

## **Nanomateriales 2D: Estrategias de Síntesis, Caracterización Físicoquímica y Aplicaciones Funcionales**

Los materiales 2D se definen como láminas de 1 átomo de espesor aisladas del volumen y no necesitan un sustrato para existir. Frecuentemente, las capas con hasta 10 átomos de espesor también se consideran láminas 2D. Los materiales en capas 2D recibieron un importante interés de investigación después de la identificación del grafeno en 2004. El grafeno, una capa única de átomos de carbono, fue identificado por primera vez por Geim y Novoselov utilizando el método de exfoliación mecánica, por el que ganaron el Premio Nobel en 2010. El grafeno está formado por una sola capa de átomos de carbono con hibridación  $sp^2$  dispuestos en una estructura hexagonal. En el grafito, las capas de carbono se apilan mediante fuerzas débiles de Van der Waals, lo cual hizo posible aislar una sola capa de grafito (grafeno). La identificación inicial del grafeno ganó interés debido a la relación lineal energía-momento para energías bajas, el efecto Hall cuántico y la elevada movilidad de los portadores. Las propiedades finales son conductividad térmica ( $\sim 5000$  W/mK), un elevado módulo de Young ( $\sim 1100$  GPa), movilidad de electrones ( $200.000$   $\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ ), área de superficie ( $2630$   $\text{m}^2/\text{g}$ ) y ópticamente transparente. Estas propiedades únicas del grafeno abrieron muchas oportunidades en optoelectrónica, gestión térmica, biosensores, administración de fármacos, almacenamiento de energía y aplicaciones aeroespaciales.

Los materiales 2D básicamente poseen átomos neutros, unidos covalente o iónicamente con sus vecinos en un plano/capa mientras las capas se mantienen juntas mediante un acoplamiento de Van der Waals a lo largo del tercer eje. Las débiles energías de van der Waals ( $\sim 40\text{--}70$  meV) permiten la fácil exfoliación de estas capas a partir de su material principal. Desde el redescubrimiento del grafeno en 2004, se exploraron muchos otros nanomateriales 2D como dicalcogenuro 2D, MXenos, borofeno y óxidos para varias aplicaciones potenciales. Estos nanomateriales 2D incluían aislantes (p. ej., h-BN), semiconductores (p.

ej.,  $\text{MoS}_2$ ) y conductores (p. ej., grafeno). En un cristal en capas, la función de onda electrónica excede las tres dimensiones, mientras que en las capas 2D, existe un fuerte confinamiento cuántico de los electrones con sus funciones de onda obligadas a adoptar una forma 2D. Esto confiere a los materiales 2D nuevas estructuras de bandas electrónicas y propiedades físicas, eléctricas y electrónicas únicas y fascinantes. La desventaja del grafeno radica en el hecho de que carece de una banda prohibida intrínseca, lo que hace que no sea adecuado para determinadas aplicaciones lógicas, como transistores que requieren una relación ON/OFF alta. La ingeniería de banda prohibida, como la funcionalización, el dopaje, la introducción de defectos, etc., se ha adaptado para abrir una banda prohibida en el grafeno sin modificaciones considerables de la hoja prístina. Desafortunadamente, durante tales procesos, la conductividad del grafeno se reduce drásticamente.

---