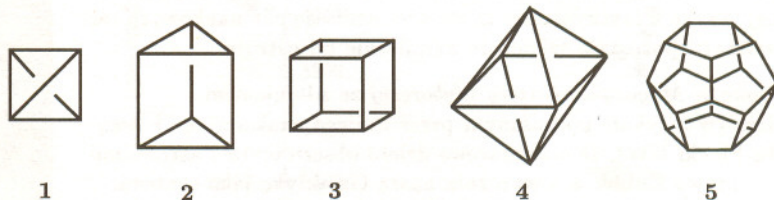


Helena DODZIUK

Wysokosymetryczne wielościany: tetrahedron (czworościan) **1**, trójpierzysian **2**, sześciątian **3**, oktaedron (ośmiościan) **4** i dodekahedron (dwunastościan) **5** miały, według Platona, usabiać wyższą harmonię świata. Omawiał je również Pitagoras. Cóż, wydawałoby się, mogą mieć one wspólnego z chemią organiczną? A jednak.

Do wielościanów platońskich zalicza się zwyczajowo czworościan, sześciątian, ośmiościan, dwunastościan i dwudziestościan (jedyne pięć wielościanów wypukłych, których wszystkie ściany są jednakowymi wielokątami foremnymi i w dodatku tyle samo ścian zbiega się przy każdym wierzchołku). Żądnych wiedzy odsyłamy do wcześniejszych numerów *Delty*, m.in. 5/1997.

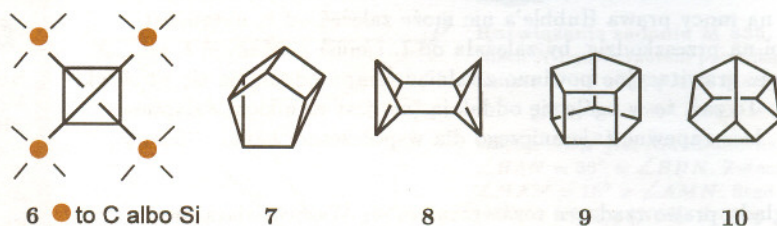
Red.



Do niedawna na podstawie bardzo licznych danych doświadczalnych przyjmowano, że podstawniki czterowiązalnego atomu węgla są rozmieszczone w narożach czworościanu. Nie mogło być więc mowy o cząsteczkach organicznych, których szkielet naśladowałby przynajmniej niektóre bryły Platona. Jednak ostatnio okazało się, że jest to możliwe. Cząsteczka tetrahedranu **1** (pokazana, jak to przyjęte w chemii, bez wiązań C-H) jest zbyt naprężona, by mogła być trwała, ale chemicy organicy zsyntetyzowali jego dwie pochodne **6**, które mają wszystkie atomy węgla podstawione dużym podstawnikiem.

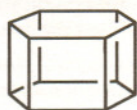
Otrzymano również trójpierzysian, kuban oraz po dwudziestu latach pracy dodekahedran, których szkielety węglowe odpowiadają wielościanom Platona. Było to możliwe dzięki burzliwemu rozwojowi metod syntezy cząsteczek organicznych, fizykochemicznych metod badania struktury cząsteczek, jak również metod teoretycznych, które pozwalają na ocenę możliwości istnienia trwałych hipotetycznych cząsteczek. Obok cząsteczek organicznych, których szkielety węglowe naśladowują platońskie bryły, znane są ich nieorganiczne odpowiedniki zbudowane np. z atomów krzemu, azotu i/lub fosforu.

Czterowiązalny atom węgla to atom o hybrydyzacji sp^3 (młodszym Czytelnikom mówiono o nim w szkole średniej). Terminy *mały podstawnik*, *duży podstawnik* należą do żargonu zwyczajowo używanego przez chemików. Mały podstawnik to np. atom wodoru, a duży podstawnik – np. grupa tert-butyłowa $C(CH_3)_3$.

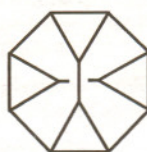


Cząsteczki **1–3** i **5** należą do grupy nasyconych węglowodorów klatkowych o wzorze ogólnym $C_{2n}H_{2n}$. Związki te zbudowane są z atomów węgla, z których każdy połączony jest z trzema atomami węgla i jednym atomem wodoru. Zdawałoby się, że warunek ten bardzo ogranicza liczbę możliwych izomerów dla danej wartości n . Okazuje się jednak, że liczba struktur gwałtownie rośnie ze wzrostem wartości n . Dla $n = 2$ i 3 istnieje tylko po jednej możliwej strukturze (związki **1** i **2**). Dla $n = 4$ obok kubanu **3** istnieje kunean **7** i oktabiswalen **8**, przy czym cząsteczki opisane wszystkimi tymi strukturami są znane. Dla $n = 5$ możliwych jest 9 różnych izomerycznych struktur, ale tylko pentapierzysian **9** i diademan **10** zostały zsyntetyzowane. Natomiast, mimo wielu prób, nie udało się otrzymać wysokosymetrycznych cząsteczek heksapierzysianu **11** i ściętego tetrahedranu **12**. Tak więc, jedynym znanym związkiem o wzorze sumarycznym $C_{12}H_{12}$ jest **13** pokazany na rysunku, dla większych n znane są jedynie

otrzymany po wieloletnich wysiłkach dodekahedron 5 oraz pagodan 14, oba o wzorze sumarycznym $C_{20}H_{20}$.



11



12



13



14

Po co w ogóle ludzie zajmują się syntezą i badaniem struktury takich związków? Wśród różnych powodów podejmowania takich badań nie najmniejsze znaczenie ma fascynacja ich pięknymi kształtami. Cząsteczki te stanowią swoiste wyzwanie dla chemika-syntetyka; z różnych przyczyn bardzo trudno je otrzymać. Kiedy uczeni próbują po raz pierwszy zsyntetyzować tak nietypowe cząsteczki, nic na ogół nie wiadomo o możliwości ich zastosowań, jednak często okazuje się, że mogą być one interesujące ze względów praktycznych. Kuban otrzymano po raz pierwszy w 1964 roku, ostatnio zaś ogłoszono, że przez długie lata armia amerykańska prowadziła badania tej wysokoenergetycznej cząsteczki i jej pochodnych podstawionych jedną lub kilkoma grupami nitrowymi, licząc na wykorzystanie jej np. w środkach wybuchowych. Niemal jednocześnie pojawiły się doniesienia o możliwości wykorzystania innych pochodnych kubanu jako leków antyrakowych lub wykazujących działanie przeciw AIDS. Reasumując można powiedzieć, że często tak niepraktyczne, wydawałoby się, przygody intelektualne, jak prace nad syntezą i własnościami związków o szkieletach węglowych naśladujących idealne bryły Platona mogą dość szybko znaleźć bardzo konkretne zastosowania praktyczne.

Zadania

Redaguje Łukasz WIECHECKI

M 835. Punkty A , B , C , D leżą kolejno na prostej i $|AB| = |BC| = |CD|$. Punkt M jest określony przez warunki $\angle MAB = 45^\circ$ i $\angle MBC = 60^\circ$. Obliczyć rozwartość $\angle MDC$.

Rozwiązanie na str. 6

M 836. Udowodnić, że nie istnieją takie liczby dodatnie x_1, \dots, x_n , ($n \geq 3$), dla których równocześnie spełnione są równości

$$\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{i^2} = \frac{n-2}{n+1} \quad \text{i} \quad \sum_{i=1}^n \frac{1}{(i+1)^2 x_i} = \frac{n+2}{n+1}.$$

Rozwiązanie na str. 16

M 837. Niech q_n będzie liczbą elementów zbioru $\{2^1, 2^2, \dots, 2^n\}$ zaczynających się (w systemie dziesiętnym) cyfrą 1. Udowodnić, że ciąg $\left(\frac{q_n}{n}\right)$ jest zbieżny i znaleźć jego granicę.

Rozwiązanie na str. 16

Przygotował Marek KORDOS

Tym razem fizykę reprezentować będą stare zadania lotnicze, w których opór powietrza pomijamy.

F 469. Samolot leci wzdłuż równoleżnika z prędkością 1000 km na godzinę, ze wschodu na zachód i posuwając się wstecz w czasie. Który to równoleżnik?

Rozwiązanie na str. 7

F 470. Samolot wystartował z punktu A , przeleciał 1000 km na południe, potem 1000 km na zachód, wreszcie 1000 km na północ i znalazł się z powrotem w punkcie A . Zlokalizować ten punkt.

Rozwiązanie na str. 11

