

Kraków, 29-12-2020



JAGIELLONIAN
UNIVERSITY
IN KRAKOW

Marian Smoluchowski

Institute of Physics

Recenzja rozprawy habilitacyjnej
Efekty związane ze spinem i efekty
relatywistyczne w układach niskowymiarowych
oraz dorobku naukowego
dr. Andrzeja Poszwy

1 Sylwetka habilitanta

Dr Andrzej Poszwa ukończył studia na Wydziale Fizyki i Matematyki Uniwersytetu Jagiellońskiego w 1992r. uzyskując tytuł magistra fizyki. Następnie rozpoczął pracę jako asystent-stażysta w Instytucie Fizyki Jądrowej w Krakowie. W latach 1993-2005 pracował jako asystent w różnych ośrodkach w kraju (Uniwersytet Warszawski Filia w Białymstoku, Wyższa Szkoła Pedagogiczna w Olsztynie, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie).

W roku 2005 uzyskał stopień doktora nauk fizycznych na Wydziale Fizyki Astronomii i Informatyki Stosowanej Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. Praca doktorska pt. *Metoda szeregów potęgowych w zgadnieniu własnym operatora Hamiltona* napisana została pod opieką prof. dr hab. Andrzeja Rutkowskiego. Bezpośrednio po doktoracie rozpoczął pracę jako adiunkt w Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie, gdzie pracuje do dziś.

2 Osiągnięcie habilitacyjne

Dr Poszwa jako swoje osiągnięcie przedstawił cykl siedmiu prac zatytułowany *Efekty związane ze spinem i efekty relatywistyczne w układach niskowymiarowych*. Spośród tych siedmiu prac pięć jest dziełem jedynie dr Poszwy a dwie są napisane we współpracy z prof. dr hab. Andrzejem Rutkowskim, przy czym w jednej z tych prac [H4] habilitant jest drugim autorem a w drugiej, [H5] pierwszym.

2.1 Dorobek naukowy dr Andrzeja Poszwy

Według "wykazu" dr Poszwa jest autorem lub współautorem 18 publikacji w czasopiśmie z listy JRC oraz trzech kolejnych, które zostały zaakceptowane do druku. W chwili pisania niniejszej recenzji wszystkie trzy publikacje zostały już opublikowane.

ul. St. Łojasiewicza 11

PL 30-348 Kraków

tel. +48(12) 664-47-03

fax +48(12) 664-49-06

e-mail: fizyka@uj.edu.pl

Prace były publikowane w dobrych, choć nie bardzo dobrych czasopismach (40-100 pkt. wg obecnej listy ministerialnej): Physical Review A, Physics of Plasmas, Transactions on Plasma Science, Journal of Physics A, Physica E, Few-Body Systems, Physica Scripta, Acta Physica Polonica A. Wg "Wykazu" liczba wszystkich cytowań wynosi 110 a indeks Hirsha 7. W chwili pisania niniejszej recenzji liczba cytowań wynosiła 128 a indeks Hirsha 8.

Najlepiej cytowaną publikacją jest praca (18) - (12 cytowań, w tym 6 autocytaowań). Najlepiej cytowane prace cyklu to [H4,H6], mające po 10 cytowań (w tym 4 i 5 autocytaowań).

Cykl można podzielić na dwie lub nawet trzy mniejsze części: pierwsza część [H1-H3] dotyczy rozwiązań równania Schrödingera w układach niskowymiarowych. Motywem przewodnim prac [H2,H3] jest dekoherencja w układzie spin-orbita. Prace [H4-H7] dotyczą głównie relatywistycznych równań Diraca i Kleina-Gordona i skupiają się na różnych aspektach układów wodoropodobnych w zredukowanych wymiarach. Jak sam autor zaznacza, prace [H5-H7] miały na celu zbudowanie spójnego formalizmu opisującego dwuwymiarowy relatywistyczny atom wodoropodobny w polu magnetycznym.

W pracy [H1] dr Poszwa badał dwu-elektronową kropkę kwantową w zewnętrznym polu magnetycznym. Sama kropka kwantowa jako układ trójwymiarowy miała symetrię sferyczną, a pole magnetyczne cylindryczną. Ze względu na taki miks symetrii równanie Schrödingera opisujące układ nie było separowalne. Autor znalazł dokładne rozwiązania numeryczne (używając arytmetyki zwiększonej precyzji), w dużym zakresie natężenia pola magnetycznego używając podwójnego rozwinięcia potęgowej funkcji falowych. W granicy silnego pola układ asymptotycznie mógł zostać zredukowany do układu jednowymiarowego. Dzięki dokładnemu rozwinięciu potęgowemu można było dokładnie zbadać przejście od układu w pełni trójwymiarowego do jednowymiarowego. W dalszej części pracy habilitant porównywał stany podstawowe w trój- i dwu-wymiarowych modelach opisujących półprzewodzące kropki kwantowe. A dokładniej punkt przejścia ze stanu singletowego do tripletowego (przejście ST). Wyniki te były porównane z wynikami eksperymentalnymi. Nie udało co prawda odtworzyć dokładnie wyników eksperymentalnych, ale główny wniosek pracy był, że prawdziwe wartości są dokładnie pomiędzy wartościami przewidywanymi przez modele 2D i 3D.

Prace [H2,H3] dotyczą dekoherencji stanów spinowych spowodowanych sprzężeniem spin-orbita Rashby w jednowymiarowych nanodrutach [H2] i półprzewodzących kropkach kwantowych w obecności pola magnetycznego [H3].

W [H2] zostało pokazane, że oddziaływanie SO znosi koherentne superpozycje stanów spinowych do stanów o niezerowej entropii informacyjnej von Nuemanna. Zależność stopnia dekoherencji została wyznaczona analitycznie. Rozwiązania przypadku jednowymiarowego posłużyły również do konstrukcji perturbacyjnych rozwiązań dla wąskich dwu-wymiarowych nanodrutów. W szczególności uzyskano relację dyspersji, dla której dla pewnych parametrów stałej sprzężenia znika wyraz pierwszego rzędu.

Temat dekoherencji spowodowanej oddziaływaniem Rashby był również analizowany w kolejnej publikacji [H3], ale w przypadku kropek kwantowych dla jednoelektronowych stanów spinowych. Celem pracy było powiązanie entropii informacyjnej von Neumana z mierzalną doświadczalnie polaryzacją spinową. Uzyskano monotoniczny wzrost entropii informacyjnej w zależności od stałej sprzężenia. Wyniki te uzyskano stosując rachunek zaburzeń drugiego rzędu. Jako przykład autor przyjął dane dla kropki InSb i porównał ze spectrum otrzymanym teoretycznie.

W pracy [H4] badane były relatywistyczne poprawki do energii własnych dwuwymiarowego atomu wodoropodobnego w zewnętrznym polu magnetycznym. Ponownie została użyta metoda szeregów potęgowych pozwalająca na obliczenie energii w przypadku nierelatywistycznym dowolnie silnego pola. Aby otrzymać rozwiązania dla różnych ładunków Z wystarczy zwykłe skalowanie. W przypadku relatywistycznym zostały wyznaczone poprawki do energii niskich stanów w pierwszym rzędzie. W tym przypadku poprawki wyższych rzędów są znacznie bardziej widoczne i dla średnich wartości Z wymagane byłyby poprawki rzędu trzeciego. Autorzy stwierdzili również, że efekty relatywistyczne bardzo szybko rosną wraz ze wzrostem ładunku Z .

W pracy [H5] przedstawione zostały analityczne rozwiązania dwuwymiarowego równania Diraca z potencjałem Coulomba. Autorzy wprowadzili "dobre" liczby kwantowe a konkretnie wprowadzili dodatkowy operator hermitowski K komutujący z hamiltonianem oraz spinory cylindryczne, będące funkcjami własnymi tego operatora. Pozwoliło to na separację równań Diraca i dokładniejszą klasyfikację rozwiązań, w analogiczny sposób, jak to jest zrobione dla przypadku trójwymiarowego. Oprócz aspektu czysto matematycznego praca zawiera również obliczenia dotyczące liniowych poprawek energii w polu magnetycznym (efekt Pashena-Backa).

Kolejna praca, [H6], dotyczy również dwuwymiarowego relatywistycznego atomu wodoropodobnego. Autor poszukuje rozwiązań równań Kleina-Gordona (z członem Cherna-Simonsa) dla bezspinowej cząstki oraz równania Diraca. W przypadku atomu Diraca wykorzystane są wyniki pracy [H5], dzięki której można było przepisać pełny dwuwymiarowy problem w postaci układu równań radialnych. Autor ponownie sięga po technikę szeregów potęgowych, a dla niektórych wartości indukcji pola magnetycznego otrzymując rozwiązania dokładne. Dr Poszwa porównuje też wyniki z przypadkiem nierelatywistycznym, wskazując, że poprawki relatywistyczne są istotne w przypadku układów dwuwymiarowych. W tej pracy trochę brakuje mi fizycznej motywacji do badania atomu wodoropodobnego w przypadku bezspinowym.

Ostatnia praca cyklu również dotyczy dwuwymiarowego atomu wodoropodobnego, lecz tym razem potencjał jest potencjałem Debye-Yukawa, który modeluje ekranowanie. Autor zastosował dwa podejścia perturbacyjne. Jedno podejście startując z rozwiązań relatywistycznych dla potencjału kulombowskiego i traktując różnicę pomiędzy potencjałem Yukawy a potencjałem kulombowskim jako hamiltonian zaburzający. Drugie podejście startowało z dokładnych rozwiązań nierelatywistycznych uwzględniających ekranowanie, a poprawki były liczone jako rozwinięcia w Z/c^2 . Obie metody dawały spójne wyniki.

Myszę, że należy zaznaczyć, że trzy ostatnio opublikowane prace, które ukazały się już po złożeniu dokumentacji tematycznie bardzo pasują do przedstawionego cyklu.

Cześć prac spoza cyklu dotyczy również bardzo podobnych problemów głównie nieperturbacyjnych rozwiązań równania Diraca z polem magnetycznym, ekranowanych potencjałów Coulomba czy też reletawistycznych uogólnień oscylatora harmonicznego. Osobną kategorię stanowią trzy prace napisane we współpracy z M. Boharem i A. Soylu dotyczące fizyki plazmy.

Autor w swoich pracach, oprócz obliczeń czysto analitycznych, wielokrotnie wykorzystywał różne zaawansowane techniki numeryczne. Niestety w żadnej pracy nie doszukałem się ich bliższego opisu. Oczywiście uzyskanie wyników wymagało zastosowania tych metod i nie mam wątpliwości, że faktycznie były stosowane, ale wydaje mi się, że przy tego typu pracach, w których metody obliczeniowe są bardzo ważne, powinien znaleźć się zawsze krótki opis zastosowanych technik.

Należy również podkreślić, że większość prac cyklu (jak również sporo spoza cyklu) to prace jedno-autorskie. Ma to swoje zalety jak i wady. Zaletą jest to, że każda z tych prac jest całkowicie dziełem habilitanta i wymagała od niego bardzo dużego nakładu pracy, od pomysłu poprzez wykonanie wszystkich obliczeń jak i spisywanie i poprawianie manuskryptu. Wadą takiego podejścia jest brak dodatkowej kontroli (poza recenzjami w czasopiśmie), dyskusji, niezależnych pomysłów a w końcu promocji na konferencjach i w indywidualnych spotkaniach. W wyniku prace te choć robią dobre wrażenie nie były zbyt mocno dostrzeżone w środowisku. Wydaje mi się, że jest to głównie problem właśnie słabej promocji niż braku interesujących rozwiązań.

2.2 Dydaktyka i działalność popularyzatorska

Dr Poszwa prowadził szereg wykładów z fizyki ogólnej teoretycznej, mechaniki kwantowej jak również metod numerycznych i wykład specjalistyczny dla informatyków. Prowadził również szereg ćwiczeń i zajęć laboratoryjnych.

Do działalności popularyzatorskiej można zaliczyć udział w organizowaniu i przeprowadzeniu Warmińsko-Mazurskich Zawodów Matematycznych oraz spotkania z młodzieżą w ramach Dni Otwartych.

2.3 Współpraca zagraniczna, konferencje i granty

Głównym współpracownikiem dr Poszwy jest prof. dr hab. Andrzej Rutkowski, również pracownik Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego. Jest on jedynym współautorem publikacji z "cyklu". Jednak poza cyklem znalazły się trzy publikacje, których autorami są naukowcy zagraniczni (M. Bahar z Turcji, A. Soylu z Turcji i A. Ishkhanyan z Armenii). Brak też informacji o stażach a nawet jakichkolwiek wyjazdach zagranicznych.

Dr Poszwa brał aktywny udział w siedmiu konferencjach międzynarodowych, odbywających się na terenie Polski. Na pięciu z nich prezentował plakat, na jednej

komunikat a na jednej wygłosił referat. Był też członkiem komitetu organizacyjnego jednej konferencji.

W "Wykazie" brak jest informacji o grantach i nagrodach z wyjątkiem wyróżnienia przez *Physica Scripta* publikacji [H7].

Obecnie bardzo często pojawia się nacisk na wyjazdy zagraniczne, a często w różnych konkursach pojawia się wręcz wymaganie aby kandydat miał odbyty staż zagraniczny. Osobiście nie uważam tego za aż tak ważne, szczególnie jeśli chodzi o fizykę teoretyczną i matematyczną. Kontakty są niesłychanie ważne ale w obecnych czasach można prowadzić aktywną współpracę z wieloma ośrodkami zagranicznymi praktycznie bez wychodzenia z domu. Wyjazdy i konferencje są jednak dobrym miejscem gdzie można promować swoje prace i nawiązywać kontakty. Niestety dr Poszwa nie ma bogatej historii konferencyjnej a w cyklu habilitacyjnym współpraca zagraniczna w ogóle nie występuje.

3 Podsumowanie

Dorobek publikacyjny dr. Andrzeja Poszwy mieści się w przyjętych normach, choć raczej bliżej dolnej granicy. Współpracy zagranicznej całkowicie brak w cyklu habilitacyjnym, a w całym dorobku jest raczej symboliczna. Habilitant nie wykazał się zdolnościami organizacyjnymi (jedynie współorganizacja jednej konferencji), nie zdobywał grantów, nie wyjeżdżał za granicę nawet na konferencje. Wygłosił jedynie jeden referat na konferencji (plus jeden komunikat i pięć plakatów), co świadczy o bardzo małej promocji swojego dorobku. Osiągnięcia te nieco zyskują na znaczeniu jeśli weźmie się pod uwagę, że większość prac dr Poszwa pisał samodzielnie. Ponadto tematyka badań podejmowana przez habilitanta, choć blisko związana z bardzo popularnymi gałęziami fizyki i techniki, leży raczej na ich peryferiach i jako nieco niszowa nie cieszy się zbyt dużym zainteresowaniem. Niemniej jednak uważam wkład dr Poszwy za cenny.

Pomimo tych zastrzeżeń uważam, że dr Andrzej Poszwa spełnił wszelkie wymogi formalne oraz, że posiada w dorobku osiągnięcia naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny nauki fizyczne. Wnoszę zatem o przyznanie dr. Andrzejowi Poszwie stopnia **doktora habilitowanego**.


dr hab. Tomasz Romańczukiewicz