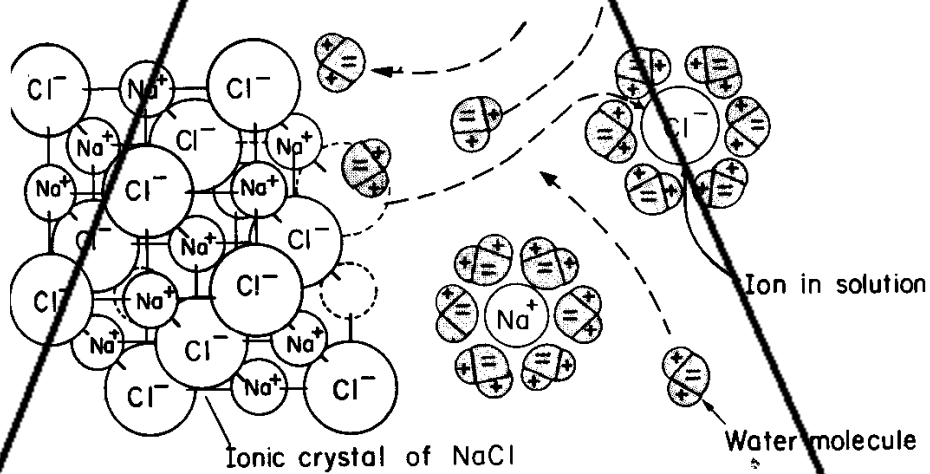




FACULTAD DE QUÍMICA
UNAM

QUÍMICA ANALÍTICA

I



Primera serie de problemas integrales:
"FORMACIÓN DE DISOLUCIONES"
<http://mx.geocities.com/electroquimika>

Dr. Alejandro Baeza
2004

QUIMICA ANALITICA I

2004-I

Primer ejercicio de clase: Fo, Co y [i]

Dr. Alejandro Baeza

Planteamiento del sistema en estudio

Se prepara una disolución salina simple para un medio nutritivo útil en cultivos vegetales para estudios de contaminación ambiental. Se prepara de acuerdo al siguiente protocolo.

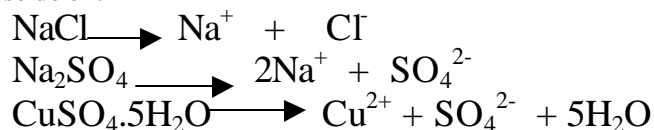
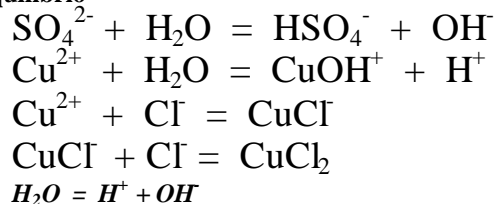
Solución (A) NaCl sólido cbp preparar 100 mL de concentración 0.01 mol/L *de esta sal*.

Solución (B) Na₂SO₄ sólido cbp preparar 100 mL de concentración 0.05 mol/L *de esta sal*.

Solución (C) CuSO₄·5H₂O cbp preparar 25 mL de concentración 0.001 mol/L *de esta sal*

Se mezclan 10 mL de disolución (A), 10 mL de disolución (B) y 25 mL de disolución (C) y agua cbp 100 mL.

Se sabe que en el proceso de formación de las disoluciones ocurren las siguientes reacciones:

Reacciones de disolución:**Reacciones al equilibrio****Preguntas**

- 1.0 **Calcular** la masa requerida para preparar las soluciones formales indicadas.
- 2.0 **Calcular** la concentración molar total de los iones disueltos en la mezcla final: (Na⁺), (Cl⁻), (SO₄²⁻), (Cu²⁺). Para ello auxiliarse de sendas tablas de variación de especies.
- 3.0 **Expresar** la suma de las concentraciones molares efectivas de los iones en la mezcla final. Considerar la estequiometría de las reacciones.
- 4.0 **Expresar** la suma de concentraciones molares efectivas en el balance de electroneutralidad.
- 5.0 **Calcular** la fracción molar absoluta del ión sodio para demostrar que la mezcla es una *solución diluida*.
- 6.0 **Calcular** la fracción molar relativa del ión sodio con respecto a sus sales: $\Phi_{\text{Na}} = [\text{Na}^+] / \Sigma F_i$.

*“No hay viento favorable
para el que no sabe a donde va”
Séneca*

QUIMICA ANALITICA I

Formación de disoluciones. Solución reveladora a base de hidroquinona, H₂Q.

Dr. Alejandro Baeza

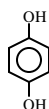
CON RESOLUCION

Planteamiento del sistema en estudio:

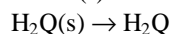
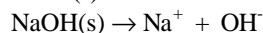
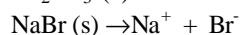
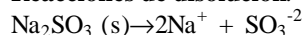
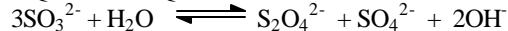
La preparación de una disolución reveladora en fotografía en B/N para experimentos cinéticos en la formación de la imagen, se prepara de la siguiente manera⁽¹⁾:

“100 mL de Na₂SO₃ 4.76 M; 10 mL de NaBr 1.68M; 20 mL de NaOH 3.12 M; 1.5 g de hidroquinona (H₂Q); y agua cbp 200 mL.”

La hidroquinona tiene como fórmula condensada: C₆H₆O₂, y se simboliza como H₂Q., su fórmula desarrollada es:



Los procesos de reacción posibles al disolver los componentes de la mezcla son:

I/ **Reacciones de disolución:**II/ **Reacciones al equilibrio:****Preguntas:**

- 1.0 Calcular la formalidad de los solutos en la mezcla final
- 2.0 Expresar y calcular la concentración analítica de las especies Na⁺, H₂Q, SO₃²⁻.
- 3.0 Escribir la ecuación de electroneutralidad.
- 4.0 Calcular la cantidad de NaBr sólido que hubiera debido pesarse para preparar la disolución final si no se contara con disolución 1.68 M de NaBr.
- 5.0 Calcular la cantidad de KOH que tendría que pesarse para sustituir la cantidad de OH⁻ del hidróxido de sodio.



“life is what happens to you,
when you are busy making other plans”
Lennon

(1)

“The Kinetics of Photographic Development”. A general Chemistry experiment.

J. E. Byrd and M.J. Perona

Journal of Chemical Education 59(1982)335

QUIMICA ANALITICA I

Marzo 28, 2003. (1/1)

Resolución breve del examen: Formación de disoluciones. Solución reveladora a base de hidroquinona, H₂Q.**Dr. Alejandro Baeza**

De acuerdo a las cantidades utilizadas de formulación, la formalidades de los cuatro solutos empleados son:

$$F \text{ Na}_2\text{SO}_3 = 4.76 \text{ M} \times (100 \text{ mL} / 200 \text{ mL}) = 2.38 \text{ M.}$$

$$F \text{ NaBr} = 1.68 \text{ M} \times (10/200) = 0.084 \text{ M.}$$

$$F \text{ NaOH} = 3.12 \text{ M} \times (20/200) = 0.312 \text{ M.}$$

$$F \text{ H}_2\text{Q} = (1.5 \text{ g} / 110 \text{ g mol}^{-1}) / (0.2 \text{ L}) = 0.0682 \text{ M.}$$

La concentración analítica del ión sodio es resultado del aporte de tres solutos y su expresión corresponde solamente a la concentración molar efectiva de su ión:

$$|\text{Na}^+|_{\text{T}} = 2(2.38 \text{ M}) + 0.084 \text{ M} + 0.312 \text{ M} = 5.156 \text{ M} = |\text{Na}^+|$$

En el caso de la hidroquinona su $\text{Co} = \text{F}$ y su expresión es la suma de las tres especies en que se disuelve:

$$|\text{H}_2\text{Q}|_{\text{T}} = 0.0682 \text{ M} = |\text{H}_2\text{Q}| + |\text{HQ}^-| + |\text{Q}^{2-}|$$

Lo mismo ocurre con el anión tiosulfato ya que $\text{Co} = \text{F}$ y corresponde a la suma de las tres especies en que se transforma este anión del azufre:

$$|\text{SO}_3^{2-}|_{\text{T}} = 2.38 \text{ M} = |\text{SO}_3^{2-}| + 2|\text{S}_2\text{O}_4^{2-}| + |\text{SO}_4^{2-}|$$

La ecuación de neutralidad de la disolución final se expresa de la siguiente manera:

$$|\text{Na}^+| + |\text{H}^+| = 2|\text{SO}_3^{2-}| + |\text{OH}^-| + |\text{Br}^-| + |\text{HQ}^-| + 2|\text{Q}^{2-}| + 2|\text{S}_2\text{O}_4^{2-}| + 2|\text{SO}_4^{2-}|$$

La cantidad de NaBr contenida en 10 mL de disolución 1.68 mol/L es:

$1.68 \times 10 \text{ mL} = 16.8 \text{ mmol}$. Por medio de su masa molecular es posible calcular los gramos requeridos:
 $16.8 \text{ mmol} \times 102.894 \text{ mg/mmol} = 1728.6 \text{ mg}$, es decir 1.73g de NaBr.

La cantidad de NaOH empleada fue: $3.12 \text{ M} \times 20 \text{ mL} = 62.4 \text{ mmol}$. Esta cantidad en milimol pero de KOH es: $62.4 \text{ mmol} \times 56.109 \text{ mg/mmol} = 3501.0 \text{ mg}$ (3.5 g), donde 56.1 es la masa molecular del hidróxido de potasio.

*“No hay viento favorable
para el que no sabe a dónde va”
Séneca.*

Ejercicio FD1. Formación de disoluciones. Cálculo de formalidad y disoluciones.

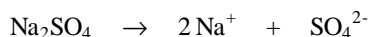
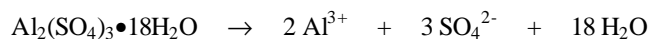
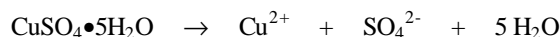
Dr. Alejandro Baeza

CON RESOLUCION*Se preparan las siguientes disoluciones:*Disolución A: 2.4979 g de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; 3.332 g de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$; agua c.b.p. 100 ml.Disolución B: 2.91 g de KF; 3.55 g de Na_2SO_4 ; agua c.b.p. 50 ml.Disolución C: se mezclan 5 ml de la disolución A con 20 ml de la disolución B y agua c.b.p. 50 ml.**Preguntas:**

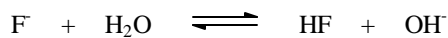
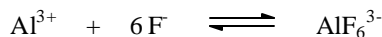
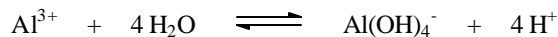
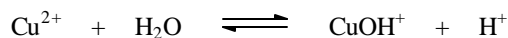
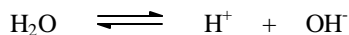
- 1.0 Calcular la formalidad de las sales disueltas en las disoluciones A, B y C.
- 2.0 Expresar y calcular la concentración molar de los iones sulfato, potasio y sodio en las disoluciones A, B y C.
- 3.0 Expresar y calcular la concentración molar analítica de los iones Cu (II), Al (III) y F (I) en las disoluciones A, B y C.
- 4.0 Expresar la ecuación del balance de electroneutralidad en las disoluciones A, B y C.
- 5.0 Calcular los volúmenes que habrá que mezclar de las disoluciones A y B para preparar 25 ml de una disolución cuyo contenido en iones sulfato fuera $[\text{SO}_4^{2-}] = 0.3 \text{ mol/L}$.

DATOS:**Procesos de formación de las disoluciones:**

Reacciones de disolución:



Reacciones al equilibrio:



Resolución del Ejercicio FD1. Formación de disoluciones. Cálculo de formalidad y disoluciones.

1.0 Las formalidades son:

Solución A: $F_{CuSO_4 \cdot 5H_2O} = 0.1M$; $F_{Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O} = 0.05M$

Solución B: $F_{KF} = 1.00M$; $F_{Na_2SO_4} = 0.50M$

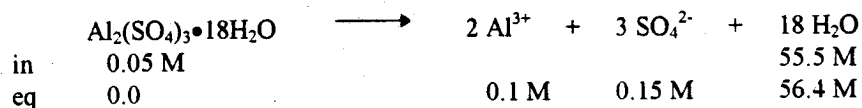
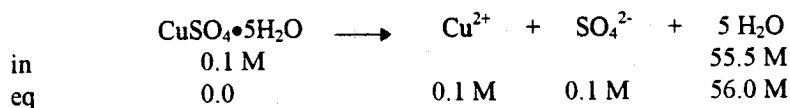
Solución C: $F_{CuSO_4 \cdot 5H_2O} = (0.1M) \left(\frac{5ml}{50ml} \right) = 0.01M$;

$$F_{Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O} = \frac{0.05M}{10} = 0.005M = 5mM;$$

$$F_{KF} = 0.40M; \quad F_{Na_2SO_4} = 0.2M$$

2.0 Las concentraciones molares se calculan con base a las reacciones de disociación:

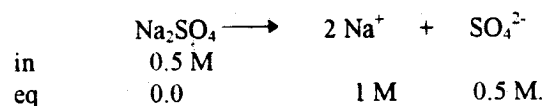
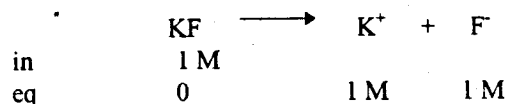
Solución A:



Entonces:

$$[Cu^{2+}]_T = 0.1 M; \quad [Al^{3+}]_T = 0.1 M; \quad [SO_4^{2-}]_T = 0.25 M$$

Solución B:



Entonces:

$$[K^+]_T = [K^+] = 1M; \quad [SO_4^{2-}]_T = [SO_4^{2-}] = 0.5 M$$

$$[Na^+]_T = [Na^+] = 1 M.$$

Disolución C:

$$[K^+]_T = [K^+] = 0.4 M; \quad [SO_4^{2-}]_T = [SO_4^{2-}] = 0.225 M;$$

ELECTROQUÍMICA
ALCALÍMICA

3E 4 MAR 2003 3F

ALEJANDRO BAEZA

- 3.0 La concentración analítica de una especie es la suma de las concentraciones molares de las formas en las que puede encontrarse dicha especie.

Solución A:

$$[\text{Na}^+]_{\text{T}} = [\text{Na}^+] = 0.4 \text{ M.}$$

$$[\text{Cu}^{2+}]_{\text{T}} = [\text{Cu}^{2+}] + [\text{CuOH}^+] = 0.1 \text{ M.}$$

$$[\text{Al}^{3+}]_{\text{T}} = [\text{Al}^{3+}] + [\text{Al(OH)}_4^-] = 0.1 \text{ M.}$$

Solución B:

$$[\text{F}^-]_{\text{T}} = [\text{F}^-] + [\text{HF}] = 1 \text{ M.}$$

Solución C:

$$[\text{Cu}^{2+}]_{\text{T}} = [\text{Cu}^{2+}] + [\text{CuOH}^+] = 0.01 \text{ M.}$$

$$[\text{Al}^{3+}]_{\text{T}} = [\text{Al}^{3+}] + [\text{Al(OH)}_4^-] + [\text{AlF}_6^{3-}] = 0.01 \text{ M.}$$

$$[\text{F}^-]_{\text{T}} = [\text{F}^-] + [\text{HF}] + 6 [\text{AlF}_6^{3-}] = 0.4 \text{ M.}$$

- 4.0 La ecuación de electroneutralidad se establece sumando las concentraciones molares de las especies con carga positiva e igualando a la suma de concentraciones molares de las especies con carga negativa.

Solución A:

$$2 [\text{Cu}^{2+}] + [\text{CuOH}^+] + [\text{H}^+] + 3 [\text{Al}^{3+}] = 2 [\text{SO}_4^{2-}] + [\text{OH}^-] + [\text{Al(OH)}_4^-]$$

Solución B:

$$[\text{K}^+] + [\text{H}^+] + [\text{Na}^+] = [\text{OH}^-] + 2 [\text{SO}_4^{2-}] + [\text{F}^-]$$

Solución C:

$$3 [\text{Al}^{3+}] + 2 [\text{Cu}^{2+}] + [\text{CuOH}^+] + [\text{H}^+] + [\text{K}^+] + [\text{Na}^+] =$$

$$2 [\text{SO}_4^{2-}] + [\text{F}^-] + 3 [\text{AlF}_6^{3-}] + [\text{Al(OH)}_4^-] + [\text{OH}^-]$$

- 5.0 La disolución A tiene: $[\text{SO}_4^{2-}]_{\text{A}} = 0.25 \text{ M}$ y la disolución B: $[\text{SO}_4^{2-}]_{\text{B}} = 0.5 \text{ M}$. La cantidad de sulfatos en la disolución C, $[\text{SO}_4^{2-}]_{\text{C}}$, debe ser: $(0.3 \text{ M})(25 \text{ ml}) = 7.5 \text{ mmol}$. esta cantidad debe provenir de mezclar volúmenes V_{A} y V_{B} :

$$7.5 \text{ mmol} = (0.25 \text{ M})(V_{\text{A}}) + (0.5 \text{ M})(V_{\text{B}})$$

además se cumple que:

$$V_{\text{A}} + V_{\text{B}} = 25 \text{ ml}$$

Resolviendo el sistema se encuentra que:

$$V_{\text{A}} = 20 \text{ ml};$$

$$V_{\text{B}} = 5 \text{ ml.}$$

ELECTROQUÍMICA
ANALÍTICA

3E 4 MAR 2003 3F

ALEJANDRO BAEZA

QUIMICA ANALITICA I

EXAMEN: Formación de disoluciones

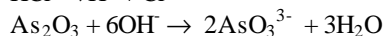
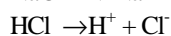
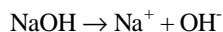
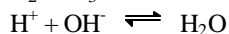
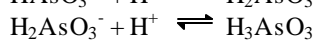
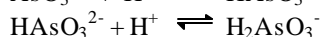
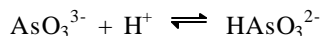
Dr. Alejandrino Baeza

Planteamiento del sistema en estudio

La determinación del nitrógeno total en muestras es muy importante en química de alimentos, bioquímica, biotecnología y farmacia.. En 1883 Kjeldahl⁽¹⁾ introdujo el método analítico para determinar el nitrógeno unido a materia orgánica. La técnica implica una digestión del compuesto en medio sulfúrico para producir amoníaco que se destila y se determina posteriormente. Baker ha propuesto⁽²⁾ una modificación del método Kjeldahl que consiste en eliminar el paso de la destilación. El método se basa en reacciones redox con base al uso del trióxido de arsénico como patrón primario. La disolución de este patrón se prepara de la siguiente manera:

“Se disuelven exactamente **1.2363 g** de estándar primario seco de **As₂O₃** en **50 mL** de **hidróxido de sodio 1 mol/L**. Se adiciona **100 mL** de **HCl 50 mM**. Se adiciona agua destilada c.b.p. **500 mL**”

Se conocen las siguientes reacciones de disolución y al equilibrio que ocurren en la formación de la disolución patrón:

Reacciones de disolución**Reacciones al equilibrio****Referencias:**

- (1) Kenneth A. Connors “A textbook of Pharmaceutical Analysis” John Wiley & Sons. 1982
 (2) Baker, P.R.W. , *Talanta* **8**(1961)57

Preguntas:

- 1.0 Calcular la formalidad del trióxido de arsénico disuelto.
- 2.0 Calcular la formalidad del HCl.
- 3.0 Calcular la formalidad del NaOH
- 4.0 Calcular la concentración analítica del As(III).
- 5.0 Expresar la concentración analítica del As(III)
- 6.0 Calcular y expresar la concentración analítica de los H⁺ provenientes del ácido clorhídrico
- 6.0 Calcular y expresar la concentración analítica de los iones sodio y cloruro.
- 7.0 Expresar el balance de electroneutralidad de la disolución.

Es necesario, a veces, encontrar compañía.

*Amigo, no es posible ni nacer ni morir,
 sino con otro. Es bueno
 que la amistad le quite
 al trabajo esa cara de castigo
 y a la alegría ese aire ilícito de robo.*

*¿Cómo podrías estar solo a la hora
 completa, en que las cosas y tú hablan y hablan,
 hasta el amanecer?*

RCQ

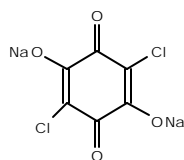
QUIMICA ANALITICA III

Ejercicio FD2: Formación de disoluciones. Solución de cloranilato de sodio.

Dr. Alejandro Baeza

Se preparan tres disoluciones por separado:

- a) 200 mg de NaOH en 25 mL de agua.
- b) 10 mmol de NaNO₃ en 25 mL de agua.
- c) 100 mL de cloranilato de sodio, Na₂A, 0.05 F.

Cloranilato de sodio:**Na₂A**

Se mezclan volúmenes V_a, V_b y V_c de las disoluciones anteriores respectivamente con agua c.b.p. preparar 100 mL de mezcla cuya composición final es:

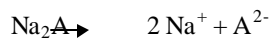
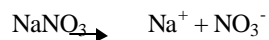
$$[\text{Na}^+]_{\text{T}} = 100 \text{ mM}; \quad [\text{A}^{2-}]_{\text{T}} = 25 \text{ mM}; \quad [\text{NO}_3^-]_{\text{T}} = 40 \text{ mM}.$$

Preguntas:

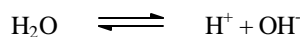
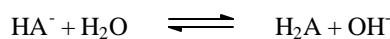
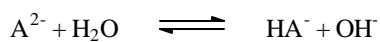
- 1.0 Calcular las formalidades de los solutos en las disoluciones A y B.
- 2.0 Calcular los volúmenes V_a, V_b y V_c.
- 3.0 Calcular el volumen que hay que tomar de la mezcla para preparar 25 ml de una disolución que contenga [A²⁻]_T = 1 mM.
- 4.0 Expresar el balance de masa de [A²⁻]_T en la mezcla.
- 5.0 Expresar el balance de electroneutralidad en la mezcla.

Datos:

Reacciones de disolución:



Reacciones al equilibrio:



EJERCICIO FD3: Formación de disoluciones. Disolución de sal de aluminio, sodio, potasio y calcio.

Dr. Alejandro Baeza

Se mezclan volúmenes V_A y V_B de sendas disoluciones cuya preparación se describe a continuación:

disolución A: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0.01F, Na_2SO_4 0.03F, $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.05F

disolución B: NaCl 0.2F, KClO_4 0.3F

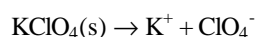
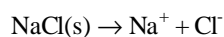
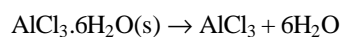
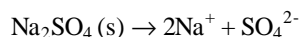
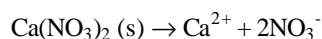
A los volúmenes V_A y V_B se les adiciona agua hasta completar un volumen final de 250 ml.

Preguntas:

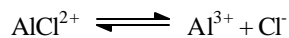
- 1.0 Calcular los volúmenes V_A y V_B que deben mezclarse para que la disolución resultante contenga $[\text{ClO}_4^-]_T = 0.02 \text{ M}$ y $[\text{SO}_4^{2-}]_T = 0.01 \text{ M}$.
- 2.0 Calcular la concentración analítica de todas las especies en la disolución final.
- 3.0 Expresar el balance de electroneutralidad de la disolución final.
- 4.0 Calcular los gramos de cada componente de las disoluciones A y B que se requieren para preparar los volúmenes V_A y V_B .
- 5.0 Escribir la ecuación de la concentración analítica de los iones cloruro y aluminio en la mezcla final.

Datos:

Reacciones de disolución:



Reacciones al equilibrio:



EJERCICIO FD4: Formación de disoluciones. Preparación de la disolución de Biuret.

Dr. Alejandro Baeza

Planteamiento del sistema en estudio:

La cuantificación de proteínas es importante en la determinación de la calidad de los alimentos, en su cuantificación en Bioquímica y en el control de producción de sueros y vacunas.

El éxito de esta cuantificación radica en una correcta preparación del medio de reacción constituido principalmente por la disolución responsable de la formación de un complejo con las proteínas que puede medirse por métodos instrumentales posteriormente. Una de las disoluciones más usadas es el reactivo de Biuret cuya formulación es la siguiente:

1.5 g de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 6.0 g de tartrato doble de sodio y potasio ($\text{NaKHC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$),
30 ml de NaOH al 10% p/v, H_2O destilada c.b.p. 1000 ml.

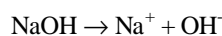
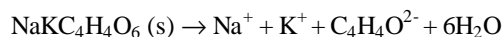
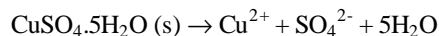
En este ejercicio se estudia y define la formación de la disolución del reactivo de Biuret.

Preguntas:

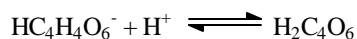
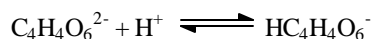
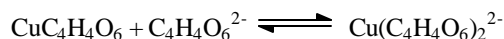
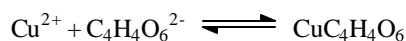
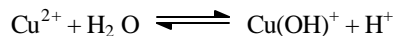
- 1.0 Calcular la formalidad de los tres compuestos disueltos en la disolución.
- 2.0 Expresar la concentración analítica del Cu(II), del ión tartrato $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6^{2-}$, y calcular el valor de éstas.
- 3.0 Expresar la ecuación del balance de electroneutralidad de la disolución.
- 4.0 Expresar la concentración analítica del H^+ en la disolución.

Datos:

Reacciones de disolución:



Reacciones al equilibrio:



EJERCICIO FD5: Formación de disoluciones. Preparación de la disolución de Benedict.

Dr. Alejandro Baeza

CON RESOLUCION

Planteamiento del sistema en estudio

La disolución de Benedict se emplea para cuantificar carbohidratos totales en muestras de alimentos o clínicas. Dicha disolución se prepara de la siguiente manera:

“Disolver 18.0 g de sulfato de cobre pentahidratado en 100 ml de agua (disolución 1). Por otro lado se disuelven 100 g de carbonato de sodio anhidro, 200 g de citrato de potasio monohidratado ($K_2C_6H_5O_7 \cdot H_2O$) y 125 g de tiocianato de potasio (KSCN) todo en un volumen final de 500 ml (disolución 2). Ahora se mezclan 10 ml de la disolución 1 con 50 ml de la disolución 2 y con 1 ml de disolución de ferrocianuro de potasio anhidro, $K_4Fe(CN)_6$, 0.05 F y se lleva a un volumen final de 100 ml con agua (disolución 3).”

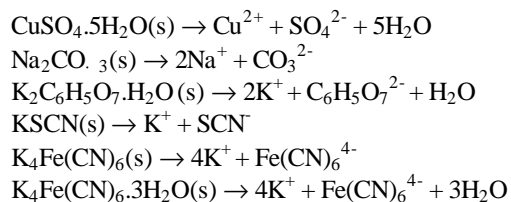
En este ejercicio se estudia y se define la formación de la disolución de Benedict.

Preguntas:

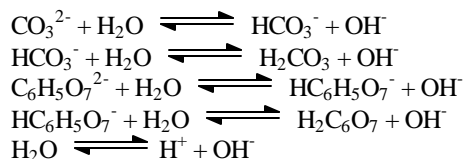
- 1.0 Calcular la formalidad de las sales disueltas para formar las disoluciones 1, 2 y 3.
- 2.0 Calcular la cantidad en gramos de $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$ que habría que adicionar para sustituir la cantidad de $K_4Fe(CN)_6$ adicionado según se indica arriba.
- 3.0 Calcular la concentración molar del ión K^+ en la disolución 3.
- 4.0 Escribir la ecuación que expresa el balance de electroneutralidad.
- 5.0 Escribir las ecuaciones que expresan la concentración analítica del ión carbonato, CO_3^{2-} , y del ión citrato, $C_6H_5O_7^{2-}$.
- 6.0 Escribir la ecuación que expresa el balance de masa del ión H^+ .

Datos:

Reacciones de disolución:



Reacciones al equilibrio:



Resolución del Ejercicio FD5: Preparación de las disoluciones. Preparación de la disolución de Benedict.

1.0 La formalida de las soluciones son:

Solución 1:

$$F_{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} = \frac{18\text{g}}{(249.7\text{g/mol})(0.1\text{L})} = 0.7209\text{mol/L} = 0.7209\text{M}$$

Solución 2:

$$F_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{100.0\text{g}}{(105.9\text{g/mol})(0.5\text{L})} = 1.887\text{M}$$

$$F_{\text{K}_3\text{L}} = \frac{200.0\text{g}}{(327\text{g/mol})(0.5\text{L})} = 1.223\text{M}; \quad \text{L} = \text{C}_6\text{H}_6\text{O}_7^{3-}$$

$$F_{\text{KSCN}} = \frac{125.0\text{g}}{(97.2\text{g/mol})(0.5\text{L})} = 2.5720\text{M}$$

Solución 3:

$$F_{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} = (0.7209\text{M})\left(\frac{10\text{ml}}{100\text{ml}}\right) = 0.07209\text{M}$$

$$F_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = (1.8939\text{M})\left(\frac{50\text{ml}}{100\text{ml}}\right) = 0.9460$$

$$F_{\text{K}_3\text{L}} = (1.2230\text{M})\left(\frac{50\text{ml}}{100\text{ml}}\right) = 0.6116\text{M}$$

$$F_{\text{KSCN}} = (2.5720\text{M})\left(\frac{50\text{ml}}{100\text{ml}}\right) = 1.2860\text{M}$$

$$F_{\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6} = (0.05\text{M})\left(\frac{1\text{mL}}{100\text{mL}}\right) = 0.0005\text{M} = 0.5\text{mM} = 500\mu\text{M}$$

2.0 La cantidad de $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ necesario para obtener la concentración 0.0005 M es:

$$0.05\text{M} = 0.05 \frac{\text{mmol}}{\text{mL}}; \quad \left(0.05 \frac{\text{mmol}}{\text{mL}}\right)(1\text{mL}) = 0.05\text{mmol};$$

$$MM_{\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}} = 422.4 \frac{\text{mg}}{\text{mmol}}; \quad m = \left(422.4 \frac{\text{mg}}{\text{mmol}}\right)(0.05\text{mmol});$$

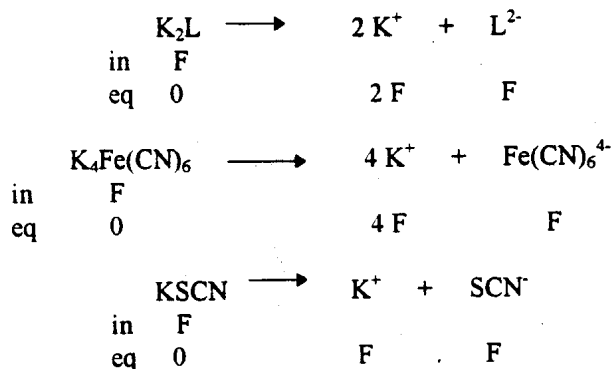
ELECTROQUÍMICA
ANALÍTICA

3E 4 MAR 2003 3F

ALEJANDRO BAEZA

$$m = 21.12 \text{ mg.}$$

3.0 El ión K^+ en la disolución proviene de tres sales diferentes:



La concentración molar total del K^+ proviene del aporte estequiométrico de las sales disueltas y disociadas totalmente:

$$\begin{aligned}
 [K^+]_T &= 2(1.4M) + 4(0.0005 M) + 1.286 M \\
 &= 4.1 M
 \end{aligned}$$

4.0 La ecuación de electroneutralidad se establece sumando las concentraciones molares de las especies con carga positiva y se iguala la suma de concentraciones molares de las especies con carga negativa

$$[H^+] + 2 [Cu^{2+}] + [Na^+] + [K^+] = [OH^-] + 2 [SO_4^{2-}] + 2 [CO_3^{2-}] + [HCO_3^-] + [SCN^-] + 4 [Fe(CN)_6^{4-}] + 3(L^{3-}) + 2(H_2L^{2-}) + (HL^-)$$

5.0 El balance de masa del carbonato y del citrato toman en cuenta la suma de las concentraciones molares en las que pueden encontrarse dichas especies:

$$[CO_3^{2-}]_T = [CO_3^{2-}] + [HCO_3^-] + [H_2CO_3]$$

$$[L^{3-}]_T = [L^{3-}] + (H_2L^{2-}) + (HL^-) + (H_3L)$$

6.0 El balance de H^+ toma en cuenta la suma de concentraciones molares de las especies que aportan H^+ y del H^+ mismo:

$$[H^+]_T = [H^+] + [HCO_3^-] + 2 [H_2CO_3] + 3(H_3L) + 2(H_2\bar{L}) + (HL^{2-})$$

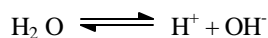
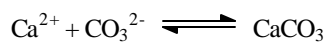
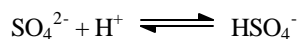
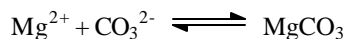
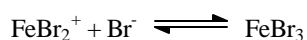
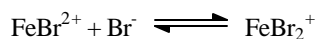
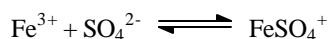
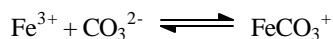
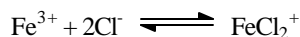
EJERCICIO FD6: Formación de disoluciones. Preparación de agua de mar artificial.

Dr. Alejandro Baeza

CON RESOLUCION**Planteamiento del sistema en estudio**

El agua de mar artificial se forma por la mezcla de los siguientes compuestos: 30 g de NaCl, 0.5 g de KCl, 3.22 g de MgCl₂, 0.56 g de NaBr, 1.36 g de CaSO₄, 2.4 g de MgSO₄, 0.11 g de CaCO₃, 0.003g de Fe(NO₃)₃.
 . Todo se disuelve mezclando con agua c.b.p. 1 L de volumen final.

Una vez disueltas las sales, las posibles interacciones son:

**Preguntas**

De acuerdo a la información anterior:

- 1.0 Calcular la formalidad de las sales disueltas
- 2.0 Calcular la concentración analítica de todos los iones (cationes y aniones) en disolución
- 3.0 Escribir las expresiones de la concentración analítica de todos los iones en disolución
- 4.0 Escribir la expresión del balance de electroneutralidad de la disolución

Resolución del Ejercicio FD6: Formación de disoluciones. Preparación de agua de mar artificial.

1.0 La formalidad de las sales disueltas son:

$$F_{NaCl} = 0.5133F; \quad F_{KCl} = 6.71mM; \quad F_{MgCl_2} = 33.8mM; \quad F_{NaBr} = 5.44mM;$$

$$F_{CaSO_4} = 9.98mM; \quad F_{MgSO_4} = 19.94mM; \quad F_{CaCO_3} = 1.1mM; \quad F_{Fe(NO_3)_3} = 12.4\mu M$$

2.0 Las expresiones y el cálculo de las concentraciones analíticas de los cationes y aniones mezclados en forma de sales consideran la expresión de la suma de las concentraciones en que los iones se asocian en solución. El cálculo de la concentración analítica considera el aporte de los iones de las sales mezcladas:

Cationes:

$$[Na^+]_T = [Na^+] = 0.513 + 5.52 \times 10^{-3} = 0.5187 M$$

$$[K^+]_T = [K^+] = 6.71 mM$$

$$[Mg^{2+}]_T = [Mg^{2+}] + [MgCO_3] = 33.8 + 19.94 = 53.74 mM$$

$$[Ca^{2+}]_T = [Ca^{2+}] + [CaCO_3] = 9.98 + 1.1 = 11.08 mM$$

$$[Fe^{3+}]_T = [Fe^{3+}] + [FeCl_2] + [FeCO_3] + [FeBr_2] + [FeBr_3] + [FeSO_4] = 12.4 \mu M$$

Aniones:

$$[Cl^-]_T = [Cl^-] + 2 [FeCl_2] = 0.5133 + 6.7 \times 10^{-3} + 2 \times (3.38 \times 10^{-2}) = 0.5876 M$$

$$[Br^-]_T = [Br^-] + [FeBr_2] + 2[FeBr_3] = 5.44 mM$$

$$[SO_4^{2-}]_T = [SO_4^{2-}] + [FeSO_4] + [HSO_4^-] = 9.98 + 19.9 = 29.9 mM$$

$$[CO_3^{2-}]_T = [CO_3^{2-}] + [HCO_3^-] + [H_2CO_3] + [FeCO_3] + [CaCO_3] + [MgCO_3] = 1.1 mM$$

$$[NO_3^-]_T = 3 \times 12.4 \mu M = 37.2 \mu M$$

4.0 La ecuación de electroneutralidad se establece sumando las concentraciones molares de las especies con carga positiva y se iguala a la suma de concentraciones molares de las especies con carga negativa:

$$[H^+] + [Na^+] + [K^+] + 2 [Mg^{2+}] + 2 [Ca^{2+}] + 3 [Fe^{3+}] + [FeCl_2] + [FeCO_3] + [FeBr_2] + 2 (FeBr_2^{2+})$$

$$[FeSO_4] = [OH^-] + [Cl^-] + [Br^-] + 2 [SO_4^{2-}] + 2 [CO_3^{2-}] + [NO_3^-] + [HCO_3^-] + [HSO_4^-]$$

Ejercicio FD7: Formación de Disoluciones. Preparación de la disolución de Heidenhain.

Dr. Alejandro Baeza

Plantamiento del sistema en estudio

El fijador de Heidenhain usado en histología se prepara de acuerdo a la siguiente formulación:

Cloruro mercúrico ($HgCl_2$)	45 g
Cloruro de sodio	5 g
Formol concentrado (40 % v/v)	200 ml
Agua destilada	800 ml
Acido acético glacial (12M)	40 ml
Acido tricloroacético	20 g

Preguntas:

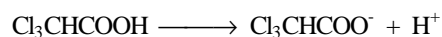
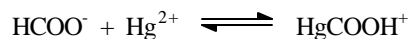
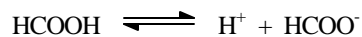
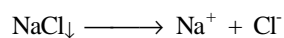
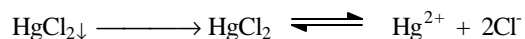
- 1.0 Calcular la formalidad de los compuestos disueltos.
- 2.0 Calcular la fracción molar de *todos* los componentes de la mezcla. Corroborar que

$$\sum_i^n x_i = 1$$

- 3.0 De acuerdo a la información proporcionada abajo, con respecto a los procesos de reacción en la formación de la disolución, expresar las ecuaciones de la concentración analítica de todas las especies en disolución.
- 4.0 Expresar el balance de electroneutralidad de la disolución.

DATOS:

Procesos de reacción: Reacciones de disolución y al equilibrio.



QUIMICA ANALITICA I
EXAMEN: FORMACIÓN DE DISOLUCIONES.
Dr. Alejandro Baeza

Planteamiento del sistema en estudio.

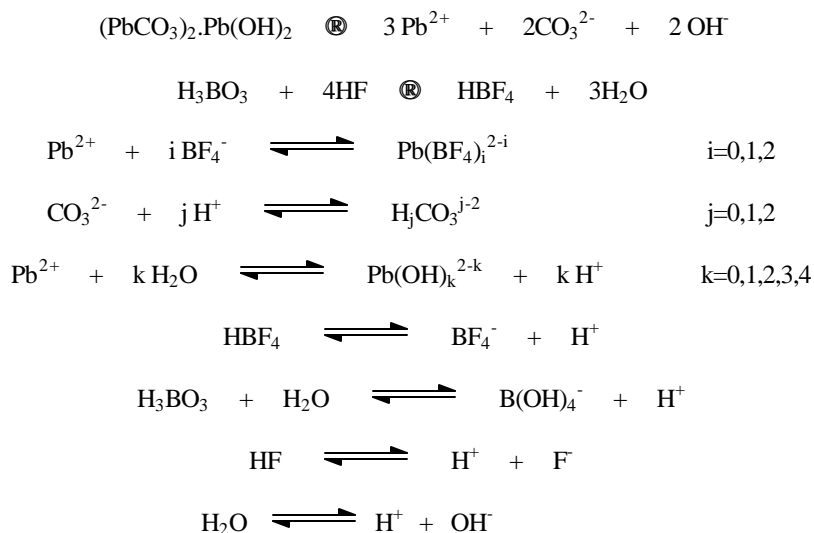
El plomo es muy importante en la industria química, en química analítica y sintética. Para obtenerlo puro se forma el compuesto $(\text{PbCO}_3)_2 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ y se disuelve en un medio de reacción en presencia de ácido bórico y ácido fluorhídrico para su posterior reducción electroquímica hasta $\text{Pb}(0)$, de acuerdo a un método, aún en uso, propuesto en la literatura (A.Gray, W. Blum, *Trans. Electrochem. Soc.* **80**:645:1941).

En este ejercicio se estudia la formación de la disolución que se forma para la obtención electrolítica posterior del Pb^0 .

La disolución acuosa tiene la siguiente formulación:

carbonato básico de plomo $(\text{PbCO}_3)_2 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$		150 g/L
ácido fluorhídrico	HF	240 g/L
ácido bórico	H_3BO_3	106 g/L

Se conoce la siguiente información de la literatura sobre las propiedades en disolución y los *posibles* equilibrios que pueden establecerse en agua:



Preguntas

- 1.0 Calcular la formalidad del ácido bórico.
- 2.0 Expresar y calcular la concentración analítica del ión $\text{Pb}(\text{II})$.
- 3.0 Expresar y calcular la concentración analítica del Fluor proveniente del HF disuelto.
- 4.0 Expresar la concentración analítica del boro proveniente del ácido bórico disuelto
- 5.0 ¿cuánto es la **concentración molar efectiva** del ácido bórico?

QUIMICA ANALITICA I

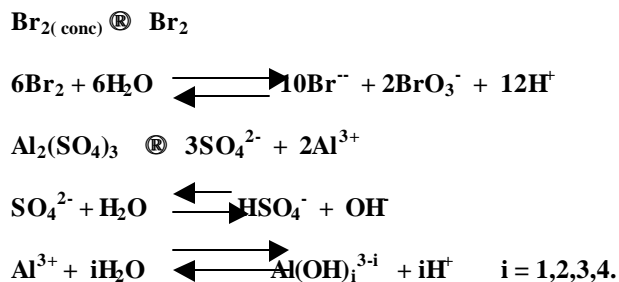
EXAMEN: Formación de disoluciones

Dr. Alejandrino Baeza

Planteamiento del sistema en estudio

Se toma un volumen conveniente de disolución concentrada de bromo (Br_2 , $d=3.1$, 99.98%) y se lleva al aforo con agua c.b.p. 100 mL. De la disolución anterior se toman 10 mL y se adiciona una disolución de sulfato de aluminio c.b.p. 25 mL de disolución total. Esta última mezcla se analiza y presenta una concentración total de bromo igual a 40 mM y de sulfatos totales igual a 0.166 mol/L.

Se conoce la siguiente información sobre la formación de la disolución anterior:

*Preguntas*

- 1.0 Calcular el volumen de disolución concentrada de bromo usada para preparar la disolución de partida.
- 2.0 Calcular la formalidad de la sal de aluminio para preparar la disolución final.
- 3.0 Expresar la concentración total de bromo.
- 4.0 Expresar la concentración total de aluminio
- 5.0 Expresar la concentración total de sulfatos.

*“Me huelen a ti hasta el nardo y la rosa
que siempre tuvieron su digno aroma propio;
y ando henchida, palpitante,
el tiempo que lo guardo en la memoria.
lo acaricio con mimo, con nostalgia;
lo dejo reposar como al buen vino,
y a veces lo hago cantar para que dure
hasta la hora del renuevo.
No sé si consigo decir lo que yo digo;
a veces me siento como un animalito sorprendido
en la mitad del sueño,
oyéndome decir tantas palabras,
riñendo al viento que asoma a mi retiro
y pido un minuto de sesenta siglos
para conmemorar la fiesta del sentido
que borra hasta el perfume de las rosas
para dejar que huelen, que te huelen,
hasta que todo queda entre tu olor, perdido.*

Queta Ochoa

QUIMICA ANALITICA I

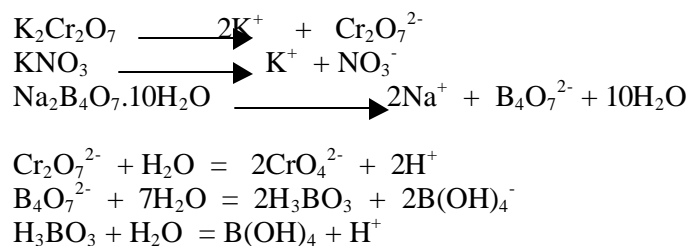
EXAMEN: Formación de disoluciones

Dr. Alejandrino Baeza

Planteamiento del sistema en estudio

Se prepara una disolución para realizar un análisis redox con la siguiente composición 250 mg de dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$), 85 mg de nitrato de potasio y 381.4 mg de $Na_2B_4O_7 \cdot 10 H_2O$ (tetraborato de sodio) y agua c.b.p. 100 mL.

Si se sabe que:

*Preguntas*

- 1.0 Calcular la formalidad del dicromato de potasio
- 2.0 Calcular la formalidad del tetraborato de sodio
- 3.0 Expresar la concentración analítica del dicromato
- 4.0 Expresar la concentración analítica del tetraborato
- 5.0 Expresar el balance de electroneutralidad

*“Mi corazón,
dicen que es del tamaño
de mi puño cerrado.*

Pequeño entonces.

*Pero basta para poner en marcha
todo esto.*

*Es un obrero
que trabaja bien,
aunque anhele el descanso,
y es un prisionero
que espera vagamente
escaparse”*

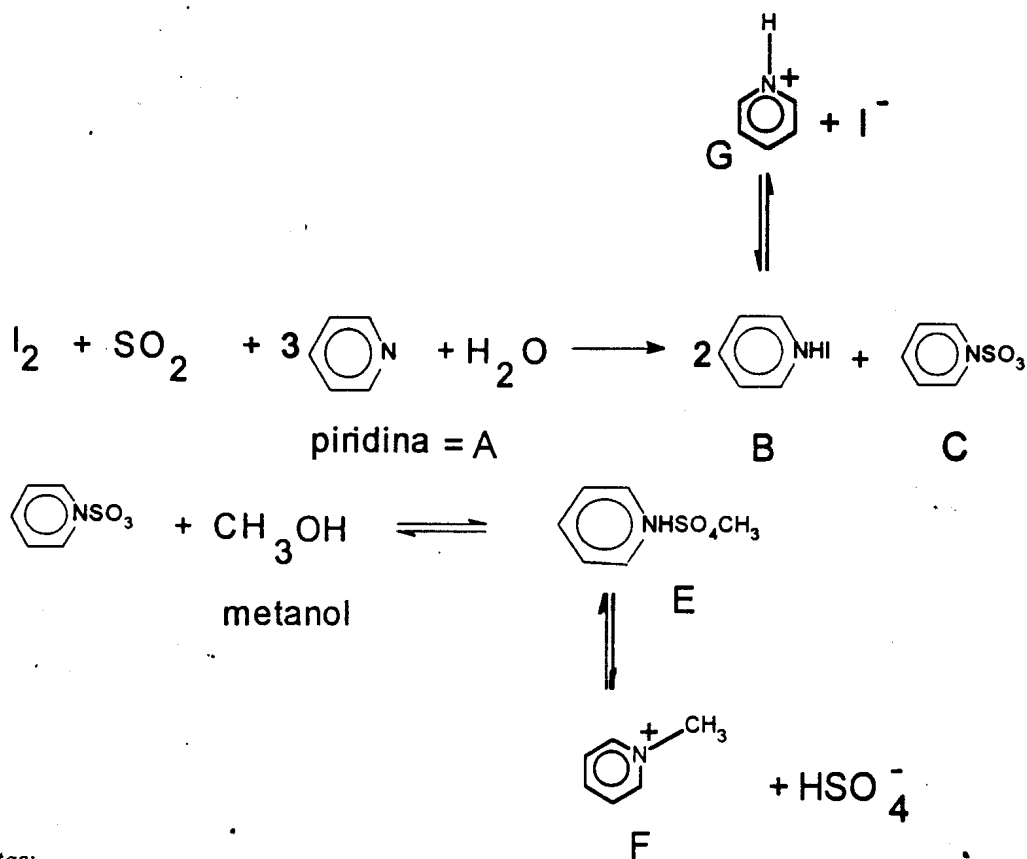
Alaíde Foppa

QUIMICA ANALITICA I
EXAMEN: Formación de disoluciones
Dr. Alejandrino Baeza

Planteamiento del sistema en estudio

La disolución de Karl-Fisher es usada en todo el mundo para determinar la cantidad de agua en productos farmacéuticos, alimenticios y materia prima para síntesis. La disolución está constituida por la mezcla de yodo molecular, dióxido de azufre y piridina y como disolvente el metanol puro.

En presencia de agua ocurren los siguientes procesos al formar la disolución:



Preguntas:

- 1.0 Expresar la concentración total analítica de:
 - a) yodo
 - b) el SO_2
 - c) la piridina
- 2.0 Expresar el balance de electroneutralidad de la disolución.
- 3.0 Si se disuelve 1 g de agua en un litro de disolución etanólica, escribir el valor de la molaridad y de la formalidad del H_2O en la disolución.

nota: Para la piridina y sus derivados utilizar la letra asociada a ellos en el esquema de disolución mostrado.

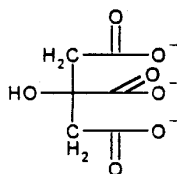
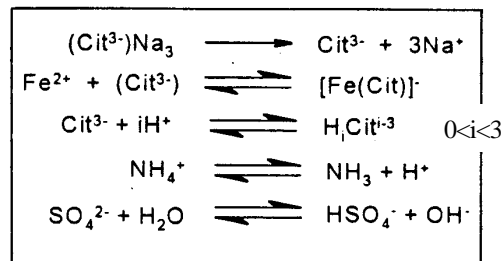
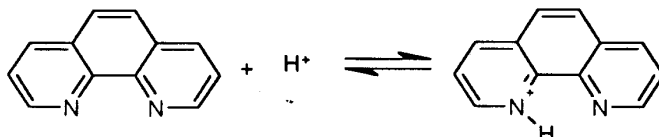
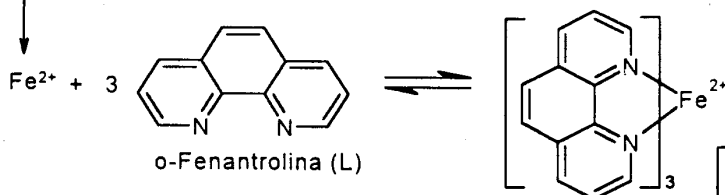
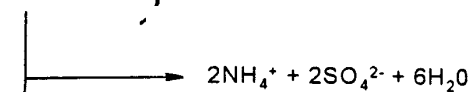
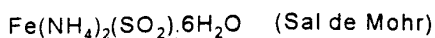
QUÍMICA ANALÍTICA I
EXAMEN PARCIAL: FORMACIÓN DE DISOLUCIONES.
Dr. Alejandro Baeza Reyes; Carlos Eduardo Frontana Vázquez



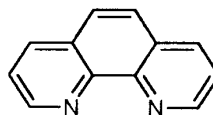
Planteamiento del sistema en estudio:

Una forma de cuantificar el hierro contenido en complementos vitamínicos¹, implica la reducción del Fe³⁺ presente en la muestra a Fe²⁺, mediante la acción de la hidroquinona. El Fe²⁺ resultante forma un complejo con la o-fenantrolina como ligante, el cual absorbe luz a una longitud de onda característica, haciendo posible su determinación y cuantificación por vía espectrofotométrica. Toda esta serie de reacciones ocurre en un medio acuoso que contiene una cantidad específica de citrato de sodio, como amortiguador del pH y de la fuerza iónica. La preparación de una solución de concentración conocida de Fe²⁺ resulta muy importante para realizar la cuantificación. Dicha solución se prepara utilizando un reactivo conocido como sal de Mohr (Fe(NH₄)₂(SO₄)₂·6H₂O), como fuente del catión.

Los procesos de reacción que ocurren en el seno de dicha disolución son los siguientes:



: Cit³⁻, Peso molecular: 189.1



Peso molecular 180.21

Preguntas:

- 1.0. Si se pesan 0.1405 g de sal de Mohr y se disuelven en un volumen total de 500 ml, calcule la formalidad del compuesto en la disolución.
- 2.0. Encontrar la expresión para la concentración analítica de:
 - a) Fe²⁺
 - b) O-Fenantrolina
 - c) Citrato³⁻
- 3.0. Expresar el balance de electroneutralidad de la solución.

NOTA: Representar a la o-fenantrolina como *L* y al citrato como *Cit*.

Todo documento de consulta autorizado. Entregar el examen redactado y a tinta

¹ R. C. Atkins, *J. Chem. Ed.*, **52** (1975) 550, reseñado en Harris, Daniel C. *Análisis Químico Cuantitativo*. Grupo Editorial Iberoamérica. 1992. pag. 747.