

Estudio de la cinética de formación de nanopartículas de ZnO en dispersión coloidal

L. Nolasco-Hernández¹ y G. Rodríguez-Gattorno¹

¹ Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, Legaria 694, Colonia Irrigación, 11500 México D. F.

Resumen

En el presente trabajo se estudian las primeras etapas relacionadas a la formación de nanopartículas de ZnO obtenidas por la aproximación coloidal. Se presentan resultados preliminares de la cinética de hidrólisis forzada del sistema ZnCl₂ en presencia de NaOH a concentraciones controladas de agua en metanol. Es posible observar el fenómeno de nucleación y crecimiento por el control de la concentración de agua.

Introducción

Dentro de la revolución tecnológica de los últimos años los semiconductores nanoestructurados exhiben una gran variedad de aplicaciones potenciales interesantes. En ellos se espera encontrar varias de las respuestas dentro de las investigaciones que abordan problemas tales como la creciente escasez de combustibles fósiles, ó problemas como el impacto ambiental global. Semiconductores como el ZnO se aplican hoy en día de forma cotidiana. La aproximación coloidal constituye una de las vías principales de preparación del ZnO y de muchos otros nanomateriales, sin embargo resulta interesante el hecho de que se conoce bastante poco acerca de los mecanismos involucrados en este método de síntesis. Para disponer de un control adecuado de las propiedades físico-químicas de los nanomateriales es necesario tener control sobre el tamaño de partícula en sus metodologías de síntesis. Esto presupone tener dominio en los procesos de formación de precursores y la posterior nucleación del material deseado. La clave para la comprensión de la auto-organización iónica en solución y su interacción con el solvente apunta a la escala molecular. Para tales investigaciones han sido probadas técnicas de simulación molecular demostrando ser una herramienta útil en las etapas iniciales de la formación de precursores y su posterior nucleación.

Procedimiento Experimental

Para la síntesis de nanopartículas de ZnO se usó el metanol (Aldrich 99.9 %) como solvente para preparar soluciones de partida de ZnCl₂ (Aldrich, 99.9 %) a 0.4 M y 0.2 M de NaOH (Aldrich 99.9 %). Las soluciones obtenidas se sometieron a ultrasonido por 5 minutos, posteriormente son calentadas a una temperatura de 60 °C (20 min). Las soluciones obtenidas son diluidas en 25 ml a su correspondiente concentración de 1mM ZnCl₂, 1.6 mM NaOH. A una de ellas se le añade la cantidad de agua necesaria para controlar el proceso de hidrólisis.

Resultados y Análisis

En la Fig. 1, se muestra el espectro de absorción electrónica en el UV-Vis de nanopartículas de ZnO en dispersión coloidal. En él se presentan parámetros como A_{\max} , $\lambda_{1/2}$ y λ_g , los cuales permiten

obtener información cualitativa y cuantitativa en los procesos de síntesis de nanomateriales por la vía coloidal. La intensidad de luz absorbida por nanopartículas de un semiconductor en una dispersión coloidal es proporcional a la distribución de tamaños, mientras que los valores de $\lambda_{1/2}$ y λ_g permiten estimar el tamaño promedio de partícula en su distribución.

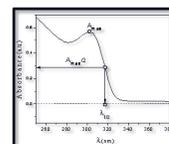


Fig. 1. Espectro de absorción electrónica de nanopartículas de ZnO en metanol.

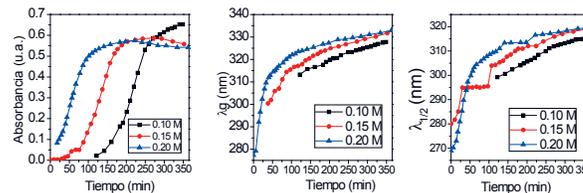


Fig. 2. Resultados experimentales de la cinética de reacción de hidrólisis forzada del ZnCl₂.

En la Fig. 2 se muestran resultados preliminares de la cinética de reacción del sistema ZnCl₂ en presencia de NaOH en metanol. Los resultados muestran que los procesos de nucleación y crecimiento dependen de forma crítica de la concentración de agua. Se observa de la Fig. 2a que conforme se disminuye la cantidad de agua el inicio de la etapa de nucleación del ZnO se ve retardada, esto se puede deber a los equilibrios de las reacciones químicas que involucren al agua.

Conclusiones

Es posible observar el fenómeno de nucleación y crecimiento en forma individual en el tiempo por el control de la concentración de agua.

Agradecimientos

Al posgrado (SIP) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) por su apoyo a este trabajo.

Referencias

- [1] B. Delley, J. Chem. Phys. 92, 508 (1990),
- [2] B. Delley, J. Chem. Phys. 113, 7756 (2000).
- [3] Oskam, G.; Poot, F. D. P. J. Sol-Gel Sci. Tech., 37, 157 (2006).