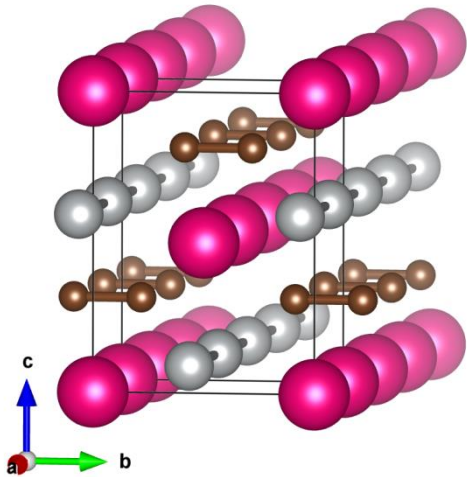


Streszczenie popularnonaukowe

Związki potrójne węglików niklu i ziem rzadkich (R) o stechiometrii $RNiC_2$ zostały po raz pierwszy opisane ponad trzy dekady temu. Odkrywczy tej rodziny materiałów z pewnością nie spodziewali się, jak niezwykle bogactwo zjawisk fizycznych może być w nich obserwowane. W zależności od metalu ziem rzadkich, $RNiC_2$ wykazuje: ferromagnetyzm ($SmNiC_2$), antyferromagnetyzm ($NdNiC_2$), nadprzewodnictwo ($LaNiC_2$ i $ThNiC_2$), fale gęstości ładunków (większość członków rodziny, w tym np. $SmNiC_2$).



Związki $RNiC_2$ krystalizują w niecentrosymetrycznej strukturze rombowej $Amm2$ (grupa przestrzenna # 38), przedstawionej na rysunku obok. Na uwagę zasługują łańcuchy atomów niklu (kule szare) i pierwiastka ziem rzadkich (kule czerwone) ułożone wzdłuż kierunku $[100]$, a także dimery węgla wzdłuż osi $[010]$.

To właśnie na atomach niklu formują się tak zwane fale gęstości ładunku (CDW), których obecność łatwo jest dostrzec, gdyż dochodzi do nagłej zmiany charakteru oporu elektrycznego podczas chłodzenia próbki. Dla $SmNiC_2$ temperatura chłodzenia jest dość wysoka i wynosi 152K. W znacznie niższych temperaturach (17K) $SmNiC_2$ staje się ferromagnetykiem (porządkuje się podsieć Sm) i, co niezwykle ciekawe, fale gęstości ładunku znikają.

Głównym celem projektu jest zbadanie oddziaływań fal gęstości ładunku i uporządkowania antyferromagnetycznego obserwowanego w związkach $NdNiC_2$ i $GdNiC_2$. Bezpośrednią motywacją proponowanych badań jest występowanie odmiennego typu uporządkowania magnetycznego: ferromagnetyzmu (FM) dla $SmNiC_2$ i antyferromagnetyzmu (AFM) dla $NdNiC_2$ i $GdNiC_2$. Ponieważ samar (Sm) w szeregu lantanowców znajduje się pomiędzy neodymem (Nd) i gadolinem (Gd), to jego częściowe podstawienie w $Sm_{1-x}R_xNiC_2$ większym atomem Nd (mniejszym atomem Gd) będzie prowadziło do zwiększenia (zmniejszenia) objętości komórki elementarnej. Tym samym możliwe jest wytworzenie roztworów stałych $Sm_{1-x}R_xNiC_2$, przy jednoczesnym kontrolowanym przez domieszkowanie chemiczne wzroście stałych sieci dla $Sm_{1-x}Nd_xNiC_2$ i zmniejszeniu stałych sieci dla $Sm_{1-x}Gd_xNiC_2$. Zmiana stałych sieci jest równoważna ze zmianą odległości międzyatomowych, co z kolei prowadzi do zmiany temperatury formowania się fal gęstości ładunku (CDW). W konsekwencji proponowany eksperyment pozwoli na obserwację zmiany zachowania CDW przy jednoczesnej zmianie charakteru uporządkowania magnetycznego z FM do AFM.

Badania będą prowadzone na próbkach polikrystalicznych i monokryształach. Próbki polikrystaliczne będą wytworzone metodą topienia w łuku elektrycznym. Jest to niezawodna i dość prosta metoda, w której metale są topione w atmosferze ultraczystego argonu, a temperatura może dochodzić do $3500^{\circ}C$. W przypadku syntezy $RNiC_2$ ($R = Nd, Sm, Gd$) problemem jest słabo reagujący węgiel i parujący w wysokiej temperaturze metal lantanowca. Dlatego, aby otrzymać czyste chemicznie próbki $RNiC_2$, należy zapewnić nieznaczną nadwyżkę metalu R i stosować specjalną technikę topienia łukiem elektrycznym. Ze względu na silną anizotropię właściwości fizycznych $RNiC_2$, część proponowanych badań będzie wykonywana na monokryształach. W tym celu zakupiony zostanie unikatowy piec, wyposażony w pokryte cienką warstwą złota zwierciadła, które skupiając światło na obracającym wzdłuż długiej osi pręcie z materiału polikrystalicznego, powodują jego lokalne topienie. Przesuwając wolno zwierciadła, przesuwana się strefa topienia, schłodzony fragment pręta krystalizuje i „budowany” jest kolejny fragment kryształu.

Otrzymane próbki zostaną poddane badaniom proszkowej dyfrakcji rentgenowskiej w celu sprawdzenia jakości materiału i określenia stałych sieci krystalicznych. Następnie przeprowadzone będą temperaturowe pomiary podatności magnetycznej i oporu elektrycznego. Celem pomiaru podatności magnetycznej $\chi(T)$ będzie stwierdzenie obecności magnetycznego uporządkowania dalekozasięgowego i określenie temperatury Néela bądź Curie, podczas gdy pomiar oporu elektrycznego $\rho(T)$ pozwoli na określenie temperatury formowania fal gęstości ładunku. Wszystkie badania właściwości fizycznych prowadzone będą z wykorzystaniem komercyjnego systemu PPMS (Physical Property Measurement System, EverCool II, Quantum Design).