

Grafén a oxid grafénu

Grafén bol objavený v roku 2004 skupinou výskumníkov vedenou Andre Geimom a Konstantinom Novoselovom na univerzite v Manchestri. Je to dvojrozmerný materiál vytvorený výlučne len z uhlíkových atómov usporiadaných do šesťuholníkovej štruktúry, podobne ako včelí plást. Grafén má hrúbku len jednej atomárnej vrstvy (~ 0.34 nanometra) a je chemicky stabilný za bežných podmienok aj na vzduchu.

Veľa grafénových vrstiev usporiadaných na sebe podľa istého vzoru vytvorí kryštál grafitu. Grafén vedci používajú ako model pre výpočet a určenie vlastností grafitu už niekoľko desaťročí. Nikto však nepredpokladal, že by vrstva s hrúbkou jedného atómu bola aj skutočne stabilná. Preto samotný objav grafénu vyvolal značný ohlas vo vedeckej komunite. Do istej miery prispel k tomu aj kurióznym spôsobom, akým boli pripravované prvé vzorky. Išlo o metódu mechanického odlupovania vrstiev z kryštálu grafitu. A k tomu stačila lepiaca páska, podložku pre vzorku a veľa trpezlivosti.

V súčasnosti je jednou z najpoužívanějších metód prípravy grafénu metóda chemickej depozície z pár. Plyn, ktorý je obsahuje uhlík (napr. metán), sa pri vysokých teplotách rozkladá pri dotyku s niektorými kovmi, ktoré pôsobia ako katalyzátor (napr. meď), a voľné uhlíkové atómy sa usporiadajú na povrchu kovu do šesťuholníkovej grafénovej mriežky. Potom stačí meď rozpustiť a výsledkom je grafénová jednoatomárna vrstva, ktorá sa dá umiestniť na ľubovoľnú podložku podľa potreby. Na graféne boli namerané mnohé „exotické“ fyzikálne javy ako napr. Kleinov paradox, existencia nehmotných relativistických častíc s veľkou pohyblivosťou, kvantový Hallov jav pri izbovej teplote a iné.

Výskumy elektrických transportných charakteristík grafénu odhalili jeho obrovský potenciál pre elektroniku. Pracovná frekvencia tranzistorov vyrobených z grafénu je v gigahertzovej oblasti a v blízkej budúcnosti môže prekonať aj rýchlosť najmodernejších počítačov. Dôležité aplikácie grafénu sa predpokladajú pri chemických senzoroch, ktoré využívajú extrémne citlivé zmeny vodivosti pri pôsobení rozličných chemických adsorbantov. Unikátna kombinácia vysokej optickej priehľadnosti a veľkej jednosmernej vodivosti grafénových vrstiev sa môže využiť v celom rade optoelektronických súčiastok ako sú displeje alebo solárne články.

Ďalšou možnosťou ako pripraviť grafén je chemická oxidácia grafitových práškov. Molekuly obsahujúce kyslík prenikajú medzi grafitové roviny a chemicky sa na ne viažu. Tento proces spôsobuje, že sa vzdialenosť medzi rovinami zväčšuje až do momentu kedy sa jedna rovina (grafén) odlúpne od materského kryštálu. Je to vlastne chemická analógia pôvodnej metódy mechanického odlupovania. Takýmto spôsobom sa dajú získať jednoatomárne vrstvy s laterálnymi rozmermi rádovo stovky nanometrov až mikrometre. Vrstvy sú silne oxidované, preto v tomto prípade hovoríme o oxide grafénu.

Zaujímavou vlastnosťou oxidu grafénu (GO) je, že úroveň jeho oxidácie sa dá meniť redukciami koncentrácie naviazaných kyslíkových molekúl a to buď chemickou cestou alebo tepelným žiahaním. Zmena koncentrácie oxidových skupín má významné dôsledky na elektrické transportné vlastnosti redukovaného GO (rGO). Z hľadiska elektrickej vodivosti sa plne oxidovaný grafén správa ako izolant. Redukcia vedie k zvýšeniu el. vodivosti o veľa rádov a (takmer) úplne zredukovaný GO má podobné vlastnosti ako grafén.

Kombinácia poréznej štruktúry (veľkého špecifického povrchu) a relatívne vysokej vodivosti rGO vzoriek implikuje využitie tohto materiálu na niektoré aplikácie. Jednou z nich je napr. využitie rGO ako materiálu na výrobu elektród v tzv. superkondenzátoroch.