

# O kryształach węgla, czyli diamencie i graficie

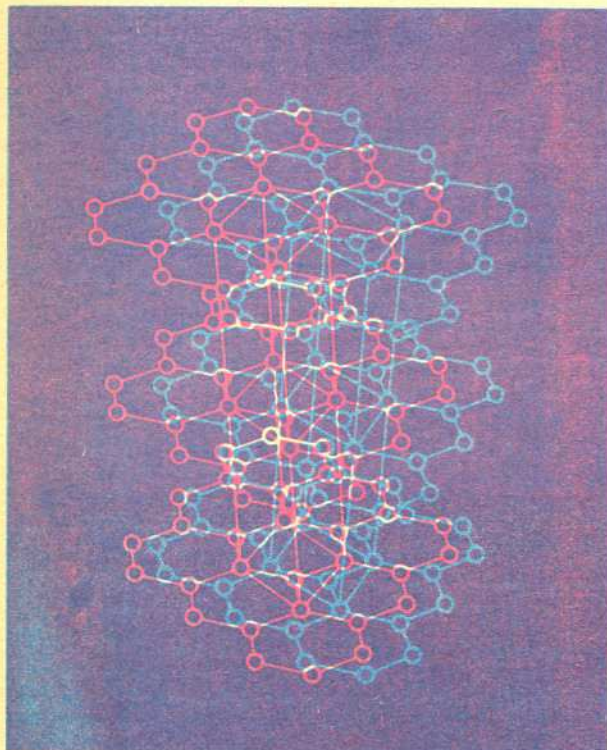
Dr Andrzej HENNEL

Nikogo chyba specjalnie nie dziwi, gdy dowiaduje się po raz pierwszy, iż grafit jest krystaliczną postacią węgla. Niewątpliwie zaskakująca jest natomiast informacja o tym, że drugą strukturą krystaliczną tworzoną przez węgiel jest diament. Dowiódł tego dopiero Lavoisier pod koniec XVIII wieku, gdy po spaleniu diamentu otrzymał dwutlenek węgla. Narzuca się w tym miejscu pytanie, dlaczego ta sama substancja, z punktu widzenia własności chemicznych, może mieć tak istotnie różne własności fizyczne. Otóż czarny i miękki grafit (od greckiego „graphen” — rysować) oraz przezroczysty i niezwykle twardy diament (od greckiego „adamas” — niezwyciężony) mają zasadniczo różne struktury krystaliczne.

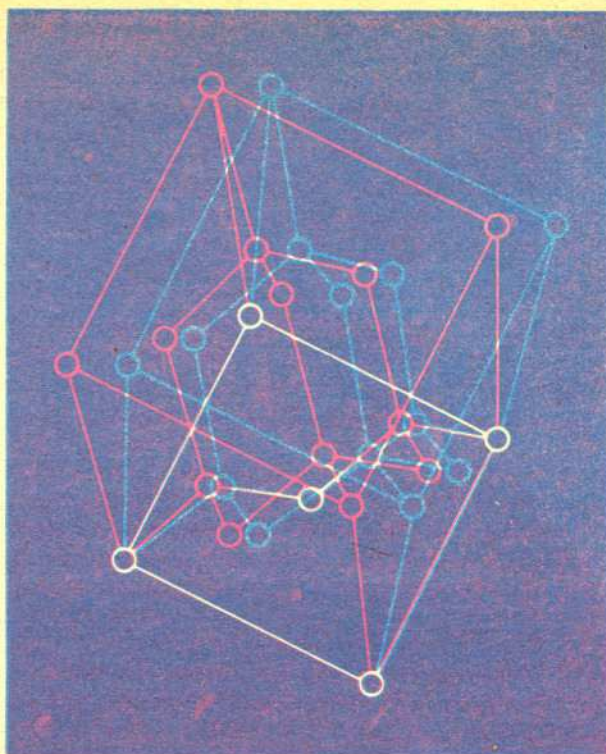
W regularnej sieci diamentu każdy atom węgla znajduje się w środku czworościanu foremnego, którego wierzchołki wyznaczają cztery sąsiednie atomy węgla odległe o 1,54 Å od atomu centralnego. Łatwo wyobrazić sobie, iż tak skonstruowana sieć jest bardzo wytrzymała, co przejawia się w skali makroskopowej dużą twardością diamentu. Z kolei grafit zbudowany jest z warstw sześciokątów foremnych (podobnych do plastra miodu), jest to tzw. sieć heksagonalna.

Odległość między atomami w warstwie wynosi 1,42 Å, natomiast między warstwami aż 3,35 Å; w efekcie grafit jest luźniej upakowany niż diament (gęstość grafitu wynosi 2,2 g/cm<sup>3</sup>, a diamentu 3,5 g/cm<sup>3</sup>).

Warstwowa sieć grafitu jest o wiele słabsza mechanicznie niż sieć diamentu, gdyż słabo związane warstwy mogą się łatwo po sobie ślizgać. Dzięki temu właśnie możemy grafitu używać do pisania.



Struktura grafitu



Struktura diamentu

Zrozumienie optycznych i elektrycznych własności diamentu i grafitu wymaga głębszego wniknięcia w naturę wiązań chemicznych tych kryształów.

W diamencie są to wiązania czysto atomowe (kowalencyjne) i w efekcie diament jest półprzewodnikiem takim jak german czy krzem. Mając jednak bardzo dużą przerwę energetyczną jest przezroczysty dla światła widzialnego, a przewodnictwo elektryczne wykazuje jedynie w wysokich temperaturach. Z kolei grafit ma w ramach jednej warstwy własności metaliczne i w efekcie wartość jego przewodnictwa elektrycznego wzdłuż warstwy jest około stukrotnie większa, niż gdy przepuszczamy prąd elektryczny prostopadle do warstw.

Warto też zdawać sobie sprawę z faktu, iż diament w warunkach normalnych jest strukturą metatrwałą, to znaczy energetycznie korzystniej jest dla kryształu przebudować się do struktury grafitu. Posiadacze pięknych brylantów, czyli szlifowanych diamentów, nie muszą w tym momencie wpadać w panikę, ale powinni wiedzieć, że w temperaturze 2000°C ich diamenty zmieniają się w grafit w ciągu kwadransa. Naturalnymi warunkami istnienia diamentów są, jak łatwo się domyślić, wysokie ciśnienia i temperatury. Tak właśnie wykonała liczne diamenty Natura i tak usiłuje to już od ponad 30 lat robić człowiek.

Pierwszą syntezę diamentu przeprowadzono bowiem w 1953 roku pod ciśnieniem 70 000 atmosfer, w temperaturze 3000°C. Od tego czasu syntetyczne diamenty produkuje się już przemysłowo, jednakże ich rozmiary są rzędu kilku milimetrów. Dla porównania można wspomnieć, iż największy diament wszystkich czasów to znaleziony w 1906 roku w Afryce południowej Kullinan o długości 10 cm i wadze 621 g. Diament ten został pocięty na 105 brylantów, z których największy — Gwiazda Afryki (530 karatów) zdbi obecnie berło królów angielskich.