

Ocena rozprawy i dorobku naukowego Dr Włodzimierza Ungiera w związku z postępowaniem habilitacyjnym.

Na podstawie habilitacji Dr Włodzimierza Ungiera składa się pięć prac teoretycznych dotyczących opisu absorpcji promieniowania mikrofalowego w warunkach rezonansu spinowego w dwu-wymiarowym (2D) gazie elektronowym w obecności oddziaływania Byczkowa-Raszby (BR). Dorobek ten ma związek z rozwojem spintroniki, która stała się w ostatnich latach modnym i ważnym kierunkiem badań fizyki półprzewodników rokującym praktyczne zastosowania. Byczkow i Raszba wykazali, że spin-orbitalne oddziaływanie w układach półprzewodnikowych 2D nie posiadających symetrii inwersji prowadzi do rozszczepienia spinowego energii elektronów (lub dziur) zależnego liniowo od quasi-pędu. Rezultatem oddziaływania BR jest cały szereg interesujących efektów, przedstawiona rozprawa zajmuje się jednym z jego aspektów. W rozprawie autor nazywa efekt Byczkowa-Raszby w skrócie oddziaływaniem Raszby. Przedmiotem rozważań rozprawy jest pobudzenie rezonansu spinowego (ESR) przez prąd dryfu, który indukuje rozszczepienie spinowe BR, Rozszczepienie to można zapisać jako efekt efektywnego pola magnetycznego.

W pierwszej pracy wchodzącej w skład rozprawy „Spin resonance absorption in a 2D electron gas” autorzy rozważali rezonans spinowy w gazie elektronowym 2D w obecności pola BR przy prostej geometrii, w której stałe pole magnetyczne i elektryczne pole mikrofalowe są do siebie równoległe. Wykazano, że w studni kwantowej Si/SiGe sygnał rezonansu spinowego pochodzący od pola BR jest około czterech rzędów wielkości silniejszy od mikrofalowego sygnału magnetycznego. Wynik ten jest potwierdzony eksperymentalnie.

Drugiej pracy „Electron spin resonance in a 2D electron gas induced by current or by electric field” uogólnia poprzednią nt. rezonansu spinowego na dowolną konfigurację pól zewnętrznych i próbki, co umożliwia nie tylko rezonans spinowy, lecz także rezonans cyklotronowy. Rozważono wpływ różnych konfiguracji na rezonans indukowany zmiennym prądem elektrycznym. Pokazano, że zmiana od małych częstości promieniowania do dużych odpowiada przejściu od rezonansu indukowanego prądem dryftowym CI ESR do rezonansu ED ESR (pobudzonym dipolem elektrycznym), w którym dominującym staje się prąd przesunięcia. Oszacowano poprawkę rezonansową do tensora przewodnictwa.

W trzeciej pracy „Spin-orbit force due to Rashba coupling at the spin resonance condition” autorzy rozpatrzyli absorpcję mikrofal przez gaz elektronów 2D rozdzielając prędkość elektronu na składową standardową zależną od pędu i część niestandardową zależną od spinu (związaną z oddziaływaniem BR). Wykazano, że moc absorpcji można wyrazić w postaci sumy części kinetycznej ruchu oscylacyjnego i absorpcji magnetycznej indukowanej polem Raszby. Wyjaśniono obserwowaną w eksperymencie asymetrię pików rezonansowych.

W czwartej pracy „Rashba fields in a 2D electron gas at electromagnetic spin resonance” opisano rezonans spinowy w gazie elektronowym 2D poddawany jednoczesnemu działaniu mikrofalowego pola elektrycznego i magnetycznego. To ostatnie związane jest z polem BR. Wyjaśniono ujemną wartość sygnału rezonansu związaną ze składową elektryczną promieniowania.

W ostatniej pracy składającej się na rozprawę „Rashba coupling in three-dimensional (wurzite structure) electron gas at electric-dipole spin resonance” autor rozważa elektryczny rezonans spinowy w trzech wymiarach w strukturze wurcytu biorąc pod uwagę anizotropię masy efektywnej i spinowego czynnika Landego elektronów. Analizuje się różnice między dwu-wymiarowym i trzy-wymiarowym rezonansem spinowym.

Przechodząc do oceny rozprawy, trzeba nadmienić, że we wstępie do autoreferatu autor myli trochę pojęcia. Miesza on mianowicie możliwość pobudzenia rezonansu spinowego przez elektryczną składową promieniowania elektromagnetycznego związaną ze spin-orbitalnym oddziaływaniem, co możliwe jest także w objętości kubicznego półprzewodnika (a więc w nieobecności oddziaływania BR) z pobudzeniem związanym z oddziaływaniem BR, które występuje w dwóch wymiarach przy braku symetrii inwersji układu. Wprawdzie od rozprawy habilitacyjnej wymaga się, by była skoncentrowana wokół wiodącego tematu, to przedstawiony zbiór prac jest trochę zbyt monotematyczny i obraca się w kręgu trzech autorów. Można sobie także wyobrazić ściślejsze powiązanie przedstawionej teorii z eksperymentem, nawet gdyby były to jedynie propozycje.

Należy jednak podkreślić, że prezentowane prace publikowane są w prestiżowych czasopismach (cztery artykuły w Physical Review B), a wkład habilitanta jest znaczny. Oceniam, że prace składające się na rozprawę stanowią solidny postęp w rozumieniu rezonansu spinowego w półprzewodnikach i w opisie możliwości jakie wnosi oddziaływanie Byczkova-Raszby do spintroniki. Moja ocena rozprawy jest w sumie pozytywna.

Oceniając ogólny dorobek Dr Ungiera, rzuca się w oczy, że przedstawia rozprawę i wniosek o habilitację 37 lat po uzyskaniu doktoratu. Poza rozprawą ma na swoim koncie 19 prac, co można by uznać za wynik znośny, który oznacza jednak, że przez wiele lat publikował średnio jeden artykuł na dwa lata. Sumaryczna liczba cytowań jego prac wynosi 94, a indeks Hirscha $H=6$. Trudno uznać te wyniki za imponujące. Autor nie ma także na swoim koncie żadnych referatów na konferencjach krajowych ani międzynarodowych, co świadczy o tym, że się o nie po prostu nie starał. Oceniam ogólny dorobek habilitanta jako słaby, świadczący o wieloletnim „uśpieniu” i braku motywacji. Tę ocenę kompensuje częściowo poważna i wieloletnia praca przy organizacji i prowadzeniu ogólnokrajowych Olimpiad Fizycznych. Oznacza to niebagatelny wkład w rozwój fizyki w Polsce na poziomie szkolnym, decydującym często o dalszych wyborach zawodowych uczennic i uczniów.

Podsumowując, uważam że Dr Ungier wykazał się w rozprawie adekwatnym opanowaniem technik teoretycznych oraz podjęciem tematyki współczesnej i ważnej dla rozwoju spintroniki. Mimo słabego odzewu środowiska naukowego rozprawa stanowi solidny postęp w tematyce rezonansu spinowego w półprzewodnikach i opisu konsekwencji oddziaływania Byczkova-Raszby. Ogólny dorobek habilitanta nie jest imponujący; jego braki kompensuje częściowo wieloletnia praca przy programowaniu i organizowaniu ogólnokrajowych Olimpiad Fizycznych.

Wnoszę o przyznanie dr Włodzimierzowi Ungierowi habilitacji w dziedzinie nauk fizycznych.

Prof. Włodzimierz Zawadzki



Warszawa, 30 czerwca 2015 r.