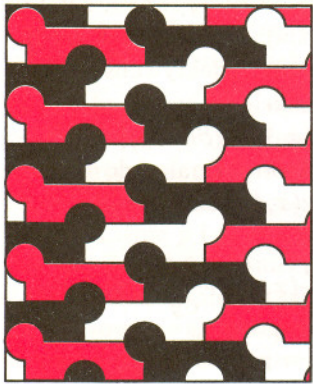


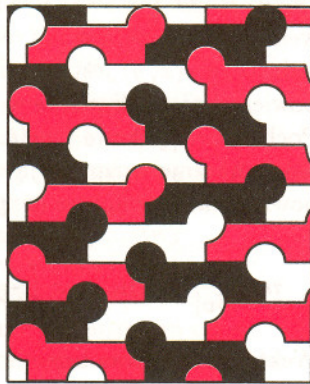
Kryształy i arabeski



Ten rytm jest w krytalografii nazywany **p1**,



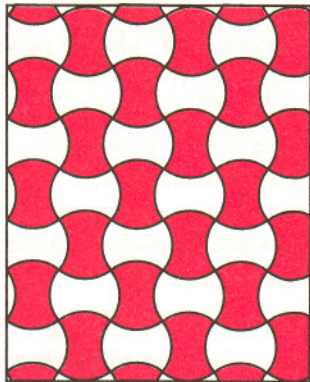
ten **pg**,



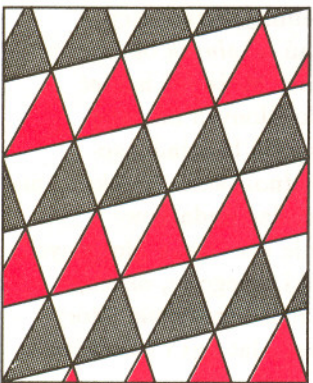
a tu wcale nie ma rytmu,



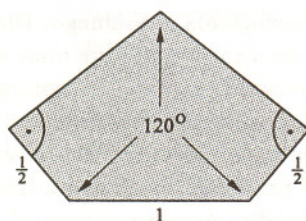
ten nazywa się **p2**,



a ten **p4**.



Na którym z rysunków wystąpił już ten rytm?



Jak ułożyć rytmiczną posadzkę z takich kafelków?

Z niewiadomych powodów fizycy zawsze zakładali, że kryształ, czyli forma, w jakiej istnieją ciała stałe, ma bardzo regularne własności geometryczne: kryształy danej substancji mogą w sposób rytmiczny wypełnić przestrzeń bez żadnych luk. Występujące w tym określeniu nietypowe słowo *rytmicznie* należało rozumieć w ten sposób, że istnieje grupa przekształceń o tej własności, iż obrazy pojedynczego kryształka we wszystkich przekształceniach grupy wypełniają przestrzeń, natomiast obrazy w dwóch różnych przekształceniach mogą mieć wspólny co najwyżej brzeg.

Grupa przekształceń to taki ich niepusty zbiór, w którym wraz z każdymi dwoma przekształceniami jest ich złożenie i przekształcenia do nich odwrotne.

Takie postawienie sprawy pozwoliło na badanie również kryształów, których nie ma: jedno- czy dwuwymiarowych. Podstawowym pytaniem było: *ile jest różnych rodzajów kryształów?* Wobec tego trzeba było odpowiedzieć na pytanie, kiedy dwa kryształy są tego samego rodzaju. Uznano, że wtedy, gdy reprezentują ten sam rytm, czyli odpowiada im ta sama grupa.

XIX-wieczni badacze prędko odkryli, że istnieje coś realnego, odpowiadającego dwuwymiarowym kryształom – mianowicie arabeski, czyli sposób zdobienia pałaców i świątyń przez ortodoksyjnych muzułmanów, którym religia zakazywała czynić obrazy żywych stworzeń. W najwspanialszym z pałaców muzułmańskich zachowanych w Hiszpanii znaleziono arabeski reprezentujące aż 16 rodzajów. Było to tak dużo, że wielu myślało, iż to już wszystkie dwuwymiarowe kryształy. Okazało się jednak, że nie. W 1890 roku Fiodorow (geolog) w czasopiśmie geologicznym opublikował dowód, że dwuwymiarowych kryształów jest dokładnie 17 rodzajów. I wtedy już poszło szybko również z najbardziej interesującymi, trójwymiarowymi kryształami. Okazało się, że jest ich 230 rodzajów.

Uporawszy się z matematyczną stroną zagadnienia powrócono do jej fizycznych źródeł. I wtedy stwierdzono, że rzeczywistych kryształów jest znacznie mniej – zaledwie 32 rodzaje. Czyli przyroda nie realizuje wszystkich teoretycznych możliwości. Nie koniec na tym – przyroda realizuje (choć trzeba przyznać, że wyjątkowo niechętnie, czyli rzadko) również takie kryształy, które z matematycznego punktu widzenia kryształami nie są. Pierwszy taki kryształ odkrył w 1982 roku Daniel Shechtman (Haifa, Izrael) pracujący gościnnie w National Bureau of Standards w Maryland (USA). Kryształ taki zdarza się w stopie glinu z manganem Al_6Mn . Tego rodzaju kryształy mogą również wypełniać przestrzeń, ale nie rytmicznie. Fizycy (np. Linus Pauling) długo nie mogli pogodzić się z taką rozbieżnością między fizyką a matematyką, ale fakty okazały się nieubłagane. Na pociechę można sobie powiedzieć, że takie nibykryształy są małe ($2 \mu m$) i nietrwale (wystarczy podgrzać je do $400^\circ C$, aby stały się zwykłymi, przyzwoitymi kryształami).

M.K.