

Boletín del Grupo Español del Carbón

Número 6

Junio de 2007

ÍNDICE

Presentación	1
Nanotubos y nanofibras de Carbono en función de su evolución histórica	1 4
Actividades del GEC	4 5
Reseña	6
Premio ICB	6
Reseña: Activated Carbon	6 7
Próximos eventos	7

Junta Directiva del GEC

Presidente:

Rosa Menéndez López

Vicepresidente:

Diego Cazorla Amorós

Secretario:

José Rodríguez Mirasol

Tesorero:

Rafael Moliner Alvarez

Vocales:

Ignacio Martín Gullón

J. Angel Menéndez Díaz

Francisco Carrasco Marín

M^a Victoria López Ramón

Francisco García Labiano

M^a Jesús Lázaro Elorri

Edición

Ignacio Martín Gullón

J. Angel Menéndez Díaz

Presentación

Ya próximos a terminar el curso escolar editamos el segundo boletín de este año, que constituye el número 6. Yo creo que a todos nos ha pasado el tiempo excesivamente rápido y no nos ha dado de sí todo lo que nos hubiese gustado. Algunos de nosotros nos veremos en Julio en Seattle en la CARBON'07 y el resto, espero que todos, en Octubre, en la reunión del GEC en Teruel. En la reunión de la European Carbon Association (ECA), que tendrá lugar durante la CARBON'07, intentaremos que la Europea de 2011 venga a España, como muy bien sabéis nuestra candidata oficial será Málaga y competimos con Cracovia y Dresden.

Los contenidos que abordamos en esta ocasión, incluyen un artículo de divulgación sobre "nanotubos y nanofibras" de Ignacio Martín Gullón; un resumen del curso que se desarro-

lló en Baeza sobre "Materiales avanzados para la producción y almacenamiento de energía", elaborado por M^a Victoria López Ramón y Francisco Carrasco; una reseña de la tesis titulada "Aerogeles monolíticos de carbón como adsorbentes para la eliminación de compuestos orgánicos volátiles (BTX)" de David Fairén Jiménez, perteneciente al Departamento de Química Inorgánica de la Universidad de Granada y una segunda reseña del Premio Arquímedes otorgado a David Sebastián del Río (del Instituto de Carboquímica, ICB-CSIC) por el trabajo titulado "Almacenamiento de hidrógeno para pilas de combustible mediante la deshidrogenación de decalina "(nuestra más sincera felicitación).

Anticipando un poco la próxima reunión que mantendremos en Teruel, deciros que de acuerdo con los datos facilita-

dos por la organización (Instituto de Carboquímica, ICB-CSIC), se ha recibido un total de 132 trabajos, de los cuales 56 serán comunicaciones orales y 76 posters. Se está tratando de potenciar, de un modo especial, el debate a través de la sesión de posters. Recordaros que una vez finalizada la reunión tendremos un curso de dos días sobre "Generación sostenible de energía limpia a partir de combustibles fósiles", los días 25 y 26 de Octubre. Este curso pretende dar una visión actualizada del concepto de energía limpia a partir de combustible fósiles convencionales, así como a posibles alternativas viables a medio plazo que ayuden a mitigar el cambio climático y sus consecuencias. El plantel de profesores es excelente como podéis comprobar a través de la página web de la reunión, y sólo me queda animaros a continuar dos días más y participar en el mismo.

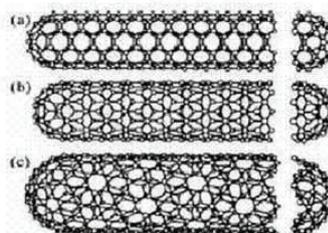
Nanotubos y nanofibras de Carbono en función de su evolución histórica

Ignacio Martín Gullón
Universidad de Alicante

Los **nanotubos de carbono (CNT)**, que fueron descubiertos "oficialmente" en 1991, son unos materiales formados únicamente por carbono y considerada una forma alotrópica del mismo. La unidad básica de un nanotubo de carbono es un plano grafitico enrollado que forma un cilindro, cuyo diámetro es del orden de 1-2 nano-

metros, denominándose nanotubo de pared simple (SWNT, *single wall nanotube*). También existen los denominados MWNT (*multi wall nanotube*),

donde los cilindros de carbono son concéntricos, con diámetros entre 15-60 nm, con un hueco central de unos 5 nm.



Nanotubos y nanofibras de Carbono en función de su evolución histórica

Sin embargo, no existe una definición clara de lo que son las **nanofibras de carbono (CNF)**, por lo que la terminología empleada es confusa aún dentro de la propia comunidad científica. La tendencia es a considerar las nanofibras unos materiales intermedios entre las fibras micrométricas (producidas por hilado) y los nanotubos.

Tanto los nanotubos como las nanofibras son materiales que se producen a partir de vapor (CVD del inglés *carbon vapor deposition*), que en otras palabras significa que se forman de una fase sólida de carbono a partir del craqueo, descomposición y posterior recondensación, o simplemente reacción de una fuente de carbono en fase vapor. La formación de hollín es un proceso típico de formación de carbono por CVD, que en ese caso no es catalizado. Sin embargo, en el caso de las nanofibras y nanotubos este proceso es catalítico, por lo que se le añade c-CVD para distinguirlo del no catalítico (p-CVD, p de pirolítico).

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La separación existente entre los CNT y CNF consiste, básicamente, en el diferente origen y diferente aplicación y escala de quienes los desarrollaron, más que en su estructura propiamente dicha. Los CNT fueron descubiertos y desarrollados por grupos de investigación que trabajaban sintetizando Fullerenos, vaporizando grafito en la escala de microgramos. Por otro lado, las CNF fueron desarrolladas en el ámbito de producir unas fibras de carbono alternativas, más económicas, a las obtenidas por hilado, obtenidas a partir de precursores carbonosos en forma de vapor, denominadas fibras de carbono crecidas en fase de vapor (VGCF), siendo el fin su uso en materiales compuestos. Sin embargo, para encontrar el origen de ambas hay que remontarse mucho tiempo atrás.

1889. El primer antecedente escrito referente a la producción de filamentos carbonosos a partir de vapor se debe a Hugues y Chambers, que patentaron en EE.UU. la fabricación de filamentos de carbono, utilizando como gases precursores hidrógeno y metano en un crisol de hierro.

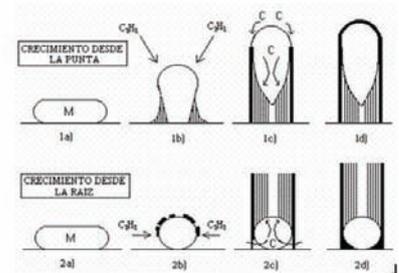
1953. Con el desarrollo del microscopio electrónico, Davis, Slawson y Rugby comunicaron la producción de unos filamentos entre 100 y 200 nm, de forma helicoidal, a partir de la desproporción de CO catalizada por hierro a 450°C, permaneciendo éste en la punta de los filamentos. Que en vez de de los filamentos, se producía carbono amorfo y carburos de hierro.

1958. Hillert y Lange realizan una exhaustiva caracterización estructural de estos filamentos, corroborando la presencia de una partícula metálica en la punta, diámetros entre 10 y 100 nm y una estructura altamente grafitica.

Década de 1970. A partir de estos momentos, ya se estudió de forma muy intensiva la generación de filamentos carbonosos catalíticos a partir de distintos precursores (hidrocarburos o CO) y metales (Fe, Co, Ni, etc.). Caben destacar dos grupos principales de trabajo:

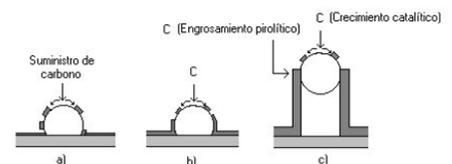
El grupo de RTK Baker, del Departamento de Energía Atómica Británico, que siempre trabajó a escala de laboratorio. Principalmente utilizaron mezclas de acetileno e hidrógeno, con diferentes metales (Ni, Co, Fe, Cr). Inicialmente trabajaron con nanopartículas de Ni soportadas, las cuales debían estar en estado elemental para ser activas, y propusieron un modelo de crecimiento, en el que el hidrocarburo difundía a través de la partícula metálica debido a un gradiente de temperatura, condensando carbono en la parte posterior (figura 2). Este grupo definió estos ma-

teriales como filamentos de carbono (para diferenciarlos de las fibras).



modelo de Baker

•El grupo de Agnes Oberlin, de la Universidad de Orleans. Allí realizó la Tesis Doctoral Moriboru Endo, hoy el investigador más reconocido en el campo de los nanotubos y nanofibras de carbono. En el singular trabajo de Oberlin, Endo y Koyama de 1976, se hablaba de fibras de carbono crecidas a partir de vapor (VGCF), que eran crecidas a partir de mezclas de benceno e hidrógeno con Fe elemental, a temperaturas muy elevadas (1100°C). En este trabajo, se detallaba y presentaba por TEM que la fibra consistía en un filamento catalítico, con los planos grafiticos totalmente ordenados formando "aros de tronco de árbol", y un recubrimiento formado por un engrosamiento de carbono no catalítico, menos ordenado, pero con sus planos también orientados y paralelos al eje. También propusieron un modelo de crecimiento del filamento interior catalítico, en el que la formación era por difusión de carbono por los bordes de la partícula.



modelo de Oberlin

Nanotubos y nanofibras de Carbono en función de su evolución histórica

1985. Descubrimiento de los fullerenos.

Los fullerenos son moléculas de carbono individuales, con estructuras cerradas formadas por varias decenas de átomos de carbono únicamente, por lo que son formas alotrópicas del carbono. Fueron descubiertos accidentalmente por los grupos de Smalley y de Kroto en 1985, siendo galardonado su descubrimiento con el premio Nobel de química en 1996. En un sistema a vacío con He a una presión de 200 torr con dos electrodos de grafito a una distancia de 1 mm, encontraron un depósito carbonoso en el ánodo al hacer saltar el arco. Además del hollín o carbono evaporado de un electrodo al otro, estos investigadores encontraron resultados extraños (un 15 % en peso) en los espectros de masas de muestras de carbono evaporado. Tras ser aislados por disolventes y tras numerosos estudios, se obtuvo que la mayoría de este material eran moléculas de C_{60} , con estructura de balón de fútbol, recibiendo el nombre de Fullerenos en honor a Buckminster Fuller, un arquitecto estadounidense famoso por sus construcciones esféricas, como la cúpula del pabellón estadounidense de Expo'67 de Montreal. También se encontraron cantidades menores de C_{70} .

Trabajando con los fullerenos aislados, se encontró que tenían unas propiedades excelentes, fundamentalmente cuando se dopaban con metales (K, Rb), obteniéndose propiedades superconductoras. Dado que el metal no podía intercalarse a través de la estructura cerrada en forma de jaula, comenzó una fulgurante carrera de producción de fullerenos con electrodos de grafito dopados con metales.

1991. Descubrimiento de los nanotubos.

El intento de producir fullerenos



Estructura del fullereno C_{60} y la imagen del origen de ese nombre

dopados con metales resultó en el descubrimiento de los nanotubos, que fueron inicialmente denominados Buckytubes. El primer trabajo que informó de la existencia de los nanotubos por arco, y su relación con los fullerenos fue debida a Sumio Iijima, aunque que haya sido él el descubridor es objeto de controversia. Los nanotubos obtenidos eran fullerenos cilíndricos, donde en los extremos tenían un casquete esférico que correspondía a un fullereno. Podían tener diferentes estructuras de acuerdo a la orientación de los hexágonos del grafeno respecto del eje. Estos nanotubos formados por un plano, o **nanotubos de carbono de pared simple (SWNT)**, tenían un diámetro entre 1 y 2 nm. Además de los SWNT, se encontraron otros nanotubos formados por cilindros concéntricos, denominándose **nanotubos de carbono de pared múltiple (MWNT)**.

1993. MWNT por c-CVD. Prácticamente a continuación, el grupo de Moriboru Endo de la Universidad Shinshu y el grupo de Harry Kroto de la Universidad de Sussex indicaron que los CNT podían obtenerse también por descomposición catalizada de hidrocarburos (c-CVD) de igual forma que se obtenían las VGCF.

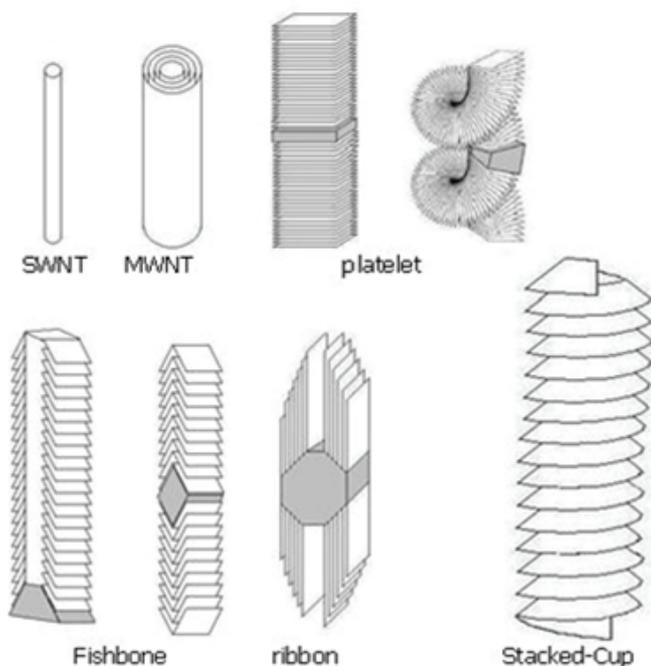
PRODUCCIÓN DE NANOFIBRAS Y NANOTUBOS POR CVD CATALÍTICO

Tras la evolución de los acontecimientos, puede verse que tanto los filamentos o fibras crecidas en fase de vapor (VGCF), como los nanotubos de carbono no sólo se producen mediante un idéntico proceso (la descomposición catalítica de hidrocarburos con metales de transi-

ción), sino que en realidad son el mismo material, ya que en los VGCF el material se engorda con carbono amorfo no catalítico y en los MWNT no. Este hecho produjo que la investigación de la producción masiva de VGCF de principios de los 1980 tendiera en la década siguiente a reducir al máximo posible este recubrimiento de carbono amorfo para que los filamentos resultantes tuvieran diámetros inferiores a las micras, denominándolos **sub-micron-VGCF** o **nanofibras de carbono**. Además, mediante el CVD catalítico con metales de transición no solo se obtenían unos filamentos catalíticos que eran MWNT, sino que dependiendo de la temperatura, el metal, el tamaño del mismo y la fuente de carbono se obtenían MWNT u otros tipos de estructuras distintas de semejantes diámetros, denominadas **nanofibras de carbono**, donde la orientación de los planos grafénicos era diferente a la de los nanotubos, además de necesitarse al menos hidrógeno para estabilizar los bordes de la estructura. Ambos tipos, nanotubos y nanofibras, podrían englobarse dentro de una denominación genérica de **nanofilamentos de carbono**, ya que desde el punto de vista morfológico, de producción y aplicación son iguales, y solo se diferencian en su estructura. Se han descubierto un total de cuatro tipos diferentes de nanofibras de carbono:

- **Platelet.** Los planos grafénicos son perpendiculares al eje, por lo que la conducción eléctrica no está favorecida en la dirección del eje del nanofila-

Nanotubos y nanofibras de Carbono en función de su evolución histórica



mento. Suelen obtenerse a partir de mezclas de CO/H_2 , tanto con catalizadores de Fe como de Ni, pudiendo dar los mismos reactivos otras estructuras dependiendo de la temperatura. Pueden ser tanto rectos con respecto al eje, como helicoidales, denominándose en ocasiones nanocoils a estos últimos. El metal suele estar en medio de la fibra, para un crecimiento bidireccional.

•**Fishbone o Herringbone.** Los planos gráficos están inclinados respecto al eje, siendo su sección poligonal por la

geometría de la partícula catalítica. Pueden ser macizos o huecos. En el primer caso, la partícula suele estar en el centro (bidireccional), mientras que en el segundo suele estar en la punta. Estas nanofibras suelen obtenerse con Ni con cualquier fuente de hidrocarburos o CO.

•**Ribbon.** Es un tipo de estructura de planos gráficos paralelos al eje, que puede confundirse fácilmente con los MWNT cuando es el TEM el elemento de análisis. Por ello, no se conoce con exactitud cuando se obtienen,

especialmente si la fuente de carbono es etileno o metano.

•**Stacked cup.** Semejante a la estructura Fishbone, excepto que son siempre huecos, el canal es siempre muy ancho y la sección de la nanofibra es circular. Existe una discrepancia sobre si la estructura es de conos apilados o si es un enrollamiento continuo en espiral. Se obtienen con metano como en vez de de fuente de carbono y hay presente azufre. Únicamente se han obtenido por el método continuo del catalizador flotante.

Comercialmente, los SWNT y MWNT tienen unos precios muy elevados al requerirse una ausencia prácticamente total de impurezas de carbono amorfo. Por ello, hay muchos pequeños productores donde abundan empresas spin-off de universidades. Sin embargo, al permitirse una cantidad mayor de impurezas en las nanofibras de carbono, donde prima más la capacidad de producción, los precios son unas 1000 veces inferior, cuando la aplicación principal de ambos son los materiales compuestos. En la actualidad, existen 5 empresas productoras de nanofibras de carbono, dos japonesas, dos norteamericanas y una española, el Grupo Antolín, empresa multinacional del sector de automoción que ha desarrollado tecnología propia, junto a la Universidad de Alicante, para poner en el mercado unas nanofibras de estructura stacked-cup, altamente gráficas, de excelente calidad.

Actividades del GEC

Curso de “Materiales avanzados para la producción y almacenamiento de energía”

En noviembre de 2006 el GEC y la Universidad Internacional de Andalucía organizaron el **curso de “Materiales avanzados para la producción y almacenamiento de energía”**. El curso tuvo lugar en la Universidad Internacional de Andalucía, Sede Antonio Machado de Baeza del 20 al 24 de Noviembre de 2006, siendo los directores del curso: Francisco Carrasco Marín y

M^a Victoria López Ramón, ambos miembros del Grupo Español del Carbón.

El curso iba dirigido a alumnos de 2º y 3er ciclo de las Licenciaturas de Química, Ingeniería Química, Ciencias Ambientales e Ingeniería de Materiales y a empresas del sector energético y medioambiental. La duración del curso fue de 33 horas, comenzando el lunes 20

Actividades del GEC

“Se matricularon 36 alumnos provenientes de Alicante, Oviedo, Barcelona, Granada, Jaén, Madrid, Málaga, Salamanca, Valencia y Zaragoza.”

por la mañana y finalizando el viernes 24 a mediodía.

Los contenidos del programa y el profesorado por orden de actuación fueron los siguientes:

- *El binomio materiales de carbón/ catálisis en la producción de energía.* Dr. Francisco José Maldonado Hódar, Profesor Titular de la Universidad de Granada.
- *Almacenamiento de Hidrógeno.* Dra. Dolores Lozano Castelló, Profesora Titular de la Universidad de Alicante.
- *Semiconductores moleculares y su uso en células solares o en sistemas de iluminación de alta eficiencia.* Dr. Henk Bolink, contratado Ramón y Cajal, Instituto de Ciencia Molecular, Universidad de Valencia.
- *Materiales de carbono para sistemas de almacenamiento de energía.* Dr. Ricardo Santamaría Ramírez, Científico Titular, Instituto Nacional de Carbón, CSIC, Oviedo.
- *Materiales y sistemas avanzados basados en los efectos fotovoltaicos o termoeléctricos.* Dr. Joan Ramón Morante Leonart, Catedrático de la Universidad de Barcelona.
- *Aplicaciones medioambientales de los carbones activos.* Dr. Juan J. Rodríguez Jiménez, Catedrático de la Universidad Autónoma de Madrid.
- *Producción de hidrógeno a partir de combustibles fósiles y energías renovables.* Dr. José Luis García Fierro, Profesor de Investigación, Instituto de Catálisis y Petroleoquímica, CSIC, Madrid.
- *Membranas orgánicas poliméricas. Una alternativa para enriquecimiento de gases y pilas de combustible.* Dr. Javier de Abajo González, Profesor de Investigación, Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros, CSIC, Madrid.
- *Materiales para pilas de combustible.* Dra. M^a Jesús Lázaro Elorri, Científico Titular, Instituto de Carboquímica, CSIC, Zaragoza.
- *Almacenamiento de gas natural.* Dr. Francisco Rodríguez Reinoso, Catedrático de la Universidad de Alicante.
- *Investigación en el área de materiales. Programas nacionales y programas europeos.* Dra. Rosa María Menéndez López, Profesora de Investigación, Instituto Nacional del Carbón, CSIC, Oviedo.

Se matricularon 36 alumnos provenientes de Alicante, Oviedo, Barcelona, Granada, Jaén, Madrid, Málaga, Salamanca, Valencia y Zaragoza. La mayor parte del alumnado fueron alumnos de doctorado y muchos de ellos miembros del GEC. Los alumnos matriculados mostraron un gran interés y motivación por los contenidos del curso y la asistencia y participación en éste fue muy activa. Finalizado el curso, todos los alumnos recibieron de la UNIA un diploma de asistencia y aprovechamiento, en los que aparecían las materias cursadas y el número de horas del curso.



Palacio de Jabalquinto

Premio ICB

El primer premio del V Certamen Arquímedes (Noviembre 2006) se adjudicó a un trabajo de almacenamiento de hidrógeno para pilas de combustible realizado por un grupo de investigación perteneciente al GEC.

El trabajo que presentó David Sebastián del Río fue dirigido por M^a Jesús Lázaro Elorri y Enrique García Bordejé del Grupo de Conversión de Combustibles Fósiles y Valorización de Residuos del Instituto de Carboquímica (CSIC, Zaragoza). El trabajo tiene

por título **Almacenamiento de hidrógeno para pilas de combustible mediante la deshidrogenación de decalina** y propone un nuevo método de almacenamiento de hidrógeno. Los métodos utilizados hasta ahora obligan a almacenar el hidrógeno como gas comprimido o en estado líquido a muy bajas temperaturas, lo que presenta problemas de manipulación y lleva consigo un gasto energético. El nuevo método simplifica el almacenamiento de hidrógeno, al ser la decalina un producto líquido. Es uno de los métodos más eficaces en

término de peso y volumen hallados hasta ahora. El objetivo es estudiar el catalizador que le hace falta a un vehículo para transformar el compuesto en hidrógeno y analiza como se lleva a cabo dicho proceso de deshidrogenación. Este trabajo ha obtenido otros galardones como el "Premio de Investigación sobre Energías Renovables" convocado por la Obra Social de Caja España (Noviembre 2006) y un accésit del Premio Proyecto Fin de Carrera Fundación MAPFRE, Universidad de Zaragoza (Diciembre 2006). Para más información contactar con M^a Jesús Lázaro (mlazaro@icb.csic.es)

Reseña

Título: Aerogeles monolíticos de carbón como adsorbentes para la eliminación de compuestos orgánicos volátiles (BTX)

Doctor que la ha presentado

David Fairén Jiménez

Director/es de la Tesis: Carlos Moreno Castilla y Francisco Carrasco Marín

Dirección: Departamento de Química Inorgánica. Universidad de Granada. 18071 Granada

correo electrónico: fairen@ugr.es

lugar y fecha de presentación:

Granada, 3 de noviembre de 2006

Resumen: El objetivo de esta Tesis Doctoral es la preparación y caracterización de aerogeles monolíticos para su uso como adsorbentes de los compuestos orgánicos conocidos como BTX (benceno, tolueno y xilenos). Estos compuestos están relacionados con el tráfico intenso en áreas urbanas y el uso de disolventes y pinturas industriales. El estudio de la eliminación de los BTX tiene un gran interés debido al efecto nocivo de estos contaminantes, incluso a bajas concentraciones. Para este fin se preparó una serie de aerogeles monolíticos de carbón mediante la reacción de policondensación de una mezcla de resorcinol-formaldehído siguiendo el método sol-gel. En la preparación de los aerogeles monolíticos de carbón se han utilizado distintos catalizadores -ácidos o básicos- y distintos modificadores de la reacción de polimerización con objeto de estudiar su efecto en las propiedades superficiales, texturales y mecánicas de los materiales finales. En este trabajo se han conseguido aerogeles monolíticos de carbón de elevada densidad (hasta 1,04 g/cm³), con elevadas áreas superficiales (hasta 2536 m²/g medidos a partir de SAXS), excelentes propiedades mecánicas (Módulo de Young hasta 1007 MPa o Carga de rotura de hasta 39 MPa) y elevadas capacidades de adsorción de VOCs (hasta 303 mg/cm³ de *m*-xileno).

Reseña

Por: Beatriz Fidalgo

INCAR, CSIC

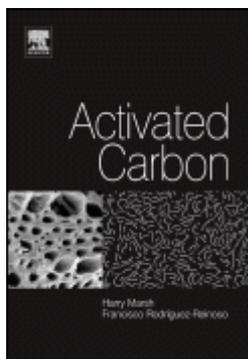
Libro: **"Activated Carbon"**

Autores: Harry Marsh, *North Shields (Reino Unido)*; Francisco Rodríguez Reinoso, *Universidad de Alicante (España)*.

Información bibliográfica: Edit. Hardbound, 2006. ISBN-13: 978-0-08-044463-5 e ISBN-10: 0-08-044463-6. 554 pág. Elsevier.

En los últimos años, se ha extendido el empleo de los carbones activos en aplicaciones especializadas relacionadas con campos como la medicina, la filtración o la purificación de medios líquidos y gaseosos. Gran parte de la investigación en curso y de la información relativa a la naturaleza y uso del carbón activo se encuentra dispersa en varias publicaciones, por lo que se han considerado necesarias tanto una actualización exhaustiva como una referencia bibliográfica que resuma e integre dicha información. Este libro se centra en el estudio de la porosidad del carbón en cada de sus formas, y en los materiales actuales que usan carbones activos, incluyendo fibras, tejidos, fieltros y monolitos. Además, también se aborda la utilización de carbones activos en forma granular y pulverenta, lo que facilita su uso en medios líquidos y gaseosos. **Activated Carbon** se convertirá en un recurso fundamental en el campo de la Ciencia de los Materiales, la Química y la Ingeniería, tanto a nivel académico como industrial.

Activated Carbon



CONTENIDOS

- Capítulo 1. Introduction to the Scope of the Text.
- Capítulo 2. Activated Carbons (Origins).
- Capítulo 3. Porosity in Carbons: Modeling.
- Capítulo 4. Characterization of Activated Carbon.
- Capítulo 5. Activation Processes (Thermal or Physical).
- Capítulo 6. Activation Processes (Chemical).
- Capítulo 7. SEM and TEM Images of Structures in Activated Carbons.
- Capítulo 8. Applicability of Activated Carbon.
- Capítulo 9. Production and Reference Material.

Próximos eventos

IX Reunión del GEC

El Comité Organizador de la IX Reunión del GEC le invita a participar en la IX Reunión del GEC que tendrá lugar en Teruel, del 22 al 24 de octubre de 2007. La elección de Teruel como sede de la Reunión pretende dar, en esta ocasión, una relevancia especial al carbón como fuente de energía. Además, la ciudad de Teruel nos ofrece una cálida bienvenida y nos permitirá conocer su rico patrimonio del urbanismo medieval, siendo el conjunto mudéjar su máximo exponente. Por todo ello, deseamos invitar cordialmente a participar a todos aquellos científicos interesados en los temas relacionados con el carbón y los materiales carbonosos.

Áreas: (1) Preparación y caracterización. (2) Materiales carbonosos avanzados. (3) Carbones activos. (4) Catálisis y reactividad. (5) Generación de hidrógeno. (6) Captura de CO₂. (7) Aplicaciones medioambientales. (8) Aplicaciones energéticas.

Más información en: <http://www.icb.csic.es/index.php?id=59>

PREMIOS JÓVENES INVESTIGADORES DEL GEC

El Grupo Español del Carbón convoca el *3º Premio a Jóvenes Investigadores*

Se seleccionarán tres trabajos de investigación finalistas, cuyos autores serán invitados a presentar una conferencia plenaria en el marco de la IX Reunión del GEC, que se celebrará en Teruel del 22 al 24 de Octubre de 2007. Se otorgará un primer premio de 400 € y dos accésit de 200 € cada uno.

REQUISITOS:

1. El candidato/a debe ser doctor/a joven (novel) socio/a del GEC y haber defendido la Tesis Doctoral en los años 2005 ó 2006.
2. El candidato/a debe presentar un tema sobre su investigación enmarcándolo en el contexto global del GEC.
3. El candidato/a deberá hacer una evaluación sobre esa área de investigación presentando aportaciones personales y perspectivas futuras.

Se valorará la Originalidad, Contribución al GEC e Interés del tema.

Más información en: <http://www.gec.org.es>