

Práctica 1. Estabilidad en compuestos de coordinación

Introducción

Un compuesto de coordinación, o complejo, es aquel que resulta de la unión de un ácido de Lewis (aceptor de pares de electrones) y una o varias bases de Lewis (donadoras de pares de electrones). El número de bases que pueden unirse al ácido es independiente de la carga de ambos.

En la química de coordinación, los ácidos de Lewis más comunes son los cationes metálicos, M^{n+} , y es habitual referirse a ellos como átomos centrales, iones metálicos o simplemente metales. Por otro lado, a las bases de Lewis se les conoce como ligantes, y suelen ser aniones o moléculas neutras en las que al menos hay un átomo con un par de electrones no compartido. Algunos ejemplos simples son: H_2O , NH_3 , Cl^- , CN^- , etcétera. Al átomo con el par de electrones no compartido se le llama átomo donador.

Los iones metálicos en disolución acuosa generalmente forman complejos del tipo $[M(H_2O)_6]^{n+}$. Sin embargo, si el metal es enlazado por ligantes con carga, puede llegar a producir un compuesto de coordinación neutro que podría ser insoluble y que, por lo tanto, podría precipitar.

Procedimiento experimental

Experimento 1

En esta prueba compararás la interacción de los iones metálicos Co^{2+} , Cu^{2+} y Zn^{2+} , con los ligantes formiato y oxalato (ver figura 1).



Figura 1. Estructuras de los iones formiato y oxalato.

Forma dos series con tres tubos de ensaye cada una. Para las dos, a uno de los tubos añade 1 mL de disolución de $Co(NO_3)_2$, a otro 1 mL de disolución de $Cu(NO_3)_2$ y al restante 1 mL de disolución de $Zn(NO_3)_2$.

A los tubos de una de las series, adicionales 2 mL de disolución de formiato. Anota tus observaciones en la tabla 1 (registra si quedó una disolución, si se formó un precipitado

y el color correspondiente). Agrega ahora 1 mL de disolución de oxalato a los tubos de la otra serie. Registra lo que observes en la tabla 1 (disolución o precipitado y color).

Tabla 1. Observaciones de la interacción de aniones formiato y oxalato con Co^{2+} , Cu^{2+} y Zn^{2+} .

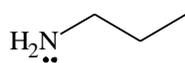
Catión:	Co^{2+}	Cu^{2+}	Zn^{2+}
Color inicial de la disolución:			
Ligante adicionado:	Formiato		
Al agregar el ligante ¿queda una disolución o se forma un precipitado?			
Color de la disolución resultante o del precipitado que se forma:			
Ligante adicionado:	Oxalato		
Al agregar el ligante ¿queda una disolución o se forma un precipitado?			
Color de la disolución resultante o del precipitado que se forma:			

a) Tomando en cuenta las estructuras de los ligantes formiato y oxalato, y que se forman compuestos con fórmula $[\text{M}(\text{formiato})_2]$ y $[\text{M}(\text{oxalato})]$, respectivamente, donde M representa a Co^{2+} , Cu^{2+} o Zn^{2+} , dibuja la fórmula desarrollada del producto esperado en cada reacción.

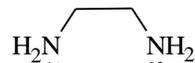
b) ¿Con qué ligante se favoreció una mayor estabilidad en los compuestos, y qué característica estructural de ese ligante ayuda a explicar el comportamiento que observaste?

Experimento 2

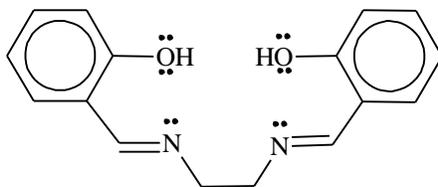
Ahora observarás las diferencias que se presentan en la formación de complejos de Ni^{2+} con los ligantes de la figura 2.



Propilamina



Etilendiamina



***N,N'*-etilenbis(salicildenimina), H₂salen**

Figura 2. Estructuras de los ligantes propilamina, etilendiamina y H₂salen.

Toma cuatro tubos de ensaye y coloca en cada uno 1 mL de disolución de Ni(NO₃)₂. Determina el pH de las disoluciones de los ligantes y anótalos en los espacios correspondientes en la tabla 2. Posteriormente, lleva a cabo las reacciones indicadas en la tabla 2 y registra la información adicional que se pide.

Tabla 2. Reacciones de Ni²⁺ con diversos ligantes.

Tubo	Reacción	pH del ligante	pH de la mezcla	Escribe si queda sólo una disolución o se forma un precipitado, y de qué color
1	1 mL de Ni ²⁺ + 4 mL de propilamina			
2	1 mL de Ni ²⁺ + 2 mL de etilendiamina			
3	1 mL de Ni ²⁺ + 1 mL de H ₂ salen			
4	1 mL de Ni ²⁺ + 3 gotas de NaOH			

a) Escribe la fórmula del producto insoluble que se formó en la reacción del tubo 4: _____

b) De acuerdo con tus observaciones que registraste en la última columna de la tabla 2, ¿en qué tubo se formó el mismo producto que en el tubo 4? _____

Explica brevemente por qué: _____

c) Considerando que la disolución de Ni^{2+} y las de todos los ligantes tienen la misma molaridad, escribe las ecuaciones completas de las reacciones que se efectuaron, con los coeficientes estequiométricos que correspondan. Para mayor claridad, no incluyas en tus ecuaciones a los contraiones del Ni^{2+} (a los nitratos), y en cada ecuación dibuja la fórmula desarrollada del compuesto de coordinación correspondiente.

Ecuación de la reacción 1:

Ecuación de la reacción 2:

Ecuación de la reacción 3:

Ecuación de la reacción 4:

d) Para cada reacción de la tabla 2, explica brevemente el porqué del comportamiento de pH que observaste después de agregar el ligante respectivo:

Reacción 1. _____

Reacción 2. _____

Reacción 3. _____

Reacción 4. _____

e) Analizando los resultados de la tabla 2, y las estructuras de los ligantes en la figura 2, propón una secuencia de estabilidades para los compuestos de Ni^{2+} que se generaron, escribiendo la fórmula del compuesto menos estable a la izquierda, y la del más estable a la derecha: _____

f) Finalmente, sugiere un procedimiento experimental (de manera muy general) para corroborar la secuencia que acabas de plantear: _____

