

prof dr hab. Marek Rogatko
Katedra Fizyki Teoretycznej
Zakład Astrofizyki i Teorii Grawitacji
Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej
w Lublinie

Lublin, 18.11.19

Ocena dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego
dr. Adama Balcerzaka
w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego nauk
fizycznych

Dr Adam Balcerzak jest absolwentem Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, gdzie obronił pracę magisterską pt. "Struktury geometryczne w mechanice kwantowej", jego promotorem był prof. Dariusz Chruściński. Stopień doktora nauk fizycznych otrzymał także na Uniwersytecie Szczecińskim w 2009 roku, na podstawie rozprawy "Teorie grawitacji wyższego rzędu na membranie", której to promotorem był profesor Mariusz Dąbrowski. Od 2005 roku pracuje, najpierw jako asystent potem adiunkt, na Uniwersytecie Szczecińskim, w Grupie Kosmologicznej prof. Mariusza Dąbrowskiego.

Dorobek naukowy

Dorobek naukowy dr. Balcerzaka składa się z 17 prac. Zostały one opublikowane w czasopiśmie takich jak: Physical Review D, Astrophysical Journal, Physics Letters B, Eur.Phys. J. C, Journal of Cosmology and Astroparticle Physics, Annalen der Physik, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. Są to czasopisma o dobrej renomie i wysokim impact factorze.

Jako podstawę w postępowaniu habilitacyjnym dr Adam Balcerzak przedstawił cykl 7 monograficznych prac dotyczących teorii kosmologicznych z dynamicznymi stałymi fundamental-

nymi, zatytułowanych "Klasyczne i kwantowe kosmologie z dynamicznymi stałymi fundamentalnymi" Prace doktora Balcerzaka cytowane były około 167 razy, zaś ich indeks Hirscha wynosi 8.

W ramach badań nad teoriami z dynamicznymi stałymi fundamentalnymi Autor przedstawia teorię grawitacji ze zmienną prędkością światła. Została ona zaproponowana jako alternatywa teorii inflacji, pozwala na rozwiązanie problemu związanego z płaskością Wszechświata oraz problemu horyzontu. Drugi typ teorii to teorie z dynamiczną stałą grawitacji w ramach skalarnotensorowej grawitacji.

W pracy [SA1] Autor przedstawia test kosmicznego dryfu w modelu ze zmienną prędkością światła, daną za pomocą funkcji potęgowej czynnika skali. Model opisywany jest metryką Friedmanna. Znalaziono formułę, która pokazuje że prędkość światła maleje wraz z ekspansją Wszechświata, materia pyłowa staje się efektywnie materią o ujemnym ciśnieniu, natomiast materia odpowiadająca stałej kosmologicznej ma cechy materii fantomowej. Dla przypadku gdy prędkość światła rośnie wraz z ekspansją, ciśnienie materii efektywnie również rośnie.

W pracy [SA2] zbadano wpływ zmiennej prędkości światła na interpretację odległości jasnościowych dla supernowych typu Ia, w modelu zawierającym materię pyłową, stałą kosmologiczną oraz człon krzywiznowy. W celu odróżnienia pomiędzy dynamiczną ciemną energią a ciemną energią reprezentowaną poprzez stałą kosmologiczną, wprowadzono parametry ekspansji wyższego rzędu.

Praca [SA3] poświęcona jest badaniom wpływu zmiennej prędkości światła na kosmologię opisywaną niejednorodną, sferycznie symetryczną, konforemnie płaską metryką typu Stephaniiego. Przebadano trzy przedstawienia określające zmienność prędkości światła. Dopasowanie do znanych danych obserwacyjnych wykazały odstępstwa na poziomie około 10 procent, co pozwoli na faksyfikację hipotezy przy użyciu planowanej sieci radioteleskopów Square Kilometre Array.

W pracy [SA4] rozważano kwantowy odpowiednik teorii ze zmienną prędkością światła oraz zmienną stałą grawitacji, rozwijając równanie Wheelera-DeWitta w jednowymiarowej przestrzeni konfiguracyjnej. Otrzymane prawdopodobieństwo tunelowania ze stanu osobliwego do stanu opisywanego geometrią Friedmanna jest duże gdy prędkość światła rośnie wraz z ekspansją Wszechświata (w porównaniu do modeli zakładający maleńie prędkości światła wraz z ekspansją). Natomiast, gdy stała grawitacji maleje podczas ekspansji, prawdopodobieństwo rośnie.

Praca [SA5] poświęcona była scenariuszom kwantowej kosmogenezys dla przypadku gdy pręd-

kość światła oraz stała grawitacji reprezentowany były poprzez dynamiczne pola skalarne. Jednym z ciekawszych wniosków było pokazanie, że ewolucja kosmologiczna zawiera fazę kontrakcji następującej przed Wielkim Wybuchem, a także fazę ekspansji po Wielkim Wybuchu. Obydwie fazy rozdzielone są osobliwością krzywizny, gdy prędkość światła dąży do nieskończoności, zaś stała grawitacji do zera.

Badania dotyczące zmienności prędkości światła i stałej grawitacji w modelach cyklicznych zawierających silne osobliwości przedstawione zostały w pracy [SA6]. Rozważano multiwszechświat złożony z dwu wszechświatów, pokazano cykliczną ewolucję entropii dla powyższego układu, oraz scenariusze z osobliwą stałą grawitacji. Gdy w jednym ze Wszechświatów stała dąży do nieskończoności, w drugim stała zeruje się wraz z czynnikiem skali.

Praca [SA7] poświęcona jest badaniu multiwszechświata, którego przestrzeń stanów opisana jest iloczynem tensorowym jego poszczególnych części. Jego stan kwantowy jest stanem splątany. Powstała przestrzeń Hilberta stanów, jest rozpięta na bazie ortogonalnej wektorów reprezentujących obsadzenie wszechświatami o określonych własnościach. W rozważanym scenariuszu multiświat znajduje się przez cały czas w stanie czystym, zaś jego składowe w stanach mieszanych. Badając ewolucję entropii splątania multiwszechświata pokazano, że dla modelu sinusoidalnego jest ona maksymalna dla maksymalnego rozszerzenia. W modelu tangencjalnym dla chwili osiągnięcia nieskończonej wartości czynnika skali, entropia splątania znika. W przedstawionym modelu klasyczna ewolucja wszechświatów będących składowymi multiwszechświata ulega zmianom związanymi z siłą splątania.

W mojej ocenie przedstawione prace są ciekawymi usiłowaniami poszukiwań śladów doświadczalnych uogólnienia teorii grawitacji Einsteina i miejsca w tym opisie dla teorii ze zmiennymi stałymi fundamentalnymi. Moim zdaniem najciekawsze prace cyklu to praca dotycząca splątania wszechświatów oraz praca dotycząca wpływu zmiennej prędkości światła na interpretację odległości jasnościowych dla supernowych typu Ia.

W przedstawionym do oceny cyklu prac dr Balcerzak wykazał się znajomością nietrywialnych metod pozwalających na analizę badań zmian prędkości światła i stałej grawitacji w skalach astrofizycznych i kosmologicznych.

Doktor Adam Balcerzak brał udział w wielu konferencjach zarówno międzynarodowych jak i polskich, przedstawiając swoje osiągnięcia naukowe.

Jest laureatem Nagrody "Zachodniopomorski Nobel 2015" w dziedzinie nauk podstawowych

oraz uczestniczył jako wykonawca w dwóch grantach sponsorowanych przez Narodowe Centrum Nauki.

Habilitant jest recenzentem w czasopiśmie Physical Review D.

Dorobek naukowy doktora Adama Balcerzaka oceniam jako ciekawy i znaczący dla dziedziny badań stanowiących jego zainteresowania naukowe.

Dorobek dydaktyczny i organizacyjny

Doktor Balcerzak prowadził różnorodne zajęcia dydaktyczne dla studentów Wydziału Matematyczno-Fizycznego Uniwersytetu Szczecińskiego, począwszy od podstaw fizyki, biofizyki, pierwszej pracowni, a skończywszy na zaawansowanych wykładach z mechaniki kwantowej czy też z mechaniki ośrodków ciągłych.

W latach 2012-2017 był też promotorem pomocniczym (promotor główny prof. M. Dąbrowski) w doktoracie K. Maroska na Uniwersytecie Szczecińskim.

Doktor Adam Balcerzak prowadził w latach 2009-2012 szereg zajęć popularyzujących fizykę, w ramach projektu "Z fizyką, matematyką i przedsiębiorczością zdobywamy świat" oraz projektu COMBIDATA Poland.

Był także jednym z organizatorów konferencji Varcosmofun'16, Multiverse and Fundamental Cosmology-Multicosmofun'12, Grasscosmofun' 09 w Szczecinie oraz POTOR 6.

W moim przekonaniu dorobek naukowy, dydaktyczny i organizacyjny spełnia warunki określone przez ustawę oraz zwyczajowo stawiane wymagania przed kandydatami do stopnia naukowego doktora habitowanego nauk fizycznych.