

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

Lublin, 1.09.17

Recenzja pracy doktorskiej Hussaina Gohara pt.
“Termodynamiczne aspekty czarnych dziur i horyzontów kosmologicznych w teoriach ze zmiennymi stałymi fundamentalnymi”.

Rozprawa doktorska zawiera 93 stron druku, składa się ze wstępu i trzech rozdziałów oraz spisu literatury. Rozdział drugi dotyczy przeglądu teorii ze zmiennymi w czasie stałymi fundamentalnymi. Autor przedstawia motywację do badania tego typu teorii oraz dokonuje ich zwięzłego opisu poczynając od standardowej teorii Λ CDM, poprzez teorię Bransa-Dickiego i jej uogólnienie do teorii typu skalarno-tensorowego. Omówiona została także idea Bekensteina ze zmienną stałą fundamentalną α oraz teorie łamiące Lorentzowską niezmienniczość, w których potęga prędkości światła jest funkcją punktu czasoprzestrzeni. Doktorant rozpatruje także teorię typu Moffata i bimetryczną teorię grawitacji ze zmienną prędkością światła. Opisane zostały zależności energetyczne, które potencjalnie mogą wynikać przy założeniu zmiennych w czasie stałych fundamentalnych oraz ich reperkusje doświadczalne.

Rozdział podsumowują paragrafy podające doświadczalne ograniczenia na zmienne stałe fundamentalne. W drugim rozdziale Autor zawarł w miarę pełną, zwięzłą charakterystykę teorii ze zmiennymi fundamentalnymi w oparciu o najnowsze prace dotyczące tej dziedziny badań.

W rozdziale trzecim, dyskutowany jest kosmologiczny scenariusz przy zmiennych G i c , jako funkcje czasu. Wyprowadzono równanie ciągłości ze zmodyfikowaną temperaturą Hawking zakładając zależność czasową wyżej wspomnianych stałych fundamentalnych. Zwrócono uwagę,

że człon związany z entropią może pełnić rolę ciemnej energii w rozważanym modelu. Biorąc pod uwagę ciśnienie entropiczne i zmodyfikowane relacje ciągłości, równania opisujące przyspieszenie, otrzymano równania typu Friedmana dla rozważanego modelu. W rozdziale tym podjęto także próbę wyprowadzenia równań Einsteina za pomocą przepływu ciepła przez horyzont. Otrzymane rezultaty porównano z danymi doświadczalnymi (obserwacyjnymi) uzyskując ciekawe oszacowania na parametry występujące w teorii.

Rozdział czwarty stanowi studia nad zasadą maksymalnego napięcia (maximal tension principle). Z ciekawszymi rezultatami otrzymanymi przez Autora należy wymienić wniosek, iż wyżej wspomniana zasada może być ominięta jeżeli zastosujemy zmodyfikowaną definicję entropii typu Bekensteina. Na gruncie termodynamiki czarnych dziur Autor pokazał, że siła entropii przy założeniu niezależności czasowej G i c , prowadzi do wniosku pozwalającego na złamanie zasady. Mianowicie gdy siła entropii rośnie do nieskończoności, masa typu ADM dla czarnych dziur również wykazuje tę samą tendencję.

Stosując uogólnioną zasadę nieoznaczoności (znaną z literatury przedmiotu, referencje [231-236] według cytacji Autora), policzono skorygowaną siłę entropii. Na podstawie tego wyniku wyciągnięto wniosek, że uogólniona zasada nieoznaczoności także będzie zależała od tego czy stałe fundamentalne są funkcjami zależnymi od czasu. Wniosek jest ciekawy bo pozwala powiązać idee mechaniki kwantowej z teorią grawitacji, może stanowić o doświadczalnych sposobach weryfikacji hipotezy zależności stałych fundamentalnych od czasu.

Rozdziały trzeci i czwarty, oparte zostały na pracach doktoranta i jego promotora opublikowanych w czasopismach Entropy i Phys.Lett.B.

Uwagi krytyczne:

1. w równaniu (2.5) jest błędny znak,
2. we wzorze (2.79) brak jest sumowania w sensie umowy Einsteina,
3. we wzorach gdzie występuje pochodna funkcjonalna powinno być raczej działanie a nie to co znajduje się pod całką w definicji działania.

Podsumowując stwierdzam, że Husain Gohar wykazał się dobrą znajomością relatywistycznej kosmologii i uzyskał ciekawe wyniki dotyczące teorii typu Friedmana ze zmiennymi stałymi fundamentalnymi. Treści zawarte w rozprawie doktorskiej odnoszą się częściowo do oryginal-

nych rezultatów badań doktoranta uzyskanych pod kierunkiem i we współpracy z prof. Mariuszem Dąbrowskim (jego promotorem), które jak już wspomniano zostały opublikowane bądź są dostępne w postaci preprintów przyjętych do druku. Z tego względu moja pozytywna ocena pracy doktorskiej ma swoje potwierdzenie w opiniach specjalistów redakcyjnych przyjmujących prace do druku.

Mój końcowy wniosek jest oczywiście pozytywny i wnoszę o dopuszczenie Hussaina Gohara do dalszego postępowania w przewodzie doktorskim.

Marek Ryzak

