

## ՊԱՇՏՈՆԱԿԱՆ ԸՆԴԴԻՄԱԽՈՍԻ ԿԱՐԾԻՔ

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

Տարրական մասնիկների նկարագրությունը կատարվում է դաշտի քվանտային տեսության շրջանակներում: Այդ տեսության հիմնարար հասկացություններից է վակուումի գաղափարը: Այն իրենից ներկայացնում է քվանտային դաշտի վիճակ, որում մասնիկներ չկան: Մասնիկներ պարունակող վիճակները ստացվում են վակուումային վիճակից ծնման օպերատորի ազդեցությամբ: Վակուումային վիճակի ոչ տրիվիալ հատկությունները պայմանավորված են դրանում քվանտային դաշտի ֆլուկտուացիաներով: Այդ հատկությունները դրսևորվում են արտաքին ազդեցությունների նկատմամբ վակուումի արձագանքում: Նման ազդեցությունների աղբյուր են արտաքին դաշտերը: Մասնավորապես, այդ հետազոտություններում կարևոր ուղղություն է վակուումի հատկությունների կախվածության ուսումնասիրումը ֆոնային տարածա-ժամանակի երկրաչափական հատկություններից: Տիգրան Պետրոսյանի ատենախոսական աշխատանքը նման հետազոտության օրինակ է: Դիտարկվել են խնդիրներ, որոնցում ստացվում են ճշգրիտ անալիտիկ արտահայտություններ վակուումի բնութագրերի համար:

Ատենախոսությունը բավական ծավալուն է: Այն ներառում է ներածական մաս, հեղինակի կողմից ստացված արդյունքները ամփոփող երեք գլուխներ, հիմնական արդյունքները ներկայացնող կետերը և ընդգրկուն գրականության ցանկը:

Ներածությունում ներկայացված է ատենախոսական թեմայի ուղղությամբ հետազոտությունների արդի վիճակը, ընդգծված են դրանց կարևորությունը և ստացված արդյունքների կիրառական նշանակությունը: Համառոտ շարադրված է հետագա գլուխների բովանդակությունը:

Առաջին գլուխը նվիրված է Միլնի տիեզերքում քվանտային վակուումի հատկությունների հետազոտմանը սկայյար դաշտի համար: Միլնի տիեզերքն իրենից



ներկայացնում է հարթ տարածա-ժամանակ, որի տարածական հիպերմակերևույթները օժտված են բացասական կորությամբ և ժամանակից կախված ընդարձակվում են գծային օրենքով: Դաշտի հավասարման լուծումներ հանդիսացող մոդային ֆունկցիաներում ժամանակային մասը ներկայացվել է գլանային ֆունկցիաների գծային կոմբինացիայի տեսքով, իսկ շառավղային մասը՝ Լեժանդրի միակցված ֆունկցիայի միջոցով: Պարամետրերի արժեքների համապատասխան սահմանային տիրույթներում մոդային ֆունկցիաների վերլուծությամբ բնորոշվել են ադիաբատ և կոնֆորմ վակուումային վիճակները: Ըստ մոդաների լրիվ դասի գումարման միջոցով ստացվել է կոնֆորմ վակուումը նկարագրող Վայթմանի ֆունկցիան: Վերջինիս արգումենտների համընկնման սահմանում արտածվել են դաշտի քառակուսու և էներգիա-իմպուլսի թենզորի վակուումային միջինների վերանորմավորված արտահայտությունները զանգված չունեցող դաշտի դեպքում: Դիտարկվել է խնդիր սֆերիկ սահմանի առկայությամբ, համարելով, որ այդ սահմանի վրա դաշտը բավարարում է Ռոբինի պայմանին: Դա հանգեցնում է սֆերայի ներքին տիրույթում շառավղային քվանտային թվի սեփական արժեքների դիսկրետացման: Համապատասխան Հադամարի ֆունկցիայում սֆերայի ներդրումը տարանջատելու նպատակով օգտագործվել է ընդհանրացված Աբել-Պլանայի տիպի գումարման բանաձև: Հաշվարկված են դաշտի քառակուսու և էներգիա-իմպուլսի թենզորի վակուումային միջինները: Վերջիններս ներկայացվել են առանց սահմանի երկրաչափության և սահմանով պայմանավորված ներդրումների գումարի տեսքով: Էներգիա-իմպուլսի թենզորի վակուումային միջինում առկա է ոչ անկյունագծային բաղադրիչ, որը նկարագրում է էներգիայի հոսք շառավղային ուղղությամբ: Կոնֆորմ կապված զրոյական զանգվածով դաշտի մասնավոր դեպքում հոսքը զրոյանում է: Ընդհանուր դեպքում, սֆերայից մեծ հեռավորությունների վրա վակուումային միջինները նվազում են էքսպոնենցիալ օրենքով ինչպես զանգվածեղ, այնպես էլ զրոյական զանգվածով դաշտերի համար: Սֆերայի հակադիր կողմերում էներգիայի հոսքն ունի տարբեր նշաններ, և կախված Ռոբինի գործակցի արժեքից, այն կարող է ուղղված լինել ինչպես դեպի սֆերան, այնպես էլ սֆերայից դուրս:

Երկրորդ գլուխը վերաբերում է գծային ընդարձակվող տիեզերքում սահմաններով մակածված քվանտային երևույթներին: Հետազոտված է երկու հարթ



Թիթեղների ազդեցությունը սկայյար վակուումի հատկությունների վրա գծայնորեն ընդարձակվող Տրիդման-Ռոբերտսոն-Ուոլքերի տարածա-ժամանակի ֆոնի վրա: Թիթեղների վրա դրված են Ռոբինի տիպի եզրային պայմաններ, որոնցում գործակիցները համեմատական են մասշտաբային ֆակտորին: Քանի որ տարածական երկրաչափությունը հարթ է, թիթեղների միջև ընկած տիրույթում սկայյար մոդաների տարածական կոորդինատներից կախվածության տեսքը նույնն է, ինչ Մինկովսկու տարածա-ժամանակում գտնվող երկու թիթեղների դեպքում: Աշխատանքում սահմանվել են ադիաբատ և կոնֆորմ վակուումային վիճակները և ստացվել են համապատասխան մոդային ֆունկցիաները: Առավել մանրամասն հետազոտված է կոնֆորմ վակուումի դեպքը, ենթադրելով, որ դաշտը գտնվում է կոնֆորմ կապված վիճակում: Հադամարի ֆունկցիայում առանց սահմանի երկրաչափության ներդրումը բացահայտ կերպով առանձնացնելու հետևանքով վերանորմավորումը հանգեցվել է միայն առանց սահմանների երկրաչափության ներդրումի վերանորմավորմանը: Հետազոտված են նաև կոնֆորմ վակուումի կարևորագույն լոկալ բնութագրերը: Զրոյական զանգվածով դաշտի համար թիթեղներով մակածված դաշտի քառակուսու միջինը կոնֆորմ կապված է Մինկովսկու տարածա-ժամանակի համանուն մեծության հետ: Վակուումային էներգիա-իմպուլսի թենզորի գրոյից տարբեր ոչ անկյունագծային բաղադրիչը նկարագրում է թիթեղներին ուղղահայաց ուղղությամբ էներգիայի հոսք և ունի տարբեր նշաններ թիթեղներից յուրաքանչյուրի հակադիր կողմերում: Հաշվարկված են թիթեղներից յուրաքանչյուրի վրա ազդող Կազիմիրի ուժերը: Կատարվել է Կազիմիրի ուժերի ասիմպտոտական վերլուծություն թիթեղների միջև հեռավորության սահմանային տիրույթներում: Մասնավորապես, թիթեղների միջև փոքր հեռավորությունների վրա ուժերը կարող են լինել վանողական, իսկ մեծ հեռավորությունների վրա ձգողական: Կատարվել է ստացված անալիտիկ արտահայտությունների մանրամասն թվային վերլուծություն:

Ատենախոսության երրորդ գլուխը նվիրված է դե Միտտերի տարածա-ժամանակում քվանտային վակուումային երևույթների հետազոտմանը: Նախ դիտարկված է սկայյար դաշտ հաստատուն բացասական կորությամբ տարածական շերտերով շերտավորված դե Միտտերի տարածա-ժամանակում: Որոշված են մոդային ֆունկցիաները ադիաբատ և կոնֆորմ վակուումների համար: Ի տարբերություն Միլնի



տիեզերքի, տվյալ դեպքում կոնֆորմ և ադիարատ վակուումները համընկնում են և հայտնի են որպես հիպերբոլական վակուում: Մոդաների գումարման մեթոդով ստացվել է համապատասխան Հադամարի ֆունկցիան: Հարթ տարածա-ժամանակի սահմանում այն բերվում է Միլնի տիեզերքում կոնֆորմ վակուումի Հադամարի ֆունկցիային: Ի տարբերություն հիպերբոլական վակուումի, ինֆլյացիոն կոորդինատներով նկարագրվող դե Սիտտերի տարածա-ժամանակի ֆոնում Բանչ-Դևիսի վակուումը մաքսիմալ սիմետրիկ է: Համապատասխան Հադամարի ֆունկցիան երկու աշխարհակետերի կոորդինատներից կախված է նրանց միջև եղած գեոդեզիական հեռավորության միջոցով: Հիպերբոլական և Բանչ-Դևիսի վակուումային վիճակներում Հադամարի ֆունկցիաների տարբերության միջոցով վերանորմավորվել են դաշտի քառակուսու և էներգիա-իմպուլսի թենզորի վակուումային միջինները: Ցույց է տրվել, որ որ Բանչ-Դևիսի վակուումը հանդիսանում է որոշակի ջերմաստիճանով վիճակ հիպերբոլական վակուումի նկատմամբ: Հատկանշական է, որ տարածա-ժամանակի չափողականությունների կենտ արժեքների դեպքում ջերմային բաշխումը Ֆերմի-Դիրակի տիպի է: Հետազոտվել է վերը նշված վակուումային միջինների փոփոխությունը հիպերբոլական վակուումում, պայմանավորված Ռոբինի եզրային պայմանով սֆերայի առկայությամբ: Ստացվել են ավարտուն ինտեգրալային ներկայացումներ ինչպես սֆերայի ներքին, այնպես էլ արտաքին տիրույթների համար: Ստացված արտահայտություններն ենթարկվել են հանգամանալից ասիմպտոտական և թվային վերլուծության: Սահմանով պայմանավորված, այդ տիրույթներում առկա է էներգիայի հոսք, իսկ ազիմուտային ճնշումներն իզոտրոպ են: Բացահայտ կերպով ստուգվել է, որ սֆերայով մակածված վակուումային էներգիա-իմպուլսի թենզորի բաղադրիչները բավարարում են կովարիանտ պահպանման հավասարմանը: Գրավիտացիայի ազդեցությունը սֆերայով մակածված ներդրումներում էական է կոսմոլոգիական ընդարձակման ուշ փուլերում, ինչպես նաև սֆերայից այնպիսի հեռավորությունների վրա, որոնք մեծ են ֆոնային տարածա-ժամանակի կորության շառավղից: Ռոբինի եզրային պայմանում գործակցի արժեքների որոշակի տիրույթում վակուումը դառնում է անկայուն: Դիտարկվել է ֆերմիոնային դաշտը հարթ կոորդինատներով դե Սիտտերի տարածա-ժամանակի ֆոնի վրա, ենթադրելով որ դաշտը գտնվում է Բանչ-Դևիսի վակուումում: Համապատասխան ֆերմիոնային կոնդենսատը ռեգուլյարիզացվել է



կարող ֆունկցիայի ներմուծման միջոցով: Առանձին դիտարկվել են տարածական չափողականությունների գույգ և կենտ արժեքների դեպքերը: Մասնավորապես, կենտ արժեքների դեպքում զրոյական զանգվածով դաշտի համար ֆերմիոնային կոնդենսատը զրոյական է, իսկ զանգվածեղ դաշտի կոնդենսատն ընդունում է բացասական արժեքներ: Վերջինս կարող է անկայունությունների աղբյուր հանդիսանալ փոխազդող ֆերմիոնային և սկալյար դաշտերի համակարգում:

Վերը ասվածը թույլ է տալիս եզրակացնել, որ Տիգրան Պետրոսյանի կողմից ստացվել են կարևոր արդյունքներ քվանտային վակուումի հատկությունների վրա սահմանների և տարածա-ժամանակային երկրաչափության համակցված ազդեցության վերաբերյալ: Ատենախոսության վերաբերյալ իմ դիտողությունները հետևյալն են.

1. Հայտնի է, որ սահմանների առկայության պայմաններում սկալյար դաշտի էներգիա-իմպուլսի թենզորում բացի ծավալային մասից առկա է նաև սահմանների վրա լոկալիզացված ներդրում: Կարծում եմ աշխատանքը կշահեր, եթե դիտարկվեր նաև մակերևութային էներգիա-իմպուլսի թենզորի միջինը: Դրանում առկա են լրացուցիչ տարամիտություններ, որոնք պահանջում են հետագա վերանորմավորում:
2. Վակուումի լոկալ բնութագրերի հետ միասին ցանկալի էր նաև դիտարկել գլոբալ բնութագրերը, ինչպիսին է, օրինակ, վակուումի էներգիան սֆերայի ներսում կամ երկու հարթ թիթեղների միջև տիրույթում: Մակերևութային տարամիտությունների առկայության պատճառով այստեղ նույնպես անհրաժեշտ է լրացուցիչ վերանորմավորում:

Վերը նշված դիտարկումներն առավելապես հետագա աշխատանքների համար առաջարկների բնույթ են կրում և չեն նսեմացնում ստացված արդյունքների կարևորությունը: Տիգրան Պետրոսյանի ատենախոսությունը բավարարում է ՀՀ ԲՈԿ-ի կողմից թեկնածուական ատենախոսություններին ներկայացվող պահանջներին: Թեմայի շրջանակներում կատարված աշխատանքները հրապարակվել են բարձր վարկանիշով ամսագրերում:

Կարծում եմ, որ ատենախոսության հեղինակ Տիգրան Պետրոսյանը արժանի է Ա.04.02 - «Տեսական ֆիզիկա» մասնագիտությամբ ֆիզիկամաթեմատիկական



գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհման: Սեղմագիրը ճիշտ և ամբողջությամբ է արտացոլում աստենախոսության բովանդակությունը:

Պաշտոնական ընդդիմախոս,  
Ֆիզ. մաթ. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր՝

/Գ. Ս. Հաջյան/

Պրոֆ. Գ.Ս. Հաջյանի ստորագրությունը հաստատում եմ՝

ԵՊՀ գիտական քարտուղար՝

/Ս. Վ. Հովհաննիսյան/

14 ապրիլի, 2022թ.

