

Prof. dr hab. Jerzy Jurkiewicz  
Instytut Fizyki im. Mariana Smoluchowskiego  
Uniwersytet Jagielloński  
Kraków

Kraków. 26.01.2019 r.

Ocena dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego  
dr Tomasza Pawłowskiego  
w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego  
nauk fizycznych

Dr Tomasz Pawłowski w roku 2000 ukończył studia na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, uzyskując stopień magistra fizyki. Od czasu swojej pracy magisterskiej jego specjalizacją naukową była fizyka teoretyczna. Na tym samym Wydziale, w roku 2005, obronił pracę doktorską pod tytułem *Isolated horizons – a quasi local black hole theory*. W kolejnych latach odbył staże podoktorskie, w tym w latach 2005-2007 w Instytucie Fizyki Grawitacyjnej i Geometrii w Pennsylvania State University w Stanach Zjednoczonych, następnie w latach 2007-2010 w Instytucie Struktury Materii, CSIC w Hiszpanii, a w latach 2010-2012 na Wydziale Matematyki i Statystyki Uniwersytetu w Brunzswiku w Kanadzie. W roku 2012/2013 został zatrudniony jako adiunkt w Katedrze Metod Matematycznych Fizyki na Uniwersytecie Warszawskim. Lata 2013-2015 spędził w Chile, pracując jako adiunkt na Wydziale Nauk Fizycznych na Uniwersytecie Andreas Bello. Od roku 2016 jest zatrudniony na stanowisku adiunkta w Centrum Fizyki Teoretycznej Polskiej Akademii Nauk.

### Dorobek naukowy w ramach osiągnięcia naukowego

Dorobek naukowy dr Pawłowskiego jest imponujący. W przedstawionej dokumentacji podano 33 artykuły jego (współ)autorstwa. W bazie INSPIRE znalazłem jednak aż 41 publikacji (w tym 36 opublikowanych), a ich łączna liczba cytowań to ponad 3000. Sama ocena bibliometryczna wskazuje na wyjątkowe znaczenie prac dr Pawłowskiego, znacznie wykraczające ponad standardowe osiągnięcia osoby, ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego. W zestawie prac, dotyczących „osiągnięcia naukowego” p.t. *Dynamika wczesnego wszechświata w pętlowej kosmologii kwantowej* wymieniono 19 artykułów, chociaż w materiałach przedstawiono ich 20 (zresztą słusznie).

Do najczęściej cytowanych prac dr Pawłowskiego należy cykl 4 publikacji z lat 2006-2007 napisanych we współpracy z Abhayem Ashtekarem. Prace te dotyczą uproszczonej wersji Pętlowej Grawitacji Kwantowej, w której zakłada się, że przestrzenny wszechświat jest izotropowy i płaski, opisany geometrią FRW (przypadek z  $k = 0$  badany jest w pracach 1-3, przypadek zamkniętego wszechświata z  $k = 1$  w pracy 33). Rolę czasu pełni w tym modelu jednorodne bezmasowe pole skalarne. Uproszczenie geometrii prowadzi do znacznej redukcji kwantowych stopni swobody, upodabniając badaną teorię do stosunkowo prostej mechaniki kwantowej. Własności układu nie są bynajmniej oczywiste, a osiągnięciem autorów było ściśle wykazanie, że efekty kwantowe prowadzą do zastąpienia osobliwości Wielkiego Wybuchu, przewidywanego przez klasyczną Ogólną Teorię Względności, przez efekt Wielkiego Odbicia, pozwalający na opis rzeczywistości również przed odbiciem, kiedy wszechświat się kurczy, a także po odbiciu, kiedy się rozszerza. W pracach zdefiniowano przestrzeń Hilberta stanów fizycznych, obserwable Diraca i semiklasyczne granice opisywanej ewolucji. Prace spotkały się z bardzo szerokim oddźwiękiem w społeczności

akademickiej, stając się inspiracją dla licznych badań modelu Kosmologii Pętlowej, prowadzonych zarówno przez dr Pawłowskiego, jak przez inne grupy badawcze na świecie. Znacząca liczba cytowań omówionych wyżej prac (w sumie znacznie prawie 2000 w bazie INSPIRE) w pewnym stopniu związana jest z nazwiskiem Abhaya Ashtekara, tym niemniej udział dr Pawłowskiego w opracowaniu zarówno metod matematycznych jak numerycznych był bardzo istotny.

W kolejnych pracach dr Pawłowskiego i współpracowników rozważane były rozszerzenia modelu. Pierwszym z nich było uwzględnienie w modelu dodatniej stałej kosmologicznej, prace (9, 14). Wykazano istnienie krytycznej wartości stałej kosmologicznej  $\Lambda_c$ , w której następuje jakościowa zmiana widma stanów modelu. Pojawia się pseudoperiodyczne zachowanie modelu, uogólniające efekt Wielkiego Odbicia. Inne prace dotyczyły uwzględnienia w modelu pola materii w postaci nierotującego pyłu (praca 13) używanego jako zegara.

Propozycja uogólnienia zakładanego we wcześniejszych pracach modelu izotropowego na nie izotropowy, ale wciąż jednorodny model wszechświata typu Bianchi I z bezmasowym polem skalarnym spełniającym rolę czasu omawiana była w pracach (4, 14). Wersja bez zegara opartego na polu skalarnym, sposobu odzyskania dynamiki układu dla takiego sformułowania, konstrukcja rodzin obserwabli pozwoliła na potwierdzenie istnienia efektu Wielkiego Odbicia (praca 7). Fizyczne własności wszechświata opisywanego modelami kwantowej kosmologii pętlowej zostały zbadane w pracach (10,18). Istotną kwestią był problem koherencji układu i ewolucji semiklasycznego zachowania przy (kolejnych) odbiciach.

Kolejnym rozszerzeniem modelu jednorodnej przestrzeni było rozważenie modelu z niejednorodnościami realizowanymi w wersji czasoprzestrzeni Gowdy'ego (prace 6, 11). Propozycja konstrukcji dynamiki takiego układu w oparciu o nowatorski sposób kwantowania hybrydowego stanowi znaczny postęp w opisie takich teorii. Alternatywne podejście oparte na modelu midisuperspace i metodzie uśredniania po grupie przedstawione zostało w pracy 19.

Interesującą analizę związku inflacji z wprowadzeniem nieminimalnie sprzężonego pola skalarnego przedstawiono w (15). Istotny wkład prac dr Pawłowskiego dotyczy technicznych aspektów teorii, takich jak uśrednianie po grupie (praca 4, 19), a także związku uproszczonego modelu kosmologii kwantowej z pełną teorią Kwantowej Grawitacji Pętlowej. Istotne są wyniki dotyczące matematycznych podstaw teorii.

Zestaw prac zawarty w materiałach, dotyczących osiągnięcia naukowego stanowi zwarty tematycznie i konsekwentnie uporządkowany logicznie ciąg publikacji, wykazujący na bardzo istotny udział dr Pawłowskiego w badaniach prowadzących do kwantowego opisu efektów kosmologicznych. Nie ulega wątpliwości, że wkład dr Pawłowskiego w powstanie wspólnych prac był bardzo istotny. Miarą docenienia jego roli było umieszczenie go jako pierwszego autora w publikacji z Ashtekarem (praca 14). Dwie publikacje zawarte w zestawie są pracami jedno autorskimi, dotyczącymi ważnych aspektów teorii, takich jak semiklasyczna granica modelu lub efekt koherencji. Dr Pawłowski był jednym z głównych twórców metod numerycznych, niezbędnych w analizie badanych układów, rozwijanych następnie we współpracy z młodszymi naukowcami.

Należy podkreślić, że prace dr Pawłowskiego i współautorów stanowią bardzo istotny postęp w dziedzinie zrozumienia nieperturbacyjnych efektów kwantowych w modelach kosmologicznych, a w wielu przypadkach prace te były pionierskie. Szereg z nich zawiera

ściśle wyprowadzenie zachowania modelu postulowanego wcześniej w pracach innych autorów. Wyniki te stały się inspiracją dla wielu grup naukowych na świecie i pozwoliły na znaczący postęp w dziedzinie kwantowej kosmologii w oparciu o matematyczne metody zaproponowane i rozwinięte w przedstawionych we wniosku pracach.

### **Pozostały dorobek naukowy habilitanta**

Oprócz prac zawartych w „osiągnięciu” lista publikacji dr Pawłowskiego zawiera cykl prac dotyczących pełnej pętlowej teorii grawitacji, w szczególności problemu opisanego sektora dynamicznej teorii. Tematyka ta, obok problematyki przedstawionej w „osiągnięciu” wydaje się jednym z głównych nurtów zainteresowania naukowego w ostatnich latach.

Wcześniejsze prace, oparte na wynikach związanych z doktorantem dr Pawłowskiego Dotyczą klasycznej teorii czarnych dziur.

### **Dorobek dydaktyczny i organizacyjny**

Dr Tomasz Pawłowski odbył staże naukowe w znaczących zagranicznych i krajowych ośrodkach naukowych. Pobyt w ośrodkach zagranicznych związany był z prowadzeniem kursowych wykładów (Kanada, zwłaszcza Chile). W sposób nieformalny sprawował opiekę nad doktorantami zarówno w kraju (dr Kamiński) jak za granicą. Efektem tej opieki były wspólne publikacje, między innymi zawarte w materiałach dotyczących „osiągnięcia”. Dr Pawłowski był zaangażowany w organizację szeregu konferencji naukowych, był też aktywnym uczestnikiem długiej listy konferencji, warsztatów naukowych i szkół, gdzie wygłaszał zaproszone cykle wykładów.


W swojej dotychczasowej karierze dr Pawłowski był kierownikiem grantu NCN Sonata i grantu FON-DECYT w Chile. Był wykonawcą w grantach w USA i Hiszpanii.

Jest recenzentem w znaczących czasopismach naukowych o skali międzynarodowej. Jest członkiem międzynarodowych organizacji naukowych.

### **Podsumowanie**

Nie ulega najmniejszej wątpliwości, że osiągnięcie naukowe przedstawione we wniosku spełnia wszelkie wymagania dotyczące habilitacji. Dr Pawłowski jest dojrzałym i samodzielnym naukowcem dużego formatu. Wyniki przedstawione w prezentowanych materiałach znacznie przekraczają dorobek standardowo spełniany w postępowaniu habilitacyjnym. Bardzo wysoko oceniam nie tylko wyniki naukowe, lecz także osiągnięcia dydaktyczne i organizacyjne.

Z pełnym przekonaniem popieram wnioski dr Tomasza Pawłowskiego w postępowaniu o nadanie mu stopnia doktora habilitowanego nauk fizycznych.



Prof. Dr hab. Jerzy Jurkiewicz