

Prof. dr hab. Andrzej Szewczyk
Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk
Warszawa

**Recenzja rozprawy doktorskiej Oresta Pavlosiuka
zatytułowanej: "Electronic properties of rare earth-based half-Heusler compounds"**

Jak trafnie zauważyli to zarówno Autor rozprawy, jak i Yoichi Ando, znany na świecie ekspert w dziedzinie izolatorów topologicznych, postęp w fizyce ciała stałego jest bardzo często stymulowany poprzez odkrycie nowej grupy materiałów, wykazujących unikatowe właściwości, przy czym w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat chodzi tu najczęściej o nieznanne właściwości kwantowe, intrygujące zarówno ze względów poznawczych, jak i aplikacyjnych. Właśnie taką grupą, która od kilku lat przyciąga uwagę bardzo wielu badaczy zajmujących się fizyką półprzewodników, magnetyzmem, nadprzewodnictwem i układami o silnie skorelowanych elektronach, są tzw. izolatory topologiczne, czyli materiały objętościowe i struktury dwuwymiarowe, które we wnętrzu próbki wykazują właściwości izolujące, a na powierzchniach lub krawędziach mają stany przewodzące o oryginalnych właściwościach. Na przykład są to stany, w których zwrot wektora falowego i spinu elektronu są ze sobą ściśle związane, stany, w których obserwuje się liniową zależność dyspersyjną, taką jak w przypadku relatywistycznego elektronu Diraca, co sprawia, że można wykorzystać do ich opisu teorię Diraca. Oprócz tego stwierdzono m. in., że w sytuacji, gdy w pobliżu powierzchni izolatora topologicznego zostanie umieszczony nadprzewodnik, to elektrony zajmujące powierzchniowe stany Diraca będą miały właściwości cząstek tożsamyh ze swoją anytycząstką, a więc tzw. fermionów Majorany, których zbadanie jest wyjątkowo ważnym zagadnieniem badań podstawowych.

W tym kontekście poszukiwanie i dokładne zbadanie materiałów, które mogą wykazywać właściwości izolatorów topologicznych, jest bardzo aktualnym, ważnym i ambitnym zagadnieniem. Właśnie w ten nurt badań wpisuje się przedstawiona rozprawa pana Pavlosiuka. Wiadomo, że szczególnie interesującą klasę materiałów, zwłaszcza ze względu na ich właściwości magnetyczne oraz możliwość generowania spinowo spolaryzowanych nośników prądu, stanowią stopy Heuslera. W szczególności, jak wykazały rachunki z pierwszych zasad, w ich podgrupie, nazywanej stopami „pół-Heuslera”, występuje tzw. odwrócona struktura pasmowa, co sprzyja temu, żeby na powierzchni takich materiałów pojawiły się stany przewodzące. Stąd zsyntetyzowanie i przeprowadzenie dokładnych badań właściwości magnetycznych, transportowych i cieplnych grupy materiałów REMBi z RE=Y, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Lu i M= Pd, Pt, co postawił sobie za cel pracy pan Pawlusiuk, było bardzo dobrze sformułowanym, atrakcyjnym, aktualnym i ważnym zadaniem. Tezę tę potwierdza m. in. to, że materiały z grupy stopów „pół-Heuslera” wzbudziły też zainteresowanie kilku innych ośrodków, m. in. University of Amsterdam, Beijing National Laboratory for Condensed Mater Physics, University of Maryland, Universite de Sherbrooke (Kanada), University of Tokyo, Iowa State University. Tak więc można powiedzieć, że pan Pavlosiuk wystąpił w „dobrych zawodach”. W swojej pracy porównuje on swoje rezultaty z wynikami uzyskiwanymi prawie równolegle w innych ośrodkach. Zarówno treść

przedstawionej rozprawy, jak i opublikowanie uzyskanych rezultatów w 6 pracach zamieszczonych w międzynarodowych czasopismach, przy czym 3 z tych prac są zamieszczone w bardzo dobrych czasopismach: 2 prace w Scientific Reports i jedna w Physical Review B, i pan Pavlosiuk jest ich pierwszym autorem, świadczą o tym, że Doktorant bardzo dobrze wywiązał się z podjętego zadania.

Jeżeli chodzi o stronę redakcyjną, to rozprawa przedstawiona jest w języku angielskim i jest napisana zrozumiale, czyta się ją lekko i z zainteresowaniem, chociaż daje się zauważyć, że język angielski nie jest ojczystym językiem Autora. Autor czasami niewłaściwie stosuje liczbę pojedynczą i mnogą oraz imiesłowy biernie i czynne (np. na str.15 mamy fragment: „Single crystals [...], describing in this thesis ...”, w którym powinno być „described”), stosuje też czasem niepoprawne konstrukcje gramatyczne. W kilku miejscach Autor używa też niewłaściwych słów lub zwrotów, np. na str. 40. Autor chciał powiedzieć, że coś jest warte zauważenia, tj. „worth noting”, a napisał, że jest to nic nie warte „worth nothing”; z kolei na stronie 46 w wierszu 4. od góry Autor pisze, że jest „multi-band charcter of electronic structure”, podczas gdy powinno być chyba „multi-band character of electronic transport” lub „... of electronic conductivity”; na str. 55 Autor stwierdza, że podał w tabeli „the obtained values of statistical dependency”, a chodzi chyba o „the obtained values of correlation coefficient”. Pisząc o kilku funkcjach lub zależnościach Autor używa zwrotu "dependencies". Ściśle rzecz biorąc jest to liczba mnoga od słowa "dependency" oznaczającego zależność w sensie "podległości". Sądzę, że w przypadku słowa "dependence" oznaczającego zależność w sensie "funkcji" czy "odwzorowania" poprawna forma liczby mnogiej to "dependences". Autor często pisze też, że coś jest "typical for" lub "characteristic for", a poprawną formą jest "typical of" lub "characteristic of". W kilku miejscach (np. na str. 31 w wierszu 13. od góry), chcąc stwierdzić, że jakieś pomiary były wykonane od temperatur wysokich do pewnej niskiej temperatury, Autor pisze „up to” np. 0.1 K. Sądzę, że w takich przypadkach należałoby pisać „down to”, gdyż zwrot „up to” sugeruje, że chodzi o pomiary od bezwzględnego zera do tejże niskiej temperatury. Są to jednak bardzo drobne usterki, które nie mają wpływu na czytelność całej rozprawy. W pracy można wyróżnić trzy części. Pierwsza z nich - to napisane bardzo starannie i czytelnie rozdziały 1-4 oraz podrozdział 5.1. Druga część, to pozostała część rozdziału 5., i pierwsze podrozdziały rozdziału 6, do 6.2 włącznie. Tę część Autor pisał chyba z pewnym pośpiechem, gdyż jest w niej więcej nieścisłości i nieprecyzyjnych sformułowań, chociaż analiza rezultatów jest bardzo staranna i obszerna. Trzecia część, to krótki podrozdział 6.3, w którym Autor bardzo skrótowo przedstawił wyniki uzyskane dla próbek GdPdBi, TbPdBi i DyPdBi.

Praca skonstruowana jest bardzo logicznie. Szczególnie korzystne jest zamieszczenie rozdziału 2. „Theoretical aspects”, w którym Autor bardzo jasno i zwięźle przedstawił koncepcje teoretyczne i modele, które wykorzystał w analizie danych doświadczalnych przedstawionych w dalszych rozdziałach. Jediną niezręcznością redakcyjną, jaką zauważyłem, jest to, że w sytuacji, gdy Autor porównuje rezultaty pomiarów jakiejś wielkości, np. oporu czy ciepła właściwego, uzyskane dla różnych związków, podaje odniesienie do całego podrozdziału pracy, co sprawia, że czytelnik musi najpierw odszukać ten podrozdział, a następnie wyszukać w nim dane dotyczące pomiaru tejże wielkości. Dużo wygodniejsze dla czytelnika byłoby podanie odniesienia do konkretnego rysunku czy strony.

