

Kompresja perowskitów podwójnych: badanie wysokociśnieniowych struktur fluorosrebrzanów metali alkalicznych M_2AgF_4 (M=Na-Cs)

Wyobraźmy sobie jabłko leżące na stole. Gdybyśmy chcieli wyciąć w nim dziurę, proporcjonalnie tak głęboką, jak najgłębsze odwierty w historii ludzkości, ledwo przebilibyśmy jego skórę. Znaczna część Ziemi jest dla nas obecnie nieosiągalna, ale wiemy, że ten obszar ukryty pod naszymi stopami jest w stanie zmienić zwykły węgiel w diamenty, że jest odpowiedzialny zarówno za pole magnetyczne naszej planety, chroniące nas przed śmiertelnym promieniowaniem kosmicznym, jak i za katastrofalne w skutkach trzęsienia ziemi. Jedną z bezpośrednich przyczyn wszystkich tych efektów jest panujące w głębi Ziemi **ciśnienie**: grafit podgrzewany pod ciśnieniem atmosferycznym spala się, natomiast podgrzany bez udziału powietrza i ściśnięty do setek tysięcy atmosfer przekształca się w diament. Ciśnienie jest więc czynnikiem radykalnie zmieniającym właściwości substancji i przekształcającym je w zupełnie nowe postaci i nietypowe materiały.

Jeden z przykładów dobrze znanej substancji uzyskującej całkowicie różne właściwości w warunkach wysokiego ciśnienia to cuchnący gaz, H_2S . Gaz ten po schłodzeniu i ściśnięciu do ekstremalnie wysokiego ciśnienia rzędu 200 tys. atm została się i staje się nadprzewodzący, pozwalając prądowi elektrycznemu płynąć bez żadnego oporu. Wytworzenie materiału o analogicznych właściwościach pod ciśnieniem atmosferycznym i w temperaturze pokojowej miałyby ogromny wpływ na technologię. Umożliwiłyby bezstratną transmisję energii, tańszy i bardziej ekologiczny transport i zmieniłyby nasze codzienne życie. Obecnie większość materiałów wykazujących nadprzewodnictwo bezstratnie przewodzi prąd w temperaturach poniżej 150 K i pod zwiększonym ciśnieniem. Jedyna znana klasa związków, która wykazuje takie właściwości pod otaczającym nas ciśnieniem 1 atm w temperaturach zbliżonych do -100 °C, zwana jest **kupratami** (od łac. *cuprum* – miedź).

Projekt ten ma na celu zbadanie zmian, jakim ulega pewna rodzina związków **srebra** – fluorosrebrzanów metali alkalicznych, M_2AgF_4 (M = Na, K, Rb, Cs) – poddana działaniu wysokich ciśnień. Związki te mają struktury krystaliczne, co oznacza iż zbudowane są z identycznych zbiorów atomów ułożonych periodycznie w przestrzeni. Pewne ich cechy są bardzo podobne do tych obecnych w nadprzewodzących kupratkach. Ponieważ srebro znajduje się w tej samej grupie układu okresowego co miedź, ma podobne właściwości. Jest to jeden z powodów, dla których struktury fluorosrebrzanowe zawierają elementy analogiczne do tych występujących w kupratkach. Między obiema rodzinami związków istnieją jednak pewne subtelne różnice. Kompresja fluorosrebrzanów może jednak zmodyfikować ich wewnętrzną budowę w sposób, który całkiem upodobni je do kupratów.

Aby się przekonać czy to istotnie ma miejsce, zbadamy strukturę krystaliczną związków pod ekstremalnie wysokimi ciśnieniami rzędu 400 tys. atm, używając kowadła diamentowego (ang. *diamond anvil cell*). Składa się ono z dwóch diamentów naciskających na siebie malutkimi powierzchniami. Kiedy próbka znajduje się między nimi, oddziałuje na nią duża siła na niewielkim obszarze – próbka poddawana jest wysokiemu ciśnieniu.

Struktura krystaliczna próbki zawartej w kowadlcu diamentowym może być zbadana przy użyciu szeregu metod. Dwie bardzo czułe i niezwykle użyteczne z nich nazywane są dyfraktometrią promieniowania rentgenowskiego i spektroskopią Ramana. Obie wykorzystują interakcję światła z próbką do sondowania struktury badanego materiału i właściwości z nią powiązanych (drgań sieci krystalicznej).

Podsumowując, celem projektu jest zbadanie fluorosrebrzanów metali alkalicznych za pomocą dyfraktometrii rentgenowskiej i spektroskopii Ramana, aby dowiedzieć się, w jaki sposób i dlaczego wysokie ciśnienie modyfikuje ich strukturę krystaliczną, to jest położenie atomów w przestrzeni i jakie ma to konsekwencje dla ich właściwości – szczególnie strukturalnych i magnetycznych. Najciekawsze jest czy w warunkach wysokiego ciśnienia fluorosrebrzany mogą stanowić **ściśle analog** kupratów.