

Prof. dr hab. Andrzej Góźdz  
Zakład Fizyki Matematycznej  
Instytut Fizyki  
Uniwersytet Marii  
Curie-Skłodowskiej  
ul. Radziszewskiego 10, 20-031 Lublin

Tel. (+48 81) 537 62 39  
Fax. (+48 81) 537 61 91  
Andrzej.Gozdz@umcs.lublin.pl

Lublin, dnia 21 Września 2019 r.

**Recenzja dorobku naukowego,  
dydaktycznego i organizacyjnego  
dra Ernesta Grodnera  
w związku z postępowaniem habilitacyjnym**

Ernest Grodner ukończył Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego w 2002 roku pisząc pracę magisterską „DSA lifetime measurements of excited states of  $^{131}\text{La}$ ”

Stopień doktora nauk fizycznych uzyskał 11 grudnia 2006 roku, nadany uchwałą Rady Wydziału Uniwersytetu Warszawskiego. Był on wynikiem badań czasów życia jądrowych poziomów wzbudzonych jąder  $^{132}\text{La}$  i  $^{128}\text{Cs}$ . Ideą tych badań było testowanie łamania jądrowej symetrii chiralnej.

Po uzyskaniu stopnia magistra, w latach 2002-2006 prowadził badania na UW w ramach otrzymanego stypendium doktorskiego. Po uzyskaniu stopnia doktora został zatrudniony na UW, na etacie adiunkta, w postaci trzyletniego kontraktu (2007-2009). W okresie tym odbył staż w laboratorium w Legnaro. Po powrocie, uzyskał stały etat adiunkta na okres sześciu lat. W roku 2017 rozpoczął prace w Narodowym Centrum Badań Jądrowych w charakterze adiunkta.

W dniu 24 stycznia 2019 wszczęte zostało postępowanie habilitacyjne dra Ernesta Grodnera.

Tytułem przedstawionego osiągnięcia naukowego jest: **„Weryfikacja hipotezy naruszenia jądrowej symetrii chiralnej”**.

Począwszy od rozpoczęcia pracy nad swoim doktoratem, cała działalność naukowa dra E. Grodnera skupia się nad badaniem ciekawej hipotezy istnienia jądrowej symetrii chiralnej.

Hipotezę tę postawili dwaj teoretycy: S. Frauendorf i Jie Meng. Jej ideą jest fakt, że 3 liniowo niezależne wektory momentu pędu mogą tworzyć albo lewoskrętny albo prawoskrętny układ wektorów. Na dodatek operacja odwrócenia czasu w wersji Wignera, ze względu na to, że wektory momentu pędu są faktycznie pseudowektorami, zamienia trójkę lewoskrętną na prawoskrętną i odwrotnie.

Sama idea jest bardzo prosta jednakże praktyczna jej realizacja już nie. Wykrycie chiralności jądrowej oraz problem jej łamania wymagał rozwiązania wielu zagadnień teoretycznych, a także praktycznych z punktu widzenia pomiarów.

W pierwszym, rzędzie należało zbudować charakterystyczne obserwable pozwalające na określenie „miary” chiralności, z drugiej strony określenie warunków jakie powinny spełniać jądra w których analizowane zjawisko mogłoby zaistnieć. Następnym problemem jest praktyczne wyselekcjonowanie materiałów, które mogłyby być użyte w eksperymentach.

W przedstawionym przez dra E. Grodniera opracowaniu podstawowe kryteria wyboru odpowiednich jąder to: a) duża deformacja trójosiowa rdzenia, b) istnieje nieparzysty proton mający charakter cząstki, c) istnieje nieparzysty neutron obsadzający stan dziurowy. Trzy momenty pędu wymienionych obiektów powinny tworzyć układ liniowo niezależny, w przeciwnym przypadku planarny rozkład wektorów nie będzie posiadał określonej skrętności.

W idealnym przypadku dobrym kryterium rozróżnienia pomiędzy obiema skrętnościami jest parametr skrętności. Niestety jego bezpośredni pomiar jest praktycznie niemożliwy. Jednakże od strony teoretycznej pozwala on na wprowadzenie stanów lewoskrętnych  $|L\rangle$  i prawoskrętnych  $|R\rangle$ . Istotnym spostrzeżeniem jest, że stany te nie są stanami własnymi hamiltonianu jądrowego, a nawet nie są do siebie ortogonalne – przypomina to sytuację studni potencjału o dwóch minimach. Z drugiej strony, aby mogła być przeprowadzona dalsza analiza hamiltonian jądrowy powinien być niezmienniczy ze względu na operację Wignera odwrócenia czasu. Operacja ta jest jednak niewygodna w użyciu i zamiast niej autor wybiera analog operacji odbicia lustrzanego (wtedy mówimy o chiralności przestrzennej) w postaci operacji odbicia w lustrze „temporalnym”. Tą operacją jest  $R_\pi T$ . Operator ten, przy odpowiednim wyborze faz, daje bezpośrednią zamianę  $R_\pi T|L\rangle = |R\rangle$  i odwrotnie.

Od strony eksperymentalnej autor opracowania zwraca uwagę na fakt, o czym wspomniałem wyżej, że bezpośredni pomiar stwierdzający, czy stan jest lewoskrętny czy prawoskrętny jest niemożliwy, gdyż techniki pomiarowe wymagają stanów stacjonarnych, a co najmniej długożyciowych. Z oszacowań, podanych przez E.G. średnie czasy życia, czyli formowania się kwantów gamma wynoszą w tym przypadku ok.  $10^{-12}$ s. Natomiast charakterystyczny czas tunelowania pomiędzy stanami  $|L\rangle$  i  $|R\rangle$  jest rzędu  $10^{-19}$ s (niestety nie znalazłem dokładniejszego uzasadnienia tej liczby). Jednak zakładając, że te wielkości są takie jak wyżej wymienione, powstający kwant  $\gamma$  będzie wynikiem interferencji obu stanów  $|L\rangle$  i  $|R\rangle$ . To oczywiście owocuje nierozróżnialnością prawo i lewoskrętności i w efekcie prowadzi do obserwacji promieniowania powstałego ze stanów  $|+\rangle$  i  $|-\rangle$  będących interferencją stanów  $|L\rangle$  i  $|R\rangle$ . Zatem potrzebne jest inne kryterium pozwalające na stwierdzenie istnienia chiralności. Narzucającym się testem było badanie rozszczepienia energetycznego, które w praktyce musi powstać w wyniku łamania symetrii.

Zatem wskazówką potencjalnie prowadzącą do istnienia chiralności jądrowej mogła być obserwacja pasm energetycznych, nazwanych później chiralnymi pasmami partnerskimi. Obserwacja takich prawie zdegenerowanych pasm rotacyjnych sugerowała, że symetria chiralna w jądrach atomowych jest naruszona. Z drugiej strony, sytuacja eksperymentalna nie pozwalała na ich jednoznaczną interpretację. W pracy [H2] (wg. oświadczeń E.G. jest tu głównym autorem) habilitant pokazuje możliwość mylnej interpretacji rozszczepienia sygnowanego jako chiralności jądrowej.

Trudności interpretacyjne sprawiły, że habilitant poszukiwał lepszego, w miarę modelowo niezależnego testu pozwalającego na odróżnianie sytuacji chiralnej od achiralnej. Pomysłem na takie kryterium okazał się fakt, że operatory przejść elektromagnetycznych M1 i E2 komutują z operatorem  $R_\pi T$ , co prowadzi do „degeneracji” prawdopodobieństw przejść dla obu pasm. Pomysł ten stał się podstawą następnych eksperymentów, w których (tu nie potrafię dokładnie ocenić skali trudności tych badań) poddana została w wątpliwość chiralna interpretacja wcześniej opisanych w literaturze pasm partnerskich w jądrze  $^{132}\text{La}$ , co zainspirowało autora do napisania kilku prac konferencyjnych [19],[21-23]. Pełna analiza problemu pojawiła się dopiero po 6 latach w [H4] (praca samodzielna). Zdobyte w tej analizie do-

świadczenie pozwoliło z kolei na pokazanie, że zgodnie z kryterium „degeneracji” prawdopodobieństw przejść, pasma partnerskie w jądrze  $^{128}\text{Cs}$  mają charakter chiralny. Jednocześnie pewne niezgodności z obowiązującymi w tamtych latach modelami doprowadziły do odkrycia staggeringu B(M1). Zostało to opisane w artykule [24]. Powyższe prace bazowały na silnym i niekoniernie słusznym założeniu sztywnej deformacji rdzenia oraz przyjęciu dodatkowo, że symetria chiralna jest silnie łamana. To się samo narzucało, gdyż granica silnego łamania symetrii chiralnej pozwala na uproszczenie analizy danych doświadczalnych.

Następnym etapem badania, zarówno teoretycznego jak i eksperymentalnego problemu ręczności przez habilitanta, były próby rozszerzenia analizy na sytuację miększego rdzenia i niekoniernie silnego łamania symetrii chiralnej. Pewne podstawy opisu takiej sytuacji zostały przedstawione w dwóch artykułach [H5] (wg. oświadczeń habilitant zajmuje się tu interpretacją pasm rotacyjnych, wyprowadzeniem wzorów fenomenologicznych oraz we współpracy z G. Rohozińskim opracowaniem potrzebnych elementów teorii) i [H6] (praca samodzielna).

W międzyczasie pojawiły się znowu trudności interpretacyjne. Jądro  $^{126}\text{Cs}$  jest uznawane za jądro o miękkiej deformacji trójosiowej. Jednakże powtórne pomiary wykonane przez habilitanta pokazały, że pasują do niego reguły chiralne właściwe dla twardego rdzenia i silnego łamania symetrii. Tu nie prześledziłem dokładnie gdzie były błędy we wcześniejszej analizie, ale jak autor twierdzi „... istotna okazała się tzw. konwencja faz w przestrzeni zespolonej ...”. Oczywiście wyniki nie mogą zależeć od konwencji wyboru faz, jednakże łatwo uwierzyć w fakt wykonania błędnych rachunków w przypadku pracy z operatorami antyliniowymi, które wymagają odpowiedniej uwagi niemal przy każdej operacji. Poprawne użycie elementów macierzowych pozwoliło autorowi wyjaśnić, przynajmniej częściowo, wspomniane wyżej sprzeczności i opublikować prace [H3] (praca samodzielna) i [H7] (wg. oświadczeń interpretacja eksperymentu dokonana przy współpracy z G. Rohozińskim). Badania te jednak nie rozwiązały problemu relacji miękkiej deformacji trójosiowej rdzenia i staggeringu B(M1). Tu pomocne okazały się dwie prace współpracowników habilitanta [25] i [26]. Ostatecznie staggering B(M1) okazał się być ważnym probierzem naruszenia symetrii chiralnej dla jąder spełniających warunki opisane w [25] i [26]. Przykładem wykorzystania opracowanych reguł wyboru były pomiary wykonane przez habilitanta w izotopie  $^{124}\text{Cs}$  potwierdzające istnienie staggeringu B(M1). Zostało to opisane w pracy [H8] (wg. oświadczeń habilitant proponował najważniejszy element interpretacji eksperymentu w kategoriach łamania symetrii odwrócenia w czasie).

Pomimo pozytywnych rezultatów nadal istniały inne możliwości interpretacji uzyskanych wyników. To zainspirowało habilitanta do dalszego poszukiwania, jeszcze lepszych kryteriów, bardziej bezpośrednich, rozpoznawania chiralności.

Zaproponowany model trójskładnikowy sprzężenia momentów pędu i powiązanie go z czynnikiem żyromagnetycznym stanowi istotny krok naprzód w określeniu obserwabli istotnych w poszukiwaniu chiralności jądrowej. Ciekawa, chociaż prosta formuła (2) z pracy [H9] (wg. oświadczeń: zorganizowanie współpracy prowadzącej do eksperymentu oraz wyprowadzenie i wykorzystanie formuły „3j”, a także interpretacja uzyskanego momentu magnetycznego na poziomie półklasycznym) została powiązana bezpośrednio z możliwościami pomiarowymi. Dalsze formuły uzupełniające tę z [H9] są podane w uzupełnieniu przewodnika po dokonaniach habilitanta. Rozszerzają one w istotny sposób możliwości analizy układów podejrzanych o chiralność.

Wykonany eksperyment wykorzystujący rezultaty [H9] jest „... historycznie pierwszym pomiarem czynnika żyromagnetycznego jądra w stanie wzbudzonego należącego do chiralnych pasm partnerskich ...”. Niestety, znowu wyniki, analizowane według różnych modeli prowadziły do sprzecznych interpretacji. Dopiero w w ostatnich latach 2016/2017 analiza

wykorzystująca „Particle-Rotor Model” pokazała jakie konfiguracje jądrowe mogą prowadzić do zmierzonego czynnika żyromagnetycznego.

W skład osiągnięcia naukowego habilitant włączył 9 prac oznaczonych od [H1] do [H9]. Z dokumentacji wynika, że po doktoracie habilitant ponadto opublikował 25 prac różnej wagi. W znacznej większości nich habilitant ocenia swój wkład na dosyć niski tj. 5% (co przy pracach wieloautorskich bywa nierzadkim zjawiskiem). Niestety, nie jest dla mnie jasne określenie „.. mój udział polegał na uczestniczeniu w eksperymencie ...” użyte w dokumentacji w stosunku do części publikacji. Ponadto habilitant wykazuje 5 publikacji związanych z odnawialnymi źródłami energii, w których jest jedynym autorem. Nie potrafię podać wagi tych prac, ale świadczą one o szerszych zainteresowaniach naukowych kandydata do stopnia doktora habilitowanego. Dr Grodner wyróżnia też jedną pracę z 2014 roku opublikowaną w Phys. Rev.Lett. Jest ona poświęcona innej tematyce, a mianowicie naruszeniu symetrii SU(4) w kolektywnych stanach jądrowych, jąder o  $N=Z$ . Jest to moim zdaniem ważna praca w dorobku habilitanta.

Pewnym problemem w analizie osiągnięć habilitanta jest bardzo wąsko zakrojona tematyka jego badań, począwszy od doktoratu. Może to sprawiać wrażenie np. braku postępu badań w okresie następnych lat. W artykule DOI:10.1103/PhysRevLett.97.172501 będącym pewnym podsumowaniem pracy doktorskiej E. Grodnera przewija się część pojęć i lepszych lub gorszych wyników doświadczalnych wykorzystywanych w dalszej działalności habilitanta. W moim odczuciu wszystkie te elementy były jednak dalej udoskonalane, lepiej rozumiane i ostatecznie pomogły sformułować przedstawione osiągnięcie naukowe. W tym kontekście rozumiem, że przedstawione prace H[2-9] stanowią nową wartość uzyskaną po doktoracie.

W latach 2009-2012 dr E. Grodner był kierownikiem jednego grantu MNiSW. Natomiast uczestniczył w 10 innych.

W latach 2001-2016 był członkiem rady konsorcjum EAGLE.

W roku 2008 uzyskał nagrodę im. Z.Szymańskiego, oraz w 2016 Energy Globe Award dla Polski. Wydaje się, że ta druga nagroda świadczy o profesjonalnej działalności habilitanta związanej z rozwiązywaniem problemów środowiskowych, w tym ze źródłami odnawialnej energii.

Po doktoracie habilitant wygłosił 15 referatów konferencyjnych, przy czym 12 na zaproszenie organizatorów.

Osobnym osiągnięciem habilitanta jest jego działalność dydaktyczna, a także popularyzatorska. Jako osiągnięcie naukowe [H1] habilitant podaje pracę popularno-naukową. Doceniam to, gdyż nie jest łatwo przygotować artykuł przedstawiający dosyć subtelne i zawiłe zagadnienia zrozumiałym językiem, bez trywializowania problemu. Zgodnie z podanymi danymi (np. cytaty z ankiet studenckich) habilitant prowadził z dużym powodzeniem szereg, różnorodnych zajęć dydaktycznych na uniwersytecie – oczywiście to wynikało z charakteru jego zatrudnienia.

Dr E. Grodner prawie całą swoją główną działalność naukową poświęcił jednemu zagadnieniu – hipotezie istnienia chiralności jądrowej. Począwszy od opublikowania przez Frauendorfa i Menga owej hipotezy, habilitant próbował różnymi sposobami pokazać istnienie tego, jak ostatecznie widać niekoniecznie powszechnego zjawiska. Praca taka, z poza głównego nurtu badań, stwarza niestety wiele problemów powodujących wielokrotnie utrudnienia ze strony redakcji czasopism, jak i recenzentów. Prowadzi to do istotnych opóźnień w publikowaniu uzyskanych rezultatów. W przypadku badań eksperymentalnych, często też utrudnia dostęp do potrzebnej aparatury. Według mnie prace takie, choćby przynosiły negatywne wyniki, mają często większe znaczenie dla rozwoju naszej wiedzy, w tym wypadku o jądrze atomowym, niż kolejne standardowe obliczenia (nawet bardzo złożone) lub stan-

dardowe pomiary. W mojej ocenie, chociaż wyniki jego pracy nie są imponujące, stanowią przykład rzetelnych badań nad konkretnym zjawiskiem. Uważam, że habilitant w znacznej mierze osiągnął założony cel.

Reasumując uważam, że całokształt aktywności naukowej, organizacyjnej i dydaktycznej dra Ernesta Grodnera jest pozytywny i według mnie spełnia wymagania stawiane przez ustawę o stopniach i tytułach naukowych dotyczących procesu nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk fizycznych.

Stwierdzam, że powyższa analiza uprawnia mnie do poparcia wniosku o nadanie doktorowi Ernestowi Grodnerowi stopnia doktora habilitowanego

*Sordi*

