

Grafeno: Más allá del Carbono

María Merino Rodríguez, María Esquina Vázquez

Resumen— El grafeno es un material fascinante, con numerosas aplicaciones tanto en el mundo de la industria como en el mundo de la medicina. Entre sus propiedades singulares destacan la flexibilidad, la resistencia, su ligereza y elevada densidad.

Palabras Claves— Carbono, Alótropos, Efecto cuántico, Flexibilidad, Superconducción.



1. INTRODUCCIÓN

El carbono es quizás uno de los elementos más fascinantes de la tabla periódica. Una característica única del carbono es su capacidad para formar más alótropos estables que cualquier otro elemento. Esto se debe a su peculiar estructura electrónica, la cual le permite construir **Híbridos*** de configuración sp , sp^2 , sp^3 .

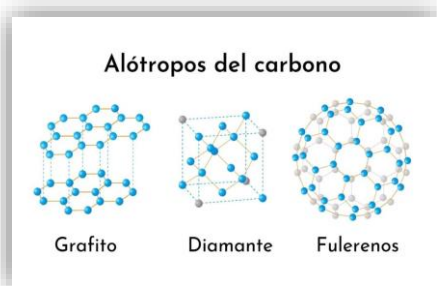


Fig. 1. Alótropos del Carbono

La forma alotrópica más común del carbono es el grafito; siendo éste el alótropo más estable a presión atmosférica y temperatura ambiente. El grafito está compuesto por capas de átomos de carbono con hibridación sp^2 . Estas capas se mantienen unidas, débilmente, por fuerzas de van der Waals*. A cada una de estas capas, consideradas individualmente, se les conoce como grafeno.

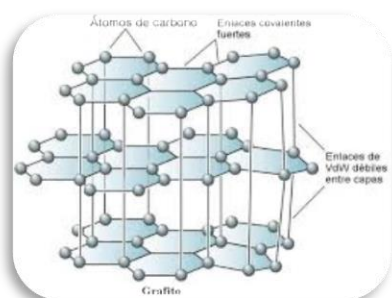


Fig. 2. Hibridación sp^2 del Grafito

En el grafeno los átomos de carbono están distribuidos de manera tal que forman una teselación* hexagonal del plano que los contiene; lo cual implica que una capa de grafeno

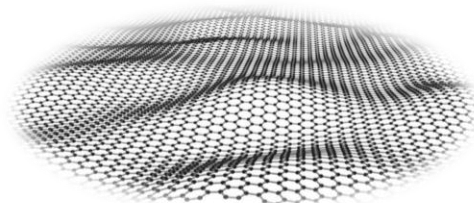


Fig. 3. Grafeno

tiene un grosor de aproximadamente un angstrom ($1 \times 10^{-10} \text{ m}$). Estas características hacen que el grafeno sea el primer cristal bidimensional identificado y estudiado. Este nuevo tipo de material presenta características únicas.

2. PROPIEDADES INTERESANTES DEL GRAFENO

2.1. Extremadamente duro y flexible

Su dureza sería mayor que la de una hipotética lámina de acero de un angstrom de espesor. Su fuerza de rompimiento sería de aproximadamente $42 \frac{N}{m}$.

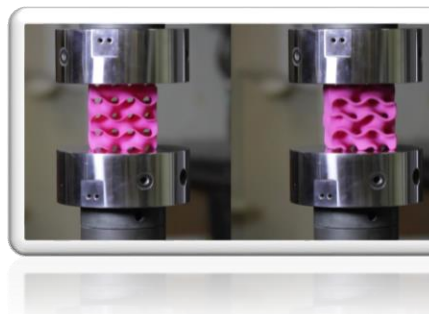


Fig. 4. Dureza del Grafeno

2.2. Transparente

Como una de las consecuencias de su espesor. Los resultados experimentales sugieren que una placa de grafeno absorbe tan sólo el 2,3% de la luz que incide sobre ella.

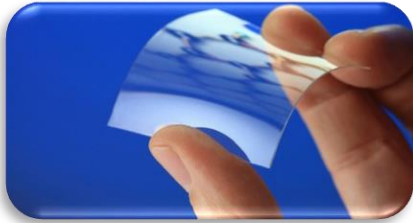


Fig. 5. Transparencia del Grafeno

2.3- Ligereza y densidad

En palabras de los científicos Andre K. Geim y Konstantin S. Novoselov, quienes lo produjeron y caracterizaron por primera vez:

<< Una hipotética hamaca, hecha de grafeno, de un átomo de grosor; podría sostener un gato de aproximadamente 4Kg; mientras que la hamaca pesaría tanto como uno de los bigotes del gato >>

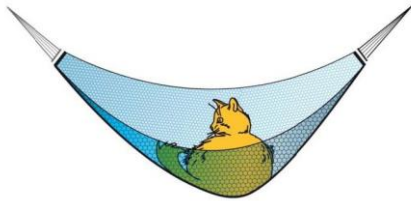


Fig. 6. Ligereza y densidad del Grafeno

2.4 Efecto hall cuántico

Como una de sus propiedades cuánticas más interesantes, el grafeno presenta un efecto Hall cuántico inusual.

Efecto hall cuántico*: Cuando tenemos un sistema de electrones dirigidos a moverse en dos dimensiones y encendemos un campo magnético fuerte, observamos un fenómeno muy interesante y visible experimentalmente: La conductividad Hall toma valores cuantizados.

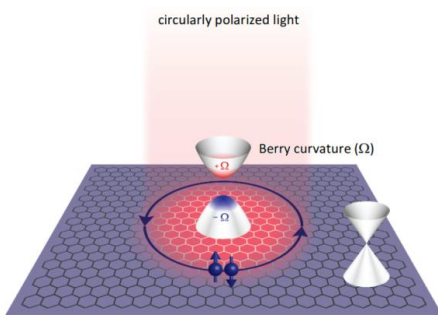


Fig. 7. Ligereza y densidad del Grafeno

3. CURIOSIDADES DEL GRAFENO

El tema de el grafeno es un tema muy revelador y relevante en los científicos de la actualidad, es un material tan impresionante que todos quieren explotarlo para conseguir sacar el máximo partido de este ya que tiene numerosas cualidades que supondrían una innovación para el desarrollo de la sociedad.

Francisco Guinea consiguió el premio nobel en 2010. Podemos decir que es el padre del grafeno.

Todo este tiempo hemos tenido delante de nuestros ojos al grafeno y no habíamos sido capaz de verlo hasta la actualidad, este consiste en capas muy finas que podemos sacar de lamina de un lápiz y una cinta adhesiva, estas capas se agrupan, separan cristales y mirándolas con un microscopio se dieron cuenta que se encontraban unos cristales muy estrechos cuyo grosor era un átomo.

Tanta fue la fama del grafeno que incluso lo podemos ver en la famosísima serie de Big Bang Theory:

Es curioso que en esta escena vemos al protagonista impactado por el hecho de que comprobó que era verdad que los electrones en el grafeno tenían masa prácticamente nula. (se mueven de manera relativista)

El grafeno es un metal, un buen metal, (es el material mas duro conocido) mucho mejor que la plata o el cobre, pero

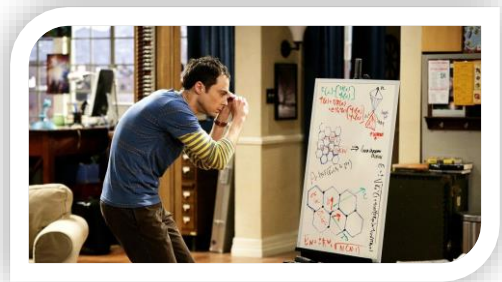


Fig. 8. Imagen de la Serie Big-Bang

este tiene menos electrones que los anteriores, el caso es que podemos elegir su nivel de electrones lo que lo hará mas metálico o menos metálico. (no es un metal ni un aislante convencional).

Es inerte químicamente, e impermeable a casi todos los elementos.

Puede estirarse un 20% de su masa original, un material cualquiera bidimensional se fundiría.



Fig. 9. Impermeabilidad del Grafeno

Las tensiones modifican las propiedades electrónicas y simulan un campo magnético. (este campo magnético es mucho mayor que uno hecho en laboratorio)

El grafeno es un superconductor.

El grafeno esta en fase de prueba ya que podría parar las balas, pero el nuevo chaleco antibalas fabricado sería muy poco pesado y muy fino no como los actuales.

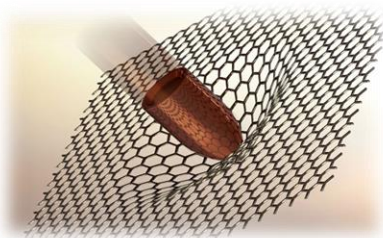


Fig. 10. Resistencia del Grafeno

4. APLICACIONES DEL GRAFENO EN LA INDUSTRIA

Como ya hemos comentado anteriormente, dadas sus numerosas propiedades, las aplicaciones del grafeno en la industria son casi ilimitadas. Algunas de sus aplicaciones más conocidas son:

Electrónica: Es un conductor rápido y eficiente. Los electrones no encuentran resistencia al moverse por el grafeno.

Como resultado este material podría usarse para producir baterías, microchips o transistores elementos imprescindibles en prácticamente todos los dispositivos electrónicos.



Fig. 11. Uso en informática del Grafeno

Informática: El uso del grafeno no solo permitirá crear ordenadores mucho más rápidos y con menor consumo eléctrico, sino discos duros que almacenen más información o dispositivos móviles con pantallas flexibles, plegables y táctiles, además de mejorar la velocidad y la calidad de las comunicaciones inalámbricas.

Industria automovilística: La aplicación de grafeno en la producción de automóviles haría que nuestros vehículos se volvieran mucho más ligeros y resistentes (lo que podría reducir las muertes en accidentes de circulación).

Además, los coches híbridos tendrían baterías con larga duración y tiempos de carga mínimos (alternativa que ayudaría mucho al medio ambiente).

En cuanto a los motores y combustibles mejorarían su rendimiento y serían mucho más ecológicos y eficientes, sin contar el factor económico, ya que, si se mejora los medios de producción del grafeno, este sería un material más barato y fácil de producir.

Tratamiento de aguas: Debido a la peculiar estructura del grafeno su alta densidad y al ser permeable al agua, se estudia su posible uso para la desalinización del agua.

El objetivo principal sería construir membranas de grafeno que dejaran pasar el agua, pero no las impurezas o sales.



Fig. 12. Uso del Grafeno en el tratamiento de aguas

Industria del blindaje: Como ya hemos comentado anteriormente, la extrema dureza del grafeno, su ligereza y su flexibilidad hace que sea un compuesto ideal para emplearse en esta industria no solo en chalecos antibalas sino en cascos y otros elementos de protección para hacerlos más ligeros y seguros.

Detector ideal de gases: el grafeno es uno de los materiales más impenetrables de los descubiertos hasta ahora, por lo que sería un buen material el cual podemos emplear para la construcción de detectores de gases.

. GRAFENO Y SALUD

La biomedicina está avanzando a pasos agigantados debido a la introducción de nuevos estudios y materiales. Con la llegada del grafeno podrán sustituirse muchas de las metodologías biomédicas habituales y evitar la gran cantidad de inconvenientes que presentan otros materiales en el campo de la medicina.

Se ha demostrado que existe un amplio rango de aplicaciones biomédicas del grafeno para la creación de sistemas y terapias médicas y aunque muchas se siguen estudiando hay grandes esperanzas en este campo, ya que la introducción de este material sería de gran ayuda a la hora de la detección y el tratamiento de numerosas enfermedades (como puede ser el cáncer).

La Universidad de Cantabria ha publicado un trabajo acerca del uso de los nanomateriales, más concretamente de los nanotubos de carbono. El trabajo de estos investigadores ha demostrado cómo los nanotubos de carbono de pared múltiple pueden desencadenar efectos antitumorales significativos, específicamente en los melanomas malignos. (los nanotubos de carbono interactúan con los filamentos del citoesqueleto celular desencadenando efectos anti-proliferativos y citotóxicos).

Estos nanotubos han sido investigados durante mucho tiempo como una terapia contra el cáncer y albergan grandes expectativas para su uso tanto en terapia como en diagnóstico.

Los resultados de este grupo de investigación abren la puerta a "nanoterapias" que podrían matar las células del cáncer empleando estrategias muy diferentes a los fármacos, interfiriendo con los mecanismos de la división y migración celular. Otra de sus ventajas es que este tipo de tratamientos son compatibles con otros fármacos o con la quimioterapia.

Otra de las aplicaciones del grafeno es la creación de chips a la medida del cerebro. Estos chips se basan en sensores que detectan la actividad eléctrica de una parte amplia del cerebro con el objetivo de ofrecer a pacientes con distintos problemas (como por ejemplo en el habla, la vista, problemas de movilidad...), mejorar su vida cotidiana de una forma más sencilla y eficiente de la que tenemos actualmente.

Para llevar fabricar estos chips necesitamos dispositivos

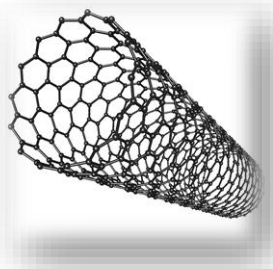


Fig. 13. Nanotubos de Grafeno

que puedan seguir la morfología superficial del cerebro y sensores que puedan recoger estos impulsos eléctricos.

El material principal utilizado hasta ahora en la creación de estos chips ha sido el silicio, pero se el grafeno es un mejor material ya que es mas flexible y no necesita de ningún tipo de recubrimiento.

Pero todas estas aplicaciones médicas tienen su riesgo, ya que al introducir grafeno en el cuerpo este material se



Fig. 14. Uso del Grafeno en nanoterapias

oxida a óxido de grafeno y nuestro cuerpo pone en marcha una respuesta inmunológica contra estas sustancias.

Al introducir grafeno en el organismo nuestros pulmones podrían quedar encharcados, por una sobreproducción de líquidos. El grafeno también podría perforar tus células sanguíneas o incluso afectar órganos como los riñones haciendo que perdieras proteínas por la orina.

Por lo que podemos llegar a la conclusión de que el grafeno es un material fascinante, con numerosas aplicaciones tanto en el mundo de la industria como en el mundo de la medicina. No obstante, es un material nuevo, que necesitará de muchos más estudios

Referencias

- [1] Web del XXX. <http://www.XXX> (Formato para citar enlaces web)
- [2] J.S. Dalton, Título, Editorial, pp. 123-135, 1995. (Formato para citar libros, en el caso de usar como fuente las páginas indicadas. También podría indicarse el nombre de la sección/es del libro usadas como fuente para el trabajo).
- [3] F.J. Gómez, "Título", unpublished. (Formato para citar trabajos no publicados)
- [4] R.S. Nicole, "Título," Revista, submitted for publication. (Formato para citar trabajos pendientes de publicación)
- [5] J.S. Dalton, F.J. Gómez and R.S. Nicole, "Título", Revista, vol. 14, 1, pp. 1-12, 2010. (Formato para citar artículos publicados en revista)
- [6] J. Williams, "Título," PhD dissertation, Dept. of Chemical Eng., Oxford Univ., 1995. (Formato para citar una Tesis doctoral)
- [7] F.J. Gómez and R.S. Nicole, "Título," Technical Report, número de reporte, Madrid, Spain, Nov. 2020. (Formato para citar un reportaje técnico)
- [8] <https://www.youtube.com/watch?v=YAy1uwHGXJU>
- [9] https://web.unican.es/noticias/Paginas/2016/marzo_2016/La-UC-avanza-en-la-utilizacion-de-nanotubos-de-carbono-en-el-tratamiento-del-cancer.aspx
- [10] <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/103466/ROL%20GOMEZ%20JORGE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [11] <https://youtu.be/v4cKDzTyOek>
- [12] <https://youtu.be/XiyRc3OAC3A>
- [13] <https://youtu.be/slwoKlmyadI>
- [14] <https://www.youtube.com/watch?v=UqHYw194js4>