

ՊԱՇՏՈՆԱԿԱՆ ԸՆԴԴԻՄԱՆՈՍԻ ԿԱՐԾԻՔԸ

Գոռ Ցոլակի Խառատյանի «Ոչ իզովալենտ խառնուրդների ֆունկցիոնալ դերը նոնաքարի կառուցվածքով սցինտիլյատորներում» Ա.04.05 - «Օպտիկա» մասնագիտությամբ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ներկայացված ատենախոսության վերաբերյալ:

Ատենախոսության թեմայի արդիականությունը

Ներկայացված ատենախոսական աշխատանքը նվիրված է սցինտիլյացիոն նյութագիտության արդիական խնդիրներին, որոնք առնչվում են բարձր էներգիաների ֆիզիկայի և բժշկության պատկերավորման բնագավառներում կիրառվող սցինտիլյացիոն նյութերի բնութագրերին: Աշխատանքի արդիականությունը պայմանավորված է նշված ոլորտներում սցինտիլյատորների արագագործության և ճառագայթային կայունության նկատմամբ ներկայացվող նոր, առավել խիստ պահանջներով: Դրանց բավարարելու արդյունավետ ուղղություններից է նոր բաղադրությամբ նոնաքարերի սինթեզումը: Ուստի հեղինակի կողմից ընտրված հետազոտության ուղղությունը Ce^{3+} և Pr^{3+} իոններով ակտիվացված նոնաքարերի հատկությունների փոփոխումը ոչ իզովալենտ իոններով (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Li^{+}) համալեզվիման միջոցով, հնարավորություն է տալիս իրականացնել բյուրեղների օպտիկական հատկությունների և սցինտիլյացիոն մեխանիզմների նպատակաուղղված օպտիմալացում:

Թեմայի կարևորությունը հիմնավորվում է նրանով, որ Ca^{2+} և Mg^{2+} երկվալենտ իոնների ներմուծումը Ce^{3+} պարունակող նոնաքարեր բերում է Ce^{4+} վիճակների կայունացման, ինչն իր հերթին նպաստում է սցինտիլյացիոն ժամանակային պարամետրերի բարելավմանը: Գիտական և կիրառական նշանակություն ունի նաև Li^{+} իոնների բյուրեղային ցանցում տեղակայման մեխանիզմների բացահայտումը, քանի որ դրանց վարքի փոփոխությունը տարբեր մատրիցներում կարող է հանգեցնել ինչպես օպտիկական հատկությունների բարելավման թթվածնային վականսիաների կոնցենտրացիայի նվազմամբ, այնպես էլ ունենալ հակառակ ազդեցությունը:

Այսպիսով, Գոռ Խառատյանի աշխատանքն ուղղված է գիտական և կիրառական նշանակություն ունեցող հրատապ խնդիրների լուծմանը, ինչը հաստատում է ատենախոսության թեմայի արդիականությունը:

Ատենախոսության բովանդակությունը

Ատենախոսական աշխատանքը շարադրված է 100 էջում և բաղկացած է ներածությունից, չորս գլուխներից, եզրակացություններից ու օգտագործված

գրականության ցանկից: Հետազոտության հիմնական արդյունքներն արտացոլված են հեղինակի հրատարակած 3 գիտական հոդվածներում:

Ներածությունում հիմնավորված է հետազոտության արդիականությունը, սահմանված է աշխատանքի նպատակը, շարադրված են գիտական նորություն ու կիրառական նշանակությունը: Ներկայացված են նաև պաշտպանության ենթակա հիմնական դրույթները, աշխատանքի կառուցվածքն ու ատենախոսության թեմայով հրատարակված գիտական հոդվածների ցանկը:

Ատենախոսության առաջին գլխում հեղինակը ներկայացրել է գրականության ակնարկ, որը կառուցված է տրամաբանական հաջորդականությամբ՝ սկսած սցինտիլյացիոն նյութերի զարգացման փուլերից մինչև դրանց ժամանակակից կիրառությունները: Հատկանշական է Ce^{3+} ակտիվացված նոնաբարերի սցինտիլյացիոն մեխանիզմների դիտարկումը, որի հիման վրա հեղինակը մատնանշել է այդ հատկությունների բարելավման հնարավոր գիտական ուղիները: Առաջին գլխում պատշաճ մակարդակով վերլուծված են նոնաբարային կառուցվածքով նյութերի առավելությունները, դրանց ճառագայթային կայունությանն առնչվող բարդ խնդիրները և բյուրեղների աճեցման ժամանակակից մեթոդները:

Ատենախոսության երկրորդ գլխում ներկայացված են ոչ իզովալենտ Ca^{2+} , Mg^{2+} և Li^+ իոններով համալեզվիրված GSAG:Ce միաբյուրեղների ստացման և հետազոտության արդյունքները: Հեղինակի կողմից նկարագրված են բյուրեղների աճեցման առանձնահատկություններն, օգտագործված ելանյութերը և բնութագրման մեթոդները: Հալույթի երեք տարբեր կազմերից աճեցրած չլեզվիրված GSAG բյուրեղների ուսումնասիրությունը թույլ է տվել միաբյուրեղների աճի համար ընտրել ստեխիոմետրիկ ($Gd_3Sc_2Al_3O_{12}$) կազմը՝ ապահովելով գադոլինիումի կոնցենտրացիայի կայունությունն ու մատրիցի բաղադրիչների միասեռ բաշխվածությունը բյուրեղի երկայնքով: Այս գլխում ներկայացված կլանման սպեկտրների, լուսային ելքի և սցինտիլյացիոն ժամանակային բնութագրերի համադրելի վերլուծությունը հեղինակին հնարավորություն է տվել բացահայտել ոչ իզովալենտ իոնների ազդեցության օրինաչափությունները: Բյուրեղների կազմի օպտիմալացման շնորհիվ հաջողվել է հասնել ժամանակային պարամետրերի եռակի բարելավման և հետլուսարձակման մակարդակի շեշտակի նվազեցման (շուրջ 20 անգամ):

Ատենախոսության երրորդ գլխում ներկայացված են ոչ իզովալենտ Ca^{2+} և Li^+ իոններով համալեզվիրված YAG:Pr և GSAG:Pr միաբյուրեղների հետազոտության արդյունքները: Վերլուծության են ենթարկվել ընտրված համալեզվիրող խառնուրդների և դրանց կոնցենտրացիայի ազդեցությունը բյուրեղների ճառագայթային կայունության վրա γ -ճառագայթումից հետո: Գլխում ցույց է

տրված, որ Li^+ իոնների փոքր կոնցենտրացիաների դեպքում (< 50 ppm) իոնները զբաղեցնում են միջհանգուցային տարածությունները, ինչը նպաստում է թթվածնային վականսիաների կոնցենտրացիայի նվազմանը էլեկտրաչեզոքության պահպանման համար: Սա հանգեցնում է մակաձված կլանման գործակցի զգալի փոքրացմանը՝ հասնելով մինչև 11-20 մ⁻¹ և գրոյական արժեքների՝ համապատասխանաբար YAG:Pr,Li և GSAG:Pr,Li բյուրեղների համար: Ի տարբերություն սրա՝ բարձր կոնցենտրացիաներով (> 100 ppm) Li^+ իոնների ներմուծումը հանգեցնում է կլանման և ինդուկցված կլանման գործակիցների աճի՝ պայմանավորված այս իոնների տեղակայմամբ ինչպես միջհանգուցային տարածքներում, այնպես էլ ցանցի հանգույցներում: Վերջինս, լիցքի փոխհատուցման մեխանիզմի հետևանքով, առաջացնում է թթվածնային վականսիաների կոնցենտրացիայի ավելացում: Վականսիաների աճ նկատվում է նաև Ca^{2+} իոններով համալեզիրման դեպքում, որոնք, զբաղեցնելով հանգուցային տարածքները խթանելով թթվածնային վականսիաների թվի աճը:

Ատենախոսության չորրորդ գլխում ներկայացված են ոչ իզովալենտ Ca^{2+} և Li^+ իոններով համալեզիրված TmAG և TmAG:Ce միա- ու բազմաբյուրեղների հետազոտության արդյունքները: Փորձնական ստացված տարրական բջջի պարամետրի (ao) համադրումը տեսական հաշվարկների հետ ցույց է տվել, որ Li^+ իոնների կոնցենտրացիայի աճին զուգընթաց ao պարամետրի մեծացումը պայմանավորված է Li^+ իոնների տեղակայմամբ Al^{3+} -ի հանգույցներում: Աշխատանքում բացատրվում է տեսական ու փորձնական արդյունքների միջև նկատվող զգալի տարբերությունը Li^+ բարձր կոնցենտրացիաների (>100 ppm) դեպքում, ինչը վերագրվում է տվյալ մատրիցայում Li -ի սահմանափակ լուծելիությանը: TmAG:Ce միաբյուրեղների կլանման և մակաձված կլանման գործակիցների վերլուծությունը թույլ է տալիս եզրակացնել, որ Ca^{2+} իոնների ներմուծումը, ինչպես և այլ նոնաքարերի դեպքում, հանգեցնում է Ce^{4+} վիճակների առաջացման լիցքի փոխհատուցման մեխանիզմի շնորհիվ: Հատկանշական է հեղինակի այն դիտարկումը, որ ի տարբերություն կալցիումի, Li^+ իոնների ներմուծումը (չնայած հանգույցներում տեղակայմանը) չի բերում Ce^{4+} վիճակների ձևավորման, և լիցքի փոխհատուցումն ընթանում է հիմնականում թթվածնային վականսիաների կոնցենտրացիայի աճի հաշվին:

Եզրակացության բաժնում ամփոփված են ատենախոսական աշխատանքում ստացված արդյունքները:

Որպես հիմնական արդյունքներ կարելի է նշել.

1. Սահմանվել է ոչ իզովալենտ խառնուրդների (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Li^+) ֆունկցիոնալ դերը հետազոտված նոնաքարերում, և ցույց է տրվել, որ այն ուղղակիորեն որոշվում է դրանց ներմուծման ու լիցքի փոխհատուցման կոնկրետ մեխանիզմներով:
2. Աշխատանքում հաջողությամբ աճեցվել են Ce^{3+} իոնների տարբեր կոնցենտրացիաներով, ինչպես նաև ոչ իզովալենտ իոններով համալեզվիրված GSAG:Ce բյուրեղներ: Փաստվել է, որ համասեռ և օպտիկապես բարձրորակ բյուրեղների ստացման համար կրիտիկական է հալույթի ստեխիոմետրիկ բաղադրության ապահովումը: Մանրամասնորեն բացահայտվել են GSAG:Ce բյուրեղների օպտիկական և սցինտիլյացիոն բնութագրերի փոփոխության օրինաչափությունները՝ կախված դրանց բաղադրությունից: Ատենախոսության մեջ հաստատվել է, որ սցինտիլյացիոն հատկությունների համախմբով (ժամանակային պարամետրեր և լուսաելք) օպտիմալ բնութագրերով օժտված է Ce (1.3 ատ.%) և Mg (200 ppm) խառնուրդներով համալեզվիրված բյուրեղը:
3. Հետազոտության ընթացքում աճեցվել են լայն կոնցենտրացիոն տիրույթում Ca^{2+} և Li^+ իոններով համալեզվիրված YAG:Pr և GSAG:Pr բյուրեղներ: Ուսումնասիրվել է խառնուրդների ազդեցությունը բյուրեղների ճառագայթային կայունության վրա. արդյունքում արձանագրվել է, որ Li^+ իոնների ցածր կոնցենտրացիայով (< 50 ppm) համալեզվիրման դեպքում ստացվում է ինդուկցված կլանման գործակցի եռակի նվազեցում YAG:Pr-ի և զրոյական արժեքներ՝ GSAG:Pr բյուրեղների համար: Հետազոտվել է γ -ճառագայթման ժամանակ ընթացող լիցքի տեղափոխման գործընթացները տարբեր արատային կենտրոնների միջև և գունավորման կենտրոնների առաջացման մեխանիզմները:
4. Ստացվել են Ca^{2+} և Li^+ իոններով համալեզվիրված TmAG և TmAG:Ce միաբյուրեղային ու բազմաբյուրեղային նմուշներ: Հետազոտվել են այդ բյուրեղների կառուցվածքային և ճառագայթա-օպտիկական հատկությունները, որոնց հիման վրա հեղինակը սահմանել է, որ Li^+ իոնները տեղակայում են բյուրեղացանցի հանգույցները:


Սակայն ատենախոսական աշխատանքը գերծ չէ որոշակի թերություններից

1. Աշխատանքում ճառագայթային կայունությունը հիմնականում հետազոտվել է γ -ճառագայթման պայմաններում: Հաշվի առնելով նյութերի հնարավոր կիրառությունը բարձր էներգիաների ֆիզիկայում, հետաքրքիր կլինեն քննարկել այլ տեսակի ճառագայթման հնարավոր ազդեցությունը բյուրեղների օպտիկական հատկությունների վրա:
2. Ցավոք՝ որոշ քննարկումներ կրում են նկարագրական բնույթ, այն դեպքում, երբ ատենախոսության նյութը թույլ է տալիս ներկայացնել երեւույթների ֆիզիկական մեկնաբանում:
3. Աշխատանքի տեքստում հանդիպում են որոշակի տեխնիկական վրիպակներ և տերմինաբանական անհամապատասխանություններ Օրինակ՝ «լուսային ելք» տերմինը հանդիպում է երկու տարբեր ձևերով (световой выход, световыход), որոնք, սակայն, չեն ազդում ստացված արդյունքների գիտական արժեքի և հավաստիության վրա:

Վերոնշյալ դիտարկումները կրում են քննարկողական բնույթ և որևէ կերպ չեն նվազեցնում ատենախոսության գիտական արժեքն ու նշանակությունը: Ատենախոսությունը հանդիսանում է ավարտուն և ամբողջական գիտական աշխատանք, իսկ ներկայացված արդյունքները՝ հիմնավորված և արժանահավատ: Հատկանշական է նշել, որ ստացված արդյունքները հիմնված են շուրջ 40 աճեցված բյուրեղների մանրակրկիտ հետազոտության վրա, ինչը վկայում է կատարված փորձարարական աշխատանքի զգալի ծավալի և ստացված տվյալների բարձր հավաստիության մասին: Աշխատանքը շարադրված է հստակ գիտական լեզվով և ներառում է նորույթ պարունակող, գիտականորեն հիմնավորված դրույթներ:

Հայցորդի կողմից հետազոտություններն իրականացվել են բարձր մասնագիտական մակարդակով և ունեն զգալի գիտագործնական արժեք: Համալեզվիրված GSAG նոնաքարերը, շնորհիվ ստացված բարձր արագագործության և ճառագայթային կայունության, գործնական կիրառման մեծ ներուժ ունեն բարձր էներգիաների ֆիզիկայում: Մոլիբդենային տեխնոլոգիայով բյուրեղների աճեցման հնարավորությունը և Pr պարունակող համակարգերի դիմադրողականության բարձրացումն էապես ընդլայնում են դրանց օգտագործման շրջանակները: Ոչ իզովալենտ խառնուրդների տեղակայման և արատների մոնիթորինգի վերաբերյալ ստացված տվյալները կարող են հիմք հանդիսանալ նոր դասի արագագործ սցինտիլյատորների մշակման համար:

Ատենախոսության սեղմագիրը կառուցվածքային և բովանդակային առումով լիովին համապատասխանում է աշխատանքի բովանդակությանը և պատշաճ կերպով արտացոլում է հիմնական արդյունքներն ու դրույթները: Ներկայացված ատենախոսությունն իր գիտական մակարդակով և ծավալով համապատասխանում է Բարձրագույն կրթության և գիտության կոմիտեի կողմից սահմանված պահանջներին, իսկ Գոռ Ցոլակի Խառատյանը լիովին արժանի է Ա.04.05 «Օպտիկա» մասնագիտությամբ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհմանը:

ՖԿՊ ինստիտուտի առաջատար գիտաշխատող,  Ա. Հ. Մելիքյան
ֆիզ.-մաթ. գիտ. դոկտոր`

Մասնագետի (Ա. Հ. Մելիքյանի) ստորագրության իսկությունը հաստատում եմ.

ՀՀ ԳԱԱ Ֆիզիկայի կիրառական պրոբլեմների Ա. Ա. Նահապետյան
ինստիտուտի գիտքարտուղար`



27.05.2026