

Алтайбаева Азиза Биболовнаның
6D060400 – Физика мамандығы бойынша философия докторы (PhD)
дәрежесін алуға ұсынылған диссертациясына «**Кейбір топологиялық
объектілердің геометродинамикасын зерттеу және крот інінің
голографиялық моделі**» диссертациялық жұмысының

АННОТАЦИЯСЫ

Диссертация тақырыбының өзектілігі. Қара құрдымдар геометротермодинамикасын зерттеудің қажеттілігі қара құрдымның шын мәнінде термодинамикалық жүйе екендігімен байланысты. Бірнеше он жылдар бұрын Хокинг С. және тағы да басқалар, сондай-ақ Я.Б. Зельдович алғаш рет қара құрдымның термодинамикалық қасиеттерін зерттеген. Олар қара құрдым энергияны сәулелену түрінде шығаратынын анықтаған. Мұндай сәулененулер қара құрдымның уақиғалар көкжиегінде шоғырланған. Сәулелену кезінде олардың энтропиясы төмендейді. Дегенмен қазіргі күнде қара құрдымның статикалық энтропиясының табиғаты мәселесі бұрынғысынша еліктіретін және таласты сұрақ болып қала береді. Сондай-ақ қара құрдымның термодинамикалық қасиеттерін зерттеу, әсіресе қара құрдымның жылу сыйымдылығы мәселесі өзекті мәселе болып табылады. Әдетте теріс жылу сыйымдылық орнықты болмаған жүйенің термодинамикасын, ал оң жылу сыйымдылық локальді тұрақты жүйені тұспалдайды. Жылу сыйымдылықтың дивергентті нүктелерінде әдеттегідей Дэвис нүктелеріне сәйкесінше екінші реттік фазалық ауысулар орын алады. Қара құрдымның қасиеттері мен фазалық ауысулары термодинамикалық жүйе ретінде геометриялық тұрғыдан зерттелуі мүмкін болады.

Соңғы жүзжылдықта дифференциалды геометрия теориялық физиканың маңызды элементі болып келеді. Риман геометриясын жалпы салыстырмалы теориясында қолданудың ерекше бір мысалы ретінде гравитациялық өріс теориясы саналады. Расында да гравитацияны Риман кеңістік-уақыт қисықтығын таныту деп түсінеміз, өйткені қисықтықтың өлшемі гравитациялық өзара әсерлесудің өлшеміне баламалы. Бұл ең алдымен Эйнштейн ұсынған «өріс-қисықтық» ғажайып принциптің салдары болып саналады. Өріс кернеулігі гравитациялық өзара әсерлесудің шамасы ретінде қарастырылғандықтан, жалпы салыстырмалы теориясының барлық идеялары «өзара әсерлесу-қисықтық» принципіне келтірілуі мүмкін. Калибрлі өрістер жағдайында да осы принцип жұмыс жасайды. Мысалы, Максвеллдың электромагниттік теориясы геометриялық тұрғыдан негізгі алуан түрлілігі Минковский кеңістік-уақыт саналушы, ал стандартты талшығы $U(1)$ калибрлі тобы саналатын негізгі талшық элементімен сипатталуы мүмкін. $U(1)$ калибрлі тобы электромагниттік өзара әсерлесудің ішкі симметриясын және $U(1)$ алгебрадағы шамаларды өз ішіне алатын локальді кесім саналушы көлденең талшықтырдың байланысын көрсетеді. Егер $U(1)$ калибрлі топ пен $U(2)$ байланысты $SU(2)$ немесе $SU(3)$ арқылы ауыстырсақ, онда сәйкесінше әлсіз

немесе күшті өзара әсерлесудің геометриялық сипаттамасын аламыз. Дегенмен риман қисықтығының калибрлі теориясы жағдайында база кеңістігі нөлге тең болып, бұл басты қабаттасудың калибрлі қисықтығы өзара әсерлесуге баламалы болады. Теориялық физиканың тағы бір маңызда бөлімі – термодинамика, онда осы бөлімді дифференциалды геометрия контексті көрінісіне келтіруге болады ма деген сұрақ туады. Осы бағыттағы бірінші әрекеттер Гиббс пен Каратеодоридің бастапқы жұмыстарында жасалынған, онда дифференциалды түр тілдерінде термодинамикаға енгізілген. Римандық геометрия бірінші рет локалді координаталарда Фишердің ақпараттық матрицаларымен сәйкес келуші метрикалық компоненталардың көмегімен статикалық физика мен Рао термодинамикасында келтірілген. Ол Гессен метрикасы топологиялық жүйелер мен қара құрдымдар термодинамикасының геометриясын қарқынды зерттеу үшін қолданылған, дегенмен мұнда бірқатар үйлесімсіздік пен қарама-қайшылықтар туындады. Бұл жұмбақ нәтижелер Гессен метрикасының Лежандр түрлендірулеріне инварианттылығынан келіп шығады, себебі классикалық термодинамика Лежандр түрлендірулерін сақтайды, демек термодинамикалық потенциалдың таңдалуына тәуелді емес.

Соңғы 30 жылда жалпы салыстырмалы теориясында қара құрдым теориясын зерттеу гравитация, термодинамика және кванттық теория арасындағы іргелі өзара қатынасты анықтаушы жақсы жорамалдарды ашты. Механика заңдылықтарының кейбір түрлері пайда болатын қара құрдым термодинамикасының өзара байланыс негізін ақиқатында қара құрдымды өз ішіне алатын жүйеге қолданылатын қарапайым термодинамика заңдары құрайды. Шынында да қара құрдымдардың термодинамикалық сипатының ашылуы, ең алдымен классикалық және жартылай классикалық талдаулардың алынады, себебі осы көзқарастар күшті гравитациялық өрістерде өтіп жатқан кванттық құбылыстар табиғатының қазіргі заманғы көптеген көзқарастарына бастама болады.

Аталған диссертация түрлі конфигурациялы қара құрдымдар, қара метриялар топологиясы геометродинамикасын, атап айтқанда қара сақина, оғаш кваркты материя мен крот іні, олардың жалпы салыстырмалы теориясындағы жалпылануына арналған.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты және ғылыми нәтижелері. Алуан түрлі конфигурациялы қара құрдымдардың, голографиялық крот інінің, сонымен қатар модификацияланған миметик гравитациясының геометротермодинамикасын зерттеу және оларды жалпыланған жалпы салыстырмалы теориясына қолдану.

Диссертациялық жұмыста алынған ғылыми нәтижелері

- Төрт өлшемді Райснер-Нордстрем мен бес өлшемді Керр қара құрдымдары, сондай-ақ екі мүмкін болған тәуелсіз моментті мәндерге сәйкес келуші Майер-Перри бес өлшемді қара құрдымының геометротермодинамикасы зерттелді.

- Тривиалды емес сақина топологиясына өзгертілген төрт өлшемді қара құрдымдар топологиясы зерттелген.

- Фотондық газдардың әрекеті зерттеліп, қарастырылған және

қарастырылып отырған кеңістіктің жазық екендігі дәлелденген.

- Оғаш кварк материяларының негізгі термодинамикалық қасиеттері зерттелген және нәтижелері нольдік температурада да және соңғы температурада да нақты болатыны дәлелденген.

- Үш голографиялық күңгірт энергияның: голографиялық күңгірт энергияның (HDE), голографиялық Риччи күңгірт энергиясының (HRDE), модификацияланған голографиялық Риччи күңгірт энергиясының (MHRDE) Моррис-Торн крот ініндегі аккрециялары зерттелген және осы жағдайларда массаның артуы анықталған.

- Хорава-Лифшиц гравитациясының шешімдері үшін үш түрліше классы алынған, сонымен қатар осы класстардың сингулярлығын зерттеудегі нақты шешімдері алынған.

- Модификацияланған миметик гравитациясы үшін екі тәуелсіз қозғалыс теңдеуі анықталған және космология үшін миметик гравитация түрінің кейбір дербес шешімдері зерттелген. Скаляр өрістің біртекті болмаған формасы үшін космологиялық шешім ұсынылды.

Зерттеудің объектісі. Ғаламның түрлі материялардан тұратын оның қара құрдымдылар, қара сақиналар мен крот іні сияқты локалденген объектілері.

Зерттеу пәні. Алуан түрлі конфигурациялы қара құрдымы мен крот інінің фазалық ауысуларын іздену.

Зерттеудің ғылыми жаңалылығы

- Алуан түрлі конфигурациялы Райснер-Нордстрем мен Керр қара құрдымдары, сондай-ақ екі мүмкін болған тәуелсіз моментті мәндерге сәйкес келуші Майер-Перри бес өлшемді қара құрдымының екінші реттік фазалық ауысулары алынды.

- Тривиалды емес сақина топологиясына өзгертілген төрт өлшемді қара құрдымдар топологиясы зерттелген.

- Фотондық газдардың әрекеті зерттеліп, қарастырылған.

- Кварк материяларының негізгі термодинамикалық қасиеттері зерттелген және нәтижелері нольдік температурада да және соңғы температурада да нақты болатыны дәлелденген.

- Үш голографиялық күңгірт энергияның: голографиялық күңгірт энергияның (HDE), голографиялық Риччи күңгірт энергиясының (HRDE), модификацияланған голографиялық Риччи күңгірт энергиясының (MHRDE) Моррис-Торн крот ініндегі аккрециялары зерттелген.

- Хорава-Лифшиц гравитациясының шешімдері үшін үш түрліше классы алынған.

- Модификацияланған миметик гравитациясы үшін екі тәуелсіз қозғалыс теңдеуі анықталған және космология үшін миметик гравитация түрінің кейбір дербес шешімдері зерттелген.

Диссертациялық жұмыстың нәтижелері оқу үрдісінде «Физика» мамандығы бойынша білім алып жатқан магистранттар мен докторанттарға элективті пәндерді оқуда пайдалануға болады.

Зерттеудің міндеттері: Диссертациялық жұмыстың негізгі мәселелері

төмендегілерден тұрады:

- қара құрдым, крот іні мен оғаш кваркты материя сияқты топологиялық объектілердің кеңістік-уақыттық геометриясын алу;

- Ғаламдағы дәрежелі түрімен сипатталатын масштабты факторының крот ініндегі үш голографиялық күңгірт энергияның: голографиялық күңгірт энергияның, голографиялық Риччи күңгірт энергиясының, модификацияланған голографиялық Риччи күңгірт энергиясының массалар аккрецияларын алу;

- миметик гравитация үшін қозғалыс теңдеуі алу.

Қорғауға шығарылған нәтижелері.

1. Көп өлшемді кеңістіктік-уақыттық өлшемдеріндегі қара құрдымдардың екінші реттік фазалық ауысулары анықталған.

2. Күңгір нысандардың: үлкен және кіші қара сақиналар мен фотон газының геометротермодинамикасы зерттелген. Қара құрдымнан қара сақиналарға өтуші фазалық ауысуларды геометриялық әдіспен қалпына келтіру мүмкіндігі көрсетілген. Фотон газы қара нысандардың дербес жағдайы ретінде қарастырылған.

3. Еркін және ішкі энергияның аналитикалық өрнегін қолана отырып, ғажап кварк материяларының геометротермодинамикасы қарастырылған.

Используя аналитические выражения свободной и внутренней энергий рассмотрена странных кварковых материй.

4. Голографиялық күңгірт энергия, голографиялық Риччи күңгірт энергиясы, модификацияланған голографиялық Риччи күңгірт энергиясын ескере отырып Хаббл параметрі қайта құрылған және осыларда күңгірт энергияның аккрециялары пайда болғандағы крот інінің массасы алынған.

Алынған нәтижелердің тәжірибелік маңыздылығы.

Диссертациялық жұмыс теориялық сипатқа ие болғандықтан оның нәтижелері қара құрдым мен крот інін одан әрі зерттеуге және Әлемнің үдемелі ұлғаюы жайындағы эффектісін тұжырымдайтын замауни бақылау мәліметтерін кеңінен түсіндіру үшін қолданылады. Диссертацияда алынған шешімдер заманауи космологияның одан әрі қарай зерттеулерінде пайдалануы мүмкін.

Осыған орай диссертациялық жұмыс нәтижелері «Физика» мамандығында білім алып жатқан магистранттар мен докторанттар үшін элективті курстар оқу үшін пайдалануға болады.

Ізденушінің қосқан жеке үлесі. Зерттеуді орындау барысында диссертант ғылыми кеңесшілерінің жетекшілігімен жұмыстың барлық деңгейлерінде тікелей қатынасып отырды, сондай-ақ барлық есептеулерін жасады, табылған шешімдердің график кескіндерін жасады, мақаланы жариялауда жеке дайындады.

Диссертация нәтижелерінің апробациядан өтуі. Диссертациялық зерттеудің негізгі мазмұны келесі конференцияларда баяндалып талқыланды:

- 1-st Eurasian International Conference Astrophysics, Gravity and Cosmology, Astana - 2012;

- Ломоносов – 2013. Международная научная конференция студентов, магистрантов и молодых ученых. – Астана. – 2013;

- Ғылым және білім – 2013. Студенттер мен жас ғалымдардың VIII Халықаралық ғылыми конференциясы, Астана-2013;

- Заманауи физиканың өзекті проблемалары. ҚР ҰҒА академигі академигі М. М. Әбділдиннің 75-жылдығына арналған Халықаралық ғылыми конференция, Алматы – 2013;

- Физика мен жаңа технологиялардың заманауи мәселелері. ҚР ҰҒА-ның академигі Н. Ж. Тәжібаевтың 70-жылдығына арналған халықаралық конференция, Алматы – 2014;

- 2-nd Eurasian International Conference Astrophysics, Gravity and Cosmology, Astana - 2014;

- XIII International Conference on Mathematical Physics and Application. Istanbul. – 2015;

- Ғылым және білім – 2015. Студенттер мен жас ғалымдардың X Халықаралық ғылыми конференциясы, Астана – 2015.

Зерттеудің нәтижелері Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті жалпы және теориялық кафедрасы мен Еуразия халықаралық теориялық физика орталығы семинарларында, сондай-ақ Фресно қаласындағы Калифорния мемлекеттік университетінің физика департаментінде талқыланды.

Жарияланымдар. Диссертациялық жұмыстың нәтижесі бойынша 17 жұмыс жарияланған болып, олардың ішінде: Thomson Reuters базасына енетін жоғары импакт-факторлы журналдарда 5 мақала; ҚР БЖҒМ білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған Қазақстан Республикасының мерзімдік баспаларында 5 мақала; 1 монография; 1 мақала шет елдік конференцияда (ТМД мемлекеттері емес) 3 мақала мен 2 тезис халықаралық ТМД мемлекеттері конференцияларында жарық көрген.

Журналдар импакт-факторы. Атап айтқанда докторант шет елдік жоғары импакт-факторлы журналдарда 5 мақала жариялаған.

Н-индекс және жұмыстардың сілтемелігі. Докторант Google Scholar және Thomson Reuters мәліметтер базасына сәйкес төмендегі кестеде келтірілгендей ғылыми метрикалық көрсеткіштерге ие.

Кесте – Ғылыми метрикалық көрсеткіштері

Мәліметтер базасы	Н-индекс	Сілтемелігі
Google Scholar	4	53
Thomson Reuters	2	25

Диссертацияның құрылымы және көлемі. Диссертациялық жұмыс кіріспеден, 3 бөлімнен, қорытынды және 169 тізімнен тұратын қолданылған дерек көздерінен тұрады. Жұмыс 127 бетті компьютерлік текстінен құралған болып, өз ішіне 29 сурет пен 2 кестені алады.