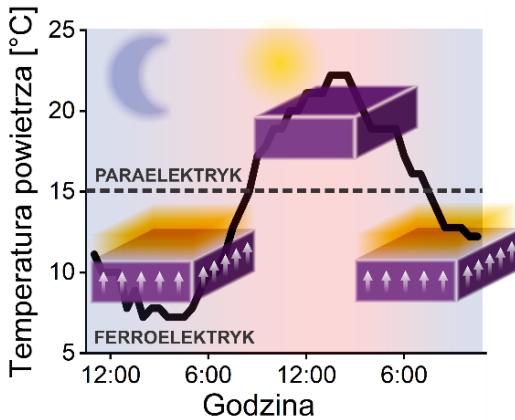


Ferroelektryczne tlenki perowskitowe: pomiędzy powierzchniową a makroskopową polaryzacją

(Ferroelectric perovskite oxides: The interplay between surface and bulk polarization)

Nie trzeba nikogo przekonywać że świat rozpaczliwie potrzebuje nowych metod pozyskiwania energii, szczególnie energii taniej i odnawialnej. Jednym z ciekawszych pomysłów jest wykorzystanie energii termalnej, ale nie tej zmagazynowanej w skorupie ziemskiej, ale tej o wiele łatwiej dostępnej bo pochodzącej z powietrza. Jeżeli wyobrazimy sobie materiał, którego przejście fazowe paraelektryk-ferroelektryk zachodzi w okolicy temperatury pokojowej to taki materiał będzie zmieniał swoją fazę dwa razy w ciągu dnia w zależności od temperatury otoczenia (konceptcja zobrazowana na Rys. 1). Pole polaryzacji znajdujące się w środku materiału oddziałując na jego powierzchnię może pomóc w przeprowadzaniu reakcji katalitycznych lub, jeżeli wspomagać się będziemy światłem, fotokatalitycznych, takich jak rozkład wody i produkcja wodoru.



Rysunek 1 Wykres temperatury powietrza zarejestrowanej we czwartek 5 maja 2022 roku w Krakowie z naniesionym potencjalnym przejściem ferroelektryk-paraelektryk (ok. 15 °C) w kryształ perowskitu wykorzystanym do generacji pola elektrycznego na powierzchni.

Niniejszy projekt zakłada badania nad specjalną klasą ferroelektrycznych materiałów, czyli perowskitów nieorganicznych, tlenków o strukturze ABO_3 . Są to w dużej mierze materiały nietoksyczne i relatywnie łatwo dostępne. Celem projektu jest zbadanie podstawowych właściwości powierzchni takich materiałów, ponieważ wiele z nich nie zostało dotychczas dogłębnie przebadanych, a także korelacja

przebiegów fazowych zachodzących w monokryształach ze zmianami w strukturze powierzchni oraz polu elektrycznym generowanym tamże. Z uwagi na dostęp do materiałów domieszkowanych których struktura krystaliczna jest niezmienna a zmienia się temperatura przejścia ferroelektryk-paraelektryk (domieszkowany niobem $KTaO_3$) specyficznym celem jest dobranie tak tej domieszki, żeby temperatura przejścia zachodziła o okolicy 0-20°C, co pozwoliłoby wykorzystać wahania dziennej temperatury. Projekt zakłada także wykorzystanie reakcji redukcji-utleniania tlenków perowskitowych co potencjalnie pozwoliłoby na znacznie prostszą kontrolę. Ostatnim krokiem w badaniach będzie natomiast obserwacja konkretnych reakcji katalitycznych zachodzących na powierzchniach ferroelektrycznych perowskitów podczas przejść fazowych.

Z uwagi na złożoność postawionego problemu badawczego projekt zakłada wykorzystanie wielu technik eksperymentalnych w celu uzyskania całościowej informacji na temat zachowania materiałów objętościowych i ich powierzchni. Użyte zostaną najczulsze metody mikroskopii sił atomowych w trybach kontaktowym i bezkontaktowym a także metody spektroskopowe i dyfrakcyjne. Większość badań przeprowadzona zostanie w warunkach ultrawysokiej próżni (porównywalnej z próżnią kosmiczną) oraz w warunkach ultraniskich temperatur, w zakresie od 4 K w górę. Międzynarodowa współpraca z grupami z Pragi i Wiednia pozwoli na dostęp do najnowszej aparatury badawczej oraz lepszą interpretację wyników. Projekt zakłada także dofinansowanie w celu stworzenia małej grupy badawczej, skoncentrowanej na powyższych przedstawionych badaniach.

Spodziewanymi rezultatami projektu są publikacje opisujące nowe powierzchnie perowskitów ferroelektrycznych przygotowane dzięki przelamywaniu w próżni, ich właściwości elektryczne oraz strukturę krystaliczną. Ponieważ z wielu dostępnych powierzchni jedynie wybrane są opisane w literaturze ($SrTiO_3(001)$, $KTaO_3(001)$) i to w czasopiśmie takich jak Science czy Nature, gwarantuje to sukces niniejszego projektu. Także kolejne zadania przewidziane są potencjalnie istotne z uwagi na przedstawienie różnych możliwości kontroli nad przejściami fazowymi w kryształach a następnie ich wykorzystanie w prawdziwych reakcjach (foto-)katalitycznych na powierzchniach.