

## Grafeno: el material del futuro

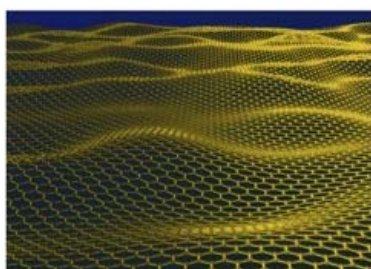
Bernardo Herradón  
Instituto de Química Orgánica General  
e-mail: herradon@iqog.csic.es

El Premio Nobel de Física 2010 fue concedido a André Geim y Konstantin Novoselov, profesores de la Universidad de Manchester, por la preparación y estudio de grafeno. La molécula de grafeno es un buen ejemplo de la utilidad de una sustancia química (es decir de la Química) como herramienta de trabajo para estudiar procesos físicos, aparte de su inmenso potencial práctico en electrónica molecular.



### Graphene – the perfect atomic lattice

Graphene is a form of carbon. As a material it is completely new – not only the thinnest ever but also the strongest. As a conductor of electricity it performs as well as copper. As a conductor of heat it outperforms all other known materials. It is almost completely transparent, yet so dense that not even helium, the smallest gas atom, can pass through it.



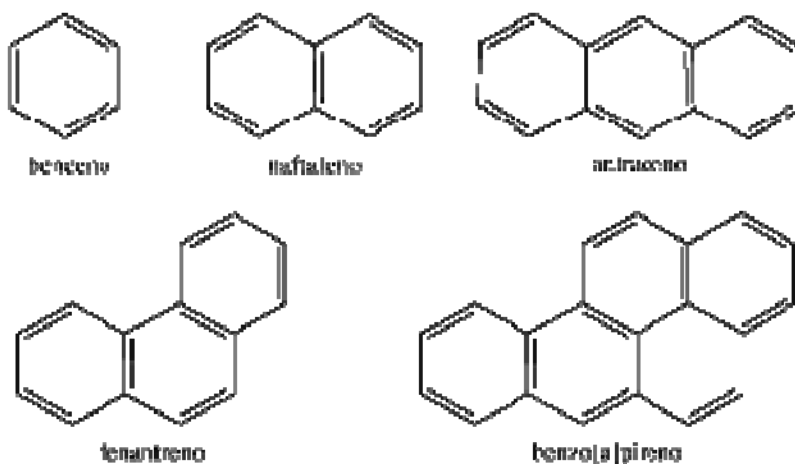
Geim



Novoselov

Texto publicado en la página web [www.quimica2011.es](http://www.quimica2011.es)

El grafeno es una molécula gigante formada por sólo átomos de carbono, que forman hexágonos, similares al benceno. El benceno es el prototipo de compuesto aromático, caracterizado por la existencia de 6 electrones p. La existencia de este rasgo estructural confiere al benceno estabilidad termodinámica, reactividad química característica y propiedades eléctricas y magnéticas interesantes. La condensación y fusión de anillos hexagonales da lugar a compuestos aromáticos polianulares. Algunos ejemplos se muestran en la figura siguiente.



El grafeno es una molécula con un número inmenso (prácticamente infinitos, debido a la magnitud del número de Avogadro) de anillos aromáticos fusionados y con el grosor de sólo un átomo de carbono. Esta es una peculiaridad responsable de las propiedades del grafeno: es una molécula plana con gran superficie. Debido a estas características, se pensaba que el grafeno no podría prepararse de manera eficaz. Este ha sido el mérito original de la investigación del grupo de Geim y Novoselov que utilizaron un método experimental novedoso para su preparación.

Hasta el descubrimiento y caracterización de los fullerenos, el carbono se presentaba en dos formas alotrópicas: el grafito y el diamante. Las dos sustancias tienen la misma composición: carbono puro; pero que tienen propiedades físicas totalmente dispares. Mientras que el diamante es transparente, aislante eléctrico y muy duro; el grafito es negro, conduce la electricidad y blando, siendo fácilmente exfoliable. Estas diferencias son debidas a la distinta ordenación de los átomos de carbono en la estructura

Texto publicado en la página web [www.quimica2011.es](http://www.quimica2011.es)

cristalina. Los átomos de carbono en el diamante están formando estructuras muy compactas, dónde cada átomo de carbono está unido a otros tres átomos con geometría tetraédrica. En esta estructura no hay electrones p, con mayor movilidad que los s, y el diamante no conduce la electricidad. Por otro lado, el grafito está formado por capas de átomos de carbono formando estructuras hexagonales fusionadas con electrones p con alta movilidad, que son los responsables de la conductividad eléctrica del grafito. Además, la gran cantidad de enlaces conjugados en las capas de carbono es responsable de su color negro. Las capas de grafito están unidas a través interacciones no-covalentes débiles, por dónde el grafito puede ser exfoliado. Si el grafito se muele en un polvo fino, resulta el carbón activo de estructura amorfa que tiene mucha superficie por unidad de masa y es un excelente adsorbente de sustancias químicas, usándose en una de las primeras etapas de la purificación de agua.

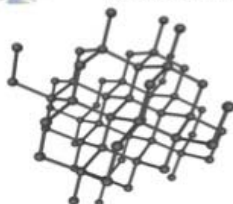
### Estado físico: dependiente de las interacciones entre moléculas.

 Carbono (C)

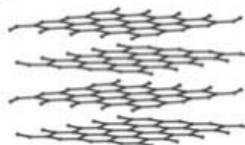
**CARBÓN ACTIVO (C)**



Diamante



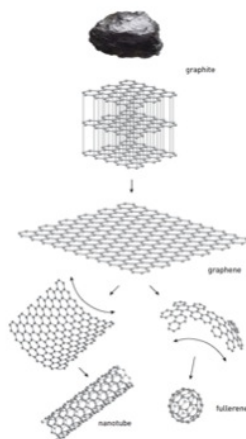
Grafito



Texto publicado en la página web [www.quimica2011.es](http://www.quimica2011.es)

La figura siguiente muestra la relación entre el grafito, el grafeno, los nanotubos y los fullerenos.

### PRODUCCIÓN DE GRAFENO Y RELACIÓN CON LOS NANOTUBOS DE CARBONO Y LOS FULLERENOS



Cada una de las capas carbonadas que forman el grafito es una molécula de grafeno. La obtención de una monocapa mejora considerablemente las propiedades del grafito. El grafeno es mejor conductor de la electricidad que el cobre, siendo mucho más ligero. El grafeno es transparente, muy duro, excelente conductor del calor, disipándolo eficazmente. Todas estas propiedades hacen de él un material para aplicaciones en electrónica molecular. Investigaciones futuras se enfocarán a la modificación química del grafeno con el objetivo de mejorar sus propiedades.

**Conceptos de Química (para ampliar la información a través de INTERNET u otra fuente):**

- Compuesto aromático o areno
- Aromaticidad
- Enlace sigma ( $\sigma$ )
- Enlace pi ( $\pi$ )
- Alótopo
- Conductividad eléctrica. Conductores orgánicos.
- Impacto medioambiental de los compuestos aromáticos

Texto publicado en la página web [www.quimica2011.es](http://www.quimica2011.es)