

## Krzemowa planeta

W 1891 roku niemiecki astrofizyk Julius Schneider wyraził przypuszczenie, że życie nie musi opierać się na węglu i jego związkach, a mogłoby też być oparte na krzemie – pierwiastku z tej samej grupy w układzie okresowym, za to dużo bardziej odpornym na wysokie temperatury spotykane w kosmosie. Krzem ma, tak jak węgiel, cztery elektrony walencyjne, choć na bardziej oddalonej od jądra orbicie (dopiero na studiach biochemicznych nauczyłam się „wyciągać” jak najwięcej wiadomości z okresowego układu pierwiastków; jak się go dobrze pozna i zrozumie, można połowy wiadomości chemicznych nie uczyć się na pamięć). Pomysł na krzemowe życie zainspirował wielu pisarzy science-fiction oraz twórców filmowych, zachęconych do takich spekulacji użyciem związków krzemu w elektronice. Ci twórcy widocznie tablicy okresowej nie studiowali.

Węgiel występuje w trzech podstawowych odmianach: bezpostaciowej (sadza), w postaci przestrzennej sieci krystalicznej (diament) oraz w postaci sieci dwuwymiarowej (grafit – wiele płaszczyzn jedna na drugiej, fulereny – wieloatomowe powierzchnie wielościenne, nanorurki – płaszczyzny zwinięte w rurki, grafen – pojedyncza płaszczyzna). Wykazuje największą wśród wszystkich pierwiastków zdolność do tworzenia pierścieni i łańcuchów. Może łączyć się ze wszystkimi pierwiastkami, tworząc z pierwiastkami o charakterze metalicznym węgliki ( $\text{CaC}_2$ ,  $\text{Al}_4\text{C}_3$ ,  $\text{SiC}$ ,  $\text{B}_4\text{C}$ ). Niemniej jednak chemia węgla to głównie chemia organiczna, ponieważ wchodzi on w skład wszystkich podstawowych związków „życia”: białek, kwasów nukleinowych, tłuszczów, cukrów, hormonów i witamin. Może w nich występować jako łańcuchy proste i rozgałęzione, w formie cyklicznej oraz gazowej (metan, dwutlenek węgla). To dwutlenek węgla, dzięki roślinom, jest regulującą obrót węgla w przyrodzie cząsteczką (że nie wspomnę o jego roli klimatycznej). Organiczne cząsteczki węgla występują w naturze w jednej formie skrętności (chiralność): w kwasach nukleinowych cukry są tylko prawoskrętne, w białkach aminokwasy – lewoskrętne. Ta cecha, dotychczas niewytłumaczona przez badaczy prebiotycznego świata, sprawia, że związki węgla są niesłychanie specyficznie rozpoznawane przez inne związki (np. kwasy nukleinowe przez enzymy nukleolityczne). Wiązania chemiczne w związkach węgla są wystarczająco stabilne, żeby zapewnić ich trwałość, ale też wielkość energii ich rozerwania i powstawania umożliwia przemiany metaboliczne, rozpad i syntezę w żywym organizmie. W dodatku atomy węgla w cząsteczkach organicznych często połączone są wiązaniami podwójnymi lub nawet potrójnymi, co stanowi o ich reaktywności i specyficzności reakcji metabolicznych (z tą cechą związków węgla spotykamy się codziennie na opisach opakowań margaryny).

Czas na obejrzenie krzemu w tym świetle. Porównania wypadają ciekawie, ale niekorzystnie dla krzemu jako podstawy życia.

Krzemu w postaci pierwiastka nie wykryto we Wszechświecie, natomiast aromatyczne pierścienie węglowe znaleziono nawet na jego krańcach. Krzem nie tworzy wieloatomowych polimerów, jest mało reaktywny. Produktem utlenienia krzemu jest przybierająca formę krystaliczną krzemionka, stała substancja, która znalazła szerokie zastosowanie w precyzyjnych technologiach (wyobraźmy sobie oddychanie kryształami!). Krzem tworzy (jako krzemionka) trwałe pancerzyki lub wewnętrzne „szkielety” niektórych bakterii i jednokomórkowców. Krzem nie wykazuje tendencji ani do chiralności, ani do tworzenia nienasyconych wiązań. Jest po prostu zbyt stabilny chemicznie, aby stać się specyficznym budulcem żywych organizmów. Za to okazał się bardzo interesujący w zastosowaniach przemysłowych: w elektronice jako półprzewodnik, jako tworzący związki

wielkocząsteczkowe zwane silikonami, używanymi od kosmetyków przez parafarmaceutyki do procedur medycznych (implanty), w budownictwie i przemyśle (farby, kauczuki, elastomery).

Nie jest zatem przypadkiem lub fanaberią ewolucji, że życie ziemskie opiera się na związkach węgla. Żeby trochę oddać honor krzemowi, stworzono hipotezę, iż w okresie prebiotycznym to właśnie na powierzchni krystalicznej krzemionki doszło do separacji cząsteczek o przeciwstawnej chiralności, co pomogło w decyzji wyboru tylko jednej formy w cząsteczkach organicznych. To ważna, ale tylko hipoteza, trudna do weryfikacji.

Gwoli rozrywki po tej porcji chemii proponuję filmik

[www.youtube.com/watch?v=-yGoab3duYY](http://www.youtube.com/watch?v=-yGoab3duYY),

obrazujący hipotetyczną planetę krzemową. Trudno wyobrazić sobie wychodzącego z takiego lasu małpoluta. . .

Magdalena FIKUS