

O walorach krystalografii
Informacje (el)
Wpisany przez Joanna Stojak
sobota, 28 stycznia 2017 21:24

Rok 2014 był rokiem kryształów. A dokładniej krystalografii, czyli nauki zajmującej się ich opisem, klasyfikacją i badaniem ich właściwości.

Kryształy charakteryzuje niezwykle precyzyjna struktura. Budujące je cząsteczki (w przypadku kryształów molekularnych), jony (kryształy jonowe) lub atomy (kryształy kowalencyjne) ułożone są w uporządkowany schemat, co zapewnia im specyficzne właściwości. Cząsteczki, jony lub atomy zajmują ściśle określone, niezmiennie miejsca i nazywane są węzłami sieci krystalicznej. Drgania pojawiają się jedynie w ich obrębie. Sieć krystaliczna jest niczym innym jak układanką wielu powtarzających się komórek elementarnych i w zależności od ich kształtu, wyróżniono różne układy krystalograficzne (ramka 1).

Kryształy są wszędzie

Za początki krystalografii uznać można rok 1912, kiedy to fizyk Max von Laue zrozumiał i wyjaśnił, w jaki sposób można analizować strukturę kryształów z wykorzystaniem promieniowania X (ramka 2).

Bombardowanie kryształu promieniami X doprowadza do rozrzucania go na wszystkie strony przez znajdujące się w kryształach atomy, kierunkowo zależne od sposobu ich ułożenia. W konsekwencji możliwe jest poznanie lokalizacji węzłów sieci i ich odległości względem siebie, a zatem ostatecznie opisanie pełnej struktury kryształu.

W tym samym roku Braggsowie (ojciec i syn) określili w ten sposób strukturę diamentu i chlorku sodu (sól kuchenna), za co zostali nagrodzeni Noblem w 1915 roku.

Dzięki krystalografii Francis Crick i James Watson zaprezentowali w 1953 roku strukturę podwójnej helisy DNA. W swoich badaniach opierali się na obrazie dyfrakcji promieni X na włóknie DNA, wykonanym przez Rosalind Franklin i Maurice'a Wilkinsa. Odkrycie to zrewolucjonizowało biologię molekularną i również nagrodzone zostało Noblem (w 1962 roku). Innym znaczącym odkryciem (Nobel w roku 2009) było wyjaśnienie struktury rybosomu (kompleks białek i RNA, syntezujący białka wewnątrzkomórkowe).

Zauważyć należy, że **to biolodzy najczęściej korzystają z osiągnięć krystalografii**. Funkcje biologiczne wynikają bezpośrednio ze struktury przestrzennej. Przykładowo, poznawanie struktury białek chorobotwórczych umożliwia tworzenie leków nowej generacji, celnie docierających do wyznaczonego miejsca medycznej ingerencji i umożliwiających szybsze wyleczenie.

Kosmiczne puzzle

Krystalografia jest również metodą wykorzystywaną do poznawania wewnętrznej struktury naszej planety, z założenia niedostępnej. Jak to możliwe? Naukowcy twierdzą, że wystarczy wykorzystać znane właściwości Ziemi, takie jak jej gęstość, szybkość fali sejsmicznych czy siła pola magnetycznego.

Zadanie polega na stworzeniu w laboratorium warunków ściśle odpowiadających warunkom panującym głęboko we wnętrzu Ziemi (np. temperatura i ciśnienie) i symulacji procesu reakcji określonych cząsteczek na te warunki. W ten sposób w latach 80. XX wieku wykazano, że fale sejsmiczne wewnątrz jądra Ziemi wędrują szybciej wzdłuż osi obrotu niż w pozostałych kierunkach. Naukowcy przypuszczają, że to znajdujące się w jądrze Ziemi cząstki żelaza wywołują opisane zachowania.

W przyszłości badacze planują przeanalizować w ten sposób powierzchnie gazowych gigantów (planety olbrzymy) i kilku planet z poza układu słonecznego, większych niż Ziemia.

Historia sztuki

Krystalografia umożliwia również badanie historii technik i materiałów używanych przed wiekami przez rzemieślników i artystów. Nareszcie możliwe jest analizowanie bezcennych obrazów i manuskryptów chronionych w bibliotekach bez ich przenoszenia, niszczenia czy pobierania próbek. Co więcej, poznanie procesu starzenia się materiałów pozwoli ustalić jego wpływ na dzieła sztuki i tym samym w końcu dowiemy się na przykład jaki kolor pierwotnie został użyty przez van Gogha oraz jak skutecznie zabezpieczać i konserwować jego obrazy.

Kryształy na miarę

Współcześnie nauka ma za zadanie nie tylko badać i opisywać, ale również wykorzystywać wiedzę do ulepszania świata. Krystalografia ma w tej dziedzinie spore sukcesy, umożliwiając tworzenie nowych, lepszych materiałów z jeszcze bardziej skomplikowanymi strukturami i właściwościami.

Warto zwrócić w tym miejscu uwagę na pewien magiczny kryształ, który już zrewolucjonizował świat techniki, a przecież jeszcze nie zakończono prac nad jego możliwym wykorzystaniem. Tym kryształem jest **grafen**, którego poznanie budowy przyniosło kolejnego Nobla w roku 2010.

Grafen jest kryształem niemal idealnym – bardzo elastyczny, niezwykle wytrzymały, przezroczysty i świetnie przewodzący prąd, a do tego bardzo lekki. W grafenie poruszające się elektrony prawie nigdy się nie zderzają, a ich prędkość jest sto razy większa niż w silikonie. Jak jest zatem zbudowany?

Struktura grafenu jest zupełnie płaska, składa się z połączonych w sześciokąty atomów węgla – kształtem przypomina plaster miodu. Opis teoretyczny grafenu powstał w roku 1947, jednak naukowcy dowodzili, że struktura taka istnieć w przyrodzie nie może. Wtedy też pojawił się pomysł wytworzenia formy syntetycznej. Od tej pory grafen zmienia świat.

Grafen pozwala na produkcję wyświetlaczy dotykowych o zmiennym kształcie (np. zwijanych w rolkę). Zastąpienie w komputerze części krzemowych grafenowymi umożliwia przyspieszenie jego pracy nawet pięćset razy.

Grafen może służyć jako bateria słoneczna, doskonale sprawdza się przy budowie samolotów. Nie przepuszcza żadnych gazów, bakterii czy wirusów, dzięki czemu znajduje duże zastosowanie w medycynie.

Potencjalnie okazuje się przydatny także w onkologii.

Grafen ma zdolność do odkładania się w komórkach nowotworowych. Przyczepienie nanocząsteczki złota do grafenu sprawiłoby, że komórki rakowe byłyby bardziej widoczne w obrazowaniu fotoakustycznym (energia wiązki światła jest absorbowana przez cząsteczki i zamieniana na energię kinetyczną, emitując falę akustyczną).

Co więcej, ekspozycja na światło podwyższa temperaturę nanocząsteczek do poziomu wystarczającego do zabicia komórek nowotworowych bez uszkodzania sąsiednich,

zdrowych.

Jak pokazuje historia, krystalografia niejednemu naukowcowi przyniosła Nagrodę Nobla i – sądząc po kolejnych sukcesach odnoszonych w tej dziedzinie – będzie ich coraz więcej.

Joanna Stojak

Instytut Biologii Ssaków PAN, Białowieża

Ramka 1. Układy krystalograficzne

System klasyfikacji kryształów powstał w oparciu o układ wewnętrzny cząsteczek, jonów lub atomów w sieci krystalicznej. Wyróżnia się siedem takich układów.

Typ układu	Przykład kryształu
Regularny	diament, sól kamienna
Tetragonalny	cyrkon
Heksagonalny	beryl, apatyt, grafit
Trygonalny	kalcyt, kwarc, korund
Rombowy	siarka, baryt
Jednoskośny	gips, wolframit
Trójskośny	rodonit, chalkantyt

Ramka 2. Promieniowanie X

Promieniowanie X znane jest także jako promieniowanie rentgenowskie (RTG). Powstaje ono podczas hamowania wolnych elektronów na materiale o dużej liczbie atomowej (powyżej 20), w wyniku czego powstaje promieniowanie ciągłe. Rozpędzone elektrony wybijają elektrony z atomów anody, a luki po nich zostają wypełnione przez elektrony z wyższej powłoki. To przejście elektronu ze stanu wyższego do niższego skutkuje emisją kwantu promieniowania rentgenowskiego.

Obecnie promieniowanie X uzyskuje się poprzez poruszające się w synchrotronach elektrony.

©2006-2015 Sprawy Nauki

http://www.sprawynauki.edu.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=3514:owalorach-krystalografii&catid=303&Itemid=30