

Autoensamblaje de nanotubos de porfirina con cadenas unidimensionales de Zn-O como espina dorsal: complejos antena biomiméticos

Marta Trelka¹, Christian Urban¹, Celia Rodero², Eva Mateo-Martí², Paula de Mendoza³, Wang Yang⁴, Iñaki Silanes⁵, Manuel Alcamí⁴, Andrés Arnau⁵, José Ángel Martín Gago², Fernando Martín⁴, Antonio Echavarren³, José María Gallego⁶, Roberto Otero^{1,7} y Rodolfo Miranda^{1,7}

¹*Dep. De Física de la Materia Condensada, Universidad Autónoma de Madrid, Campus de Cantoblanco, Madrid, España*

²*Centro de Astrobiología, CSIC-INTA, Torrejón-Madrid, España*

³*Institut Catala d'Investigació Química, Tarragona, España*

⁴*Dep. de Química, Universidad Autónoma de Madrid, Campus de Cantoblanco, Madrid, España*

⁵*Donostia International Physics Center, San Sebastián, España*

⁶*Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, Campus de Cantoblanco, Madrid, España*

⁷*Instituto Madrileño de Estudios Avanzados en Nanociencia (IMDEA-Nano), Campus de Cantoblanco, Madrid, España*

roberto.otero@uam.es

Resumen

Los organismos fotosintéticos poseen sistemas de recolección de luz, llamados “complejos antena”, que les permiten convertir la luz solar en potencial químico de manera eficiente, incluso en condiciones pobre de iluminación y luz difusa. En las bacterias fotosintéticas verdes estos complejos antena están compuestos por columnas de Bacterioclorofila C (BChl C), no sostenidos por estructuras proteínicas, sino por la formación de complejos entre los grupos funcionales de BChl C que contienen oxígeno y el átomo metálico en el centro de la molécula de BChl vecina [1]. Comparados con estos sistemas de captación de luz solar de la Naturaleza, la eficiencia de los dispositivos fotovoltaicos artificiales es todavía muy pobre. Es de esperar que las células solares, tanto orgánicas como inorgánicas, funcionalizadas con complejos antena similares a los presentes en sistemas biológicos podrían mejorar sus capacidad para captar luz, mejorando así su eficiencia de conversión de energía.

En este trabajo presentamos una combinación de estudios experimentales y teóricos que demuestran que al depositar el pigmento de inspiración biológica aquo-Zn-tetramesitilporfirina (H₂O-ZnTMP, ver Figura 1) sobre distintas superficies sólidas, se observa la formación de largos apilamientos unidimensionales de las porfirinas, unidas las unas a las otras mediante enlace de coordinación con el agua, que recuerdan a los complejos antena que se encuentran en los cloroplastos de las bacterias fotosintéticas verdes. La estructura de estos nanotubos ha sido estudiada mediante STM a bajas temperaturas (ver Figura 1), mientras que la presencia de los puentes de agua entre las unidades porfirínicas ha sido demostrada mediante espectroscopía de fotoelectrones de rayos X (XPS). Cálculos basados en la teoría del funcional de la densidad (DFT) apoyan el papel de las moléculas de agua como ligando que juega el papel de puente entre porfirinas consecutivas. Más aún, la ruptura del enlace Zn-H₂O y la subsiguiente desorción del agua durante procesos de calentamiento a 575 K, da lugar a la ruptura de los tubos y a la adsorción de las porfirinas con una geometría plana.

Estos resultados abren nuevas vías para exportar estructuras biológicas funcionales a dispositivos híbridos orgánicos/inorgánicos. En particular, el tipo de agregados moleculares descritos en este trabajo podrían tener bandas de absorción de luz anchas que les permitirían captar la mayoría del espectro de radiación solar en aplicaciones fotovoltaicas.

Referencias:

[1] T. S. Balaban, M. Linke-Schaetzel, A. D. Bhise, N. Vanthuyne & C. Roussel, *Eur. J. Org. Chem.*, (2004) 3919.

Figuras:

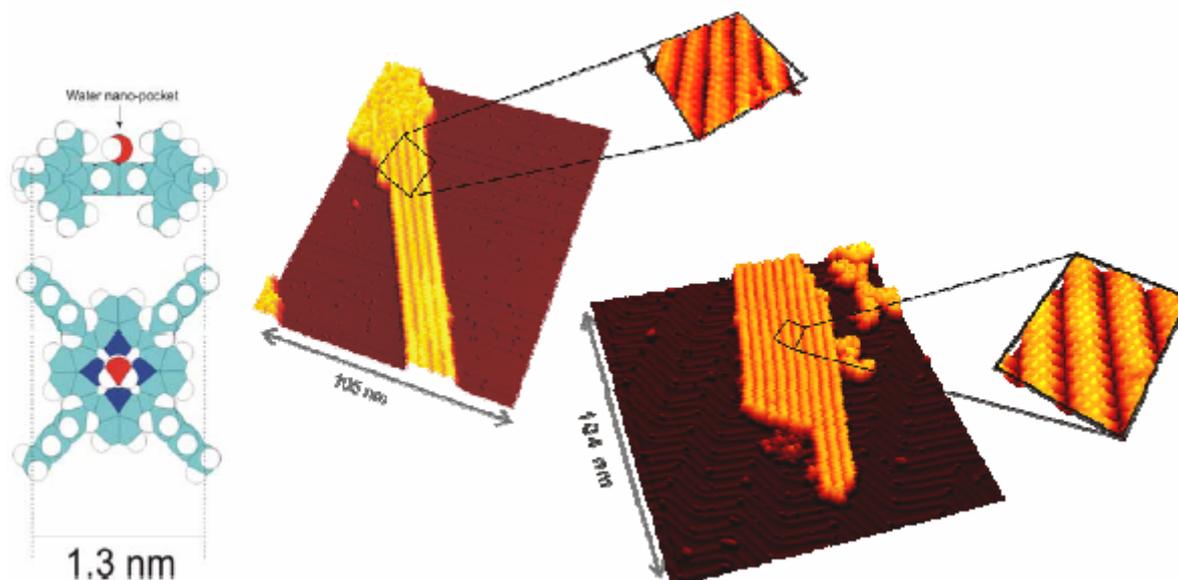


Figure 1. H₂O-ZnTMP molecular design and STM images of the self-assembled nanotubes on Cu(100) (left) and Au(111) (right). The top-right inset shows XPS spectra with an intense peak at the oxygen position

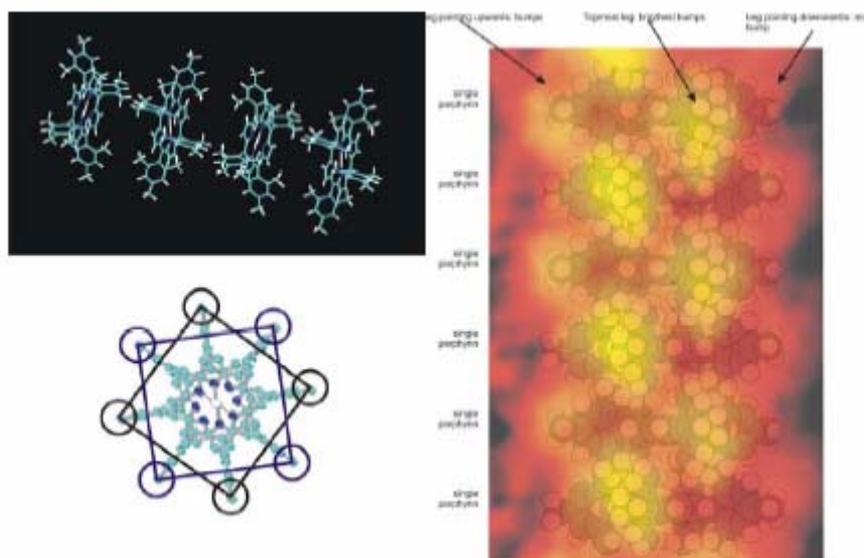


Figure 2. Left panel: Model for the tubes (the water molecules bridging the H₂O-ZnTMP monomers are not shown for clarity). Right panel: Comparison to STM images of the tubes