

Recenzja dorobku dr. Gabriela Włazłowskiego w związku z postępowaniem habilitacyjnym

dr hab. Piotr Deuar
Instytut Fizyki PAN, Aleja Lotników 32/46, 02-668 Warszawa

Osiągnięcie naukowe p.t. **Badanie statycznych i dynamicznych właściwości unitarnego gazu Fermiego metodami *ab initio*** stanowiące podstawę postępowania habilitacyjnego składa się z dziewięciu publikacji z lat 2011-2017. Wszystkie mają charakter przede wszystkim teoretyczno-numeryczny, lecz znakomita większość odnosi się także bezpośrednio do niedawno uzyskanych danych eksperymentalnych [A1-A5,A7,A9], gdy tylko takie są dostępne. Ostatnia z nich, [A9], ma częściowo charakter przeglądowy, lecz także przedstawia pewne nowe wyniki.

Osiągnięcie naukowe stanowiące podstawę postępowania habilitacyjnego

Jako pierwszą uwagę, należy wymienić, że od razu zwraca uwagę znakomity poziom czasopism w których badania były opublikowane. Osiem w czasopismach Physical Review, z czego aż cztery [A1,A2,A4,A5] w Physical Review Letters które jest powszechnie uznane za najlepsze i najbardziej pożądane czasopismo w dziedzinie fizyki. Jest to osiągnięcie niemałe, a liczba tych publikacji wyklucza żeby to się stało jedynie "szczęśliwym trafem".

Ilość cytowań tych dziewięciu prac, 137, jest ponadprzeciętna szczególnie biorąc pod uwagę, że publikacje te są ogólnie dość nowe.

Wszystkie wymienione prace okazują się być na bardzo wysokim poziomie naukowym – generalnie najwyższy światowy poziom w tym temacie. Każda z nich przedstawia treściwe, nowe, i rozróżnialne od siebie wyniki badań. Obliczenia i wyniki są przedstawione starannie i przystępnie, a szacowanie błędów jest traktowane w pracach bardzo poważnie.

Temat podjęty przez dr. Gabriela Włazłowskiego – termodynamika i dynamika unitarnego gazu fermionowego – jest ważny i ciekawy dla środowiska zajmującego się ultrazimnymi gazami kwantowymi, i od wielu lat był żywo dyskutowany na wielu konferencjach. Był i jest przedmiotem wieloletnich badań kilku przynajmniej zespołów eksperymentalnych na świecie. Gaz unitarny i jego otoczenie jest to słynne *BEC-BCS crossover* które fascynuje środowisko już od przynajmniej 15 lat.

Gaz unitarny w szczególności ma także szersze znaczenie z powodu kilku dość unikalnych a zarazem uniwersalnych cech. Wymienię trzy z nich:

- Skoro w gazie tym występuje jedynie jedna charakterystyczna skala długości, odległość międzycząstkowa, wiele właściwości gazu unitarnego zmierzonych czy zrozumianych w ultrazimnych atomach przekładać się będzie na ewentualne inne realizacje gazu unitarnego w odmiennych układach fizycznych. Dotyczy to na przykład takich właściwości jak wykładniki krytyczne w okolicach przejść fazowych.
- Gaz posiada fazę/reżim tak zwanej pseudoszczeliny podobnie jak układy ciała stałego w pobliżu przejścia w fazę nadprzewodnika. W układach ciała stałego ten stan materii z pseudoszczeliną nie jest w 100% zrozumiany, lecz przyciąga uwagę i intryguje już od kilku dziesięcioleci. Jedną z głównych przyczyn tego stanu rzeczy jest to, że podejrzewane jest, że zrozumienie tego stanu pozwoli lepiej zrozumieć fenomen nadprzewodnictwa w wysokich temperaturach. Warto zwrócić uwagę, że właśnie badania z pracy [A1] uwzględnione w tu rozważanym osiągnięciu naukowym potwierdziły występowanie tzw. reżimu pseudoszczeliny także w gazie unitarnym, co było poprzednio podejrzewane, lecz nigdy przedtem nie potwierdzone obliczeniami typu "z pierwszych podstaw".
- Gaz unitarny był od pewnego czasu (tzn. kilku lat) kandydatem na tzw. gaz doskonały – czyli taki który ma najniższą lepkość dozwoloną przez ograniczenie KSS płynące z rozważania entropii w układzie. Faktycznie, prace [A6] i [A8] dr Włazłowskiego potwierdziły dobitnie, że leży on najbliżej stanu gazu doskonałego ze wszystkich uzyskanych dotychczas stanów materii. Warto w tym przypadku zwrócić uwagę, że to właśnie dr. Gabriel Włazłowski był głównym inicjatorem i motorem tych dwóch prac.

Jednocześnie, trzeba podkreślić, że uzyskanie dobrze uzasadnionych wyników w temacie gazu unitarnego które byłoby wolne od niekontrolowanych założeń jest wysoce nietrywialne. Z tych powodów inne wcześniejsze i większość równoległe prowadzonych badań stosowało metody znacznie bardziej przybliżone niż te włączone w osiągnięcie habilitacyjne.

Jako owoc wieloletniej współpracy między Warszawą a badaczami ze stanu Washington, której trzon stanowią dr Włazłowski i prof. Magierski z Politechniki Warszawskiej oraz profesorzy Aurel Bulgac i Michael Forbes z Washington State University, udało się scharakteryzować wiele właściwości tego gazu z niespotykaną wcześniej precyzją i

wiarygodnością. Te wyniki, stanowiące “osiągnięcie naukowe” przedstawione tutaj, pozostają najlepsze i najbardziej wiarygodne na świecie. Są one przytaczane na wystąpieniach na międzynarodowych konferencjach naukowych w tematyce zimnych gazów, czego byłem kilkakrotnie osobiście świadkiem za granicą, oraz nierzadko cytowane w pracach ocierających się o ten temat.

“Tajemniczy” powodzenia tych obliczeń można doszukać się m. in. w trzech elementach:

- Systematyczna i wytrwała praca badawcza omawianego tu kandydata na habilitację, dr. Gabriela Włazłowskiego. Nie chcę przez to pomniejszać wkładu pozostałych współautorów, niemniej obraz który wytłania się z analizy prac przedstawionych tu jako osiągnięcie innych prac tych autorów, oraz oświadczeń współautorów, jest taki że dr Włazłowski był bardzo istotnym ogniwem spajającym te badania.
- Praca rozwojowa nad opracowaniem odpowiedniej metody Monte Carlo. Na uwagę zasługują szczególnie dwie prace: Bulgac, Drut, Magierski, *Phys. Rev. A* **78**, 023625 (2008), przed dołączeniem dr Włazłowskiego, w której został odkryty wydajny sposób wykonania obliczeń *path integral Monte Carlo* dla tego układu za pomocą dyskretnego pomocniczego pola, oraz praca [B3], współautorstwa dr. Gabriela Włazłowskiego, w której opracowana została finezyjna metoda wykonania odwrotnej transformacji na zaszumionych danych. Ta druga była niezbędna dla badań nad lepkością [A2, A6, A8] oraz odpowiedzią spinową [A4].
- Dostęp do wysokiej mocy klastrów obliczeniowych. Było to szczególnie niezbędne w przypadku symulacji dynamiki wirów przytoczonych w pracach [A5, A7, A9]. Tutaj również, za osobę szczególnie spajającą współpracę trzeba uznać dr. Włazłowskiego, między innymi z racji jego wyjazdu do grupy w Washington State w ramach postdoku finansowanego przez grant Mobilność Plus którego był kierownikiem.

Znaczenie i szczegóły pojedynczych prac stanowiących *osiągnięcie naukowe* zostały bardzo przystępnie i syntetycznie opisane w autoreferacie złożonym wraz z wnioskiem. Wysoki poziom autoreferatu świadczy o dogłębnym zrozumieniu tematu i przez autora. Jest może mały niedosyt obszerniejszego odniesienia się do wcześniejszych przybliżonych badań (nie *ab initio*). Natomiast, najnowsze obliczenia teoretyczno-numeryczne innych grup i eksperymenty zostały poprawnie i zadowalająco wymienione i porównane w autoreferacie i/lub artykułach.

Warto przytoczyć (w wielkim skrócie) prace stanowiące *osiągnięcie* w kolejności chronologicznej:

- Praca [A1] uzyskała precyzyjne wyniki na temat w miarę najprostszych aspektów tego układu w okolicy gazu unitarnego: diagramu fazowego. Określono zakres fazy nadciekłej oraz rejonu występowania słynnej pseudoszczeliny w nieco wyższych temperaturach.
- Praca [A3] doprecyzowała szczegóły równania stanu, czyli kolejnych fundamentalnych informacji dla dalszego zrozumienia układu. Porównano je szczegółowo zarówno z eksperymentem jak i innymi obliczeniami.
- Praca [A2], pierwsza z tych w których inicjatorem badań był dr. Włazłowski, rozpoczęła badania nad lepkością. Zbadano zależność temperaturową w idealnie unitarnym gazie.
- Praca [A4] badała podatność spinową oraz uzyskała kolejne wyraźne wskaźniki odmienności fazy pseudoszczeliny od gazu normalnego.
- Praca [A6] potwierdziła i ulepszyła wyniki [A2] dotyczące lepkości, uzyskując lepszą dokładność i zrozumienie niektórych zagadnień.
- W [A5], kwestia dynamiki pojedynczych niestacjonarnych realizacji została podjęta i skontrastowana z eksperymentem. Dotyczyło to szeroko rozgłoszonego eksperymentu Yefsah *et al.* 2013 który zaobserwował wzbudzenia solitono-podobne z tajemniczymi właściwościami. Dyskusji w tym czasie co do przyczyn było co nie miara w środowisku. Praca [A5] była właśnie tą która wyjaśniła tajemnicę bo jako pierwsza uzyskała to same “tajemnicze” zachowanie defektu. Z tego co wiem prace grupy z udziałem dr. Włazłowskiego pozostają dotychczas jedynymi które są zdolne ten efekt odtworzyć. Także dzięki pracy [A5], przyczyną niespodziewanych zachowań defektu okazało się to, że był to wir a nie soliton, jak dotychczas sądzono.
- Praca [A7] posunęła zrozumienie dynamiki defektów dalej do przodu. W szczególności, uzyskano dłuższy czas symulacji, i można było dogłębniej zrozumieć zachowanie defektów, oraz ich ewolucję w kierunku turbulencji kwantowej.
- W [A8], z inicjatywy dr Włazłowskiego, powrócono do sprawy lepkości, tym razem badając zależność od mocy oddziaływania, i wychodząc więc poza idealnie unitarny gaz w szersze rejony *BEC-BCS crossover*.
- Praca [A9] stanowi przegląd działań tej kolaboracji badawczej nad dynamiką nieperturbacyjnych wzbudzeń w unitarnym gazie (wiry, turbulencja, itd, prace [A5] i [A7] wraz z kilkoma nowymi wynikami) oraz przedstawia tło dalszych badań, wspominając także o stowarzyszonym temacie defektów w skorupkach gwiazd neutronowych.

Patrząc ogólnie, wszystkie te prace zostały przygotowane w składzie trzech do pięciu autorów, a dr Gabriel Wlazłowski miał istotny lub wręcz dominujący wkład (szczególnie prace [A1,A2,A4,A6,A8,A9]). Był on inicjatorem bądź pomysłodawcą (i można podejrzewać nadzorcą) badań w przypadku czterech z tych prac [A2,A4,A6,A8].

Zebrane prace stanowią spójną i jednotematyczną całość. Widać też progresję od najbardziej podstawowych statycznych właściwości gazu unitarnego, przez właściwości hydrodynamiczne, do najbardziej zaawansowanych badań dynamiki nieperturbacyjnych wzbudzeń. Dr Wlazłowski nakreślił także kolejny ambitny front badań w ostatniej publikacji w serii, [A9]. Dotyczy on bardzo obecnie nośnego i rozwojowego tematu kwantowej turbulencji. Faktycznie, może on znakomicie służyć jako oś badań na następne kilka lat i na rozwinięcie samodzielnej grupy badawczej.

Ogólnie, uważam cykl prac przedstawiony jako *osiągnięcie naukowe stanowiące podstawę postępowania habilitacyjnego* przez dr. Gabriela Wlazłowskiego za wzorowy pod wieloma względami, i godny naśladowania.

Inne osiągnięcia naukowo-badawcze

Pozostałe prace dr. Gabriela Wlazłowskiego są również na bardzo wysokim poziomie. Po doktoracie znajdujemy tu jeszcze *kolejne* dwie pozycje w Physical Review Letters z niedawnych lat 2014 i 2016 [B1-B2], oraz pracę metodyczno-komputacyjną [B3] o której wspominałem powyżej i która łatwo mogłaby się znaleźć także wśród cyklu prac zaliczonych jako główne *osiągnięcia*. Została ona opublikowana w znakomitym czasopiśmie Computer Physics Communications, która jest odpowiednikiem Phys. Rev. Lett. w dziedzinie metod obliczeniowych dla Fizyki. Poza tą pracą, pozostałe [B1,B2,B4] dotyczą nieco pobliskiego tematu fizyki gwiazd neutronowych. Rozszerza to zakres dziedzin w których habilitant jest ekspertem.

W czasie doktoratu było pięć publikacji, w większości jako pierwszy autor wraz z promotorem prof. Magierskim jako drugim. Pod koniec opublikowana została już także pierwsza praca we współpracy z grupą Aurela Bulgaca z Washington State [C1], która *nomen omen* także została opublikowana w Physical Review Letters. Najwcześniejsza praca [C5] z 2005, dotycząca propagacji neutrin została opublikowana w związku z badaniami z pracy magisterskiej, z dr. Wlazłowskim (nieco tajemniczo) jako jedynym autorem.

Generalnie można stwierdzić, że dr. Gabriel Wlazłowski publikował solidne i treściwe prace od samego początku, w których ogólnie miał duży wkład. Od strony "bibliograficznej" widać to po kilku wskaźnikach wybiegających poza te typowe. Po pierwsze, średnia liczba cytowań na artykuł jest ponad 13, co na tym etapie kariery jest wysoką wartością i może świadczyć, że większość wysiłku wkładano w treściwe prace. Po drugie, autocytowania stanowią 18% wszystkich cytowań, co jest przyzwoicie niską proporcją.

Co do standardowych wskaźników bibliograficznych, 244 cytowania oraz indeks h równy 8 mieszczą się zwyczajowych ramach w tej dziedzinie na etapie habilitacji. Natomiast co do tzw. "sumarycznego impact factor", nie sądzę aby podawał on jakiegokolwiek dalsze użyteczne informacje o pojedynczych badaczach ponieważ jest obciążony znacznie większymi nieistotnymi czynnikami niż liczba cytowań czy indeks h .

Działalność zawodowa i dydaktyczna

Dr. Wlazłowski ma duże doświadczenie międzynarodowe: 3 lata postdocu w USA w latach 2011-2013, oraz kontynuacja intensywnej współpracy od tego czasu. Jak widać po osiągnięciach naukowych i bardzo aktywną kontynuacją współpracy po powrocie do Polski, ten staż zagraniczny był bardzo owocny. Poza samymi badaniami i publikacjami, pozwoliło to dr Wlazłowskiemu włączyć się w główny światowy nurt w dziedzinie. Natomiast pozostanie w tym nurcie jest zasługą samego zainteresowanego, dr Wlazłowski uczestniczył poza tym w wielu konferencjach międzynarodowych, generalnie 1-2 na rok i wygłosił na nich dotychczas osiem prezentacji ustnych o swoich badaniach. Znakomita większość ich miała miejsce za granicą. Prezentował także kilkakrotnie na seminariach w innych ośrodkach, takich jak Los Alamos i University of Washington w Seattle. W ostatnich dwóch latach widać za to jego znacznie wzmożoną aktywność na arenie krajowej.

Współpracownicy Bulgac-Magierski-Forbes-Wlazłowski wyraźnie tworzą długotrwałe działającą kolaborację, na najwyższym światowym poziomie w tym temacie i rozpoznawalną przez innych badaczy w dziedzinie. Spotkałem się wielokrotnie z wzmiankami o ich badaniach w ostatnich latach na konferencjach. Kolaboracja "stoi" jedną nogą w Washington State University, drugą w Polsce na Politechnice Warszawskiej. Warto zwrócić uwagę, że prace dotyczące gwiazd neutronowych [B1,B2] także powstały w tym składzie. Ciekawą oznaką ich skutecznej współpracy jest zgodne podzielenie się procentowym szacowaniem wkładu do prac co do procenta – w jednym przypadku, [A5], nawet z dokładnością dwucyfrową. Jest to oczywiście ogólnie przyjęte, i nie budzi jakichkolwiek zastrzeżeń co do osiągnięcia naukowego, autoreferatu, jego autora, ani współautorów prac. Komentuję jedynie nieco sztuczną formułę która zwyczajowo zagościła w postępowaniach habilitacyjnych.

Jeśli chodzi o działalność zawodową, jedyne co można by uznać jako nieco poniżej spodziewanego poziomu to jest mała liczba wykonanych dotychczas recenzji prac naukowych (w sumie osiem). Niemniej jest to dalej poziom godziwy, i sądząc po wysokiej jakości publikacjach dr. Wlazłowskiego, nie wątpię że natłok recenzji wkrótce się zwiększy.

Dr Wlazłowski kierował dotychczas dwoma grantami badawczymi - jeden na wyjazd na postdoc do USA, drugi obecnie, z serii SONATA. Grant SONATA dotyczy kontynuacji badań nad solitonami i wirami. Jest to generalnie to czego można się spodziewać od obiecującego i prężnego młodego badacza na tym etapie kariery, i świadczy o tym że stąpa po dobrej drodze by w bliskiej przyszłości spróbować zapoczątkować samodzielną małą grupę badawczą. Ciekawą pozycją jest kierowanie grantem obliczeniowym. Dr Wlazłowski ma niewątpliwie ponadprzeciętne doświadczenie w obsłudze dużych klastrów obliczeniowych, co też widać po wielokrotnym wykonywaniu grantów obliczeniowych. Natomiast po pozycji kierownika takiego grantu widać także, że jest doświadczony w staraniu się o czas obliczeniowy na takich klastrach.

Z wymogu ustawy podano również, że uczestniczył także w kilku grantach jako "wykonawca". Przyznam, że nie rozumiem jakie dodatkowe znaczenie dla oceny dorobku może mieć uczestniczenie w grantie badawczym jako "wykonawca" w naszej dziedzinie w obecnych czasach w Polsce, oraz nie rozumiem istotnej różnicy między "głównym wykonawcą" a "wykonawcą" jedynie pospolitym. Oczywiście, nie obwiniam to w żaden sposób habilitanta za taki stan ustawy.

Działalność dydaktyczna prowadzona dotychczas przez dr. Wlazłowskiego była bardzo obszerna. generalnie kilka nauczanych przedmiotów z fizyki co rok. Dominują tu konkretne przedmioty fizyczne, a także jest spora doza tematów specjalistycznych zbliżonych do dziedziny badań habilitanta. Niewątpliwie dr Wlazłowski ma obszerne doświadczenie na polu dydaktycznym. Jeśli chodzi o opiekę naukową, ma już pewne skromne doświadczenie - opieka nad trzema pracami dyplomowymi w ostatnim roku oraz kolejne trzy w toku.

Po powrocie do Polski, wraz z prof. Magierskim, dr Gabriel Wlazłowski stał się kolejnym głównym reprezentantem tej tematyki w Polsce. Wypracował sobie także swoją własną wyrazistą działkę w której w Polsce jest głównym ekspertem: dynamika nieperturbacyjnych wzbudzeń w gazie fermionowym, reprezentowana przez prace [A5,A7,A9].

Podsumowanie

Nie mam wątpliwości, że wniosek o nadanie Panu dr. Gabrielowi Wlazłowskiemu stopnia doktora habilitowanego jest bardzo dobrze uzasadniony według wszystkich kryteriów oceny. Wnoszę o jego przyjęcie przez komisję habilitacyjną i Radę Wydziału Fizyki Politechniki Warszawskiej.

Warszawa, 11.7.2017



Piotr Deuar