

ՀՀ ԳԱԱ Վ. Համբարձումյանի անվան
Բյուրականի աստղադիտարանի տնօրեն


Ա.Ա. Միքայելյան
«18» ապրիլի 2022 թ.

ԱՌԱՋԱՏԱՐ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՈՒԹՅԱՆ ԿԱՐԾԻՔ

Տիգրան Պետրոսյանի «Որոշ քվանտային երևույթներ կոսմոլոգիական մոդելներում» ատենախոսության վերաբերյալ, ներկայացված Ա.04.02 - «Տեսական ֆիզիկա» մասնագիտությամբ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման համար

Գրավիտացիայի ավարտուն քվանտային տեսության բացակայության պայմաններում, գրավիտացիոն դաշտի փոխազդեցությունը մյուս դաշտերի հետ նկարագրվում է կիսադասական մոտեցման շրջանակներում, որտեղ գրավիտացիան դիտարկվում է որպես դասական, իսկ մյուս դաշտերը նկարագրվում են դաշտի քվանտային տեսությամբ: Նման մոտեցումը ունի կիրառությունների բավական լայն տիրույթ և դրա շրջանակներում ստացված են մի շարք հետաքրքիր արդյունքներ, ինչպիսիք են, օրինակ, վակուումի բևեռացումը և մասնիկների ծնումը ուժեղ գրավիտացիոն դաշտերում: Ներկայացված ատենախոսությունում դիտարկված են գրավիտացիոն դաշտում վակուումի բևեռացման ճշգրիտ լուծվող խնդիրներ, որոնցում առկա են նաև լրացուցիչ սահմաններ: Վերջիններիս վրա դրվող եզրային պայմանները քվանտային դաշտերի օպերատորների համար փոխում են վակուումային ֆլուկտուացիաների սպեկտրը, որի արդյունքում փոխվում են նաև վակուումի հատկությունները բնութագրող ֆիզիկական մեծությունների միջինները: Առավել կարևոր բնութագրերից է էներգիա-իմպուլսի թենզորի վակուումային միջինը: Ի տարբերություն գրավիտացիոն դաշտի դասական աղբյուրների, այդ թենզորի քվանտային

միջինը կարող է խախտել Հոկինգ-Պենրոուզի սինգուլյարությունների վերաբերյալ թեորեմների ենթադրական պայմանները, բացելով ոչ-սինգուլյար կոսմոլոգիական մոդելների կառուցման հնարավորություն:

Ներկայացված ատենախոսությունում հետազոտված են սկայյար և ֆերմիոնային վակուումների լոկալ բնութագրերը գրավիտացիոն դաշտում, երբ առկա են լրացուցիչ սահմաններ: Դիտարկված են բարձր համաչափությամբ ֆոնային երկրաչափություններ, ինչը հնարավորություն է տալիս ստանալ պարփակ անալիտիկ արտահայտություններ երկկետային ֆունկցիաների և վակուումային միջինների համար: Խնդիրների այն մասում որտեղ առկա են սահմաններ, բացահայտ առանձնացված են վերջիններիս ներդրումները և դրանց համար ստացված են թվային հաշվարկների համար նպաստավոր ինտեգրալ ներկայացումներ:

Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, թեմայի շրջանակներում իրականացված աշխատանքները ներառող երեք գլուխներից, եզրակացությունից և օգտագործված գրականության ցանկից: Ատենախոսության ծավալը կազմում է 196 էջ, ներառյալ 26 նկար:

Ներածությունում ներկայացված է ատենախոսության թեմայի արդիականությունը և առնչվող գրականության ամփոփ վերլուծությունը: Բերված են աշխատանքի հիմնական նպատակները, ստացված արդյունքների գիտական նորույթը և պրակտիկ կարևորությունը, թվարկված են պաշտպանության ներկայացվող հիմնական արդյունքները: Այնուհետև շարադրված է հաջորդող գլուխների համառոտ բովանդակությունը:

Առաջին գլխում հետազոտված են քվանտային վակուումի հատկությունները սկայյար դաշտի համար Միլնի տիեզերքում: Վակուումային վիճակների դասից առանձնացված են ադիաբատ ու կոնֆորմ վակուումները և բերված են դրանց համապատասխանող մոդային ֆունկցիաները: Վերջիններիս օգտագործմամբ ստացված է Վայթմանի ֆունկցիայի արտահայտությունը: Հետագա քննարկումը առանց սահմանի երկրաչափությունում կատարվում է կոնֆորմ վակուումի վիճակում գտնվող գրոյական զանգվածով սկայյար դաշտի համար: Ստացված են համեմատաբար պարզ արտահայտություններ Վայթմանի

ֆունկցիայի համար և դրանք համեմատված են Մինկովսկու վակուումի երկկետային ֆունկցիաների հետ: Հետազոտված են դաշտի քառակուսու և էներգիա-իմպուլսի թենզորի վակուումային միջինները: Ստացված արդյունքները համեմատված են Ֆուլլինք-Ռինդլերի վակուումի համար միջինների հետ: Այնուհետև ուսումնասիրված է սֆերիկ սահմանի ազդեցությունը վակուումի հատկությունների վրա զանգվածեղ դաշտի համար, ենթադրելով որ սահմանի վրա դաշտը բավարարում է Ռոբինի եզրային պայմանին: Հաշվարկված է Հադամարի երկկետային ֆունկցիան սֆերայի ներսի և դրսի տիրույթներում: Բացահայտ կերպով առանձնացված են սֆերայով մակածված մասերը: Ներսի տիրույթում դա կատարված է Աբել-Պլանայի ընդհանրացված բանաձևի օգնությամբ: Հիմնվելով Հադամարի ֆունկցիայի համար ստացված արտահայտությունների վրա, հետազոտված են դաշտի քառակուսու և էներգիա-իմպուլսի թենզորի վակուումային միջինները կոնֆորմ վակուումի համար: Հետաքրքիր է նշել, որ էներգիա-իմպուլսի թենզորի միջինն ունի ոչ անկյունագծային բաղադրիչ, որը նկարագրում է էներգիայի հոսք շառավղային ուղղությամբ: Կախված Ռոբինի եզրային պայմանում գործակցից, սֆերայով մակածված վակուումային էներգիան և էներգիայի հոսքը կարող են լինել ինչպես դրական, այնպես էլ բացասական: Վակուումային միջինների համար արտահայտությունները ենթարկվել են համապատասխան թվային վերլուծության, մանրամասն քննարկվում է դրանց ապիմպոտտական վարքը խնդրի պարամետրերի արժեքների սահմանային տիրույթներում: Մասնավորապես, քննարծակման ուշ փուլերում սֆերայով մակածված միջինների նվազումը զանգվածեղ դաշտի համար օսցիլյացիոն բնույթի է:

Երկրորդ գլխում դիտարկված է զանգվածեղ սկալյար դաշտի համար Կազիմիրի էֆեկտը հարթ գուգահեռ թիթեղների երկրաչափությունում տարածական չափողականությունների ընդհանուր թվով գծային ընդարձակվող Ֆրիդման-Ռոբերտսոն-Ուոլքերի տարածա-ժամանակի ֆունի վրա: Թիթեղների վրա դաշտը բավարարում է ընդհանուր դեպքում իրարից տարբեր գործակիցներով Ռոբինի եզրային պայմանների: Ստացված է մոդային ֆունկցիաների լրիվ դասը և կառուցված է Հադամարի ֆունկցիան: Վերջինիս հիման վրա, դաշտի քառակուսու և էներգիա-իմպուլսի թենզորի միջինների հետագա հետազոտությունը կատարվում է կոնֆորմ վակուումային վիճակում գտնվող

կոնֆորմ կապված սկալյար դաշտի համար: Դրանցում բացահայտ կերպով առանձնացված են առանց սահմանների երկրաչափությանը համապատասխանող մասերը: Գրավիտացիոն դաշտի ազդեցությունը սահմաններով մակածված միջիններում թույլ է թիթեղներին մոտ տիրությունում: Թիթեղներից մեծ հեռավորությունների վրա (տարածա-ժամանակի կորության շառավղի համեմատ) միջինները նվազում են աստիճանային օրենքով ինչպես զանգվածեղ, այնպես էլ զրոյական զանգվածով դաշտերի համար: Ջանգվածեղ դաշտի համար նման վարքը որակապես տարբեր է Մինկովսկու ֆոնային տարածա-ժամանակի դեպքից, որտեղ նվազումը էքսպոնենցիալ օրենքով է: Մյուս էական տարբերությունը թիթեղներին ուղղահայաց էներգիայի հոսքի առկայությունն է: Կախված եզրային պայմանների գործակիցներից, հոսքը կարող է ուղղված լինել ինչպես դեպի թիթեղները, այնպես էլ դրանցից դուրս: Օգտագործելով նորմալ ճնշումների համար արտածված արտահայտությունները, ստացվել են թիթեղների վրա ազդող Կազիմիրի ուժերը: Եզրային պայմաններից կախված, այդ ուժերը կարող են լինել ինչպես ձգողական, այնպես էլ վանողական բնույթի: Մասնավորապես, երբ թիթեղների վրա դրված է Դիրիխլեի եզրային պայմանը, Կազիմիրի ուժերը ձգողական բնույթի են:

Երրորդ գլուխը նվիրված է դաշտի քվանտային տեսության երևույթների ուսումնասիրությանը սկալյար և ֆերմիոնային դաշտերի համար, երբ որպես ֆոնային երկրաչափություն ղիտարկվում է դե Միտտերի տարածա-ժամանակը: Վերջինս հանդիսանում է Այնշթայնի հավասարումների մաքսիմալ համաչափ լուծումը դրական կոսմոլոգիական հաստատունի առկայությամբ: Դաշտի հավասարման լուծումներ հանդիսացող մոդային ֆունկցիաների տեսքը կախված է նրանից, թե տվյալ կոսմոլոգիական մոդելն ինչպիսի կոորդինատային համակարգում է ղիտարկված: Մասնավորապես, այս գլխում սկալյար դաշտն ուսումնասիրելիս ղիտարկվում է հաստատուն բացասական կորությամբ տարածություններով շերտավորմամբ հիպերբոլական կոորդինատային համակարգը: Իսկ ֆերմիոնային դաշտը ղիտարկված է ինֆլյացիոն կոորդինատներով նկարագրվող տարածա-ժամանակի համար: Աշխատանքում բնորոշված է սկալյար դաշտի համար հիպերբոլական վակուումը և արտածված է բանաձև այն նկարագրող Հադամարի երկկետային ֆունկցիայի համար: Հարթ տարածա-ժամանակի սահմանում հիպերբոլական վակուումը հանգում է Միլնի

տիեզերքի կոնֆորմ վակուումին և տարբեր է մաքսիմալ համաչափ Բանչ-Ղեխի վակուումային վիճակից: Կոնֆորմ կապված և զրոյական զանգվածով սկալյար դաշտի դեպքում համեմատված են դաշտի քառակուսու և էներգիա-իմպուլսի թենզորի վակուումային միջինները հիպերբոլական և Բանչ-Ղեխի վակուումների համար: Ցույց է տրված, որ հիպերբոլական վակուումի համեմատ Բանչ-Ղեխի վակուումը հանդիսանում է ջերմային վիճակ և ստացված է համապատասխան վիճակների խտությունը: Ի հավելումն, հետազոտված է Ռոբինի եզրային պայմանով սֆերայի ազդեցությունը հիպերբոլական վակուումի հատկությունների վրա: Ըստ մոդաների լրիվ դասի գումարման եղանակով հաշվարկված են Հադամարի ֆունկցիան, ինչպես նաև դաշտի քառակուսու և էներգիա-իմպուլսի թենզորի վակուումային միջինները սֆերայի ներքին և արտաքին տիրույթներում: Համապատասխան արտահայտություններում սֆերայով մակածված մասերը բացահայտ առանձնացված են, իսկ վերանորմավորումը պահանջվում է միայն առանց սահմանների երկրաչափությանը համապատասխանող մասի համար: Ընդարձակման ուշ փուլերում գրավիտացիայի ազդեցությունը վակուումային միջինների վրա էական է: Ինչպես և նախորդ երկու գլուխներում, ֆոնային մետրիկայի ժամանակից կախվածության արդյունքում առկա է սահմանին ուղղահայած էներգիայի հոսք: Այն կարող է ուղղված լինել ինչպես դեպի սֆերան, այնպես էլ սֆերայից դուրս՝ կախված շառավղային կոորդինատի արժեքից և Ռոբինի գործակցից: Որպես մեկ այլ խնդիր դիտարկված է ֆերմիոնային դաշտը տարածական չափողականությունների կամայական թվով դե Միտտերի տարածա-ժամանակում, որի գծային էլեմենտը նկարագրվում է ինֆլյացիոն կոորդինատներով: Կտրող ֆունկցիայով ռեգուլյարիզացիայի մեթոդով հաշվարկված է ֆերմիոնային կոնդենսատը, որպես վերանորմավորման պայման վերցնելով այն, որ անվերջ զանգվածի սահմանում կոնդենսատը ձգտում է զրոյի: Ցույց է տրված, որ կոնդենսատը կարող է լինել ինչպես դրական, այնպես էլ բացասական, կախված տարածական չափողականությունների թվից: Վերջում քննարկված է փոխազդող սկալյար և ֆերմիոնային դաշտերի մոդել, որտեղ ֆերմիոնային կոնդենսատի միջոցով որոշվում է սկալյար դաշտի արդյունարար զանգվածը:

Ամփոփելով նշենք, որ ատենախոսական աշխատանքում ստացված են արդյունքներ, որոնք կարևոր առաջընթաց են ապահովում կոսմոլոգիական մոդելներում սահմաններով պայմանավորված քվանտային երևույթների հետազոտման բնագավառում:

Ատենախոսության բովանդակության հետ կապված մեր դիտողությունները կայանում են հետևյալում.

1. Ատենախոսության առաջին գլխում ուսումնասիրված է կոնֆորմ և Մինկովսկու վակուումների Վայթմանի ֆունկցիաների տարբերությունը գանգված չունեցող սկալյար դաշտի համար Միլնի տիեզերքում: Ցանկալի է նմանատիպ հետազոտություն կատարել նաև գանգվածեղ սկալյար դաշտի դեպքում:

2. Նմանատիպ դիտողություն կարելի է անել նաև երրորդ գլխի վերաբերյալ: Այստեղ հետազոտված է հիպերբոլական և Բանչ-Պեյսի վակուումներին համապատասխանող Հադամարի ֆունկցիաների տարբերությունը կոնֆորմ կապված գանգված չունեցող սկալյար դաշտի համար դե Սիտտերի տարածաժամանակում: Նպատակահարմար կլիներ այդ խնդիրը լուծել նաև գանգվածեղ դաշտի համար կորության հետ կապի պարամետրի ընդհանուր դեպքում:

3. Երկրորդ գլխում ուսումնասիրված է երկու հարթ սահմանների ազդեցությունը սկալյար վակուումի վրա գծայնորեն ընդարձակվող տիեզերքի երկրաչափությունում: Բնորոշված են ադիաբատ և կոնֆորմ վակուումները, սակայն վակուումային միջինները հաշվարկված են միայն կոնֆորմ վակուումի դեպքում: Ցանկալի է նման հաշվարկներ կատարել նաև ադիաբատ վակուումի համար:

Բերված դիտողությունները կրում են առավելապես առաջարկների բնույթ հետագա հետազոտությունների համար և չեն ազդում ատենախոսությունում ստացված արդյունքների կարևորության վրա:

Ամփոփելով կարող ենք ասել, որ ներկայացված ատենախոսությունում կատարվել է դաշտի քվանտային երևույթների հիմնարար հետազոտություն տարբեր կոսմոլոգիական մոդելներում և ստացվել են կարևոր գիտական արդյունքներ կոր տարածաժամանակում դաշտի քվանտային տեսության շրջանակներում: Ատենախոսության թեմայի արդիականությունը կասկած չի հարուցում: Ստացված արդյունքները հավաստի են և

լրիվությամբ արտացոլված են հրատարակված գիտական հոդվածներում: Սեղմագրում ամբողջությամբ ամփոփված է ատենախոսության բովանդակությունը:

Տիգրան Պետրոսյանի ատենախոսական աշխատանքը լիովին համապատասխանում է ՀՀ Բարձրագույն որակավորման կոմիտեի կողմից թեկնածուական ատենախոսություններին ներկայացվող պահանջներին, իսկ հեղինակը՝ արժանի է Ա.04.02 - «Տեսական ֆիզիկա» մասնագիտությամբ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհման:

Ատենախոսությունը գեկուցվել և քննարկվել է ՀՀ ԳԱԱ Վ. Համբարձումյանի անվան Բյուրականի աստղադիտարանի 2022 թ. ապրիլի 11-ին կայացած գիտական սեմինարում:

Ներկա էին Բյուրականի աստղադիտարանի 26 աշխատակիցներ և ասպիրանտներ:

Կարծիքը ձևավորեց և ամփոփեց՝ Բյուրականի աստղադիտարանի առաջատար գիտաշխատակից ֆիզ.-մաթ.գիտ.թեկնածու Հ.Ա.Հարությունյանը



ստորագրությունը հաստատում եմ՝

ՀՀ ԳԱԱ Վ. Համբարձումյանի անվան Բյուրականի

աստղադիտարանի գիտական քարտուղար, ֆ.մ.գ.թ.

Ե.Ն. Նիկողոսյան

18 ապրիլի, 2022 թ.

