



UNIwersytet
Warszawski

Wydział Fizyki

Instytut Fizyki Doświadczalnej

Zakład Cząstek i Oddziaływań Fundamentalnych

prof. dr hab. Aleksander Filip Żarnecki

Warszawa, 10 lutego 2024

Rada Naukowa

Narodowego Centrum Badań Jądrowych

ul. Andrzeja Sołtana 7

05-400 Świerk

Recenzja

w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego
w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne

dr. Pawłowi Sznajderowi

Po zapoznaniu się z przedłożoną dokumentacją oraz dorobkiem naukowym dr. Pawła Sznajdera, biorąc pod uwagę wymagania wskazane w ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478) wyrażam niniejszym **pozytywną opinię** o jego wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego. Dr Sznajder spełnia w moim przekonaniu wszystkie ustawowe i zwyczajowe warunki do nadania tego stopnia.

Kandydat ukończył studia magisterskie na Wydziale Fizyki Politechniki Warszawskiej w roku 2009. Praca magisterska "Porównanie ekskluzywnej produkcji mezonów ρ^0 i ϕ w eksperymencie COMPASS" przygotowana została w ramach współpracy Politechniki z (obecnym) Narodowym Centrum Badań Jądrowych. Kandydat wyznaczył przekroje czynne na wirtualną fotoprodukcję mezonów ρ^0 i ϕ i szczegółowo przedyskutował uzyskane wyniki porównując je także z przewidywaniami modelu opartego na formalizmie uogólnionych rozkładów partonów (Generalized Parton Distributions, GPD).

Od listopada 2009 mgr inż. Paweł Sznajder podjął pracę w Narodowym Centrum Badań Jądrowych gdzie kontynuował pod opieką prof. dr hab. Andrzeja Sandacza analizę ekskluzywnej

produkcji mezonów wektorowych w danych współpracy COMPASS oraz możliwości ich wykorzystania w badaniach GPD. W lipcu 2015 roku, na podstawie rozprawy "Badanie azymutalnych asymetrii dla ekskluzywnej leptoprodukcji mezonów wektorowych na poprzecznie spolaryzowanych protonach i deuteronach", Rada Naukowa NCBJ nadała mu stopień naukowy doktora. Tym samym należy uznać, że spełniony jest warunek, o którym mowa w Art. 219 ust. 1 pkt 1 Ustawy.

W listopadzie 2015 dr Paweł Sznajder rozpoczął roczny staż podoktorski w Institut de Physique Nucléaire w Orsay, Francja. Włączył się w prace grupy rozwijającej pakiet PARTONS (PARTonic Tomography Of Nucleon Software), który został zaproponowany jako uniwersalne środowisko do analizy i modelowania danych w formalizmie DPG. Współpracę tę kontynuował także po powrocie do Warszawy stając się z upływem czasu jedną z głównych osób rozwijających ten pakiet i jego menedżerem. Doświadczenie w analizie danych z pomiaru procesów ekskluzywnych i ich modelowaniu pozwoliło mu w kolejnych latach włączyć się aktywnie w prace międzynarodowych zespołów badawczych przygotowujących eksperymenty przy przyszłych zderzaczach EIC (ang. Electron-Ion Collider) w USA i EicC (ang. Electron-ion collider in China) w Chinach. Uczestniczył w realizacji kilku międzynarodowych projektów badawczych, w szczególności we współpracy z Jefferson Lab i Brookhaven National Laboratory (BNL) w USA, oraz francuskim Narodowym Centrum Badań Naukowych (Centre national de la recherche scientifique, CNRS) i komitetem do spraw energii atomowej (Commissariat à l'Énergie Atomique, CEA). Wypełnia to w moim przekonaniu wymagania opisane w Art. 219 ust. 1 pkt 3 Ustawy.

Jako osiągnięcie stanowiące znaczący wkład w rozwój dyscypliny, stanowiące podstawę wystąpienia o nadanie stopnia doktora habilitowanego, kandydat przedstawił cykl 15 artykułów opublikowanych w renomowanych czasopismach międzynarodowych zebranych pod wspólnym tytułem "Badanie trójwymiarowej struktury hadronów w erze nowych eksperymentów". W moim odczuciu zaproponowany temat jest zbyt ogólny, wskazuje wyłącznie na obszar zainteresowań naukowych kandydata, a nie na jego konkretny wkład w rozwój dziedziny, konkretne osiągnięcia. Uważam też za zbędne włączenie do osiągnięcia prac [P7,P9,P10,P11], w których swój wkład sam kandydat określił jako "drugorzędny". Także w opisie swojego indywidualnego wkładu w poszczególne prace (i podobnie w oświadczeniach współautorów) kandydat powtarza bardzo ogólne formułki, które nie pozwalają na wskazanie konkretnych elementów będących jego przyczynkiem do pracy. W żadnej z przedstawionych prac kandydat nie jest pierwszym autorem, a tylko w czterech z nich [P2,P3,P6,P12] był autorem korespondującym.¹ Wskazuję na te niedoskonałości dlatego, że nie mając pełnej informacji o wkładzie autora opierać się muszę na moich subiektywnych odczuciach, wynikających w znacznej mierze z osobistych doświadczeń, co oznacza jednak, że moja ocena może być częściowo subiektywna.

¹W [P2,P3] nie jest wskazany jako corresponding author w opublikowanej wersji pracy, ale figuruje jako osoba wysyłająca pracę w arXiv.

Głównym osiągnięciem kandydata, stanowiącym w moim przekonaniu znaczący wkład w rozwój dyscypliny, jest rozwój metod analizy danych i modelowania uogólnionych rozkładów partonów. Składają się na to trzy wątki tematyczne: wkład w rozwój wspomnianego już powyżej środowiska PARTONS wykorzystanego w większości przedstawionych prac, rozwój metod modelowania DPG z wykorzystaniem sieci neuronowych oraz opracowanie nowego programu EpIC do generacji przypadków procesów ekskluzywnych.

Choć dziś możemy już twierdzić, że dobrze znamy jednowymiarowe funkcje struktury protonu i rozkłady gęstości partonów w protonie (parton distribution functions, PDFs), ich zrozumienie w oparciu o dedykowane, precyzyjne dane zajęło nam prawie 40 lat. Wymagało w szczególności przygotowania dedykowanych narzędzi, które umożliwią dopasowanie postulowanych parametryzacji rozkładów partonów do danych pomiarowych (głównie z pomiarów rozpraszania głębokonieelastycznego, ale nie tylko). W przypadku uogólnionych rozkładów partonów zadanie jest dużo trudniejsze. Po pierwsze dane, które można wykorzystać do ich parametryzacji są wciąż stosunkowo skromne. Po drugie, związek między wynikami pomiarów i rozkładami GPD jest dużo bardziej skomplikowany niż w przypadku "zwykłych" PDF. Dr Paweł Szleper zaproponował wykorzystanie sieci neuronowych (Artificial Neural Networks, ANNs) najpierw do parametryzacji czynników postaci (Compton form factors CFFs) w głęboko nieelastycznym rozpraszaniu Comptona (deeply virtual Compton scattering, DVCS) [P3], a następnie rozszerzył to podejście na parametryzację pełnych rozkładów GPD [P12]. Parametryzacja rozkładów z wykorzystaniem sieci neuronowych ma dwie istotne zalety: po pierwsze minimalizuje wpływ założeń modelowych, w szczególności nie musimy postuluować postaci funkcyjnej rozkładów, pod drugie umożliwia pełną propagację niepewności pomiarowych z wykorzystaniem tzw. replik. Choć tego typu podejście było już wcześniej stosowane z powodzeniem do opisu jednowymiarowych rozkładów partonów (w szczególności w ramach współpracy NNPDF), przeniesienie tego pomysłu na poziom uogólnionych rozkładów było z pewnością dużym wyzwaniem. Od początku przestudiowane musiały zostać kwestie związane z topologią sieci, wyborem bazy wielomianów do parametryzacji DPG, optymalizacją sieci przy wykorzystaniu algorytmu genetycznego czy też regularyzacją sieci, czyli zabezpieczeniem jej przed "przetrenowaniem". Pierwsze wyniki pokazane w pracach [P3,P6,P12] nie są imponujące, zwłaszcza z uwagi na duże niepewności dopasowania. Uważam też, że ocena niepewności dopasowania na podstawie generowanych replik wymaga każdorazowo rzetelnej weryfikacji - nie w każdym przypadku generowane repliki dają poprawną ocenę niepewności dopasowania. Zakładam, że prace nad tym podejściem będą kontynuowane. Jednak już teraz można stwierdzić, że zaproponowane podejście powinno umożliwić globalną analizę danych ekskluzywnych z przyszłych eksperymentów przy EIC, EicC i LHeC, i wyznaczenie uogólnionych rozkładów partonów. Jest to moim zdaniem najważniejsze z przedstawionych osiągnięć kandydata.

Także stworzenie nowego programu Monte Carlo EpIC do symulacji przypadków procesów ekskluzywnych zasługuje moim zdaniem na docenienie. Choć program na razie nie jest szeroko

używany (praca [P14] ma tylko cztery cytowania bez autocytowań) to sam fakt zbudowania takiego programu świadczy o szerokiej wiedzy, kompetencjach i doświadczeniu kandydata. Mam nadzieję, że program zostanie doceniony i będzie w przyszłości podstawą precyzyjnych pomiarów procesów eksklusywnych w EIC. Podsumowując tę część recenzji stwierdzam, że w moim przekonaniu rozwinięte przez kandydata metody analizy i modelowania uogólnionych rozkładów partonów przedstawione w pracach [P1,P2,P3,P6,P12,P14] stanowią znaczący wkład w rozwój dyscypliny, przedstawione osiągnięcie wypełnia zatem warunek, o którym mowa w Art. 219 ust. 1 pkt 2 Ustawy.

Biorąc pod uwagę przedstawioną powyżej ocenę osiągnięć naukowych kandydata, stwierdzam, że spełnia on wszystkie ustawowe i zwyczajowe warunki stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego. **Moja opinia jest pozytywna.** Uważam wniosek dr. Pawła Sznajdera o nadanie stopnia doktora habilitowanego za uzasadniony.

Z wyrazami szacunku