

NUEVOS CATALIZADORES MECANIZADOS

Anillos moleculares para controlar la actividad catalítica de los nanotubos

Los nanotubos de carbono son buenos catalizadores en muchos procesos químicos, pero es difícil regular su actividad catalítica. Investigadores de IMDEA Nanociencia han descubierto una forma de conseguirlo mediante moléculas-anillo colocadas alrededor del nanotubo, lo que modifica sus propiedades electrónicas y, a su vez, permite regular su actividad catalítica.

SINC

31/8/2018 09:45 CEST

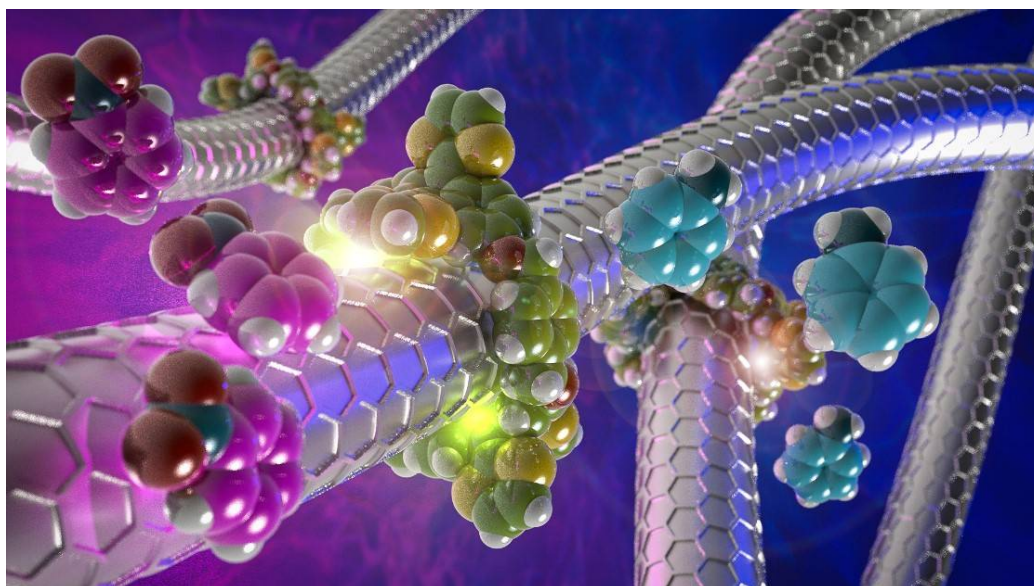


Ilustración de nanotubos de carbono (plateados) modificados con moléculas-anillo (carbonos en verde, azufre en amarillo, oxígeno en rojo e hidrógeno en blanco) que regulan su actividad catalítica durante la reducción de nitrobenzeno (carbonos en magenta y nitrógeno en azul) a anilina (carbonos en azul celeste y nitrógeno en azul). / © Eugenio Vázquez (CiQUS/Univ. Santiago de Compostela)

Uno de los avances científicos más espectaculares de las últimas décadas ha sido la conexión de fragmentos moleculares mediante el llamado '**enlace mecánico**'. En las moléculas con este enlace, los distintos componentes están unidos gracias a su topología, de la misma manera que los eslabones que forman parte de una cadena, por ejemplo. No existen conexiones directas (enlaces covalentes) entre ellos, sin embargo no se pueden separar sin romper su estructura.

Este nuevo tipo de enlace químico tiene unas propiedades únicas, en particular en cuanto a que permite el movimiento de un componente de la estructura final con respecto a los otros. Algunos de los pioneros del enlace mecánico se han aprovechado de estas propiedades para construir máquinas moleculares artificiales capaces de llevar a cabo funciones complejas, como ejercer fuerzas mecánicas o sintetizar péptidos con una secuencia específica, imitando a máquinas moleculares naturales como la miosina o el ribosoma, respectivamente.

Los investigadores han desarrollado un método para la modificación química de nanotubos de carbono mediante enlace mecánico

La relevancia de este campo quedó subrayada con la concesión del Premio [Nobel en Química 2016](#) a Stoddart, Sauvage y Feringa por el diseño de maquinaria molecular artificial. Tanto Stoddart como Sauvage basan sus diseños en las propiedades del enlace mecánico.

Los **nanotubos de carbono son tubos formados por láminas de grafeno enrolladas** sobre sí mismas, y son uno de los nanomateriales más atractivos por sus propiedades físicas. Por ejemplo, son más fuertes que el acero y pueden ser semiconductores, como el silicio, en el que se basa toda la electrónica actual.

Hasta ahora, estos nanotubos habían sido combinados con moléculas mediante uniones muy fuertes (enlaces covalentes) que conducen a compuestos muy estables, pero que implican un cambio en la estructura del nanotubo, y por tanto en sus propiedades. Sería análogo a clavar un anuncio a un poste utilizando una chincheta: la unión es fuerte, pero deja un agujero tanto en el anuncio como en el poste.

También se habían utilizado fuerzas débiles (no covalentes) con lo que se mantenía la estructura de los nanotubos intacta, pero se obtenían compuestos cinéticamente inestables. La comparación en este caso sería pegar el anuncio usando cinta adhesiva. Ni el anuncio ni el poste se dañan, pero la unión es mucho más débil.

La novedad del enlace mecánico

En este contexto, el grupo de investigación liderado por [Emilio M. Pérez](#), en IMDEA Nanociencia, ha desarrollado métodos para la modificación química de nanotubos de carbono mediante enlace mecánico. Este tipo de compuestos son tan estables como los compuestos covalentes, pero a la vez tan respetuosos con la estructura inicial como los compuestos no covalentes.

El enlace mecánico es como ajustar un anuncio cilíndrico en un poste, sin chinchetas (enlace covalente) ni cinta adhesiva (enlace no covalente)

En este caso, imaginemos un anuncio cilíndrico que está enhebrado en el poste: la unión es muy fuerte, porque no podemos sacar el anuncio sin romperlo, pero no deja agujeros ni en el poste ni en el anuncio. Además, podemos mover el anuncio arriba y abajo a lo largo del poste, o hacerlo girar, para mirarlo desde el ángulo que más nos convenga.

En resultados, publicados recientemente en *Nature Communications*, [el grupo de Emilio Pérez](#) describe cómo construir **catalizadores mecanizados** con control sobre su actividad catalítica. Los nanotubos de carbono suelen ser muy buenos catalizadores en muchos procesos químicos relevantes, ya que todos sus átomos son átomos de superficie. Sin embargo, controlar su actividad catalítica no es fácil.

En contraste, la naturaleza dedica una cantidad significativa de recursos y aplica multitud de estrategias ([alosterismo](#) –regulación según lugar de unión–, modificación química, competición directa por el sitio activo, compartimentalización, etc.) para aumentar o disminuir la actividad catalítica de sus catalizadores, las enzimas.

En la estrategia descrita por el grupo de IMDEA Nanociencia, los **anillos alrededor del tubo** se utilizan para modificar las propiedades electrónicas de los nanotubos, lo que a su vez resulta en una regulación de su actividad catalítica, haciéndolos mejores o peores catalizadores.

Este nuevo método de control presenta una **combinación única de las propiedades** que se observan en las estrategias de regulación naturales: la unión entre los efectores (los macrociclos) y el catalizador (los nanotubos) no es covalente, pero es estable gracias al enlace mecánico, y su efecto es remoto, pero no alostérico, ya que no cambia la estructura del centro activo (la superficie del nanotubo).

Referencia bibliográfica:

M.Blanco *et al.* "Positive and negative regulation of carbon nanotube catalysts through encapsulation within macrocycles". *Nat. Comm.* 2018, [DOI: 10.1038/s41467-018-05183-8](https://doi.org/10.1038/s41467-018-05183-8)

Derechos: **Creative Commons**

TAGS

NANOTUBO | CATALIZADOR |

Creative Commons 4.0

Puedes copiar, difundir y transformar los contenidos de SINC. [Lee las condiciones de nuestra licencia](#)