \quad pK_a = pK_1 = 4,70$

$\text{NH}_4^+/\text{NH}_3 \quad pK_a = pK_2 = 9,70$

$pK_w = 14,00$

### Ejercicio adicional 2002-03

Calcule las concentraciones de equilibrio de todas las especies presentes en una disolución preparada tal que sea 0,0500 M en ácido sulfúrico  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , utilizando el método general de resolución de equilibrios.

**Datos :**  $\text{HSO}_4^-/\text{SO}_4^{2-} \quad pK_2 = 1,80 \quad ; \quad pK_w = 14,00$

### Primera parte

#### 15 de febrero de 2005

1.- Se prepara una disolución mezclando 0,010 moles de ácido clorhídrico y 0,020 moles de borato sódico y enrasando a un litro con agua.

1) ¿Cuál será el equilibrio fundamental a la hora de enfocar la resolución del problema?

2) Razone qué especies serán mayoritarias en la disolución y su concentración aproximada una vez alcanzado el equilibrio. ¿Cómo se puede calificar la disolución desde el punto de vista ácido-base?. (p.e. ácido fuerte, mezcla de ácidos....)

3) Utilice el procedimiento general de resolución de equilibrios para predecir el valor del pH y de las concentraciones de todas las especies químicas presentes en el equilibrio

**Datos:**

$\text{HBO}_2/\text{BO}_2^- \quad pK_a = 9,10$

$\text{H}_2\text{O} \quad pK_w = 14,00$

2.- Calcule las constantes de las reacciones de disolución del sulfuro de mercurio (II),  $\text{HgS} \downarrow$ , en:

1) Cianuro potásico KCN

2) Ácido clorhídrico HCl

3) Agua regia  $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$

¿Cuál de los tres reactivos es el más adecuado para disolver el precipitado?



**Datos:**

$\text{HgS} \downarrow$	$\text{pk}_{\text{ps}} = 51,8$
$\text{NO}_3^- / \text{NO} \uparrow$	$E^\circ = 0,960 \text{ V (pH=0)}$
$\text{S} \downarrow / \text{S}^{2-}$	$E^\circ_1 = -0,510 \text{ V (pH=14)}$
$\text{HgCl}_4^{2-}$	$\log \beta_4 = 15,1$
$\text{Hg}(\text{CN})_4^{2-}$	$\log \beta^*_4 = 41,5$
$\text{H}_2\text{S} / \text{HS}^- / \text{S}^{2-}$	$\text{pk}_1 = 7,00 ; \text{pk}_2 = 13,00$
$\text{H}_2\text{O}$	$\text{pk}_w = 14,00$

**15 de febrero de 2005**

**Segunda parte**

1.- Los iones plomo(II) forman con el anión picolinato ( $\text{C}_6\text{H}_4\text{NCOO}^-$ ), que designaremos  $\text{L}^-$ , dos complejos de fórmula  $\text{PbL}^+$  y  $\text{PbL}_2$ .

- 1) Escriba la reacción del equilibrio de dismutación del complejo intermedio  $\text{PbL}^+$  y calcule la constante de dicha reacción.
- 2) Se prepara una disolución 0,01 M del complejo  $\text{PbL}_2$ . Calcule las concentraciones de todas las especies existentes en el equilibrio.
- 3) Si se parte de una disolución de  $\text{Pb}^{2+}$  0,01 M, ¿qué concentración total de picolinato deberá añadirse para que la concentración total de  $\text{Pb}^{2+}$  sea  $10^{-8}$  M?

**Datos:**

$\text{PbL}^+$	$\log \beta_1 = 4,6$
$\text{PbL}_2$	$\log \beta_2 = 7,9$

2.- Se desea predecir cuál es el pH más adecuado para formar un precipitado amarillo de fosfato de plata(I). Para ello:

- 1) Calcule el valor de su producto de solubilidad CONDICIONAL y de su solubilidad CONDICIONAL a pH 1,00 y a pH 8,00. ¿A qué pH es más factible la precipitación?
- 2) Prevea, a ambos valores de pH, si se obtendrá precipitado al mezclar volúmenes iguales de disolución de fosfato trisódico 0,010 M y nitrato de plata(I) 0,010 M.

**Datos:**

$\downarrow \text{Ag}_3\text{PO}_4$	$\log k_{\text{ps}} = -18,00$
$\text{Ag}^+ - \text{OH}^-$	$\log \beta_1 = 2,30$
$\text{H}_3\text{PO}_4 / \text{H}_2\text{PO}_4^- / \text{HPO}_4^{2-} / \text{PO}_4^{3-}$	$\text{pk}_1 = 2,00 ; \text{pk}_2 = 7,00 ; \text{pk}_3 = 12,00$
$\text{H}_2\text{O}$	$k_w = 1,00 \cdot 10^{-14}$

**5 de septiembre de 2005**

**Primera parte**

1.- Utilice el procedimiento sistemático general para el cálculo de las concentraciones de equilibrio de todas las especies existentes en una disolución preparada de tal forma que sea 0,0500 M en acetato potásico y 0,100 M en borato potásico.

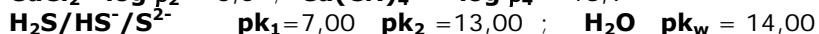
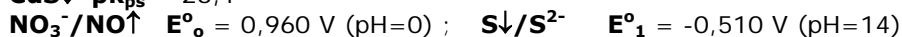
**Datos:**

$\text{HAcO} / \text{AcO}^-$	$(\text{pk}_a)_1 = 4,70$
$\text{HBO}_2 / \text{BO}_2^-$	$(\text{pk}_a)_2 = 9,30$
$\text{H}_2\text{O}$	$\text{pk}_w = 14,00$

Nota: Recuerde que debe justificar conceptual y numéricamente las aproximaciones que realice.

2.- Calcule las constantes de las reacciones de disolución del sulfuro de cadmio  $\text{CdS} \downarrow$  en (a) Cianuro potásico KCN; (b) Ácido clorhídrico HCl; (c) Agua regia  $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ . ¿Cuál de los tres reactivos es el más adecuado para disolver el precipitado?

**Datos:**



**5 de septiembre de 2005**

**Segunda parte**

1.- Los iones  $\text{Cd}^{2+}$  forman con el anión de la glicina o glicocola ( $\text{G}^-$ )  $-\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$  dos complejos de fórmulas  $\text{CdG}^+$  y  $\text{CdG}_2$ .

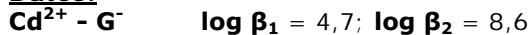
1.1.- Escriba la reacción de dismutación del complejo  $\text{CdG}^+$ , y deduzca su estabilidad mediante el cálculo de la constante.

1.2.- Calcule las concentraciones de las distintas especies en la disolución obtenida al añadir 0,100 moles de glicina a 0,100 moles de  $\text{Cd}^{2+}$  y enrasando a un litro.

1.3.- Calcule las concentraciones de las distintas especies en la disolución resultante al mezclar 0,100 moles de  $\text{Cd}^{2+}$  con 0,200 moles de glicina y enrasar a un litro.

Indique claramente todas las aproximaciones realizadas y verifique si los niveles de aproximación son adecuados.

**Datos:**



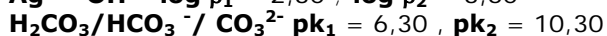
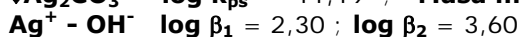
2.- Se desea conocer cuál es el pH más adecuado para evitar la precipitación del carbonato de plata(I), un precipitado de color blanco. Para ello disponemos de tres alternativas (1) pH = 3,0 ; (2) pH = 7,0 y (3) pH = 11,0.

2.1.- Deduzca una expresión que permita conocer cual es la variación del producto de solubilidad CONDICIONAL del carbonato de plata(I) en función del pH

2.2.- Calcule los valores de dicho producto de solubilidad condicional y de la solubilidad condicional (en mol/L y g/L) a los tres valores de pH indicados

2.3.- ¿Cuál es el valor más adecuado de pH para evitar la precipitación y por qué?

**Datos:**



**15 de febrero de 2006**

**Primera parte**

1.- Se mezclan 50,00 mL de ácido propiónico ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$ ) 0,100 M con 50,00 mL de hipoclorito sódico ( $\text{NaClO}$ ) 0,100 M.

1) Determine la concentración "nominal" o analítica de los sistemas ácido base implicados.

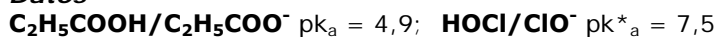
2) ¿Cuál es la reacción ácido base que tiene lugar? Calcule su constante.

3) ¿Cómo es la disolución resultante desde el punto de vista ácido-base?

4) ¿Cuáles serán las aproximaciones más probables que deberá realizar al aplicar el procedimiento general para la determinación de la concentración de todas las especies en disolución?

5) Aplique el método sistemático para resolución de problemas de equilibrio, y justifique adecuadamente las aproximaciones realizadas.

**Datos**



**2.-** Deseamos comercializar un nuevo producto descalcificador para lavavajillas industriales basado en el ácido nitrilotriacético ó ANT ( $H_3Y$ ) pero no sabemos si debemos incluir en la formulación de nuestro producto ácido clorhídrico o hidróxido sódico.

1) Demuestre, mediante magnitudes condicionales, si el anión nitrilotriacetato ( $Y^{3-}$ ) complejará mejor al  $Ca(II)$  a  $pH = 1,00$  o a  $pH = 13,00$ .

2) ¿Cuál será la sustancia que deberá acompañar al ANT si queremos que nuestro producto compleje al  $Ca(II)$ ?

3) Calcule la concentración de todas las especies que contengan  $Ca(II)$  en una disolución preparada a partir de 0,0500 moles de cloruro cálcico, 0,0500 moles de  $Na_3Y$  y cantidad suficiente de hidróxido sódico para que, al enrasar a 250 mL, el  $pH$  resultante sea 13,00.

**Datos**

$CaY^- \log \beta = 6,33$

$Ca(OH)^+ \log \beta_1 = 1,30$

$H_3Y/H_2Y^-/HY^{2-}/Y^{3-} \quad pK_1 = 1,89 ; pK_2 = 2,49 ; pK_3 = 9,73$

**15 de febrero de 2006**

**Segunda parte**

**1.-** Se dispone de una mezcla de los compuestos sólidos  $AgCl \downarrow$  y  $PbCl_2 \downarrow$ . Determine mediante el cálculo de las correspondientes constantes de reacción si la adición de alguno de los siguientes reactivos: a) KCN b)  $Na_4Y$  (sal sódica del AEDT) c)  $NH_4AcO$  permite separar la plata del plomo mediante una operación de filtración al disolver selectivamente uno de los precipitados.

**Datos**

$AgCl \downarrow \quad pK_{ps1} = 9.7$

$PbCl_2 \downarrow \quad pK_{ps2} = 4.8$

$Ag(CN)_2^- \log \beta_2 = 21.1$

$PbY^{2-} \log \beta = 18.0$

$AgY^3 \log \beta^* = 7.3$

$Ag(NH_3)_2^+ \log \beta^{**}_2 = 7.2$

$Pb(AcO)_2 \log \beta^*_2 = 2.0$

$NH_4^+/NH_3 \quad pK_a = 9.2$

$pK_w = 14.00$

**2.-** A una disolución ácida, tamponada a  $pH 2$ , se añade el anfolito red-ox  $Mn^{3+}$  en concentración 0,0010 M.

1) Calcule la constante de dismutación del  $Mn^{3+}$

2) Calcule el potencial de equilibrio de dicha disolución. Para ello deberá estimar la concentración de  $|Mn^{2+}|$  en el equilibrio.

**Datos**

$Mn^{3+}/Mn^{2+} \quad E^0_o = 1,51 V$

$MnO_2 \downarrow / Mn^{3+} \quad E^0_1 = 0,95 V$

**6 de septiembre de 2006**

**Primera parte**

**1.-** Se mezclan 25,00 mL de ácido hipocloroso ( $HClO$ ) 0,200 M con 50,00 mL de borato sódico ( $NaBO_2$ ) 0,100 M.

1) Determine la concentración "nominal" o analítica de los sistemas ácido-base implicados.

2) ¿Tiene lugar alguna reacción ácido-base? Calcule su constante. ¿Cómo podríamos calificar la disolución resultante desde el punto de vista ácido-base?

3) ¿Cuáles serán las aproximaciones más probables que deberá realizar al aplicar el procedimiento general para la determinación de la concentración de todas las especies en disolución?

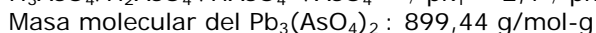
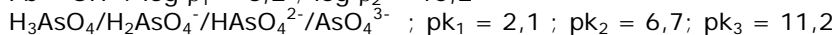
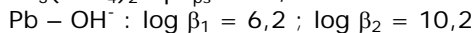
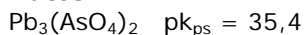
4) Aplique el método sistemático para resolución de problemas de equilibrio, y justifique adecuadamente las aproximaciones realizadas.

**Datos:**

$HBO_2/BO_2^- \quad pK_a = 9,1; \quad HOCl/OCl^- \quad pK^*_a = 7,5$

**2.-** El arseniato de plomo(II) es un plaguicida utilizado para el control del escarabajo de la patata, que se presenta en forma de polvo blanco. Se desean limpiar unas incrustaciones del producto que han quedado en el suelo de una nave industrial utilizada para su almacenamiento, pero se duda si en utilizar agua corriente o un decapante ácido. Elija el mejor disolvente calculando la solubilidad condicional (en g/L) del arseniato de plomo(II) a pH = 6,5 (agua de la zona) y a pH = 1,0 (el del decapante) y justifique la elección.

**Datos:**



**6 de septiembre de 2006**

**Segunda parte**

**1.-** Se prepara una disolución con los siguientes reactivos: NaF, en concentración total  $C_{\text{NaF}} = 0,500\text{M}$ , KSCN en concentración total  $C_{\text{KSCN}} = 0,200\text{M}$  y  $\text{FeCl}_3$  en concentración total  $C_{\text{FeCl}_3} = 0,050\text{M}$ .

El  $\text{Fe}^{3+}$  forma un complejo de color rojo característico con el  $\text{SCN}^-$  —  $\text{Fe}(\text{SCN})_4^-$  —rojo, observable si su concentración es del orden de  $10^{-5}$  M o superior y que es útil para la identificación del  $\text{Fe}^{3+}$  en una disolución cuya composición se desconoce.

¿Se observará también el color rojo del complejo cuando se añade  $\text{F}^-$  a la disolución? Para responder a esta pregunta conteste los siguientes apartados:

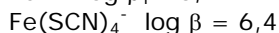
a) Calcule la constante de equilibrio de la reacción química que tiene lugar entre el  $\text{Fe}(\text{SCN})_4^-$  y el  $\text{F}^-$  que se añade en exceso.

b) Razone a partir de las constantes de equilibrio y concentraciones iniciales cuales serán los compuestos mayoritarios en el equilibrio.

c) Aplique el método sistemático general de resolución de problemas de equilibrio para calcular la concentración de todos los compuestos en el equilibrio y justifique adecuadamente las aproximaciones que proponga.

d) Finalmente, indique si se observará el color rojo del complejo y justifique la respuesta de acuerdo con los resultados de los apartados anteriores.

**Datos:**



**2.-** Se hacen reaccionar 50,0 mL de una disolución de uranilo ( $\text{UO}_2^{2+}$ ) 0,050 M con  $\text{Sn}^{2+}$  0,100M en medio HCl 1M.

(a) Indique qué reactivo actúa como agente oxidante y el reactivo que actúa como agente reductor.

(b) Escriba cada una de las semirreacciones ajustadas.

(c) Ajuste la reacción química redox que tiene lugar

(d) Calcule el valor de la constante de la reacción

(e) Calcule el valor del potencial eléctrico de la disolución cuando se han añadido: (1) 15,0 y (2) 35,0 mL de  $\text{Sn}^{2+}$ . En todos los casos considere que la concentración de HCl es 1M

**Datos:**

