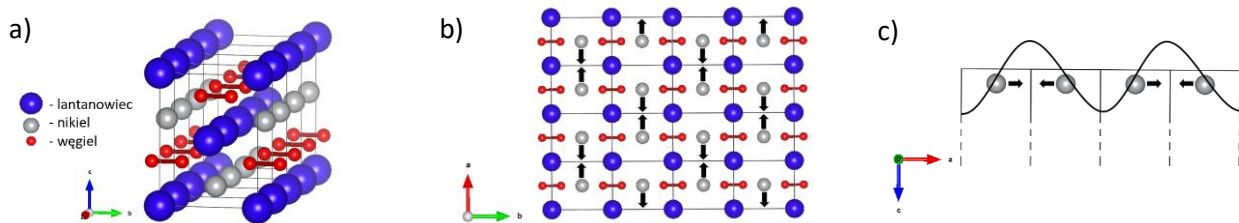


Popularnonaukowy opis badań

Celem projektu jest szczegółowe zbadanie oddziaływań pomiędzy falami gęstości ładunku – CDW (z ang. *charge density wave*) a magnetyzmem w trójskładnikowych węglkach LnNiC_2 (Ln – lantanowiec). CDW to stan kwantowy, powstający na skutek niestabilności niskowymiarowego gazu elektronowego. Kondensacji elektronów do stanu CDW towarzyszy otwieranie się przerwy energetycznej oraz powstawanie periodycznego zaburzenia w strukturze krystalicznej. Istnieje hipoteza, zakładająca, że stan CDW jest jednym ze stanów pośrednich oddzielających stan normalny od stanu nadprzewodzącego w wysokotemperaturowych nadprzewodnikach miedzianowych. Oznacza to, że zrozumienie istoty zjawiska CDW, mechanizmów odpowiedzialnych za jego powstawanie i sposobu oddziaływania z innymi formami uporządkowania może być kluczowym elementem przyczyniającym się do lepszego pojmowania natury nadprzewodnictwa.

W niniejszym projekcie, obserwacja interakcji między CDW i magnetyzmem realizowana jest nie tylko dla stechiometrycznych związków LnNiC_2 (**temat 1**), ale także dla ich roztworów stałych $\text{Ln}_{1-x}\text{Ln}'_x\text{NiC}_2$ (Ln, Ln' – dwa różne lantanowce) (**temat 2**) umożliwiającymi płynne przejście od związku z jednym typem uporządkowania do drugiego o innym typie uporządkowania.

Chociaż struktura krystaliczna (Rys. 1 a)) związków z rodziny LnNiC_2 znana jest od końca ubiegłego stulecia, to niezwykle bogactwo zjawisk fizycznych jakie jest w nich ukryte zostało poznane stosunkowo niedawno. Ze względu na wspomnianą różnorodność, rodzina LnNiC_2 jest doskonałym układem umożliwiającym badanie stanu CDW i jego oddziaływania z innymi formami uporządkowania, jak np. nadprzewodnictwo (LaNiC_2), ferromagnetyzm (SmNiC_2) i antyferromagnetyzm występujący dla pozostałych związków z rodziny (za wyjątkiem PrNiC_2 , w którym zaobserwowano jedynie słabą anomalię magnetyczną). Fale gęstości ładunku zostały z kolei odkryte dla większości związków z rodziny LnNiC_2 (Ln = Pr – Tb) w zakresie temperatur $T_{\text{CDW}} = 89 - 243$ K. Obecnie wiadomo, że CDW w grupie materiałów LnNiC_2 związane jest z elektronami pochodzącymi z orbitalu $3d$ atomów niklu tworzących łańcuchy. Struktura krystaliczna LnNiC_2 wraz ze sposobem przemieszczenia atomów niklu w łańcuchach pokazana jest na Rys. 1.



Rys. 1. Struktura krystaliczna związków RNiC_2 ukazująca przemieszczenie atomów niklu po uformowaniu CDW: a) rzut na płaszczyznę bc , b) rzut na płaszczyznę ab , c) rzut na płaszczyznę ac – krzywa schematycznie przedstawia modulowany rozkład ładunku.

Badania w ramach 2 głównych tematów projektu mających na celu wyjaśnienie natury CDW i jego wzajemnego oddziaływania z magnetyzmem w rodzinie LnNiC_2 prowadzone są według 3 kolejnych etapów:

1. Synteza:
 - stechiometrycznych związków LnNiC_2 (próbki polikrystaliczne i monokrystaliczne)
 - roztworów stałych $\text{Ln}_{1-x}\text{Ln}'_x\text{NiC}_2$ (gdzie Ln i Ln' - lantanowce)
2. Badania struktury krystalicznej metodą dyfrakcji rentgenowskiej
3. Pomiary właściwości fizycznych.

Synteza pokrystalicznych związków z rodziny LnNiC_2 prowadzona jest z dużym sukcesem metodą topienia w łuku elektrycznym. Jednorodność fazowa oraz struktura krystalograficzna uzyskanych materiałów polikrystalicznych potwierdzana jest poprzez badania metodą proszkowej dyfrakcji rentgenowskiej, a wszystkie badania właściwości fizycznych prowadzone są przy wykorzystaniu komercyjnego systemu *PPMS*, umożliwiającego pomiary w zakresie temperatur 1.9-400 K oraz w silnych polach magnetycznych (do 9 T).

Niezwykle ważnym punktem w projekcie, którego pozytywne rezultaty znacząco zwiększą wiedzę na temat CDW w rodzinie LnNiC_2 , jest otrzymanie ich monokryształów. Wzrost kryształów odbywać się będzie metodą Czochralskiego (Rys. 2.) i topienia strefowego podczas zaplanowanego stażu zagranicznego na Politechnice Wiedeńskiej, w grupie Prof. Herwiga Michora, który jest rozpoznawalnym w świecie naukowym ekspertem w tej dziedzinie. Kryształy LnNiC_2 pozwolą na zaobserwowanie i analizę, niewidocznych podczas eksperymentów na materiałach polikrystalicznych, subtelnych refleksów nadstruktury CDW oraz ich ewolucji w odpowiedzi na temperaturę i przemiany magnetyczne. Dodatkowo, przeprowadzone zostaną także pomiary mające na celu zbadanie anizotropowych właściwości fizycznych otrzymanych monokryształów LnNiC_2 .



Rys. 2. Wzrost kryształów metodą Czochralskiego.