

**Ocena dorobku i osiągnięć naukowych dr. Jakuba Wagnera
jako podstaw do nadania stopnia doktora habilitowanego**

Dr Jakub Wagner ubiega się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego w zakresie nauk fizycznych. Podstawą do tego jest jego osiągnięcie naukowe pt. *Badanie ekskluzywnej produkcji cząstek w procesach z dużą skalą czasopodobną* oraz spełnienie innych wymagań Ustawodawcy.

Dorobek naukowy

Dorobek naukowy dr. Wagnera, wskazany jako podstawa habilitacji, stanowi spójny tematycznie zbiór publikacji z fizyki teoretycznej wysokich energii. Jest to siedem prac, publikowanych w latach 2009-2017: sześć w *Physical Review D*, a jedna w *Journal of High Energy Physics*, czyli w bardzo dobrych czasopismach. Dodatkowo, jedna praca jest przyjęta do druku w *Physics Letters B* (obecnie już opublikowana). Wszystkie one dotyczą procesów produkcji ekskluzywnej, tzn. z kompletną informacją o stanach końcowych w badanych reakcjach, co pozwala na klarowne rozróżnienia różnych obszarów kinematycznych, tzw. czaso- i przestrzennopodobnych, i przeprowadzenie w nich szczegółowych analiz teoretycznych.

Habilitant przedstawił obszerny autoreferat, stanowiący omówienie jego wyników i zarazem przewodnik po pracach. Ponieważ artykuły dr. Wagnera posiadają od dwóch do czterech współautorów, do każdego artykułu dodał on adnotację, na czym polegał jego wkład w dany artykuł oraz jak szacowany jest procentowo. Wkłady te wahają się między 40% a 70%, co należy traktować orientacyjnie. Do każdej pracy dołączone są ponadto krótkie oświadczenia współautorów, dokumentujące ich współautorstwo i wykonanie części pracy.

Dla kompletności obrazu, habilitant dodał także listę swoich prac naukowych, opublikowanych po doktoracie, które nie są podstawą habilitacji i znajdują się w bazie *Journal Citation Report* (jest ich 10) oraz nie znajdują się w tej bazie (jest ich 11). Te ostatnie są przeważnie sprawozdaniami z wystąpień konferencyjnych habilitanta. W sumie wystąpień konferencyjnych ma on więcej, bo 25, a ich lista jest również załączona do dokumentacji. Są to dobre, międzynarodowe konferencje tematyczne o wąsko sformułowanym zakresie tematycznym, związanym z chromodynamiką kwantową i pomiarami w bieżących i przyszłych eksperymentach z głęboko nieelastycznym rozpraszaniem leptonów na hadronach.

Przyjętymi zwyczajowo miarami wpływu, jaki miały omawiane prace na naukę, są indeksy cytowań i indeks Hirscha. Sumaryczna liczba cytowań przedstawionych prac wynosi 426 wg bazy *Web of Science* oraz 564 wg bardziej specjalistycznej bazy *InspireHEP*. Indeksy Hirscha – odpowiednio 8 i 10. Są to dobre wyniki, pokazujące że prace habilitanta należą do żywego i rozwijającego się nurtu dzisiejszej fizyki.

Dr Jakub Wagner jest też współautorem dwóch projektów eksperymentów, które będą wykonane w *Thomas Jefferson National Accelerator Facility (JLAB)* w Newport News w USA. Należy docenić ten fakt, ponieważ wskazuje on na uznanie kompetencji habilitanta przez międzynarodową społeczność eksperymentalną w tej dziedzinie oraz, ponownie, na istotne znaczenie jego prac dla planowanych pomiarów.

Sam przewodnik po dziele naukowym jest na pewno pomocny dla zrozumienia artykułów zwłaszcza że te ostatnie zawierają często wiele szczegółów technicznych, trudnych do prześledzenia bezpośrednio. Moje uwagi do przewodnika dotyczą raczej strony redakcyjnej i układu, np. tego, że czasem podane przykłady wyników nie wiążą się jasno z tekstem lub pominięta jest ich treść fizyczna. Tak jest np. z rys. 3, przedstawiającym przykładowe dystrybucje pędów i położenia poprzecznych kwarków u zależnych i niezależnych od spinu. Decydując się na pokazanie ich, autor mógłby zwrócić uwagę na interesującą własność fizyczną, jaką jest zwięźanie rozmiarów poprzecznych dla małych x rozkładów walencyjnych zależnych od spinu w stosunku do niespolaryzowanych. Mógłby też pokazać lub opisać zachowanie morza, zarówno kwarków lekkich jak ciężkich, w przypadku zależnym od spinu, ponieważ jest to ważne dla struktury hadronów.

Zawartość merytoryczna prac

Główną treść prac stanowią badania struktury analitycznej amplitud procesów w oddziaływaniach silnych, inicjowanych oddziaływaniami elektromagnetycznymi fotonów z nukleonami. Habilitant rozważał szczegółowo tzw. podwójne wirtualne rozpraszanie Comptona fotonu na nukleonie (*Double deeply virtual Compton scattering - DDVCS*) i obliczył jego amplitudy i przekroje czynne w następnym po wiodącym rzędzie rachunku zaburzeń (*next-to-leading order - NLO*) w stałej sprzężenia silnego. Szczególnie interesujące są przypadki graniczne, gdy kwadrat przekazu czteropędu w stanie początkowym jest zero (tzw. czasopodobne rozpraszanie Comptona, *timelike Compton Scattering - TCS*) oraz gdy w stanie końcowym jest zero (głęboko-wirtualne rozpraszanie Comptona, *deeply virtual Compton scattering - DVCS*).

Obliczenie poprawek NLO jest osiągnięciem oryginalnym i zostało przez habilitanta, wraz ze współpracownikami, zrobione po raz pierwszy.

Obliczenia te pozwoliły na znalezienie ogólnego związku między amplitudami procesów fizycznych z dużymi przekazami czteropędu w obszarach czaso- i przestrzennopodobnych, w NLO. W konsekwencji znaleziono odpowiednie związki między tzw. czynnikami struktury przejścia (*transition form factors* - TFF) dla tych obszarów. Analiza ta pokazała, jak duże są poprawki w rzędzie NLO do TFF i tzw. funkcji współczynnikowych.

Interesujące i ważne fizycznie są konsekwencje fenomenologiczne tych obliczeń, ponieważ decydują one o przyszłej działalności eksperymentalnej w tej tematyce. Dotyczy to w pierwszej kolejności eksperymentów wykonywanych w JLAB oraz przez współpracę COMPASS w Europejskim Centrum Badań Jądrowych CERN w Genewie. Rozróżnienia jakościowe między obszarami czaso- i przestrzennopodobnymi i wykonanie rachunków w NLO pozwolą zweryfikować doświadczalnie cały ten opis, a tym samym zrozumieć go od strony fizycznej. Najistotniejsze do tego okażą się procesy leptoprodukcji par naładowanych leptonów z dużą masą inwariantną (mionów w CERNie i elektronów w JLAB) na nukleonach. W pracach Jakuba Wagnera znajdują się konkretne przewidywania dla różnych wielkości mierzalnych doświadczalnie, zarówno w przypadku stanów początkowych niezależnych od spinów, czyli przy braku polaryzacji wiązki i tarczy, jak i spolaryzowanych. Zostały wyprowadzone takie wielkości, jak asymetrie spinowe stanów końcowych, mieszane asymetrie spinowo-ładunkowe oraz zależności tych asymetrii od zmiennych kątowych, takich jak kąty azymutalne płaszczyzny leptonowej. Ponadto, przy pewnych ogólnych założeniach modelowych, przewidziano zachowania uogólnionych rozkładów partonowych (GPD) w funkcji zmiennej Bjorkena x oraz zmiennej charakteryzującej ruch poprzeczny w stosunku do kierunku wiązki. To ostatnie ma znaczenie dla całościowego obrazu struktury nukleonu, co jest przedmiotem wysiłków fizyków od pięćdziesięciu lat, czyli od pierwszych studiów nad strukturą nukleonu pod koniec lat 60. XX wieku.

Wreszcie, dopełnieniem tego dzieła naukowego są przewidywania dla eksperymentów następnej generacji, planowanych na przyszłe dekady. Należą do nich eksperymenty [AFTER@LHC](#) w CERNie oraz kilka eksperymentów planowanych na zderzaczu *Relativistic Heavy Ion Collider* (RHIC) w *Brookhaven National Laboratory* w USA. Projektuje się badanie w nich oddziaływań rzeczywistych fotonów z hadronami w tzw. ultra-peryferycznych oddziaływaniach naładowanych hadronów, w których przekaz pędu hadronu padającego jest niewielki, lecz przekaz energii – bardzo duży. Jakub Wagner podał w swoich pracach szereg liczbowych przewidywań na przekroje czynne, asymetrie i własności funkcji struktury w dostępnych w przyszłości obszarach energii i zmiennych kinematycznych. Przewidywania te dotyczą kilku konfiguracji wiązek przeciwbieżnych, tj. oddziaływań proton-proton, proton-jądro i jądro-jądro, co jest szczególnie interesujące dla jąder cięższych (np. indu lub złota), a więc zawierających dużą liczbę nukleonów, z powodu bogatej struktury wewnętrznej i możliwych modyfikacji jądrowych struktury hadronów.

Ważne są także inne prace Jakuba Wagnera związane z tą tematyką, lecz nie zaliczone do zbioru stanowiącego osiągnięcie naukowe. Autor podaje pięć takich prac, z których przynajmniej jedna, *Eur. Phys. J. C* 78 (2018) 478, jest o tyle istotna, że opisuje oprogramowanie autorskie, służące m. in. do otrzymywania GPD hadronów przy użyciu rozwiniętego formalizmu i danych doświadczalnych, czyli zrobienia w praktyce tzw. tomografii hadronowej. Sądzę, że praca ta mogłaby również znaleźć się w zbiorze habilitacyjnym.

Inne osiągnięcia

Oprócz swojej podstawowej działalności naukowo-badawczej, dr Jakub Wagner jest znany jako bardzo dobry współpracownik i szef w grupach naukowych. Ma na swoim koncie kierowanie trzema projektami badawczymi NCN i MNiSW oraz wiele lat współpracy z bardzo dobrymi instytutami naukowymi, takimi jak *Ecole Polytechnique* w Paryżu, *Jefferson Lab* w Newport News i Uniwersytet w Bochum.

Dr Wagner jest także aktywnym nauczycielem młodszej kadry naukowej. W Narodowym Centrum Badań Jądrowych, czyli swojej macierzystej instytucji, od szeregu lat prowadzi wykłady i ćwiczenia z fizyki teoretycznej dla Studium Doktoranckiego NCBJ. Ma opinię wymagającego i dobrego wykładowcy.

Z punktu widzenia dalszego rozwoju tej dziedziny, zwłaszcza otrzymywania obrazu struktury wewnętrznej hadronów (tomografia hadronów), przewidywania przekrojów procesów ekskluzywnej produkcji wszystkich rodzajów cząstek w przyszłych eksperymentach i planowania tych ostatnich, bardzo ważne jest rozwijanie platformy oprogramowania PARTONS i jej używanie przez większe grupy naukowców. Dr Wagner zorganizował niedawno w Warszawie roboczą konferencję, poświęconą rozwojowi i używaniu platformy PARTONS, co jest właściwym krokiem w tę stronę.

Uwagi końcowe i konkluzja

Dorobek naukowy dr. Jakuba Wagnera spełnia:

1. Wymagania Ustawodawcy dla stopnia naukowego doktora habilitowanego, zawarte w ustawie *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668, 2024, 2245, z 2019 r. poz. 276, 447, 534, 577, 730, 823, 1655, 1818), Rozdz. 3, Art. 219, a więc:

- posiada stopień doktora,
- posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny,
- wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej instytucji naukowej, w tym zagranicznej.

oraz

2. Wymagania rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego *W sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora* (Dz. U. Z 2018, poz. 261), Rozdz. 2, Par. 12.

Wobec powyższego **rekomenduję dopuszczenie habilitanta do następnych etapów przewodu.**

