

## POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

### Cel projektu

O ile istnienie niestabilności drgań sieci krystalicznej i dalekozasięgowych w ferro- i antyferroelektryku tuż przed głównym przejściem fazowym do stanu ferro- lub antyferroelektrycznego jest w zasadzie dobrze udokumentowane eksperymentalnie i teoretycznie, to wciąż przyczyna jego występowania nie jest do końca zweryfikowana. Hipoteza niniejszego projektu zawiera się w stwierdzeniu, że współistnienie dalekozasięgowych oddziaływań, powstałych w wyniku współdziałania fononów optycznych i akustycznych o zbliżonej częstotliwości drgań, jest zjawiskiem niezależnym od działania zewnętrznych czynników - takich jak np. naprężenia termiczne lub naprężenia mechaniczne - i prowadzi do lokalnego łamania symetrii powyżej tzw. temperatury krytycznej Curie-Weissa, nieprzewidywanego w szeroko stosowanej teorii Landaua przejść fazowych.

W sposób niezwykle popularny można by powiedzieć, że celem projektu z zakresu tzw. badań podstawowych jest zbadanie subtelnego oddziaływania między drgającymi atomami tworzącymi uporządkowane struktury i zrozumienie naturalnych mechanizmów prowadzących do pojawiania się w nich przemian fazowych, czyli różnych struktur geometrycznych sieci krystalicznej w różnych zakresach temperatur, a co za tym idzie do występowania m.in. tak oryginalnych właściwości fizycznych, jak szeroko stosowane w makro, mikro- i nano-nauce zjawisko piezoelektryczne. Wiedza pozyskana z realizacji projektu pozwoli nie tylko na poszerzenie wiedzy z zakresu podstawowych (naturalnych) właściwości ciał stałych zwanych ferroikami, lecz także ułatwi kontrolowane wykorzystanie badanych materiałów w elektronice, informatyce, medycynie, przemyśle motoryzacyjnym, a także i sporcie.

### Badania realizowane w projekcie

Hipoteza projektu będzie weryfikowana poprzez badania kryształów  $\text{Pb}(\text{Zr}_{1-x}\text{Ti}_x)\text{O}_3$  z zawartością Ti z obszaru tzw. granicy morfotropowej ( $x=0.5$ ), kryształów  $\text{Pb}(\text{Zr}_{1-x}\text{Sn}_x)\text{O}_3$  i  $\text{Pb}(\text{Zr}_{1-x}\text{Nb}_x)\text{O}_3$  oraz cienkich warstw  $\text{PbZrO}_3$ . Wybór tych materiałów wynika z dobrze już poznanych właściwości bazowego  $\text{Pb}^{+2}\text{Zr}^{+4}\text{O}_3$  w postaci (makro)kryształów o wysokiej jakości. Propozycja badań cienkich warstw tytanianu europu  $\text{EuTiO}_3$ , rozważanego w literaturze jako związek o właściwościach multiferroicznych, wynika z przekonania, że współistnienie oddziaływań dalekozasięgowych ma miejsce zarówno w czystych jak i w domieszkowanych jonami izo- ( $\text{Ti}^{+4}$ ,  $\text{Sn}^{+4}$ ) i hetero-walentnymi ( $\text{Nb}^{+5}$ ) perowskitach  $\text{ABO}_3$ , ale także i w multiferroikach.

Do badań tych należą:

- badania dwójłomności optycznej kryształów i cienkich warstw,
- badania właściwości dielektrycznych i elektromechanicznych w słabych polach elektrycznych,
- badania rozpraszania Brillouinowskiego światła na fononach akustycznych,
- badania zjawiska Mössbauera w kryształach  $\text{Pb}(\text{Zr}_{1-x}\text{Sn}_x)\text{O}_3$
- badania wpływu zdefektowania powierzchni wymienionych związków na ich właściwości objętościowe, poprzez badanie np. lokalnej przewodności elektrycznej przy użyciu mikroskopu skaningowego.

### Powody podjęcia danej tematyki badawczej

Tę tematykę badawczą wybrano pod kątem zrozumienia wpływu czynników zewnętrznych, takich jak pole elektryczne, pole magnetyczne, gradienty temperatury oraz gradienty naprężeń mechanicznych powstających w wyniku np. obecności defektów sieci krystalicznej, na współistnienie dalekozasięgowych oddziaływań w wybranych kryształach ferroelektrycznych i antyferroelektrycznych.

Istnienie termicznych fluktuacji lub gradientów temperatury w próbkach o rozmiarach makroskopowych (rzędu kilku milimetrów) oraz naprężeń mechanicznych w nano-strukturach (cienkich warstwach) pochodzących głównie od niedopasowania rozmiarów sieci krystalicznej warstwy i podłoża, może prowadzić do niestabilności wspomnianych oddziaływań i pojawiania się np. dodatkowych przejść fazowych, (czyli nowych faz o innych ciekawych właściwościach strukturalnych i fizycznych) lub występowania faz nieuporządkowanych strukturalnie (typu tzw. szkła dipolowego), czyli do nowych właściwości fizycznych tych niezwykle funkcjonalnych materiałów ferroelektrycznych, antyferroelektrycznych i wciąż dających wielkie nadzieje na zastosowania multiferroików.