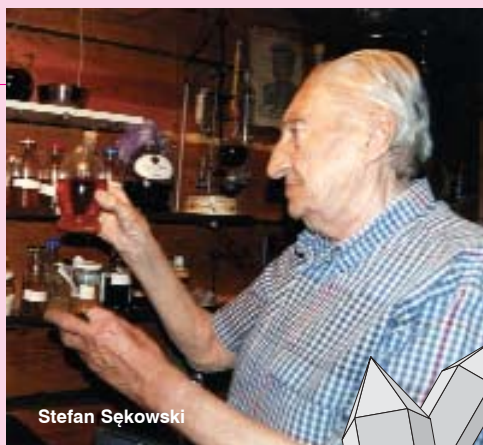


**NA SŁODKO**

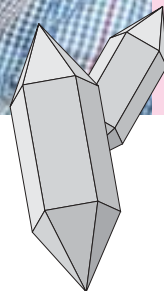
Dotychczasowe nasze doświadczenia dotyczyły prawie wyłącznie związków nieorganicznych. A przecież wielka rodzina związków organicznych może się poszczycić nie tylko dorodnymi, ale bardzo smaczными kryształami.

Turyści, którzy mieli okazję zwiedzać Fryzję Wschodnią, a więc północno-zachodnią część Dolnej

Z zawodu chemik. Z pasji – popularyzator nauki. Z charakteru nieugięty bojownik o prawdę. Żołnierz AK, powstaniec warszawski. W czasie czynnego życia zawodowego kierownik Pracowni Badań Jakości Powłok w Instytucie Mechaniki Precyzyjnej. Autor wielu prac naukowych i ponad 50 książek popularnonaukowych. Na tych publikacjach wychowały się już 2 pokolenia chemików. Już od 1952 roku pisze do „Młodego Technika”.



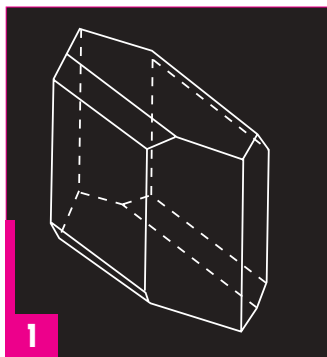
Stefan Sękowski



# W świecie kryształów – na słodko, analiza i konkurs

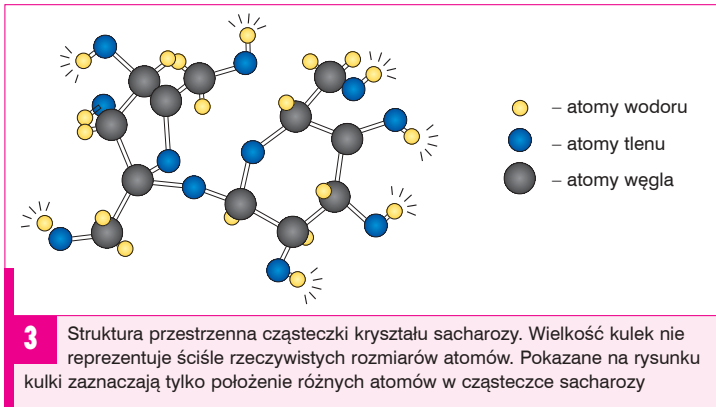
Stefan Sękowski

TEKST ŚREDNIO TRUDNY ●●●



**1**

Siatka przestrzenna kryształu sacharozy



**2**

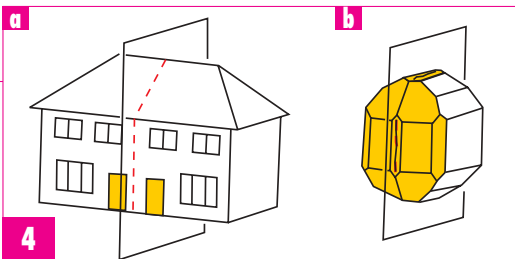
Dorodny kryształ sacharozy

Saksonii, zetknęli się ze specjalnym ceremoniałem przyrządzania i picia herbaty. Poza doskonałym gatunkiem herbaty, wodą i śmietanką, konieczny jest jeszcze i kandyz, a więc cukier w postaci nie kostek, ale pięknych przezroczystych kryształów.

Właśnie takie kryształy nauczymy się zaraz hodować. Na rysunku **1** widzimy strukturę kryształu sacharozy, a dorodne kryształy tego związku na rysunku **2**.

I jeszcze jedno ważne wyjaśnienie. Sacharoza to chemiczna nazwa popularnego cukru. Może on być trzcinowy, buraczany czy z soku klonowego. W tej chwili najważniejsze dla nas jest to, że tworzy ona zawsze kryształy sześciokątne. W takich kryształach układ atomów w cząsteczkach jest identyczny jak podany na rysunku **3**. Kryształ sacharozy jest dlatego wartym omówienia, ponieważ ma dwukrotną oś symetrii. Żeby to przedstawić obrazowo, zaczniemy od przykładu domku bliźniaka **4a**. Widzimy, że ma on jedną oś symetrii, zupełnie podobnie jak w kryształach siarczanu amonu **4b**.

Inaczej angielski tramwaj piętrus. Ten ma dwie osie symetrii, bo możemy go przeciąć i wzdłuż i w poprzek **5a**. Podobnie kryształ sacharozy można przeciąć wzdłuż i w poprzek, bo ma właśnie dwie osie symetrii **5b**.

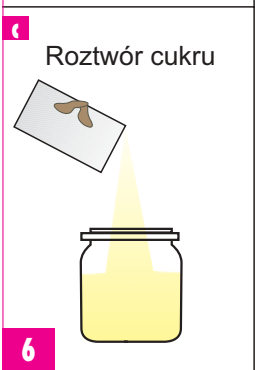
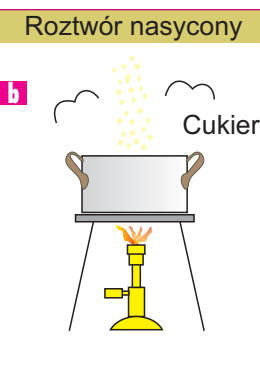
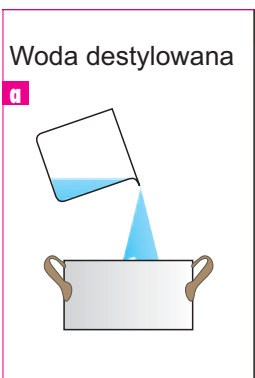
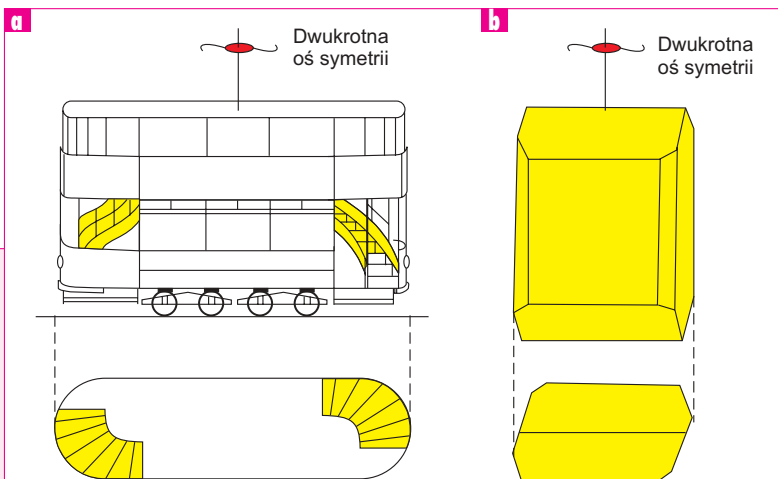


4

a) Domek bliźniak ma jedną oś symetrii. Jeśli przekroimy go na środku, to obie jego połówki są do siebie symetryczne, b) Podobnie i kryształ siarczanu amonu ma też jedną oś symetrii

5

a) Natomiast angielski doczepny wagon tramwajowy ma dwie osie symetrii i dlatego możemy go przekroić wzdłuż i w poprzek, a symetria zostanie zachowana, b) Również kryształ sacharozy ma dwie osie symetrii



6

#### Cykl hodowli kryształów sacharozy

a), b), c) sporządzanie nasyconego wodnego roztworu sacharozy, d) wzrost kryształów sacharozy na nitce.

Hodowlę słodkich kryształów prowadzić będziemy w półlitrowej zlewce albo w słoiku. Do jednego z tych naczyń wlewamy wody destylowanej do 3/4 objętości i tak odmierzoną ilość wody przelewamy do metalowego naczynia i ogrzewamy. Gdy woda już wrze, stale mieszając, wsypujemy cukier. Dodajemy go do naczynia tyle ile się tylko uda rozpuścić w tej ilości gorącej wody 6.

Tu przypomniemy, że roztwór, w którym w danej temperaturze mimo mieszania nie może się już więcej rozpuścić cukru, soli czy innej substancji, nazywamy roztworem nasyconym.

Już sporządzony gorący wodny roztwór cukru przelewamy do uprzednio przygotowanej zlewki czy słoika. Teraz na krawędzi naczynia kładziemy prętek albo rurkę szklaną z przywiązaną do niej bawełnianą nitką. Na końcu nitki zawieszamy spinacz albo pinezkę. Długość nitki razem z „obciążnikiem”: dobieramy w ten sposób, żeby nie dotykała dna.

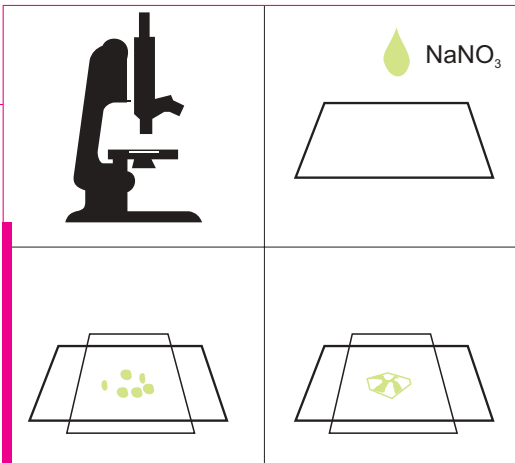
W miarę stygnięcia roztworu rozpuszczalność cukru w wodzie maleje i jego nadmiar gromadzi się na nitce. Z wydzielającego się cukru powstają sople lodu? błyszczące, przezroczyste kryształy. Po kilku dniach stania naczynia w ciepłym miejscu, a więc po paru dniach odparowywania wody, na naszej nitce urosną duże okazałe kryształy tzw. cukru lodowego.

Można tu dodać, że swoją nazwę cukier lodowy zawdzięcza wielkiemu podobieństwu do kryształów lodu. Przyjrzyjmy się im jeszcze raz – są bezbarwne i przezroczyste. Prawda, że przypominają sople lodu?

W trakcie próbowania te duże, piękne kryształy wydają się nam mało słodkie. Biorąc do ust łyżeczkę cukru, czujemy intensywną słodycz, a spory kryształ cukru lodowego robi wrażenie niezbyt słodkiego.

#### Co może być tego powodem?

Całe to zamieszanie w odczuciu naszego podniebienia sprowadza się do różnicy szybkości rozpuszczania. Powierzchnia kilku tysięcy drobnych kryształów cukru, mieszczących się w jednej łyżeczce, jest tak wielka, że rozpuszczanie przebiega bardzo szybko. A powierzchnia nawet bardzo dużego kryształu jest wielokrotnie mniejsza, a tym samym i rozpuszczalność znacznie wolniejsza, a więc i mniej intensywne odbieranie wrażeń smakowych.



**7** Krystalizacja na szkiełku przedmiotowym

To z tych właśnie powodów cukrownie już od dziesiątków lat zaprzestały produkcji sacharozy grubo-kryształicznej. Tak zwany cukier dyrektorski był kiedyś bardzo elegancki, ale rozpuszczał się stosunkowo wolno.

## KRYSTALIZACJA NA SZKIEŁKU PRZEDMIOTOWYM

A teraz metoda błyskawicznej krystalizacji, która ma tę zaletę, że umożliwia bardzo dokładną obserwację wzrostu pojedynczego kryształu albo grupy kryształów.

Surowce będą proste, tanie, a do tego potrzebne w ilościach mikroskopijnych, bo ten proces krystalizacji będziemy śledzili pod mikroskopem. Nie, nie będzie to mikroskop elektonowy, krystalograficzny czy z kontrastem fazowym. Najzupełniej wystarczy prosty, mały mikroskop szkolny o niewielkim powiększeniu.

Na czystą i koniecznie ogrzaną płytkę przedmiotową nanosimy kroplę gorącego, stężonego roztworu azotanu sodu  $\text{NaNO}_3$  albo azotanu ołowiu  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ . Kroplę szybko nakrywamy cienkim szkiełkiem pokrywkowym i przystępujemy do obserwacji. W miarę stygnięcia roztworu w polu widzenia pojawiają się maleńkie zarodki, które już po kilku sekundach przyjmą postać dobrze widocznych kryształków **7**.

Jeżeli teraz uwagę skupimy na jednym kryształku (przesuńmy go na środek pola widzenia cienkim pręcikiem szklanym), to z łatwością zaobserwujemy jego wzrost. Odnosimy wrażenie, że kryształ puchnie. Tymczasem w rzeczywistości substancja z roztworu dołącza się do kryształu i powiększa go, ale w sposób planowy, systematyczny. Kształt kryształu nie ulega zmianie, zmienia się natomiast jego wielkość. Zmiany zachodzą tym szybciej, że kryształ jest ograniczony z dwu stron szkiełkami, rośnie więc dwuwymiarowo.

## KRYSTAŁY W ANALITYCE

O krystalizacji i o kryształach można mówić i pisać nieskończenie. My teraz poświęcimy czas jednemu z ważniejszych dla chemika zastosowań krystalizacji, a mianowicie roli, jaką odgrywają kryształy w analityce.

Dokonywanie identyfikacji różnych substancji na drodze badania ich kryształów ma tę wielką przewagę, że do wykonania wystarczy jedna – podkreślmy – dosłownie jedna kropla roztworu i do tego rozcieńczonego.

I dlatego tę metodę nazywamy analizą mikro-kryształiczną. Co będzie nam potrzebne do prowadzenia

takiej mikrokrystalicznej analizy? Niewiele:

- lupa binokularowa albo najprostszy mikroskop, czyli urządzenie umożliwiające obserwację preparatów powiększonych 50–100-krotnie,
- szkiełka przedmiotowe,
- małe pipetki,
- pręciki szklane z cienko wyciągniętymi końcami i
- dużo staranności, cierpliwości i spostrzegawczości.

Bardzo wygodne i przyspieszające pracę jest przygotowanie sobie kilkunastu małych buteleczek 10–20 cm<sup>3</sup> z gotowymi już, 1% roztworami odpowiednich czynników. Do tego celu doskonale nadają się buteleczki z kropłomierzami po lekarstwach, np. po kroplach do oczu czy do nosa. Po dokładnym umyciu, buteleczki te napełniamy 1% wodnymi roztworami następujących czynników:

### A – związki organiczne

- 1 – chinolol (tabletki do płukania gardła)
- 2 – urotropina
- 3 – tiomocznik
- 4 – ditazon
- 5 – kwas pikrynowy
- 6 – alizaryna S
- 7 – kwas sulfosalicylowy
- 8 – benzydany
- 9 – 1-nitro b-naftol
- 10 – dwumetyloglioksym
- 11 – rodizomian sodu
- 12 – glikosolobis
- 13 – chloroform
- 14 – rubean
- 15 – dwufenylkarbazyd
- 16 – chloramina T albo woda chlorowa

### B – związki nieorganiczne

- 1 – azotan srebra
- 2 – azotan amonu
- 3 – jodek potasu
- 4 – siarczan miedzi (II)
- 5 – azotan ołowiu (IV)
- 6 – chlorek cyny (IV)
- 7 – chlorek niklu (II)
- 8 – chlorek żelaza (III)
- 9 – chromian potasu
- 10 – dwuchromian potasu
- 11 – rodanek amonu
- 12 – chlorek glinu (III)
- 13 – octan sodu
- 14 – żelazocyjanek potasu
- 15 – fosforan dwusodowy
- 16 – rodanortęcian amonu
- 17 – chlorek wapnia (II)
- 19 – azotan rtęci (II)

Przy sporządzeniu roztworów grupy **A** i **B** pamiętajmy jednak, żeby pozostawić sobie po kilka kryształków wymienionych substancji. Bo w niektórych reakcjach analitycznych posługiwać się będziemy roztworami, a w innych trzeba stosować substancje w stanie stałym.

### Jak przeprowadzić reakcję mikrokrystaliczną?

Przeprowadzać ją będziemy nie w naczyniach, ale na szkiełku przedmiotowym i to na nim właśnie będą zachodzić reakcje chemiczne w pojedynczych kroplach odczynników.

Dalej, cały przebieg reakcji analitycznych zachodzących w kroplach odczynników na szkiełku przedmiotowym obserwować i kontrolować będziemy pod mikroskopem.

# Konkurs

Kroplę badanego roztworu (z naciskiem powtarzamy – 1 kroplę) umieszczamy na szkiełku przedmiotowym i tuż obok (5 mm) наносimy kroplę odpowiedniego odczynnika (lub małej krysztalek substancji stałej). Gdy już ustawimy mikroskop tak, żeby kropla badanego roztworu była dobrze widoczna w polu widzenia, końcem cienko wyciągniętej bagietki szklanej wykonujemy wąski kanalik pomiędzy kroplami. Właśnie ten wąski kanalik jest najważniejszy, bo to w nim następuje zetknięcie się reagujących ze sobą roztworów. W praktyce dzięki takiemu kanalikowi w kroplach z czasem tworzą się strefy o różnych stężeniach, co działa niczym nawóz sztuczny na wzrost kryształów.

Jeszcze raz przypominamy, że w większości przypadków przeprowadzenia reakcji mikrokrystalicznych poprzez dodanie kropli do kropli, zamiast połączenia dwu kropli kanalikiem, zaciemni nam tylko obraz tworzących się kryształków. Stanie się tak, bo reakcje zajdą zbyt szybko. Można natomiast – i to się często stosuje – umieszczać mały kawałek stałego odczynnika bezpośrednio w kropli badanego roztworu. A teraz dla przykładu podamy opis wykonania reakcji mikrokrystalicznych, które mają na celu wykrycie kationów srebra  $\text{Ag}^+$ .

- Do kropli roztworu, który może zawierać kation  $\text{Ag}^+$ , dodajemy kroplę 10%  $\text{HNO}_3$  i wprowadzamy kryształek dwuchromianu potasu  $\text{K}_2(\text{Cr}_2)_7$ . Tworzą się duże płytki dwuchromianu srebra o barwie żółtoczerwonej.
- Kroplę badanego roztworu łączymy z kroplą urotropiny. Tworzą się pierzaste bezbarwne kryształki.
- Kroplę badanego roztworu łączymy z kroplą roztworu ditazonu. Powstaje bardzo drobnokrystaliczny osad, zależnie od odczynu – fioletowy albo żółty.

Wszyscy Czytelnicy, którzy wezmą udział w zapowiadany naszym konkursie na wyhodowanie dorodnego kryształu, niezależnie od zdobycie nagrody, otrzymują opisy reakcji mikrokrystalicznych za pomocą których będą mogli wykryć kilkadziesiąt popularnych kationów i anionów, a także związków, np. kwasów. ●

## Ogłaszamy konkurs na ładny, samodzielnie wyhodowany kryształ związku organicznego albo nieorganicznego.

Warunkiem podstawowym, jak już podawaliśmy, jest praca własnoręczna. Dowodem, że kryształ został samodzielnie wyhodowany, jest obecność nitki, na której urosł. Bez tego dowodu nawet największe i najdorodniejsze kryształy nie biorą udziału w konkursie i są zdyskwalifikowane.

Są dwie konkurencje:

- Kryształy bezbarwne i jednobarwne, np. sacharoza albo siarczan miedzi,**
- Kryształy dwu- lub trójbarwne, np. aluny.**

Jeden Czytelnik może brać udział tylko w jednej konkurencji.

Jak już sygnalizowaliśmy, główne nagrody to **zestawy szkła laboratoryjnego** ufundowane przez firmę **CONTIGLASS**.

Dla uczestników konkursu przewidziane są też **3 nagrody książkowe**.

Kryształy na konkurs należy nadesłać na adres redakcji **do 30 X 2006 r.** Decyduje data nadania przesyłki.

Do eksponatu trzeba dołączyć krótki tekst zawierający opis czynności, jakie zostały wykonane przy hodowli kryształu.

Wszyscy uczestnicy konkursu, niezależnie od ewentualnych nagród, dostaną opis kilkudziesięciu reakcji mikrokrystalicznych służących do wykrywania ważnych kationów i anionów oraz kwasów organicznych w formie druku i dyskietki. Dlatego ważny jest czytelny adres pocztowy nadawcy.

**Życzymy powodzenia i z ciekawością czekamy na przesyłki.**