

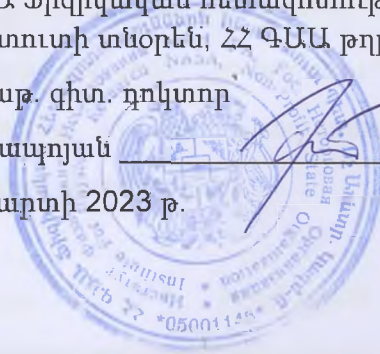
Հաստատում եմ՝

ՀՀ ԳԱԱ Ֆիզիկական հետազոտությունների
ինստիտուտի տնօրեն, ՀՀ ԳԱԱ թղթակից անդամ,

Ֆիզ. մաթ. գիտ. դոկտոր

Ա.Վ. Պապոյան

«27» մարտի 2023 թ.



ԱՌԱՋԱՏԱՐ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՈՒԹՅԱՆ ԿԱՐԾԻՔ

Տիգրան Արամի Սարգսյանի «Քվանտային հաշվարկների համար ուղղաձիգ կապված գլանային քվանտային կետերի հատկությունների հետազոտումը» թեմայով, Ա.04.10 - «Կիսահաղորդիչների ֆիզիկա» մասնագիտությամբ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման համար ներկայացված ատենախոսության վերաբերյալ:

Թեմայի արդիականությունը

Ներկայումս մենք ականատեսն ենք լինում երկրորդ քվանտային հեղափոխությանը, որի ընթացքում ակտիվորեն օգտագործվում են նյութերի քվանտային հատկությունները նոր սերնդի՝ քվանտային համակարգիչների, հաշվողական և հեռահաղորդակցման սարքերի նախագծման նպատակով: Մշակվում և ներդրվում են տարատեսակ տեխնոլոգիաներ, որոնք ուղղակիորեն օգտագործում են առանձին քվանտային վիճակներ և քվանտային այնպիսի հատկություններ, ինչպիսիք են սուպերպոզիցիան և խճճվածությունը: Այս տեսանկյունից քվանտային ինֆորմատիկայում օգտագործվում են նաև կիսահաղորդչային նանոֆիզիկայի կոնցեպտուալ և տեխնոլոգիական լուծումները: Հատկապես հնարավոր է քվանտային ինֆորմատիկայում տարբեր երկրաչափական ձևերի և չափերի քվանտային կետերի օգտագործումը՝ այդ համակարգերում քյուբիթներ և քվանտային տրամաբանական էլեմենտներ իրագործելու նպատակով: Վերոնշյալից ակնհայտ է դառնում, որ

կիսահաղորդչային քվանտային կետերի հատկությունների ուսումնասիրությունը քվանտային ինֆորմատիկայում դրանց կիրառման տեսանկյունից արդիական խնդիր է:

Աշխատանքի արդյունքները կարող են լայն կիրառություններ գտնել ոչ միայն քվանտային ինֆորմատիկայում, այնպես էլ այլ բնագավառներում: Այսպիսով՝ աշխատանքի արդիականությունը կասկած չի հարուցում:

Ատենախոսությունը, որի ծավալը 132 էջ է, բաղկացած է ներածությունից, 3 գլուխներից, եզրակացությունից և գրականության ցանկից:

Ներածության մեջ բերված է քվանտային ինֆորմատիկայի և կիսահաղորդչային նանոֆիզիկայի ժամանակակից հետազոտությունների մասին տեղեկատվությունը և օգտագործված գրականության ակնարկը: Ձևակերպված են աշխատանքի հիմնական դրույթները:

Ատենախոսության առաջին գլուխը նվիրված է սահմանափակող պոտենցիալի տարբեր մոդելներով քվանտային նանոկառուցվածքների հատկությունների ուսումնասիրությանը: Մասնավորապես, Բաժին 1.1-ում դիտարկվել են GaAs քվանտային փոսում ջրածնանման դոնորային խառնուկի կլանման սպեկտրերը՝ պարաբոլական և Պեշլ-Թելլերի ձևափոխված պոտենցիալների առկայությամբ: 1.2-ում դիտարկվել են InAs գլանային քվանտային կետի գծային և ոչ-գծային օպտիկական հատկությունները՝ Պեշլ-Թելլերի ձևափոխված պոտենցիալի առկայությամբ, իսկ 1.3-ում՝ նույնը, բայց Մորսի պոտենցիալի առկայությամբ: 1.4-ում կատարվել է նախորդ բաժիններում ստացված արդյունքների համեմատություն:

Ատենախոսության երկրորդ գլուխը նվիրված է տարբեր երկրաչափական ձևի և չափերի նանոմասնիկների մոդելավորմանը: Բաժին 2.1-ում նկարագրվել է ոսկե նանոմասնիկների մոդելավորման պրոցեսը: 2.2-ում մոդելավորված արդյունքները համեմատվել են փորձարարական տվյալների հետ: 2.3-ում փորձնականորեն դիտարկվել է լույսի կլանումը Ge/Si քվանտային կետերում, իսկ 2.4-ում փորձարարական արդյունքները համեմատվել են մոդելավորված արդյունքների հետ:

Ատենախոսության երրորդ գլուխը նվիրված է ուղղաձիգ կապված գլանային քվանտային կետերի հատկությունների ուսումնասիրությանը՝ քվանտային հաշվարկների

համար: Բաժին 3.1-ում ուսումնասիրվել են էլեկտրոնային վիճակները գլանային քվանտային կետում՝ գաուսյան և բեսսելյան լազերային փնջերի ազդեցության ներքո: 3.2-ում հետազոտվել են գաուսյան և բեսսելյան լազերային փնջերի ազդեցությունը ուղղաձիգ կապված գլանային քվանտային կետերի հատկությունների վրա: 3.3-ում նկարագրվել է քուբիթային վիճակների և քվանտային տրամաբանական էլեմենտների իրագործումը ուղղաձիգ կապված գլանային քվանտային կետերի միջոցով:

Եզրակացության մեջ ձևակերպված են աշխատանքում ստացված հիմնական արդյունքները, որոնք ունեն ինչպես գիտական, այնպես էլ կիրառական նշանակություն:

Ատենախոսության շրջանակներում կատարված տեսական ուսումնասիրությունները նշանավորվել են մի շարք կարևոր արդյունքների ստացմամբ.

- Դիտարկվել են ջրածնանման դոնորային խառնուկային վիճակները քվանտային փոսում՝ սահմանափակող պարաբոլիկ և Պեշլ-Թելլերի ձևափոխված պոտենցիալներով: Վարիացիոն տեսության շրջանակներում հաշվարկվել է կապի էներգիայի կախվածությունը ջրածնանման դոնորային խառնուկի դիրքից: Ներկայացված են խառնուկային կլանման համեմատական օպտիկական սպեկտրները:
- Ուսումնասիրվել են գլանային InAs քվանտային կետերի գծային և ոչ գծային հատկություններն առանցքային ուղղությամբ սահմանափակող պոտենցիալի երկու տարբեր մոդելներով՝ Մորսի և Պեշլ-Թելլերի ձևափոխված պոտենցիալներով: Ցույց է տրվել, որ պոտենցիալ պարամետրերի ղեկավարումը հանգեցնում է էներգիական սպեկտրների և ալիքային ֆունկցիաների ճկուն կառավարման: Արդյունքները ընդգծում են համաչափ և անհամաչափ պոտենցիալների հիմնարար տարբերությունները:
- Դիտարկվել են էլեկտրոնի էներգիական վիճակները գլանաձև InAs/GaAs քվանտային կետում և ուսումնասիրվել են դրանք երկու տեսակի՝ գաուսյան և բեսսելյան արտաքին լազերային ճառագայթմամբ մանիպուլյացիայի ենթարկելու հնարավորությունը: Լազերային պարամետրերը փոփոխելով՝ կարելի է վերահսկել ոչ միայն էներգիաների բացարձակ արժեքները, այլև էներգիական մակարդակների արժեքների տարբերությունը:

- Դիտարկվել է ուղղաձիգ կապված գլանաձև քվանտային կետերի համակարգի վարքը ինտենսիվ լազերային դաշտերի ազդեցության ներքո, երկու ճառագայթային պրոֆիլներով՝ գաուսյան և բեսսելյան: Կապված քվանտային կետերի համակարգի սահմանափակող պոտենցիալը z ուղղությամբ ձևափոխվել է ինտենսիվ լազերային դաշտի կողմից: Ձևափոխությունն առաջանում է ինչպես լազերային պարամետրի փոփոխությամբ, այնպես էլ լազերային փնջի գազաթի դիրքը տեղաշարժելով: Մասնավորապես, լազերի բեսսելյան պրոֆիլի դեպքում հնարավոր է դառնում միջկետային արգելքի տիրույթում երրորդ մինիմումի ի հայտ գալը, ինչը կարող է առանցքային նշանակություն ունենալ այնպիսի երևույթներում, ինչպիսին է էլեկտրոնային թունելավորումը: Բեսսելյան լազերային ճառագայթի գազաթի դիրքի փոփոխությունը հանգեցնում է էներգիական մակարդակների միջև հակահատման:
- Ինտենսիվ լազերային դաշտը ազդում է համակարգում գործող ջոկման կանոնների վրա: Մասնավորապես, վերջինիս ազդեցության տակ որոշ անցումների արգելքը կարող է վերափոխվել կամ ամբողջությամբ հանվել: Ցույց է տրված, որ հնարավոր է առանձնացնել հատուկ տիրույթներ, որոնց համար կլանումն արգելված է: Նույնն արվել է երկրորդ և երրորդ հարմոնիկների գեներացիաների համար. բացահայտվել են համապատասխան քվանտային մակարդակների միջև էներգիական տարբերությունների հատուկ տիրույթներ, որոնց համար երկրորդ և երրորդ հարմոնիկների գեներացիաների համապատասխանաբար երկու և երեք անցումների միջև էներգիական տարբերությունները ձգտում են զրոյի:
- Ցուցադրվել է Բլոխի գնդոլորտի ամբողջական ղեկավարման հնարավորությունը՝ օգտագործելով բեսսելյան լազերային փունջը ուղղաձիգ կապված գլանաձև քվանտային կետերի համար: Ձախ և աջ քվանտային կետերում էլեկտրոնի ամբողջական տեղայնացմանը համապատասխանող բազիսային վիճակները կառուցվել են բեսսելյան փնջի միջոցով, որը ճառագայթում է համապատասխանաբար աջ և ձախ քվանտային կետերի կենտրոնները: Փոխելով բեսսելյան լազերային փնջի ինտենսիվությունը և անկման դիրքը՝ հնարավոր է հասնել Բլոխի գնդոլորտի վրա պտույտի: Ավելին, ուղղաձիգ կապված գլանաձև քվանտային կետերի գույքը կարելի է

համարել երկու քուրիթ: Այս դեպքում երկու անկախ բեսսեյան փնջերի օգտագործումը կարող է գործել որպես CNOT տրամաբանական էլեմենտ:

Ատենախոսությունն ամբողջությամբ թողնում է դրական տպավորություն՝ հետևյալ կարևոր թերություններով հանդերձ.

1. Ատենախոսության 1-ին գլխում ցանկալի կլիներ հաշվել երկրորդ և երրորդ հարմոնիկաների գեներացիաների փոխակերպման բացարձակ արդյունավետությունը գլանային համաչափությամբ կապված քվանտային կետերի համակարգի համար:
2. Ատենախոսության 1.2 բաժնում նպատակահարմար կլիներ դիտարկվել գլանային քվանտային կետի ֆիզիկական հատկությունների վրա ռադիալ ուղղությամբ ուղղված էլեկտրական և մագնիսական դաշտերի ազդեցությունը:
3. Կարծում ենք, որ ատենախոսության 3.2 բաժնում բավականաչափ հիմնավորված չէ բեսսեյան փնջի ամենամեծ ինտենսիվության պիկի՝ լույսի ալիքի երկարությունից նեղ ստացումը, որը թույլ կտա ստեղծել անհամասեռություն 2 քվանտային կետերի միջև ընկած տիրույթում (լույսի ալիքի երկարությունը շատ անգամ մեծ է նշված բացվածքի չափից):

Նշված դիտողությունները սկզբունքորեն չեն վերաբերվում պաշտպանությանը ներկայացված հիմնական դրույթներին և աշխատանքի հիմնական արդյունքներին, ուստի չեն նսեմացնում աշխատանքի արժեքն ու դրա վերաբերյալ դրական կարծիքը: Աշխատանքում ստացված արդյունքների հավաստիությունը կասկած չի հարուցում:

Ատենախոսությունն իր արդիականությամբ, ծավալով, գիտական նորությամբ, և արդյունքների կարևորությամբ համապատասխանում է ՀՀ ԲՈԿ-ի կողմից թեկնածուական ատենախոսություններին ներկայացվող պահանջներին:

Ատենախոսության հիմնական դրույթները հրապարակվել են հեղինակի 7 գիտական աշխատանքներում: Սեղմագիրն ամբողջովին համապատասխանում է ատենախոսությանը և արտացոլում է դրա հիմնական դրույթները:

Եզրակացություն

Տիգրան Արամի Սարգսյանի «Քվանտային հաշվարկների համար ուղղաձիգ կապված գլանային քվանտային կետերի հատկությունների հետազոտումը» թեմայով թեկնածուական ատենախոսությունն ավարտուն աշխատանք է, որը կատարված է պատշաճ գիտական մակարդակով: Իր ծավալով և գիտական մակարդակով այն լիովին համապատասխանում է ՀՀ ԲՈԿ-ի կողմից թեկնածուական ատենախոսություններին ներկայացվող պահանջներին, իսկ նրա հեղինակն արժանի է Ա.04.10 - «Կիսահաղորդիչների ֆիզիկա» մասնագիտությամբ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհմանը:

Հեղինակն աշխատանքը ներկայացրել է ՀՀ ԳԱԱ Ֆիզիկական հետազոտությունների ինստիտուտի ընդհանուր սեմինարին՝ 2023 թ.-ի մարտի 13-ին: Աշխատանքի քննարկմանը մասնակցել են ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների դոկտորներ Ա. Պապոյանը, Դ. Սարգսյանը, Ռ. Դրամփյանը, ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուներ Պ. Սուժիկյանը, Լ. Ծառուկյանը, Դ. Հայրապետյանը, Է. Գազազյանը, Ռ. Հովսեփյանը, Ա. Սարգսյանը, Ն. Սիսակյանը, Ա. Կուզանյանը, քիմիական գիտությունների թեկնածու Ի. Ղամբարյանը, ասպիրանտներ Ա. Քոչարյանը, Գ. Զիլինգարյանը և ուրիշները:

ՀՀ ԳԱԱ Ֆիզիկական հետազոտությունների ինստիտուտի

Ավագ գիտաշխատող,

ֆիզ.մաթ. գիտ. թեկնածու

Է.Ա. Գազազյան

« 27 » մարտի, 2023 թ.

Է.Ա. Գազազյանի ստորագրությունը հաստատում եմ՝

ՀՀ ԳԱԱ Ֆիզիկական հետազոտությունների ինստիտուտի

գիտքարտուղար՝ ֆիզ.մաթ. գիտ. թեկնածու Լ.Ս. Ծառուկյան

