

### Actividad Experimental 3

## SEPARACIÓN DE ALUMINIO A PARTIR DE MATERIAL DE DESECHO

### Investigación previa

- 1.- Investigar las medidas de seguridad que hay que mantener al manipular KOH y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, incluyendo que acciones tomar en caso de accidente.
- 2.- Investigar las medidas de seguridad que hay que mantener al trabajar con hidrógeno gaseoso.
- 3.- Investigar las propiedades y usos del aluminio.

### Antecedentes

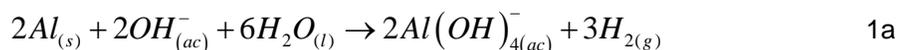
El aluminio es uno de los metales más abundantes en la corteza terrestre, constituye aproximadamente el 7.5% de su masa. En la naturaleza se encuentra en un mineral llamado bauxita de fórmula Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2H<sub>2</sub>O. Es un material ampliamente utilizado en la industria debido a sus propiedades y abundancia. Sin embargo su obtención a partir de bauxita es un proceso muy caro. Para producir una sola lata de aluminio, se necesita utilizar una energía equivalente a la que consume un foco de 100 Watts encendido durante 6 horas. Sin embargo, si reciclamos las latas de aluminio ya existentes este costo puede disminuirse considerablemente (hasta en un 95%). El reciclado también ayuda a disminuir la contaminación causada por las latas que se desechan y que tienen una vida promedio de 100 años.

En esta actividad experimental, no vamos a reciclar aluminio para producir nuevas latas, sino que vamos a utilizar un proceso químico para transformar el aluminio de desecho en un compuesto conocido como alumbre, de fórmula KAl(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·12H<sub>2</sub>O. Este compuesto se utiliza en el proceso de teñido de telas, en la fabricación de conservantes de alimentos y como coagulante en la purificación de aguas en plantas de tratamiento de aguas residuales.

Los compuestos conocidos como alumbres son compuestos iónicos que cristalizan en soluciones que contienen aniones sulfato (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), un catión trivalente (como Al<sup>3+</sup>, Cr<sup>3+</sup> o Fe<sup>3+</sup>) y un catión monovalente (como K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> o NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). Muchos de los alumbres, bajo las condiciones adecuadas, cristalizan en forma de cristales de gran tamaño.

Es común que el aluminio reaccione lentamente con ácidos diluidos porque su superficie está cubierta por una capa delgada de óxido de aluminio (a los metales con estas características se les conoce como autoprotectores y al proceso se le conoce como pasivación). Las soluciones alcalinas o bases fuertes (que contienen iones OH<sup>-</sup>) atacan esta capa y atacan el metal. Así, en un medio acuoso alcalino el aluminio metálico se oxida formando el anión Al(OH)<sub>4</sub><sup>-</sup>, que es estable en solución básica. En esta reacción se produce además hidrógeno gaseoso.

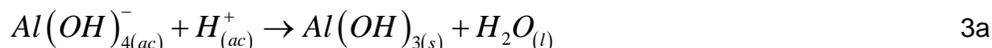
Las reacciones involucradas en la producción de alumbre a partir de aluminio metálico se presentan a continuación (Las ecuaciones etiquetadas como "a" representan las ecuaciones iónicas netas de cada etapa de reacción).



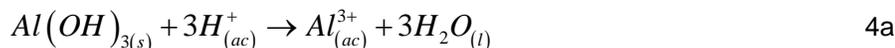
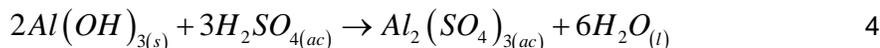
Después de disolver el aluminio es necesario neutralizar el exceso de KOH con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:



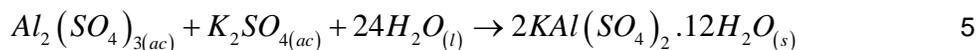
Además el H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> también convierte al ión Al(OH)<sub>4</sub><sup>-</sup> en Al(OH)<sub>3</sub> que es insoluble en agua, por lo que precipita:



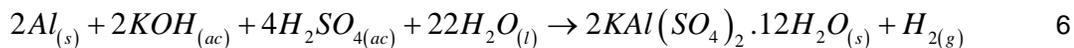
Al añadir más H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> el Al(OH)<sub>3</sub> se forma Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> que es un compuesto iónico soluble en agua:



Cuando la solución acidificada se enfría el KAl(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·12H<sub>2</sub>O, o alumbre, cristaliza:



La reacción global de todo el proceso es:



### **Objetivo**

Obtener un compuesto químico a partir de materiales de desecho.

### **Material y reactivos**

Lata de aluminio

Solución de KOH, 2.8 M

Solución de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 6 M

Etanol

Rojo de metilo (u otro indicador ácido base)

Hielo

Lija para metal

Tijeras

Regla

Vaso de precipitados de 50 o 100 mL

Vaso de precipitados de 250 mL

Vaso de precipitados de 600 mL

Parrilla eléctrica

Equipo para filtración en vacío (embudo Büchner, matraz Kitazato, papel de filtro y manguera)

Espátula

Probeta

Agitador de vidrio

Embudo

Piseta con agua destilada

### **Protocolo**

#### A. Actividades previas a la sesión experimental

1. Traer una laminilla de aluminio de aproximadamente 5 cm x 7 cm, la cual se deberá obtener de una lata de aluminio (cada alumno debe traer su propia laminilla)
2. Lijar la laminilla por ambos lados (asegurarse de que los restos de plástico o pintura queden totalmente eliminados)
3. Traer tijeras para cortar la laminilla de aluminio.

#### B. Actividades a realizar en la sesión experimental.

#### **!!! PRECAUCIÓN!!!**

**VAS A TRABAJAR CON UNA SOLUCIÓN DE KOH, QUE ES ALTAMENTE CORROSIVA.  
PUEDE DAÑAR TU ROPA Y TU PIEL.  
SI LLEGARA A CAER EN LA PIEL LAVA INMEDIATAMENTE CON ABUNDANTE AGUA**

4. Pesar la laminilla de aluminio. Se necesita aproximadamente 1g. Si la laminilla pesa entre 0.9 y 1.2g es aceptable.
5. Pesar un vaso de precipitados de 250 mL.
6. Cortar la pieza de aluminio en cuadritos de aproximadamente 0.2 cm de longitud y colocarlos en el vaso de precipitados.
7. Pesar el vaso de precipitados con la muestra.
8. Determinar la masa de aluminio.
9. Colocar 25 mL de solución 2.8 M de KOH en el vaso de precipitados que contiene la muestra.

#### **!!! PRECAUCIÓN!!!**

**MANTENER ALEJADA CUALQUIR FLAMA O FUENTE DE FUEGO  
EN ESTA ETAPA DEL EXPERIMENTO SE ESTÁ PRODUCIENDO HIDRÓGENO GASEOSO  
REALIZAR ESTA PARTE DEL EXPERIMENTO EN LA CAMPANA DE EXTRACCIÓN PARA  
EVITAR QUE SE CONCENTREN GRANDES CANTIDADES DE H<sub>2</sub> EN EL LABORATORIO**

10. Si la reacción procede muy lentamente, colocar el vaso de precipitados en la parrilla y CALENTAR MUY LENTAMENTE, sin llegar a ebullición. La reacción finaliza cuando no se desprende más gas o cuando desaparecen las piezas de aluminio.
11. Quitar el vaso de precipitados de la fuente de calor y dejar que se enfríe a temperatura ambiente.

12. Mientras la solución se enfría preparar el equipo de filtración al vacío según se muestra en la figura 1.

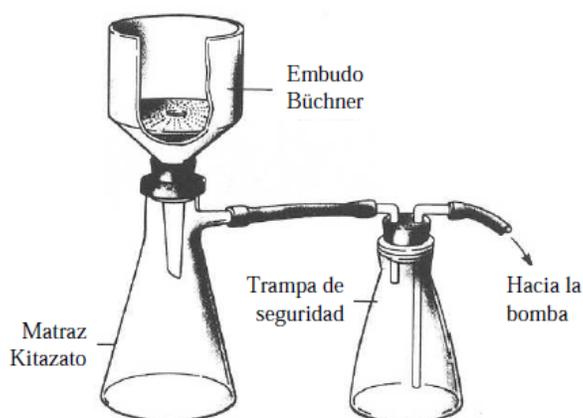


Figura 1. Equipo de filtración en vacío.

13. Filtrar la solución.

14. Utilizar una pisseta con agua destilada para enjuagar el vaso de precipitados en donde se disolvió el aluminio. Aplicar el agua directamente sobre la pared del vaso para remover toda la solución que pueda contener. NO UTILICE MÁS DE 20 mL de agua. Es mejor enjuagar con 5 mL en varias etapas, en lugar de usar los 20 mL en un solo lavado. Filtrar la solución de cada uno de los enjuagues.

**!!! PRECAUCIÓN!!!**

**VAS A TRABAJAR CON UNA SOLUCIÓN DE  $H_2SO_4$ , QUE ES ALTAMENTE CORROSIVA  
DEBES MANIPULARLA CON EXTREMO CUIDADO  
SI LLEGARA A CAER SOBRE TU PIEL, LAVA CON ABUNDANTE AGUA**

15. Transferir la solución del matraz kitazato a un vaso de precipitados de 250 mL.

16. Colocar 10 gotas de indicador rojo de metilo en la solución (este indicador toma color amarillo si la solución es básica y rojo si es ácida)

17. Colocar 25 mL de una solución 6 M de  $H_2SO_4$  en un vaso de precipitados limpio y seco.

18. Con mucho cuidado, adicionar poco a poco la solución de  $H_2SO_4$  a la solución filtrada, hasta que tome color rojo. LA SOLUCIÓN PUEDE CALENTARSE YA QUE ESTÁ OCURRIENDO UNA REACCIÓN EXOTÉRMICA. Agitar con cuidado a medida en que se adiciona el  $H_2SO_4$ . (Notarás la formación de un precipitado blanco) Es importante evitar añadir  $H_2SO_4$  en exceso ya que se redisolvería el precipitado.

19. Calentar la solución con el precipitado y agitar hasta que se disuelva completamente. La solución deber ser roja y no debe contener sólidos suspendidos. Si la solución no está roja añada unas gotas de de  $H_2SO_4$ , 6 M hasta que se torne roja.

20. Enfriar la solución obtenida en un baño de hielo de 20 a 30 minutos agitando ocasionalmente. (Notarás la formación de los cristales de alumbre)

21. Mientras se enfría la solución, lavar el equipo de filtración utilizado anteriormente.

22. Filtrar la solución que contiene los cristales de alumbre. Si dispones de tiempo suficiente (aproximadamente 45 minutos) coloca la solución filtrada en el vaso de precipitados y evapora hasta aproximadamente la mitad del volúmen. Enfriar utilizando el baño de hielo (de 20 a 30 minutos) y filtrar utilizando el mismo papel de filtro donde se recolectaron los primeros cristales.

23. Mantener el papel de filtro con los cristales en el equipo de filtración.

**!!! PRECAUCIÓN!!!**

**VAS A TRABAJAR CON ETANOL**

**MANTÉN ALEJADA CUALQUIER FLAMA O FUENTE DE FUEGO**

24. Lavar los cristales con 20 mL de etanol. Adicionar el alcohol poco a poco y luego dejar que se evapore (de 3 a 5 minutos)

25. Dejar secar el papel de filtro con los cristales

26. Determinar la masa de alumbre obtenida.

27. Mostrar los cristales obtenidos a tu profesor.

28. Reportar los resultados.

---

**RESULTADOS**

Masa de la laminilla de aluminio: \_\_\_\_\_g

Masa del vaso de precipitados de 250 mL: \_\_\_\_\_g

Masa del vaso de precipitados con la muestra: \_\_\_\_\_g

Masa de la muestra de aluminio: \_\_\_\_\_g

Masa del alumbre obtenido: \_\_\_\_\_g

Calcular la cantidad de aluminio que contiene la muestra de alumbre obtenida.