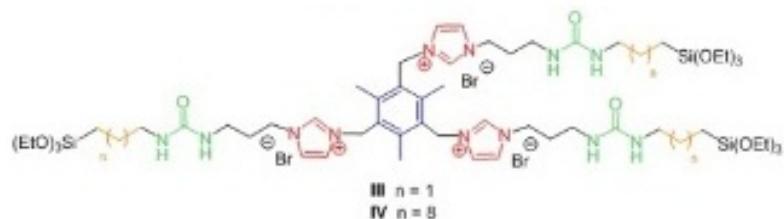


04/2014

Nanoestructuración de materiales híbridos



Los procesos de autoorganización a nivel molecular son muy interesantes porque permiten cierto control en la porosidad, morfología y nanoestructura de los materiales y por tanto, también de sus propiedades. En el caso de las organosílicas, materiales híbridos con una parte inorgánica y otra orgánica muy utilizados en una gran variedad de campos, esta autoorganización se puede inducir durante el proceso sol-gel cuando el precursor incorpora una sal de trisimidazolio con grupos mesitileno, unidades de urea y cadenas alquídiquénicas largas.

Las organosílicas son materiales híbridos donde se combina una parte inorgánica (red de óxido de silicio) con un fragmento orgánico. Por sus propiedades químicas y su gran estabilidad térmica y mecánica, el uso de estos materiales se ha extendido a una gran variedad de campos como la óptica, la electrónica, los sensores, las membranas o la catálisis. El método sol-gel se

ha convertido en una de las estrategias más aplicadas en la preparación de estos materiales híbridos ya que el proceso tiene lugar en condiciones suaves que no dañan la parte orgánica. Durante el proceso sol-gel (Figura 1) las moléculas de agua atacan el compuesto precursor (hidrólisis) y los intermedios resultantes condensan formando pequeñas cadenas de polímero (oligómeros, *sol*) que después crecen hasta formar una red tridimensional de cadenas poliméricas largas que atrapan el disolvente (*gel*). Al final del proceso se elimina el disolvente mediante un tratamiento de secado térmico o mecánico hasta la obtención del polímero como un polvo sólido.



Figura 1: Proceso sol-gel.

Por otro lado, la estructuración a escala nanométrica ($1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$) de los materiales interesa a los científicos porque permite no sólo un estudio más exhaustivo de sus propiedades sino también su mejora a través del control sobre la estructura a nivel molecular. Este control se puede ejercer mediante los procesos de auto-organización inducidos por las fuerzas intermoleculares que los fragmentos orgánicos del precursor establecen entre sí durante la formación del material híbrido en el proceso sol-gel. Estas fuerzas, tales como los enlaces de hidrógeno, las interacciones hidrofóbicas, las electroestáticas o el apilamiento π , pueden ser débiles a nivel individual pero cuando ocurren en gran número son capaces de dirigir eficientemente la nanoestructuración en organosílicas.

En nuestro trabajo se escogió como fragmentos orgánicos directores las moléculas indicadas en la Figura 2. Se trata de precursores *sol-gel* derivados de sales de bis- o trisimidazolio (rojo) que incorporan a su vez grupos mesitilo (azul), unidades urea (verde) y cadenas alquilidénicas de distinta longitud (violeta).

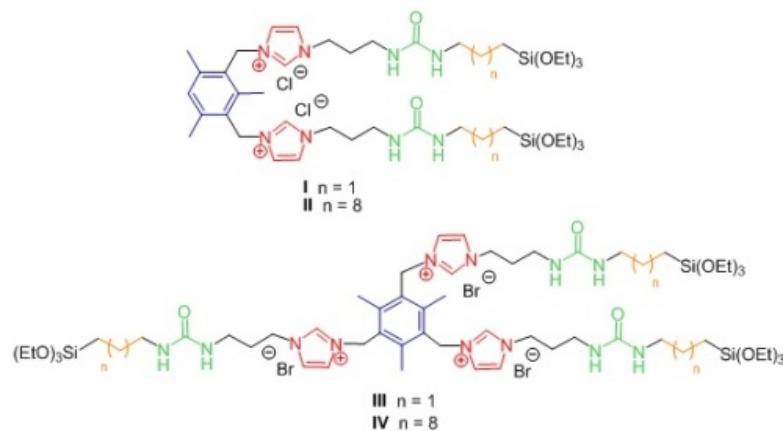


Figura 2: Precursores orgánicos utilizados en este trabajo.

Con los precursores **I-IV** se han preparado organosílicas por hidrólisis y policondensación sol-gel en diferentes condiciones: ácidas, básicas o neutras; en agua o mezcla de disolventes orgánicos. De todos los materiales se ha estudiado el grado de autoorganización a través de varias técnicas de caracterización (rayos X, microscopía electrónica de SEM y TEM, espectro infrarrojo, adsorción de nitrógeno y resonancia magnética nuclear). Las moléculas **I** y **III** con cadenas alquilidénicas más cortas condujeron a materiales amorfos, es decir sin organización. En cambio, los precursores con cadenas alquilidénicas largas sí dieron lugar a materiales con una nanoestructura más regular. Los mejores resultados se lograron con el precursor **IV** (Figura 2) capaz de inducir un buen grado de organización en todas las condiciones ensayadas, incluso en medio básico. A partir de los datos experimentales, se ha propuesto para las organosílicas derivadas de **IV** una estructura de doble capa donde el fragmento orgánico director adopta una orientación tripodal con las cadenas alquilidénicas sin extenderse por completo (Figura 3). En esta conformación las capas hidrofóbicas del fragmento orgánico quedan separadas de las capas hidrofílicas compuestas por grupos siloxano (Si-O, Figura 3).

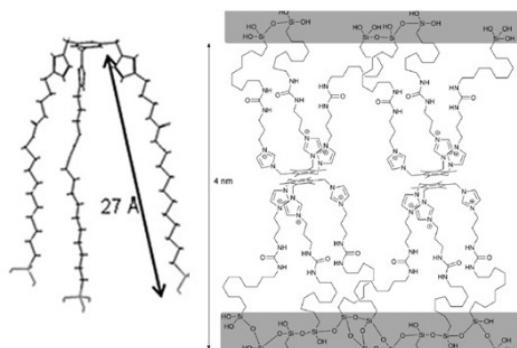


Figura 3: Organización propuesta dentro de la estructura de la organosílica derivada del precursor IV.

Amàlia Monge-Marcet

Roser Pleixats

Roser.Pleixats@uab.cat

Referencias

Monge-Marcet, A.; Cattoën, X.; Dieudonné, P.; Pleixats, R.; Wong Chi Man, M. Nanostructuring of Ionic Bridged Silsesquioxanes. Chemistry – An Asian Journal. 8(9): 2235-2241. 2013.

[View low-bandwidth version](#)