

## **Spin and charge transport in low-dimensional novel quantum materials**

Anna Dyrdał<sup>1</sup> & Alireza Qaiumzadeh<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Wydział Fizyki, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu*

<sup>2</sup>*Centrum Spintroniki Kwantowej, Wydział Fizyki,  
Norweski Uniwersytet Nauki i Techniki*

Celem projektu jest opracowanie nowych teorii oraz nowatorskich metod modelowania w obrębie fizyki ciała stałego i magnetyzmu, mających u swoich podstaw własności topologiczne oraz transport ładunku i spinu w nowych niskowymiarowych materiałach kwantowych. Odkryte niedawno materiały dwuwymiarowe charakteryzujące się niezwykle silnym oddziaływaniem spin-orbita oraz układy z niekolinearnym uporządkowaniem magnetycznym wytyczają nowe standardy dla najnowszych technologii opartych na układach spintronicznych. Mianowicie, oczekuje się, że układy elektroniczne nowej generacji będą oparte na niskowymiarowych materiałach, których własności elektroniczne i magnetyczne będą mogły być ‘projektowane’ praktycznie na żądanie i kontrolowane przez zewnętrzne pola.

Nowe rozwiązania dla elektroniki są dzisiaj niezwykle ważną kwestią. Oczekuje się, że w roku 2025 globalne zużycie energii przez urządzenia IT osiągnie 4.6 trylionów kWh, co odpowiada 15% globalnej produkcji energii. Co więcej, obecnie każdego dnia powstaje około 2.5 kwintyliona bitów danych. Te zatrważające liczby jednoznacznie wskazują na natychmiastową potrzebę projektowania nowych urządzeń do przetwarzania i przechowywania danych, które będą charakteryzowały się niskim zużyciem energii, wysoką gęstością zapisu i szybkością działania.

Planujemy badać nowe materiały takie jak grafen, heterostruktury van der Waalsa, izolatory topologiczne i półmetale Weyla. Łącząc zaawansowane metody fizyki teoretycznej wykorzystujące obliczenia analityczne i numeryczne zamierzamy opisać, w sposób systematyczny, nieliniowe efekty transportowe, nierównowagowe efekty wielociałowe (np. magnonowe kondensaty Bose-Einsteina, hybrydyzację magnon-plazmon) oraz efekty kwantowe (zdeterminowane przez fazę Berry’ego) zachodzące w procesach transportu w materiałach kwantowych.

Otrzymane przez nas wyniki wskażą najbardziej obiecujące nowe efekty transportowe, jakie można zaobserwować w materiałach kwantowych i wykorzystać w urządzeniach IT nowej generacji.