

СТАНОВИЩЕ

по дисертационен труд за придобиване на научната и образователна степен „доктор”

Автор на дисертацията: Калин Вилиянов Стайков,
Редовен докторант в катедра „Теоретична физика” към Физическия факултет на
Софийския университет „Св. Кл. Охридски”

Тема на дисертацията: „*Числено моделиране на структурата и свойствата на компактни обекти в астрофизиката*”

Научен ръководител: проф. дфн Стойчо Язаджиев (ФзФ-СУ)

Научен консултант: д-р Даниела Донева (ИЯИЯЕ-БАН и у-тет Тюбинген, Германия)

Рецензент: проф. дфн Светлана Пачева (ИЯИЯЕ-БАН)

1. Обща характеристика на дисертацията

Дисертацията е посветена на теоретичното - аналитично и чрез числени методи - изследване на силно гравитиращи обекти в обобщените гравитационни теории от $f(R)$ тип, където $f(R)$ е нелинейна (най-вече квадратична) функция на скаларната кривина на пространство-времето. $f(R)$ гравитационните теории се считат за систематични непротиворечиви обобщения на стандартната обща теория на относителността на Айнщайн (ОТО), в която просто $f(R)=R$. Интересът към $f(R)$ гравитацията се дължи главно на възможностите за адекватно описание на инфлационната епоха, структурообразуването и съвременното ускорено разширение в еволюцията на Вселената без да се въвеждат „мистериозните“ тъмна енергия и тъмна материя.

Известно е, че стандартната ОТО е тествана многократно и има много добро съвпадение с предсказанията ѝ при слаби гравитационни полета. От друга страна, с нарастване на броя на астрофизичните наблюдения при силни гравитационни полета в близост до компактни астрофизични обекти, каквито са например неутронните звезди, нараства необходимостта от изучаването на алтернативни на ОТО теории, които я възпроизвеждат в определени граници на своите параметри. Заедно с това е от първостепенно значение да се посочват нови гравитационни ефекти, които алтернативните гравитационни теории, в частност $f(R)$ гравитацията, могат да обяснят, като същевременно се достигне разбиране на евентуалните отклонения в резултатите за наблюдаемите величини от аналогичните резултати получени в стандартната ОТО.

Актуалността на изследваните в дисертацията научни проблеми не буди никакво съмнение.

2. Съдържание на дисертацията и лични научни приноси

Дисертацията се състои от 146 стр. и включва една уводна глава, четири обзорни глави (гл. 2-ра до гл. 5-та) с дефиниции на основните понятия и концепции, и излагане на теоретичните основи и изчислителните методи за постигане на оригиналните резултати, които се съдържат в 6-та, 7-ма и 8-ма глави. Цитираната литература съдържа 140 заглавия. Оригиначните резултати са изложени в съответствие с 4 (от общо 8) публикации на автора във водещи международни списания с висок импакт-фактор.

В уводно-обзорната част на дисертацията авторът убедително демонстрира, че много добре познава както състоянието на проблемите, така и компетентно се ориентира в постигнатите досега теоретични и наблюдателни резултати в световната литература.

Изложени са накратко основите на математическия формализъм в стандартната Айнщайнова ОТО и обобщаващата я $f(R)$ гравитация, по-конкретно за $f(R)=R+aR^2$ (модел на Старобински).

Описани са основните свойства на компактни астрофизически обекти (статични и въртящи се неутронни и кваркови звезди) вкл. уравненията на състояния и теорията на осцилациите им.

Подробно е разгледана теорията на числените методи, които се използват за решаването на конкретните задачи за получаване на числени решения на моделите на неутронни звезди в специалния случай на R^2 -теории на гравитацията.

Основните резултати в оригиналните 6-та, 7-ма и 8-ма глави могат да се формулират накратко по следния начин:

(а) Изследвани са непертурбативно - в контекста на $f(R)=R+aR^2$ -моделите на статични и бавновъртящи се неутронни и кваркови звезди - голям брой уравнения на състоянията. Показана е неприложимостта в дадените случаи на пертурбативните методи. Получено е качествено съгласие с Айнщайновата ОТО.

(б) Дисертантът е автор на предложени и използвани нови оригинални числени кодове.

(в) Изследвани са пертурбации на неутронни и кваркови звезди в $f(R)=R+aR^2$ -моделите за различни уравнения на състоянията, параметри на звездата и осцилационни честоти в контекста на гравитационно-вълновата астеросейсмология

(г) В контекста на проблема за квазипериодичните осцилации е изследвана специфичната динамика на частица движеща се по затворена кръгова орбита около статична или бавно въртяща се неутронна или кваркова звезда в рамките на $f(R)=R+aR^2$ гравитацията – орбитални и епициклични честоти, а също и радиуса на последната стабилна кръгова орбита.

Сравнени са получените резултати с тези от стандартната ОТО.

3. Публикации

Трудовете със съавторство на дисертанта, в които той несъмнено има съществен и обемист принос, значително надвишават средния брой изискуеми трудове за получаване на съответната научна степен. Авторът има 4 публикации във водещи международни списания с висок импакт-фактор като *Journal of Cosmology and*

Astroparticle Physics, Physical Review D, и European Physical Journal C. Освен това резултатите са докладвани на две авторитетни международни конференции (вкл. на 14-та *Marcel Grossman Meeting*) и на 3-тия национален конгрес по физически науки.

Трудовете със съавторство на дисертанта досега имат над 70 независими цитирания, вкл. от водещи в света експерти в дадената научна област, което също така значително надвишава средните изисквания за получаване на съответната научна степен.

4. Критични забележки

Забелязват се известен брой незначителни печатни грешки. Обаче от контекста на изложението читателят веднага може да възстанови правилния вид на съответната формула, а и тези печатни грешки ни най-малко не се отразяват на последващите изчисления и на правилността на научните резултати.

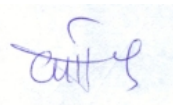
5. Значимост на научните резултати

Резултатите в дисертацията са главно принос към активните изследвания в международен мащаб на гравитацията в режим на силни полета, и принос към напредъка на гравитационно-вълновата астрономия и конструкцията на знаменития *Einstein Telescope*. В по-глобален контекст резултатите са принос към широкомащабните усилия на световната общност на учените в областта на съвременната физика на фундаменталните сили в Природата при (свръх)високи енергии и теоретичната астрофизика за разгадаване на „мистериите“ на тъмната енергия и тъмната материя в еволюцията на Вселената.

Лични впечатления. Познавам по-ранните работи на Калин Стайков като рецензент на дипломната му работа, защитена през 2014 г. Тогава той също се отличаваше с прецизност и задълбочено отношение както към чисто теоретичната, така и към числената част на изследваните проблеми. Тези негови качества правят силно впечатление и в настоящата дисертация.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на горните преценки, а именно безспорните научни качества на дисертацията, значителният брой публикации във водещи в света в съответната научна област списания и впечатляващия брой независими цитирания, напълно определено считам, че представената дисертация е на много високо научно ниво и без колебание препоръчвам на високоуважаемото научно жури към Физическия факултет на СУ „св. Кл.Охридски“ да присъди на Калин Вилиянов Стайков научната и образователна степен „доктор“.



18.11.2016 г.

проф. дфн Светлана Йорданова Пачева