

QUÍMICA DEL ARSÉNICO, ANTIMONIO Y BISMUTO

Los tres elementos que se estudiarán en esta práctica corresponden al grupo 15 de la Tabla Periódica. El arsénico cuya toxicidad es bien conocida se encuentra extendido en numerosas rocas por toda la corteza terrestre, principalmente asociado a rocas de fosfatos. La principal fuente antropogénica de As es la quema de combustibles fósiles, principalmente carbón, además de la producción de cemento y lixiviación de las gangas mineras. Su uso como veneno fue muy extendido en la antigüedad hasta el punto que el método de Marsh para la determinación cualitativa del elemento en materia orgánica fue muy común. El As afecta a la piel siendo una de las causas de cáncer de piel. Esta toxicidad ocurre si una persona se somete a largas exposiciones de vapores de As en el lugar de trabajo, o inconscientemente a fuentes no identificadas. También puede originar cáncer de pulmón cuando la especie inhalada es poco soluble, por lo que queda adherida al tejido pulmonar. El As tiene efectos sobre el hígado causando cirrosis y cierto tipo de cáncer.

Antimonio y bismuto son los dos elementos inferiores del grupo 15. Es posible que pudieran haber sido descubiertos antiguamente, de hecho una vasija fechada en el 4000-3000 a.C. es de antimonio puro, pero no fueron distinguidos del plomo. Los elementos fueron finalmente identificados en el siglo XVIII. Como elementos son utilizados habitualmente en aleaciones no-ferrosas por las peculiares características que aportan a la aleación. Como compuestos, pequeñas cantidades se utilizan en la industria farmacéutica para obtener diversos medicamentos.

Objetivos

Estudio del comportamiento químico de estos elementos del grupo 15, con especial énfasis en las reacciones ácido-base y redox que tienen mayor influencia en el medio ambiente acuoso.

Cuestiones previas

- 1) Indique la configuración electrónica de los elementos As, Sb y Bi y de sus iones en los estados de oxidación trivalente y pentavalente.
- 2) Describa las fuentes de contaminación del arsénico, así como sus efectos tóxicos más comunes
- 3) Describa los usos más comunes de los elementos antimonio y bismuto.

Material necesario

Reactivos

- Cloruro de antimonio (III).
- Nitrato de bismuto (III).
- Oxido de bismuto (III).
- Hidróxido sódico.
- Acido sulfúrico.
- Acido nítrico.
- Acido clorhídrico.
- Iodo.
- Permanganato potásico.
- Bismutato de sodio.
- Arsenito sódico.
- Monohidrógeno arseniato sódico.
- Ioduro de potasio. - -
- Sulfato de manganeso (II).
- Antimonio y bismuto

Material

- Gradilla con 6 tubos con tapón.
- Varilla de vidrio.
- Pipeta.
- Vaso precipitados 100 mL
- Vidrio de reloj.
- Mechero Bunsen.

PARTE EXPERIMENTAL

1. Acción reductora del arsenito sódico.

a) Acción del arsenito sódico sobre una disolución de yodo.

Preparar una disolución acuosa de yodo. El yodo es poco soluble en agua. Para facilitar esta preparación se disuelve el sólido en una disolución de yoduro potásico, KI. Con ello se consigue la formación del complejo soluble triyoduro, I_3^- . Se coloca un cristal de yodo en un tubo de ensayo y se añaden 2 mL de disolución KI 2 M. Tape el tubo y agite. Posteriormente, coloque 2 mL de disolución 1 M de arsenito sódico, en otro tubo de ensayo y añada 2 mL de la disolución acuosa de iodo preparada. Observe el resultado. Escriba y ajuste la reacción redox que ocurre.

b) Acción del arsenito sódico sobre el permanganato potásico.

Disponga 2 mL de la disolución de arsenito sódico en un tubo de ensayo y, posteriormente, añada 2 mL de ácido sulfúrico 2 N y agite levemente. A continuación, añada 2 mL de la disolución 0.02 M de permanganato potásico. Anote el resultado observado. Escriba y ajuste la reacción redox que ocurre.

2. Acción oxidante del arseniato de sodio

Disponga 2 mL de disolución 1 M de monohidrógeno arseniato de sodio en un tubo de ensayo y añada 2 mL de ácido clorhídrico. A continuación, añada disolución de yoduro potásico gota a gota. Anote el resultado observado.

- Escriba y ajuste la reacción redox que ocurre. ¿Por qué tuvimos que añadir inicialmente ácido clorhídrico?

3. Reacción de antimonio y bismuto con ácido nítrico.

Coloque en un tubo de ensayo 0.1 g de antimonio metal y añada 3 mL de ácido nítrico concentrado. Caliente suavemente, si fuera necesario, y observe la disolución del metal y la liberación de gases. Anote las observaciones.

Coloque en un tubo de ensayo 0.1 g de bismuto metal y añada 3 mL de ácido nítrico 2 M. Caliente suavemente, si fuera necesario, y observe la disolución del metal y la liberación de gases. Anote las observaciones.

- Escriba y ajuste las reacción redox que ocurren teniendo en cuenta que los productos finales de las reacciones son ácido antimónico y nitrato de bismuto (III), respectivamente.

4. Hidrólisis de las sales de antimonio (III) y bismuto (III).

Coloque 0.1 g de tricloruro de antimonio (III) en un vaso de precipitados y 2 mL de ácido clorhídrico concentrado hasta disolver completamente la sal. Posteriormente, diluya la disolución con un poco de agua destilada hasta que observe la aparición de un precipitado que se manifiesta en forma de turbidez. Anote el volumen de agua destilada que ha sido necesario añadir.

De nuevo, añada gota a gota ácido clorhídrico concentrado hasta la disolución del precipitado para constatar la reversibilidad del proceso. La disolución así obtenida la conservaremos para experiencias posteriores.

Repita la experiencia anterior con óxido de bismuto (III) y anote las diferencias observadas en el volumen de agua destilada añadida respecto al comportamiento del antimonio. Asimismo, conserve la disolución de bismuto (III).

- Escriba las reacciones de hidrólisis de las sales de antimonio y bismuto, considerando la formación de las sales básicas $\text{Sb}(\text{OH})_2\text{Cl}$ y $\text{Bi}(\text{OH})_2\text{Cl}$.
- Estas sales se desproporcionan liberando una molécula de agua y convirtiéndose en oxiclорuro de antimonio y de bismuto. Escriba las reacciones de desproporción.
- ¿Cuál de los dos elementos utilizados en el experimento se hidroliza en mayor extensión? Razone tu respuesta.

5. Hidróxidos de antimonio (III) y bismuto (III).

Coloque 2 mL de la disolución de cloruro de antimonio (III) en cada uno de dos tubos de ensayo, previamente bien seco. Añada, gota a gota, una disolución 2 M de hidróxido sódico hasta la aparición de un precipitado en ambos tubos. Posteriormente, añada 2 mL de ácido clorhídrico 2 M a uno de los tubos y 2 mL de hidróxido sódico 2 M al segundo tubo. Observe si se disuelven los precipitados y anote los resultados.

Repita las experiencias con una disolución 2 M de nitrato de bismuto (III). En este caso use ácido nítrico en lugar de ácido clorhídrico. ¿Se disuelve el precipitado de hidróxido de bismuto (III) en ambos tubos?

- Describa las observaciones y extraiga conclusiones sobre las propiedades ácido-base de los hidróxidos de antimonio y bismuto.
- Escriba las reacciones por las que se obtienen los hidróxidos.
- Escriba las reacciones del hidróxido con el ácido y la base. (El hidróxido de antimonio reacciona con la base para dar $[\text{Sb}(\text{OH})_6]^{3-}$). ¿En qué medio es más estable este anión? ¿En qué medio es más estable el catión Sb^{3+} ?

6. Propiedades reductoras de los compuestos de antimonio (III) y bismuto (III).

Disponga 2 mL de disolución de permanganato potásico 0.02 M en un tubo de ensayo. Añadir el mismo volumen de ácido clorhídrico 2 M. Añadir 3 mL de disolución 2 M de cloruro de antimonio (III) al tubo de ensayo. Observe si se desvanece el color de la disolución. Anote el resultado.

Repita la misma operación con disolución 2 M de nitrato de bismuto (III). Observe si se desvanece el color de la disolución. Anote el resultado.

- Escriba y ajuste la reacción teniendo en cuenta que uno de los productos es el $\text{H}[\text{SbCl}_6]$.
- Razone las diferentes propiedades reductoras de los iones Sb^{3+} y Bi^{3+} .

7. Propiedades oxidantes de los compuestos de bismuto (V).

Disponga 2 mL de disolución de sulfato de manganeso (II) 0.2 M en un tubo de ensayo y añada 2 mL de ácido nítrico 2 M. A continuación, añada 0.1 g de bismutato sódico. ¿Se observa algún cambio de color en la disolución? ¿A qué se debe el cambio de color observado?

- Escriba y ajuste la reacción redox correspondiente.