

## Capítulo 22

### La química de los metales de transición y los compuestos de coordinación

Los metales de transición son esos elementos en que los orbitales *d* y *f* están parcialmente llenos. Muchos de estos elementos son lo que se considera como metales comunes usados hoy cotidianamente en la industria. Al terminar este capítulo, el estudiante podrá:

1. Sugerir por qué Zn, Cd y Hg no pertenecen a los metales de transición como el autor lo definió.
2. Describir varias propiedades de elementos de transición.
3. Escribir las configuraciones del electrón para átomos e iones para elementos de transición recordando las excepciones de Cr, Mo, Cu, Ag, y Au.
4. Definir los términos siguientes:
  - compuesto de coordinación
  - ion complejo
  - número de coordinación
  - ligandos
  - átomo donador
  - monodentados
  - bidentados
  - polidentados
  - agente quelante
5. Especificar el número de oxidación del átomo central en los compuestos de coordinación.
6. Nombrar los compuestos de coordinación dadas sus fórmulas químicas.
7. Escribir las fórmulas químicas de compuestos de coordinación dados sus nombres.
8. Comparar y contrastar estereoisómeros, isómeros geométricos e isómeros ópticos.
9. Describir cómo funciona un polarímetro y cómo mide las disoluciones del enantiómero.
10. Dar ejemplos de isómeros de quiral.
11. Distinguir entre soluciones dextrorrotatorias y levorrotatorias y mezcla racémica.
12. Justificar el desdoblamiento del campo cristalino entre orbitales de complejos octaédricos.
13. Usar el desdoblamiento del campo cristalino para justificar el color y propiedades magnéticas, incluyendo spin alto y bajo de iones complejos.
14. Dar ejemplos de ligandos de campo fuerte y ligandos de campo débil y de cómo se colocan en las series espectroquímicas.
15. Justificar el desdoblamiento del campo cristalino entre orbitales de los complejos tetraédricos.
16. Describir las diferencias entre complejos lábiles e inertes y dar ejemplos de cada uno.

17. Describir varias aplicaciones comunes de compuestos de coordinación.

### **22.1 Propiedades de los metales de transición**

Quizás algunos de los compuestos más atractivos que los estudiantes encontrarán son esos que resultan de los complejos hechos con metales de transición. Esta sección repasa las configuraciones del electrón (incluso las excepciones de Cr, Cu, Mo, Au, y Ag), radio atómico, electronegatividad, energías de ionización y números de oxidación.

### **22.2 La química del hierro y el cobre**

El hierro es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre. Dependiendo de con qué reaccione el hierro ácido, formará  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  o  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . El cobre tiene la segunda conductividad eléctrica más alta de todos los metales. Éste tiene la habilidad de desproporcionar. La reacción para esto es



Convendría preguntar a los estudiantes si  $\text{Cu}^+$  es paramagnético o diamagnético. Para contestar correctamente, necesitarán recordar que el cobre es una excepción a las reglas normales para la configuración del electrón y que el electrón 4s1 es removido antes que los electrones 3d cuando se forma el ion.

### **22.3 Compuestos de coordinación**

Los compuestos de coordinación son compuestos neutros que contienen al menos un ion complejo. Los iones complejos están compuestos de iones de metales de transición combinados con ligandos. Un ligando dona por lo menos un par de electrones al ion de metal a través de una reacción ácido/base.

Uno de los agentes quelantes más comunes es el ion del etilendiaminotetraacetato (EDTA).

El nombrar los compuestos de coordinación es muy metódico y sistemático. A primera vista estos nombres se vuelven muy largos y complicados pero, de hecho, es simplemente una serie de nombres cortos todos juntos. A veces estos nombres casi se vuelven tan coloridos como los compuestos. Los estudiantes necesitarán ganar confianza al nombrar los compuestos de coordinación puesto que probablemente nunca han encontrado algo similar.

## 22.4 Estructura de los compuestos de coordinación

En esta sección se hace una introducción al estudio de los conceptos: isómeros geométricos y ópticos. Esta información no sólo se usará en compuestos de coordinación, sino también en orgánicos y bioquímica tratados en los capítulos 24 y 25. Los compuestos quirales, imágenes que no se pueden superponer, girarán el plano de polarización de la luz. Si los estudiantes han estudiado la luz en clases de física, pueden haber encontrado los conceptos de plano de polarización de la luz. Dos hojas de luz polarizada se pueden usar con un proyector arriba para demostrar los principios básicos. Los compuestos dextrorrotatorio y levorrotatorios son de tal importancia especial para aplicaciones bioquímicas, es indispensable que cualquiera de los estudiantes que se especializan en las ciencias naturales reciban una introducción a estos términos.

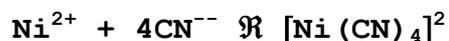
## 22.5 El enlace en los compuestos de coordinación: teoría del campo cristalino

La teoría del campo cristalino sugiere que los cinco orbitales de los iones de metal se desdoblarán en dos niveles de energía dependiendo de si el compuesto es de estructura octaédrica o tetraédrica.

Este desdoblamiento se debe a la interacción del par único de electrones del átomo donador del ligando y los orbitales del ion de metal. El ion  $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$  proporciona un método bastante simple para mostrar cómo se pueden usar las propiedades de la luz para determinar el intervalo de energía entre estos dos niveles de energía. La luz, junto con las propiedades magnéticas de estos compuestos, se puede usar para verificar lo que predice esta teoría.

## 22.6 Reacciones de los compuestos de coordinación

Su autor señala que la reacción



es un complejo lábil. Esto se muestra usando átomos  $^{14}\text{C}$ . Un complejo lábil es uno que intercambia rápidamente ligandos con los iones ligando libres en la disolución. Al contrario, los complejos inertes intercambian ligandos muy despacio. Éste es un proceso cinético y no se maneja por el tamaño de la formación constante para hacer el complejo.

## **22.7 Aplicaciones de los compuestos de coordinación**

Los compuestos de coordinación se usan en una variedad de aplicaciones.

Se usan para determinar la dureza del agua, como un método de extracción del oro y la plata y para la purificación de sus menas y en fármacos y procesos terapéuticos en la medicina. En este capítulo el autor repasa dos aplicaciones, que son "Cisplatino: el fármaco anticancerígeno" y "los Compuestos de coordinación en los sistemas vivos".