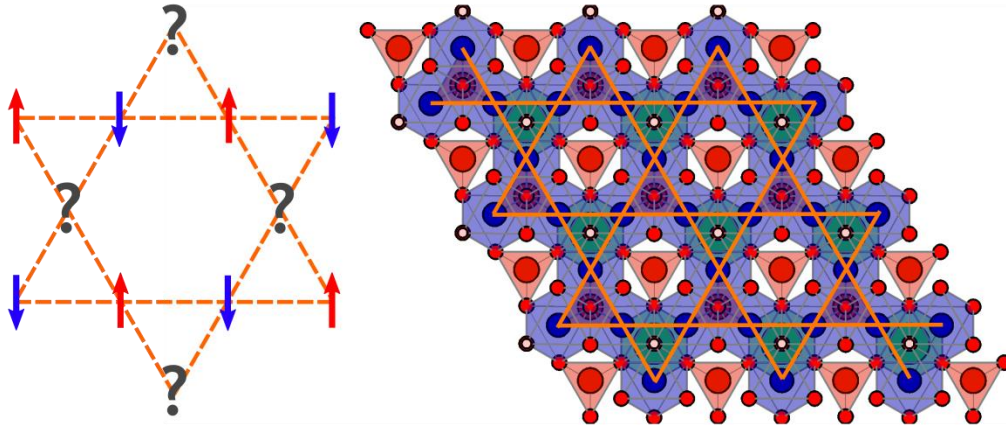


W ciągu ostatnich dziesięcioleci wydajność komputerów gwałtownie wzrosła. Moc obliczeniowa procesorów we współczesnych telefonach komórkowych jest o rzędy wielkości większa niż superkomputerów z lat 60. ubiegłego wieku. Miniaturyzacja układów scalonych pozwoliła wyposażyć komputery w znacznie większe zasoby obliczeniowe przy jednoczesnym obniżeniu ich cen, zużycia energii i rozmiarów. Ta rewolucja w elektronice była możliwa dzięki postępowi w nauce i inżynierii materiałowej. Niestety, pomimo że popyt na szybkie obliczenia nieustannie rośnie, obecna technologia wytwarzania mikroprocesorów zbliża się do punktu, w którym zjawisko kwantowego tunelowania elektronów uniemożliwia dalszą miniaturyzację tranzystorów.



**Rysunek 1:** Po lewej: układ spinów z oddziaływaniami antyferromagnetycznymi (najbliżsi sąsiedzi mają przeciwną orientację) na sieci kagomé jest sfrustrowany – spiny nie mogą zostać ustawione w taki sposób, aby przeciwna orientacja sąsiadów była spełniona dla każdej pary spinów. Po prawej: sieć kagomé w  $\text{BaCo}_3(\text{VO}_4)_2(\text{OH})_2$  – jednym ze związków badanych w projekcie.

Sposobem na zwiększenie wydajności obliczeniowej bez konieczności dalszego zmniejszania rozmiarów tranzystorów jest zastosowanie obliczeń kwantowych, w których dwustanowy bit (0 albo 1) zastąpiony jest qubitem (bitem kwantowym), którego stan może być superpozycją (mieszaniną) 0 i 1. Do budowy praktycznego komputera kwantowego potrzebne są materiały, w których kwantowy stan ma bezpośredni, łatwy do zaobserwowania wpływ na makroskopowe właściwości takie jak podatność magnetyczna lub oporność elektryczna. Jednym z rodzajów takiego układu jest kwantowa ciecz spinowa (*ang.* quantum spin liquid – QSL), w której w wyniku efektów kwantowych momenty magnetyczne atomów fluktuują nawet w temperaturze zera absolutnego. Stan QSL można zaobserwować w materiałach z frustracją magnetyczną, czyli takich, w których struktura krystaliczna i oddziaływania magnetyczne powodują, że spiny nie mogą znaleźć jednego, najkorzystniejszego energetycznie ustawienia (Rys. 1) . Istnieją propozycje wykorzystania materiałów QSL do budowy qubitów, a także elementów pamięci komputerowych.

Celem niniejszego projektu jest zbadanie własności fizycznych szeregu związków zawierających jony miedzi i kobaltu. Znaczną część proponowanych do badań układów stanowią syntetyczne analogi minerałów, m.in. występujących w pobliżu wulkanu Tołbaczik na Kamczatce. Skomplikowane wzajemne zależności pomiędzy składem i wiązaniami chemicznymi, oddziaływaniami magnetycznymi i odkształceniami struktury krystalicznej występujące w tych związkach prowadzą do nietypowych właściwości magnetycznych. Zadaniem, które stawiamy sobie w projekcie jest przynajmniej częściowe poznanie tych zależności.

Projekt będzie realizowany we współpracy z naukowcami na Johns Hopkins University w Baltimore, MD, USA, Clemson University w Clemson, SC, USA i McMaster University, Hamilton, ON, Kanada.