

Proceso autoorganizativo de protoporfirina IX en superficies metálicas

C. Rogero^a, E. Mateo-Martí^a, M. Ruiz-Bermejo^a, C. Menor^a, J. M. Sobrado^a, J. A. Martín Gago^a, M. Trelka^b, C. Urban^b, J. M. Gallego^b, R. Otero^b

^a*Centro de Astrobiología (CSIC-INTA), Carretera de Torrejón a Ajalvir Km 4, 28850, Torrejón de Ardoz, Spain*

^b*Dep. de Física de la Materia Condensada, Universidad Autónoma de Madrid, 28049 Madrid, Spain*

rogerobc@inta.es

Resumen

La adsorción de moléculas de porfirina en diversas superficies está siendo ampliamente estudiada debido a la diversidad de aplicaciones que pueden tener en campos muy variados. El sistema superficie-porfirina presenta propiedades que hacen que pueda ser utilizado en células solares, en memorias para almacenar información, como nanowires, incluso como biosensores o sensores químico. Pero, desde un punto de vista más fundamental, el estudio de esta familia de moléculas nos puede ayudar a entender reacciones químicas y mecanismos relacionados íntimamente con la vida ya que una de las porfirinas, la protoporfirina IX, es uno de los componentes más esenciales de los organismos vivos. La hemoglobina es una heteroproteína de la sangre formada por cuatro cadenas polipeptídicas (globinas) a cada una de las cuales se une un grupo hemo. Dicho grupo está, a su vez, formado por una protoporfirina IX y un átomo ferroso (Fe^{2+}). Otras moléculas biológicamente importantes, mioglobina, citocromos o clorofila, también realizan sus funciones gracias a las porfirinas conteniendo en su centro no sólo Fe sino otros átomos como puede ser el Mg en el caso de la clorofila. Las moléculas de porfirina son igualmente responsables, en los citocromos, del transporte de electrones de dentro a fuera de las membranas celulares y bacterianas.

Dada la gran capacidad de la protoporfirina IX, para participar en infinidad de procesos que involucren transferencia de electrones, se ha comenzado recientemente a utilizar esta molécula sobre superficies. Esta molécula presenta la ventaja de poseer una estructura plana lo que facilita la directa interacción del centro activo del anillo pirrolico con el sustrato. En este trabajo presentamos los primeros estudios que sobre esta molécula se están haciendo para entender los mecanismos que rigen el empaquetamiento de las protoporfirinas. Para ello, en nuestro sistema de ultra alto vacío evaporamos protoporfirinas, acomplejadas y sin acomplejar, sobre diferentes superficies metálicas y estudiamos su autoorganización. Sobre Au(111) las protoporfirinas a temperatura ambiente tienen suficiente energía cinética como para difundir y no somos capaces de distinguir moléculas con el microscopio de efecto túnel. Sin embargo sobre Cu(110) hemos sido capaces de obtener estructuras ordenadas de moléculas a temperatura ambiente. Teniendo un control de la temperatura del sustrato hemos visto mediante STM la formación de dichas estructuras y la estabilidad de las mismas. La dinámica del proceso de formación es muy lento de ahí que la observación de dominios ordenados no se dé rápidamente tras un aumento rápido de la temperatura, sino que hay que dejar relajar el sistema durante horas. Los dominios ordenados de moléculas son fluctuantes a temperaturas ligeramente superiores a temperatura ambiente (Imagen1). Al congelar los procesos de difusión por enfriamiento del sustrato, hemos sido capaces de distinguir con el STM variaciones en el aspecto de las imágenes debidas al cambio del voltaje túnel (Imagen2). Técnicas complementarias de fotoemisión nos permiten identificar qué tipo de reacción se está dando en la intercara molécula sustrato.

Figuras:

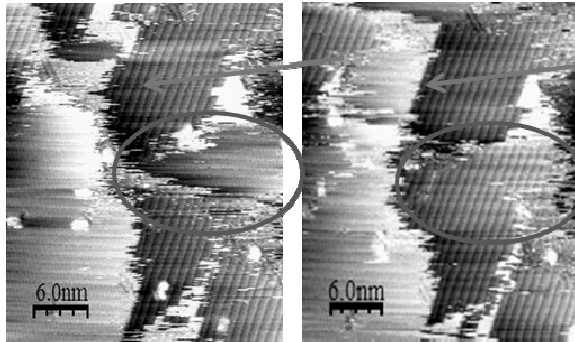
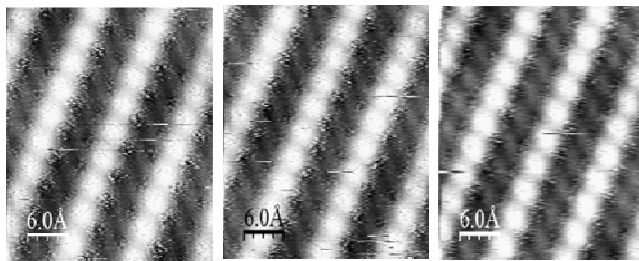


Figura1: Difusión de protoporfirina IX sobre Cu(110) a T =50°C

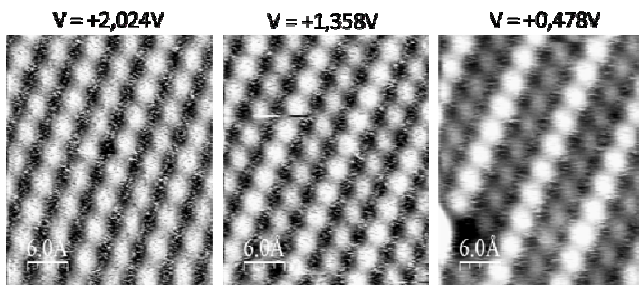


V = -2,024V

V = -1,358V

V = -0,478V

Figura2: Cambio en el aspect de las imágenes debidos a cambios en el voltaje punta-muestra en las islas ordenadas de protoporfirina IX sobre Cu(110)



V = +2,024V

V = +1,358V

V = +0,478V