

«8D05306 – Физика» мамандығы бойынша «философия докторы» (Ph.D.)
дәрежесін алу үшін диссертациялық жұмысқа

АҢДАТПА

МАЛЫБАЕВ АЛГИС НҮРҒИСАҰЛЫ

ДИОН ТЕКТЕС ДИЛАТОНДЫҚ ҚАРА ҚҰРДЫМДАРДЫҢ ӘР ТҮРЛІ АСПЕКТІЛЕРІ

Диссертациялық жұмыс дион тектес дилатондық қара құрдымдардың әр түрлі аспектілерін зерттеуге арналған.

Тақырыптың өзектілігі.

Бұл жұмыстың өзектілігі гравитациялық толқындардың жақында ашылуымен байланысты. Гравитациялық толқындардың ашылуы 1970 жылы Вишвешвара болжаған квазинормалды модаларды (КНМ) зерттеуге халықаралық ғылыми қауымдастықтың көптен бергі қызығушылығын күшейтті. Бақыланған гравитациялық толқындар екі қара құрдымның қосылуының соңғы кезеңінде шығарылды. Бұл толқындардың жиіліктері өшетін тербелістердің суперпозицияларымен анықталды, яғни КНМ. Осы және кейінгі бақылауларды мұқият талдау өте маңызды, өйткені бұл бақылаулар күшті өріс режиміндегі гравитацияның қасиеттерін тікелей анықтауға және оның табиғатын түсінуге мүмкіндік береді.

Қазіргі уақытта сфералық симметриялы шешімдерге, соның ішінде скаляр өрістері бар гравитациялық модельдерде және антисимметриялық формаларда пайда болатын (соның ішінде суперішектік үлгілерде) және Ли алгебралары мен Тода тізбектерімен байланысты болатын қара құрдымдардың шешімдеріне қызығушылық бар.

Бұл ретте скалярлық (соның ішінде дилатондық) өрістері бар және дилатондық байланысы экспоненциалды типте болатын 2-формды өрістері бар гравитациялық модельдегі 4-өлшемді шешімдердің арнайы ішкі классы әлі толық зерттелмеген. Сонымен қатар, КНМ тұрғысынан зерттеулер толық жүргізілмеген.

Жұмыс мақсаты.

Гравитациялық масса, скалярлық зарядтар, Хокинг температурасы, энтропия, параметрленген пост-ньютондық параметрлер сияқты сипаттамаларды анықтауға мүмкіндік беретін екі скалярлық өрісі және 2-формды екі өрісі бар 4 өлшемді гравитация теориясында пайда болатын

дилатон-диондық қара құрдымның дәл шешімін алу және егжей-тегжейлі зерттеу. Қарастырылған физикалық шамалар негізінде термодинамиканың бірінші заңы мен Смarr қатынасын тексеру, сонымен қатар эйконалды жуықтауда (ЭЖ) массасы жоқ сынақ скалярлық өріс үшін КНМ-ң спектрін алу және зерттеу.

Зерттеу нысаны.

Дилатон-диондық қара құрдым.

Зерттеу пәні.

Дилатон-диондық қара құрдымның келесі физикалық сипаттамалары: гравитациялық масса, электр және магниттік зарядтар, скалярлық зарядтар, Хокинг температурасы, Бекенштейн-Хокинг энтропиясы, параметрленген пост-Ньютондық параметрлер, КНМ.

Зерттеу әдістері.

Қойылған мақсаттарға жету үшін қажетті есептерді шешу кезінде сандық және аналитикалық есептеу және сызықты емес дифференциалдық теңдеулерді шешу әдістері, дифференциалдық геометрия әдістері, вариациялық есептеу әдістері қолданылды.

Осы мақсатқа жету үшін төмендегі міндеттерді шешу қажет болды:

1. Қарастырылған модель үшін қозғалыс теңдеулерін пайдаланып, дәл сфералық симметриялы дилатон-диондық қара құрдымды сипаттайтын шешімді табу.

2. Дәл дилатон-диондық қара құрдым шешіміне негізделе отырып, гравитациялық масса, скалярлық зарядтар, Хокинг температурасы, қара құрдымның энтропиясы, параметрленген пост-Ньютондық параметрлер сияқты физикалық сипаттамаларды есептеу.

3. Алынған физикалық сипаттамаларға сүйене отырып, термодинамиканың бірінші заңын және Смarr қатынасын тексеру.

4. Масса жоқ сынақ скалярлық өріс үшін КНМ-ң спектрін эйконалды жуықтауда есептеу.

5. Хокинг температурасы мен КНМ-ң циклдік жиіліктерінің жорамал бөлігін байланыстыратын Ход теңсіздігін тексеру.

Жұмыстың жаңалығы.

Диссертациялық жұмыстың жаңалығы мен өзіндік ерекшелігі онда алғаш рет:

1. Гравитацияның 4 өлшемді моделінде екі скалярлық (дилатондық) өрісі және 2-формды екі өрісі бар экспоненциалды дилатондық байланысы бар дәл дилатон-диондық экстремалды емес қара құрдым шешімінің болу мүмкіндігі зерттелді.

2. Экстремалды емес дилатон-диондық қара құрдымның келесі физикалық параметрлері: гравитациялық массасы M , скалярлық зарядтардың дублеті \vec{Q}_φ және Q_1, Q_2 электр және магниттік зарядтары есептелді.

3. Хокинг температурасы мен Бекенштейн-Хокинг энтропиясы екі скалярлық (дилатон) өрісі және экспоненциалды дилатондық байланысы бар 2-формды екі өрісі бар 4 өлшемді гравитация моделі үшін анықталды. Термодинамиканың бірінші заңы мен Смarr қатынасы тексерілді.

4. Электрлік бейтарап, сынақ скалярлық өріс үшін квазинормалдық модалардың спектрі эйконалды жуықтауда ($l \gg 1, l \gg n$, мұндағы l - орбиталық кванттық сан және n - обертондар саны) табылған қара құрдым метрикасы негізінде алынды.

5. Хокинг температурасы мен квазинормалдық модалардың циклдік жиіліктерінің жорамал бөлігін байланыстыратын Ход теңсіздігі эйконалды жуықтауда ($l \gg 1$) және $n = 0$ обертондар санының ең кіші мәнінде зерттелді.

Қорғауға арналған негізгі тұжырымдар:

1. Екі скалярлық (дилатондық) өрісі және экспоненциалды дилатондық байланысы бар 2-формды екі өрісі бар 4 өлшемді гравитация моделінде, екі өлшемді дилатондық байланыс векторлары $\vec{\lambda}_1$ және $\vec{\lambda}_2$ арқылы сипатталатын және $\vec{\lambda}_1(\vec{\lambda}_1 + \vec{\lambda}_2) > 0, \vec{\lambda}_2(\vec{\lambda}_1 + \vec{\lambda}_2) > 0$ теңсіздіктерді қанағаттандыратын $\vec{\lambda}_1, \vec{\lambda}_2$ мәндері үшін дәл дилатон-диондық экстремалды емес қара құрдымның шешімі бар.

2. Гравитациялық массасы M , скалярлық зарядтардың дублеті \vec{Q}_φ және Q_1, Q_2 электр және магниттік зарядтары сияқты экстремалды емес дилатон-диондық қара құрдымның физикалық параметрлері $\vec{Q}_\varphi^2 = Q_1^2 + Q_2^2 + 2\mu^2$ қатынасы арқылы байланысады, мұндағы $\mu > 0$ - экстремалды параметр, G - гравитациялық тұрақты.

3. Хокинг температурасы мен Бекенштейн-Хокинг энтропиясының көбейтіндісі дилатондық байланыс векторларына $\vec{\lambda}_s$ және зарядтарға Q_s тікелей тәуелді емес.

4. Табылған қара құрдым метрикасы негізінде сынақ скалярлық, электрлік бейтарап өріс үшін квазинормалдық модалардың спектрі эйконалды жуықтауда ($l \gg 1, l \gg n$, мұндағы l - орбиталық кванттық сан және n - обертондар саны) a ($0 < a \leq 2$) параметріне тәуелді, $a = +0$ шектік жағдайында Шварцшильд қара құрдымына өтетін Б.Машхун нәтижесіне сәйкес келеді, ал $a = 2$ жағдайы Рейснер-Нордстремнің зарядталған қара құрдымына өтетін Н.Андерсонның нәтижесіне сәйкес келеді.

5. Хокинг температурасы мен квазинормалдық модалардың циклдік жиіліктерінің жорамал бөліктерін байланыстыратын Ход теңсіздігі эйконалды жуықтауда ($l \gg 1$) және $n = 0$ обертоңдар санының ең кіші мәні үшін яғни: а) $0 < a \leq 1$ аралығында (қорытқы) зарядтың $Q > 0$ барлық мәндер үшін, б) $1 < a \leq 2$ аралығында зарядтың жеткілікті аз мәндері үшін $Q: Q/M < q_{crit}(a)$ орындалады.

Зерттеудің теориялық және практикалық маңыздылығы.

4-өлшемді гравитация моделінде скалярлық өрістері және 2-формды өрістері бар дәл шешімдерді, сондай-ақ осы шешім негізінде сынақ өріс үшін КНМ-ң спектрлерін алу және талдау - күшті өріс режиміндегі гравитацияның табиғатын түсіну үшін маңызды мәселелер болып табылады.

Нәтижелердің сенімділігі мен негізділігі.

Алынған нәтижелер сенімді, өйткені олар белгілі зерттеу әдістеріне негізделген, көптеген танымал авторлардың жұмыстарымен салыстырылған. Сонымен қатар, аналитикалық есептеулердің нәтижелері дербес және шекті жағдайлар үшін бұрыннан белгілі шешімдермен сәйкес келеді. Жұмыстың негізгі нәтижелері импакт-факторы жоғары журналда жарияланып, жақын және алыс шетелдерде өткен халықаралық ғылыми конференцияларда баяндалған.

Автордың жеке үлесі диссертациялық жұмыстың бүкіл көлемін, есептерді шешу әдісін таңдауды және сандық есептеулерді автор өз бетінше орындады. Міндеттерді қою және нәтижелерін талқылау жетекшілермен бірлесіп жүргізілді.

Жарияланымдар.

Диссертациялық жұмыстың материалдары негізінде 8 баспа жұмысы жарияланды: Web of Knowledge (Thomson Reuters, АҚШ) және Scopus (Elsevier, Нидерланды) халықаралық ақпараттық ресурсына енгізілген журналдарда 2 мақала; 1 жұмыс Scopus (Elsevier, Нидерланды) ресурсына енгізілген Халықаралық ғылыми конференцияның еңбектер жинағында; 5 жұмыс Халықаралық ғылыми конференциялар жинақтарында.

Диссертациялық жұмысты апробациялау.

Диссертациялық жұмыста алынған нәтижелер төменде келтірілген конференцияларда баяндалып, талқыланды:

- әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-дың теориялық және ядролық физика кафедрасының ғылыми семинарларында;
- «Фараби әлемі» студенттер мен жас ғалымдардың халықаралық ғылыми конференциясында, Алматы, 6-9 сәуір 2020 ж.;

- «Фараби әлемі» студенттер мен жас ғалымдардың халықаралық ғылыми конференциясында, Алматы, 6-8 сәуір 2021 ж.;
- «Фараби әлемі» студенттер мен жас ғалымдардың халықаралық ғылыми конференциясында, Алматы, 6-8 сәуір 2022 ж.;
- Бөлшектердің физикасы және астрофизика бойынша 5-ші халықаралық онлайн-конференциясында, Мәскеу, 5–9 қазан 2020 ж.;
- Релятивистік астрофизика және гравитация бойынша халықаралық онлайн-конференциясында, Ташкент, 12-14 мамыр 2021 ж.;
- «Sixteenth Marcel Grossmann Meeting» халықаралық ғылыми онлайн-конференциясында, Италия, Рим, 2021 ж.

Диссертацияның көлемі мен құрылымы.

Диссертациялық жұмыс кіріспеден, 4 бөлімнен, 2 қосымшадан және 87 атаудан құралған әдебиеттер тізімінен тұрады, 108 бет мәтінді, оның ішінде 10 сурет пен 2 кестені қамтиды.