

Recenzja rozprawy doktorskiej Pana mgra Andrzeja Pyszniaka pt. Development and applications of tracking of pellet streams.

W zakresie wysokich energii oddziaływań hadronów, ze względu na małą wartość stałej sprzężenia można wykorzystywać rachunek zaburzeń jako metodę obliczeń Chromodynamiki Kwantowej (QCD). Niestety w obszarze niskich energii, ze względu na dużą wartość stałej sprzężenia podejście perturbacyjne nie może być stosowane. Dlatego badania własności hadronów i oddziaływania silnego w tym zakresie energii są szczególnie interesujące. Duże oczekiwania wiążemy z eksperymentem PANDA, który jest przygotowywany w centrum badawczym GSI w Darmstadt w Niemczech. Budowany jest tam akcelerator HESR (High Energy Storage Ring), który będzie dostarczał wiązkę antyprotonów w zakresie pędów od 1.5 do 15 GeV/c. Antyprotony będą się zderzały z protonami tarczy, a badanie produktów zderzenia pozwoli na badania spektroskopowe układów hadronów (stany mezonowe i barionowe), a także poszukiwanie układów z wypadkowym kolorem równym zero, czyli układów dozwolonych przez QCD, które nie zostały do tej pory odkryte. Przykładem takich układów są np. *glueballs*, czyli stany związane gluonów oraz *hybrids*, czyli stany składające się z kwarków i gluonów. Szeroki zakres pędów antyprotonów umożliwi poszukiwanie takich układów w obszarze energii słabo dotychczas zbadanym. Ważną częścią układu pomiarowego PANDA będzie kriogeniczna tarcza wodorowa. Pan mgr A.Pyszniak, w przedstawionej do recenzji rozprawie doktorskiej, zajął się tzw. tarczą pelletową, w której pellety zawierające ok. 10^{15} atomów i wytwarzane poza detektorem, są transportowane do miejsca oddziaływania z wiązką antyprotonów, a następnie zbierane. Zainteresowania autora rozprawy koncentrują się na wyznaczeniu parametrów pelletów (parametrów ich strumienia) oraz na ich śledzeniu. Część badań została wykonana w Uppsali z wykorzystaniem Uppsalskiej Stacji Pelletowej, a do testów systemu śledzenia pelletów użyto detektora WASA pracującego w FZ Juelich w Niemczech.

Warto w tym miejscu podkreślić wieloletnią współpracę grupy fizyków z Zakładu Fizyki Jądrowej Instytutu Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego z FZ Juelich. Wynikiem tej współpracy jest wiele ciekawych wyników opublikowanych w renomowanych czasopismach naukowych, a także spora liczba obronionych rozpraw doktorskich.

Rozprawa doktorska Pana mgra A.Pyszniaka składa się z dziesięciu rozdziałów, wliczając w to wstęp i cztery podsumowania (podsumowanie rozprawy i podsumowania po angielsku, szwedzku i polsku), oraz trzech dodatków i spisu literatury. Rozprawa jest bardzo obszerna (ponad 200 stron), a jej promotorami są profesorowie Zbigniew Rudy z Uniwersytetu Jagiellońskiego oraz Tord Johansson z Uniwersytetu w Uppsala.

We wstępie autor, po krótkim omówieniu oddziaływań silnych i eksperymentu PANDA, przedstawia uzasadnienie wyboru tematu rozprawy doktorskiej jakim jest „rozwój systemu pozwalającego na optyczne śledzenie zamrożonych wodorowych mikrokulek (pelletów)” (str. 173 rozprawy). Wkład pracy mgra A.Pyszniaka, szczegółowo wymieniony na str. 16, jest różnorodny. Obejmuje zarówno przygotowanie i analizę eksperymentów wykonanych w Uppsali i Juelich, a także udział w przygotowaniu programów do symulacji i rekonstrukcji torów cząstek dla detektora PANDA. Należy podkreślić, że doktorant był zaangażowany we wszystkie etapy eksperymentu z fizyki cząstek elementarnych, począwszy od symulacji komputerowych, poprzez rekonstrukcję torów cząstek, wykonanie pomiaru i analizę danych, przy czym dotyczyło to różnych eksperymentów (Uppsalska Stacja Pelletowa, WASA-at-COSY i PANDA). Kolejne rozdziały rozprawy zawierają opisy: badań nad warunkami oświetlenia pelletów, pomiaru parametrów strumienia pelletów, ich symulacji oraz możliwości rekonstrukcji śladów cząstek w detektorze PANDA z wykorzystaniem wcześniej zmierzonych parametrów strumienia pelletów oraz testy systemu śledzenia pelletów w warunkach działającego eksperymentu WASA-at-COSY. Doktorant wykonał także symulacje mające na celu identyfikację sytuacji, gdy w obszarze oddziaływania wiązka pelletowa – wiązka cząstek z akceleratora znajduje się 0, 1 lub więcej pelletów. Warto tutaj zwrócić uwagę na fakt, że prędkości cząstek z akceleratora są zbliżone do prędkości światła, natomiast prędkości pelletów, poruszających się prostopadle do wiązki cząstek z akceleratora, wynoszą ok. 70 m/s. Bardzo wysoko oceniam tak różnorodne dokonania mgra A.Pyszniaka. Za szczególnie cenne uważam testy systemu śledzenia pelletów wykonane z wykorzystaniem detektora WASA-at-COSY. Korzystając z liczby pelletów w obszarze oddziaływania oraz znając chwilową częstość przypadków rozpraszania elastycznego, udało się wyodrębnić zdarzenia generowane gdy w obszarze oddziaływania znajdują się pellety od zdarzeń tła pojawiających się wtedy, gdy takich pelletów brak. Za dwa najważniejsze wyniki rozprawy doktorskiej Pana mgra A.Pyszniaka uważam:

1. Pokazanie, że śledzenie pelletów pozwala na zmniejszenie tła, czyli liczby przypadków nie pochodzących od oddziaływań cząstek wiązki z cząstkami pelletu. Za szczególnie cenne uważam testy systemu śledzenia pelletów wykonane z wykorzystaniem detektora WASA-at-COSY. Korzystając z liczby pelletów w obszarze oddziaływania oraz znając chwilową częstość przypadków rozpraszania elastycznego udało się wyodrębnić zdarzenia zachodzące w obrębie pelletu od zdarzeń spoza jego objętości. Szkoda, że zbyt mała liczba zebranych/analizowanych przypadków nie pozwoliła na pełne pokazanie zalet metody opracowanej przez doktoranta (na str.152 rozprawy, w podsumowaniu rozdziału 6., autor pisze, że „*The results are only quantitative due to the small statistics*”). Chętnie zobaczyłbym wyniki analizy większej liczby przypadków. Tym niemniej, uważam, że ta metoda ma „*wielki potencjał*”, a jej wykorzystanie powinno poprawić jakość danych zebranych przez eksperyment PANDA na FAIR, Darmstadt.
2. Pokazanie, że system śledzenia pelletów może zostać wykorzystany do rekonstrukcji torów cząstek w detektorze PANDA. Podzielać zdanie autora rozprawy (str.101), że połączenie informacji z detektora wierzchołka i położenia pelletu powinno poprawić dokładność rekonstrukcji toru cząstki – będzie dodatkowy punkt trajektorii, przy czym najbardziej sprzyjającą jest sytuacja, gdy położenie pelletu, czyli punktu oddziaływania wiązka – tarcza, jest zgodne z przewidywanym przez detektor wierzchołka oddziaływania. Bardzo interesującym wynikiem jest możliwość rekonstrukcji wierzchołka pierwotnego jako położenia pelletu, w przypadku gdy położenie pelletu nie jest ekstrapolacją trajektorii cząstki w detektorze wierzchołka.

Trzeba jednak zaznaczyć, że tak efektywne użycie położenia pelletu do rekonstrukcji toru cząstki ma miejsce jedynie wtedy, gdy tylko jeden pellet znajduje się w obszarze wiązki.

Rozprawa doktorska mgra A.Pyszniaka jest napisana w języku angielskim w sposób prosty i zrozumiały, a jej czytanie sprawiło mi dużą przyjemność. Nie mam uwag do strony językowej pracy, ale jednocześnie nie czuję się w pełni kompetentny do oceny pracy pod tym względem. Chciałbym podkreślić bardzo wysoki poziom edytorski pracy wymagający dużego wkładu pracy i czasu. Duża liczba czytelnych rysunków oraz starannie przygotowanych tabel znakomicie uzupełnia tekst.

Podsumowując, uważam, że zawarte w rozprawie doktorskiej mgra A.Pyszniaka wyniki prac nad rozwojem systemu śledzenia pelletów są ciekawe i oryginalne. Jestem pewien, że zostaną wykorzystane przez międzynarodową współpracę fizyków PANDA zarówno przy budowie stanowiska tarczy jak i w rekonstrukcji torów cząstek. Autor wykazał, że w bardzo dobrym stopniu opanował wszystkie etapy przeprowadzania eksperymentu z fizyki cząstek elementarnych, począwszy od symulacji, poprzez procedury rekonstrukcji, aż po wykonanie pomiaru i analizę danych.

Po takim podsumowaniu wniosek może być tylko jeden: na podstawie przedłożonej do recenzji pracy doktorskiej Pana mgra A.Pyszniaka pt. „Development and applications of tracking of pellet streams” stwierdzam, że rozprawa spełnia warunki stawiane rozprawom doktorskim i wnioskuję o dopuszczenie doktoranta do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



Prof. Jan Kisiel