

Uwzględnienie topologicznych aspektów struktury pasmowej zasadniczo zmieniło sposób, w jaki klasyfikujemy różne stany materii skondensowanej. Jest to szczególnie widoczne w przypadku pewnych semimetali o nietrywialnej topologii i silnym sprzężeniu spinowo-orbitalnym, które mogą zawierać kwazicząstki opisywane relatywistycznymi równaniami Diraca i Weyla. Z uwagi na nietrywialne własności topologiczne ośrodka, fermiony Diraca i Weyla są nie tylko bardzo stabilne, ale są również bardziej efektywnym nośnikiem ładunku elektrycznego niż swobodne elektrony, gdyż poruszają się z prędkością porównywalną z prędkością światła i nie ulegają rozproszeniu wstecznemu. Topologiczne semimetale charakteryzują się tak olbrzymim potencjałem technologicznym, że przyszłą elektronikę wykorzystującą relatywistyczne fermiony Weyla już teraz zaczęto określać mianem weyltroniki.

Projekt badawczy **Detekcja relatywistycznych fermionów w topologicznych semimetalach poprzez badania magnetostrykcji** dotyczy fundamentalnego problemu naukowego związanego z eksperymentalnymi badaniami topologicznych semimetali. Obliczenia struktury pasmowej i spektroskopia fotoelektronowa to podstawowe narzędzia wskazujące na topologiczny charakter danego materiału. Jednak inne eksperymentalne przesłanki na obecność fermionów Weyla i Diraca są często subtelne i niejednoznaczne, ponieważ w rzeczywistych materiałach topologicznych istnieją również konwencjonalne kwazicząstki. Dobrą ilustracją problemu są pomiary podłużnego magnetooporu, który często wykazuje ujemne wartości. Jednakże nie można tych obserwacji jednoznacznie łączyć z fermionami Weyla, gdyż istnieje szereg „trywialnych” efektów, które również mogą skutkować obniżeniem oporu elektrycznego w podłużnym polu magnetycznym. Ponadto, obecność relatywistycznych fermionów jest wrażliwa na subtelne przesunięcia poziomu Fermiego. Dlatego ważnym jest, aby znaleźć jasne i proste narzędzia eksperymentalne, które pomogą w identyfikacji relatywistycznych fermionów w semimetalach topologicznych, a tym samym aby przygotować grunt pod badania ich przydatności w elektronice nowej generacji.

Nasz projekt zwraca uwagę na magnetostrykcję, która w niemagnetycznym semimetalu wynika z wpływu elektronowych stopni swobody na drgania sprężyste sieci krystalicznej, a tym samym odzwierciedla zmianę gęstości nośników ładunku elektrycznego w intensywnym polu magnetycznym. Co więcej, w przypadku układów wielopasmowych o małej gęstości nośników, takich jak semimetale lub zdegenerowane półprzewodniki, ta zależna od kierunku wielkość termodynamiczna przyjmuje stosunkowo duże wartości z powodu redystrybucji elektronów między pasmami pod wpływem pola magnetycznego. Opierając się na opracowanej przez naszych współpracowników z Ukraińskiej Akademii Nauk w Charkowie teorii magnetostrykcji dla topologicznych semimetali, ostatnio wykazaliśmy, że mierząc zmianę długości indukowaną polem magnetycznym, można wyraźnie odróżnić udziały pochodzące od fermionów relatywistycznych i konwencjonalnych gdy fermiony Weyla (Diraca) zajmują zerowy poziom Landaua [T. Cichorek *et al.*, arXiv:2106.06062].

Głównym zadaniem badawczym jest wykrycie relatywistycznych fermionów w topologicznych semimetalach z wykorzystaniem magnetostrykcji jako sondy eksperymentalnej. Proponujemy kompleksowe, zależne od kąta badania zmiany długości indukowanej polem magnetycznym. Szczególna uwaga zostanie zwrócona na materiały charakteryzujące się położeniem węzłów Weyla (Diraca) w bezpośrednim pobliżu energii Fermiego, a tym samym na materiały o stosunkowo łatwo osiągalnym limicie kwantowym. Naszą drugą intencją, jest zbadanie wpływu naprężenia jednoosiowego na magnetostrykcję, ponieważ jest ona wrażliwa na położenie poziomu Fermiego. Planujemy zbadać efekty magnetostrykcyjne, gdy węzły Weyla (Diraca) zostaną dostrojone do poziomu Fermiego, a tym samym poszukać nowej fizyki. W szerszym kontekście, spodziewamy się obserwacji szeregu ważkich efektów dylatometrycznych, których znajomość będzie miała duże znaczenie dla pracy czujników cienkowarstwowych wykorzystujących topologiczne fermiony Diraca i Weyla w silnych polach magnetycznych.