

Zaobserwowano nową odmianę węgla – C18

16 sierpnia 2019

Podręczniki do aktualizacji? Diament, grafen, grafit, fulereny (a także nanorurki) nie są już jedynymi znanymi odmianami węgla! Zaobserwowano węgiel w kolejnej postaci: to cyklokarbon – atomowej wielkości węglowy pierścień. Odkrycie odnotowane w „Science” jest zasługą m.in. Polaka.

Struktury złożone jedynie z atomów węgla mogą mieć różne właściwości, w zależności od tego, jak atomy tego pierwiastka łączą się ze sobą. I tak diament (atomy węgla tworzące regularną krystaliczną, trójwymiarową siatkę) to jeden z najtwardszych znanych dotąd materiałów; jest przezroczysty i nie przewodzi prądu elektrycznego. Grafen za to (jednoatomowej grubości płachta węgla o strukturze plastra miodu) jest niemal przezroczysty, odporny na rozciąganie i świetnie przewodzi elektryczność. Grafit z kolei – znamy go z ołówków (złożony z wielu warstw grafenu) – jest szaroczarny, kruchy, a prąd przewodzi bardzo dobrze. Fulereny zaś (nanopiłki futbolowe z atomów węgla) są ciemne, mogą być nadprzewodnikami lub półprzewodnikami. Niektórzy do odmian węgla zaliczają jeszcze nanorurki (płachty grafenu zwinięte w rurkę) – które są niezwykle wytrzymałe.

Teraz do rodziny tzw. odmian alotropowych węgla trzeba dodać kolejnego członka: cyklokarbon.

Cyklokarbon ma kształt atomowej grubości pierścienia, w którego skład wchodzi wyłącznie połączone ze sobą atomy węgla. W publikacji w „[Science](#)” naukowcy z Uniwersytetu Oxfordzkiego i IBM Research w Zurychu pokazują, jak wyprodukować pierścień złożony z 18 atomów węgla.

„Wiele wskazuje na to, że cyklokarbon będzie miał właściwości półprzewodnika” – zapowiada w rozmowie z PAP jeden z odkrywców

cyklokarbonu, dr Przemysław Gaweł z Uniwersytetu Oksfordzkiego. To dobra wiadomość, bo poszukiwania nowych półprzewodników działających w nanoskali są w centrum zainteresowania wielu naukowców. Dzięki takim materiałom możliwe byłoby stworzenie choćby atomowej wielkości bramek logicznych czy tranzystorów. A dzięki temu – dalsze postępy w zakresie miniaturyzacji urządzeń elektronicznych.

Cyklokarbon udało się na razie uzyskać tylko w ściśle kontrolowanych warunkach: w niskiej temperaturze (przy 5 kelwinach czyli ok. -268 stopni C). „Na zimnej, obojętnej powierzchni – cienkiej warstwie soli kuchennej – cząsteczki są wystarczająco stabilne, aby umożliwić ich badanie” – mówi naukowiec. Na razie nie jest pewne, czy związek ten będzie stabilny w wyższych temperaturach oraz kiedy nie będzie izolowany od innych związków zawierających węgiel.

Chemik tłumaczy, że w diamencie każdy atom węgla jest związany z czterema sąsiadującymi atomami węgla, podczas gdy w graficie, grafenie, nanorurkach węglowych czy fulerenach każdy atom węgla jest związany z trzema sąsiadami. „Dotąd pozostawała nieodkryta odmiana węgla, w której każdy atom tego pierwiastka łączy się tylko z dwoma innymi atomami węgla” – mówi w rozmowie z PAP.

Wyjaśnia, że taka odmiana może mieć dwie postacie: jedną z nich jest polimer – tzw. karbyn (carbyne) – łańcuch złożony z samych atomów węgla. Karbyn jest jednak na tyle niestabilny, że nie udało się go jeszcze wyizolować (wyprodukowano go jedynie we wnętrzu nanorurki). „A ja od czterech lat w swoich badaniach próbowałem uzyskać eksperymentalnie cyklokarbon – atomowej grubości węglowy pierścień” – mówi dr Gaweł, jeden z najważniejszych autorów publikacji w „Science”. Te badania – jak pokazuje publikacja w „Science” – zostały zwieńczone sukcesem.

Obrazy cyklokarbonu cząsteczki – widać na nich pojedyncze atomy, a nawet wiązania między nimi – udało się uzyskać dzięki

mikroskopii sił atomowych (AFM).

Zdjęcia uzyskane w badaniach rozwiewają też wątpliwości, które mieli teoretycy co do wiązań chemicznych w tym związku. Z lekcji chemii możemy pamiętać, że od atomu węgla we wzorach związków chemicznych odchodziły zwykle cztery „rączki”, które trzeba było zagospodarować. Z modeli teoretycznych nie wynikało jednak jasno, jak takie „rączki” będą sobie podawać atomy w pierścieniu złożonym z samych atomów węgla: czy będą to same wiązania podwójne, czy może – na przemian – wiązania potrójne i pojedyncze? „Nasza publikacja rozwiązuje debatę, która trwała od 50 lat: w naszym cyklokarbonie są to na przemian wiązania potrójne i pojedyncze” – tłumaczy dr Gaweł.

Od tego zaś, jak wyglądają wiązania między atomami, zależą właściwości materiału. Gdyby w pierścieniu byłyby same wiązania podwójne, byłby on – jak przypuszczano – metalicznym przewodnikiem. Natomiast wiązania na przemian pojedyncze i potrójne sugerują, że prawdopodobnie cyklokarbon jest półprzewodnikiem. Dr Gaweł tłumaczy, że to dobra wiadomość, bo półprzewodniki – jeśli chodzi o potencjalne zastosowania – są teraz ciekawszymi strukturami niż przewodniki.

Związek udało się uzyskać dzięki manipulacji pojedynczymi atomami. W tym celu grupa z Oksfordu we współpracy z naukowcami z laboratorium IBM w Zurychu zsyntetyzowała prekursor węgla cyklo[18], czyli pierścienia o 18 atomach węgla. Ten prekursor, C₂₄O₆, ma kształt trójkąta i oprócz 18 atomów węgla zawiera sześć grup tlenku węgla (CO), co zwiększa stabilność cząsteczki.

Używając impulsów elektrycznych przykładanych do końcówki sondy mikroskopu – AFM – udało się usunąć pary grup CO z prekursora i w rezultacie utworzyć cyklo[18]karbon.

Dr Gaweł komentuje, że zastosowana w badaniach możliwość tworzenia większych struktur bogatych w węgiel – poprzez łączenie cząsteczek za pomocą manipulacji atomowej – otwiera

drogę do tworzenia bardziej wyrafinowanych cząsteczek bogatych w węgiel i nowych odmian alotropowych węgla.

Autorstwo: Ludwika Tomała

Źródło: NaukawPolsce.PAP.pl