

ԿԱՐԾԻՔ

Հայկուհի Ավագի Մկրտչյանի “Ցիկլոտրոն C18/18-ի վրա պրոտոն հարուցված նուկլիդների ստացման ուսումնասիրումը բնական գադոլինիումի վրա” Ա.04.16 - «Միջուկի, տարրական մասնիկների և տիեզերական ճառագայթների ֆիզիկա» մասնագիտությամբ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության

Միջուկային ռեակցիաների ուսումնասիրման կարևորագույն բնութագրիչներից են գրգռման ֆունկցիաները, որոնք նկարագրում են ռեակցիայի լայնական կտրվածքի կախվածությունը թիրախային միջուկի հետ փոխազդող մասնիկի էներգիայից: Պրոտոններով հարուցված ռեակցիաների դեպքում անհրաժեշտ է, որ ընկնող մասնիկի կինետիկ էներգիան բավարար լինի միջուկի կոլոնյան պոտենցիալ արգելքը հաղթահարելու համար: Այդ պատճառով ռեակցիայի լայնական կտրվածքը էներգիայի աճին զուգընթաց սկզբում մեծանում է, հասնում առավելագույն արժեքի, այնուհետև աստիճանաբար նվազում է:

Գրգռման ֆունկցիաների փորձարարական որոշման համար լայն կիրառություն ունի «stacked-foil» (շերտավորված նրբաթիթեղների) մեթոդը: Այս մոտեցման դեպքում միաժամանակ ճառագայթվում են մոնիտորային թիրախները, էներգիայի դեգրադացնող շերտերը և ուսումնասիրվող նրբաթիթեղային թիրախներից կազմված փաթեթը: Ճառագայթումից հետո յուրաքանչյուր նմուշի ակտիվությունը որոշվում է առանձին, իսկ տվյալ շերտին համապատասխան պրոտոնների էներգիան հաշվարկվում է՝ հաշվի առնելով նախորդ շերտերում էներգիայի կորուստները: ԱԱԳԼ-ում իրականացված սույն աշխատանքում գրգռման ֆունկցիաների որոշման համար կիրառվել է հենց այս մեթոդը:

Սույն ատենախոսությունը նվիրված է բնական գադոլինիումի թիրախի վրա C18/18 ցիկլոտրոնի պրոտոնային փնջով հարուցված ռեակցիաների միջոցով տերբիումի ռադիոնուկլիդների ստացման ուսումնասիրությանը: Տերբիումը (Tb) եզակի տարր է, քանի որ ապահովում է միջուկային բժշկության համար առանձնահատուկ կարևորություն ունեցող չորս ռադիոնուկլիդներ՝ ^{149}Tb , ^{152}Tb , ^{155}Tb և ^{161}Tb , որոնք կիրառելի են ախտորոշիչ և/կամ բուժական նպատակներով (թերանոստիկ կիրառություններում):

Բնական գադոլինիումի վրա պրոտոններով հարուցված ռեակցիաները, որոնք հանգեցնում են ^{153}Tb , ^{154}Tb , ^{155}Tb , ^{156}Tb և ^{160}Tb ռադիոիզոտոպների առաջացմանը, ուսումնասիրվել են՝ դրանց գրգռման ֆունկցիաները որոշելու նպատակով՝ համապատասխան ռեակցիաների շեմային էներգիաներից մինչև 18 ՄԷՎ էներգիական տիրույթում: Փորձը իրականացվել է ԱԱԳԼ-ում տեղակայված C18/18 ցիկլոտրոնի արտաքին պրոտոնային փնջի միջոցով՝ կիրառելով ակտիվացման մեթոդը և հետագա գամմա-սպեկտրաչափական վերլուծությունը:

Ատենախոսության ընդհանուր ծավալը 100 էջ է: Այն բաղկացած է ներածությունից, հինգ գլուխներից, եզրակացությունից և օգտագործված գրականության ցանկից: Աշխատանքը պարունակում է նաև աղյուսակներ և նկարներ: Օգտագործված գրականության ցանկը ներառում է 47 գրական աղբյուր:

Ներածության մեջ ներկայացված է հետազոտության թեմայի արդիականությունը և կիրառական նշանակությունը, սահմանված են աշխատանքի հիմնական նպատակներն ու խնդիրները: Վերլուծված են ուսումնասիրվող ուղղությանը վերաբերող գրականության մեջ առկա տվյալները և տրված է ատենախոսության կառուցվածքի համառոտ նկարագիրը:

Առաջին գլուխը նվիրված է տեսական ուսումնասիրությունների համար կիրառված հաշվարկային գործիքներին: Ներկայացված են TALYS 1.96, EMPIRE 3.2 և ALICE/IPPE (MENDL-2P) կոդերի հիմնական առանձնահատկությունները և դրանց կիրառումը միջուկային ռեակցիաների լայնական կտրվածքների հաշվարկներում: Առանձին ուշադրություն է դարձված է GEANT4 և SRIM/TRIM ծրագրային փաթեթներին, որոնք օգտագործվել են մասնիկների փոխազդեցությունների և էներգիայի կորուստների մոդելավորմանը նյութով անցնելու ընթացքում:

Երկրորդ գլխում ուսումնասիրված են բնական գադոլինիումում պրոտոնային փնջով հարուցված միջուկային ռեակցիաները: TALYS 1.96 և EMPIRE 3.2 կոդերի տարբեր մոդելների օգնությամբ հաշվարկված գրգռման ֆունկցիաները՝ ռեակցիաների շեմային էներգիաներից մինչև 70 ՄԷՎ տիրույթում: Ստացված տեսական արդյունքները համեմատվել են գրականությունից հայտնի փորձարարական տվյալների հետ, իսկ դիտված համաձայնություններն ու շեղումները ենթարկվել են մանրամասն վերլուծության:

Երրորդ գլխում նկարագրված է փորձարարական հետազոտությունների իրականացման պայմանները և օգտագործված սարքավորումները: Փորձերը կատարվել են ԱԱԳԼ-ում՝ կիրառելով C18/18 ցիկլոտրոնի 18 ՄԷՎ էներգիայի արտաքին պրոտոնային փունջը: Ներկայացված են ինչպես ցիկլոտրոնի և Nirta թիրախային մոդուլի տեխնիկական պարամետրերը, այնպես էլ մշակված թիրախակալի և թիրախային փաթեթի կառուցվածքային առանձնահատկությունները: Ակտիվացված թիրախների ուսումնասիրությունն իրականացվել է բարձր լուծողունակությամբ γ -սպեկտրոմետրիկ համակարգի միջոցով՝ HPGe CANBERRA դետեկտորի կիրառմամբ: Բերված են նաև դետեկտորի տրամաչափման և չափումների մշակման ընթացակարգերը:

Չորրորդ գլխում քննարկված են $^{140}\text{Gd}(p,xn)$ պրոցեսով ստացված իզոտոպների գրգռման ֆունկցիաները հետազոտելու համար օգտագործվող ակտիվացման վերլուծության սկզբունքները: Նկարագրված են գրգռման ֆունկցիաների որոշման մեթոդական մոտեցումները և հետազոտվող ռադիոնուկլիդների սպեկտրոմետրիկ բնութագրերը: GEANT4 և SRIM/TRIM ծրագրերի օգնությամբ մոդելավորվել է պրոտոնների անցումը թիրախային փաթեթի միջով, որի արդյունքները ենթարկվել են համեմատական վերլուծության: Ուսումնասիրվել են նաև յուրաքանչյուր թիթեղի ներսում էներգիայի բաշխման

առանձնահատկությունները, որոնք կարևոր նշանակություն ունեն լայնական կտրվածքների ճշգրիտ որոշման համար:

Հինգերորդ գլխում ամփոփված են ստացված հիմնական փորձարարական արդյունքները: ^{153}Tb , ^{154}Tb , ^{155}Tb , ^{156}Tb և ^{160}Tb ռադիոնուկլիդների համար որոշված գրգռման ֆունկցիաները ներկայացված են աղյուսակների և գրաֆիկական կախվածությունների տեսքով: Ստացված տվյալների համեմատությունը տարբեր գիտական կենտրոնների արդյունքների և տեսական կանխատեսումների հետ ընդհանուր առմամբ ցույց է տալիս բավարար համաձայնություն, սակայն մի շարք դեպքերում արձանագրվել են տարբերություններ, որոնք պահանջում են հետագա ուսումնասիրություն:

Մտանձնահատուկ ուշադրություն է դարձվել ^{155}Tb ռադիոնուկլիդի արտադրության հնարավորությունների գնահատմանը: Այդ նպատակով որոշվել են ճառագայթված փաթեթի առանձին թիթեղներում կուտակված, ինչպես նաև ինտեգրալ ակտիվությունները: Վերլուծության արդյունքները վկայում են, որ C18/18 ցիկլոտրոնի արտաքին պրոտոնային փնջի կիրառումը, հատկապես բարձր հոսանքների և հարստացված թիրախների օգտագործման դեպքում, կարող է արդյունավետ մեթոդ հանդիսանալ տվյալ բժշկական ռադիոնուկլիդի ստացման համար:

Աշխատանքում ներկայացված են նաև ^{160}Tb -ի առաջացման լայնական կտրվածքների նոր տվյալներ, որոնք հետաքրքրություն են ներկայացնում միջուկային կրիմինալիստիկայի, ակտիվացման վերլուծության և ճառագայթային պաշտպանության խնդիրների տեսանկյունից:

Հետազոտության կարևոր արդյունքներից է ^{154}Tb և ^{156}Tb իզոմերային եռյակների համար իզոմերային հարաբերությունների (ICR) առաջին փորձարարական որոշումը: Ստացված տվյալները լրացնում են բնական գադոլինիումի վրա պրոտոններով հարուցված ռեակցիաների վերաբերյալ առկա տեղեկատվությունը և նոր նյութ են տրամադրում տերբիումի իզոտոպների լայնական կտրվածքների, գրգռման ֆունկցիաների, ինտեգրալային ելքերի և իզոմերային վիճակների ձևավորման մեխանիզմների ուսումնասիրության համար:

Եզրակացության մեջ ամփոփված են աշխատանքի հիմնական արդյունքները և գնահատված են դրանց նշանակությունը միջուկային տվյալների բազաների հարստացման, ինչպես նաև հիմնարար և կիրառական միջուկային ֆիզիկայի տարբեր խնդիրների լուծման համատեքստում:

Ատենախոսության հիմնական արդյունքներն են՝

1. Բնական գադոլինիումի վրա պրոտոններով հարուցված ռեակցիաների միջոցով ^{153}Tb , ^{154}Tb և ^{156}Tb նուկլիդների առաջացման գրգռման ֆունկցիաների չափում,
2. Միջուկային բժշկության մեջ կիրառման հեռանկար ունեցող ^{155}Tb ռադիոնուկլիդի առաջացման լայնական կտրվածքների և ինտեգրալ ակտիվությունների չափում,
3. Միջուկային կրիմինալիստիկայի փորձաքննության մեջ հետաքրքրություն ներկայացնող ^{160}Tb նուկլիդի առաջացման լայնական կտրվածքների չափում,

4. ^{156}Tb -ի ընդհանուր և հիմնական վիճակների՝ ^{156g}Tb և $^{156\text{tol}}\text{Tb}$, առաջացման լայնական կտրվածքների չափում,
5. ^{154}Tb -ի մետաստաբիլ և հիմնական վիճակների՝ $^{154m1}\text{Tb}$, $^{154m2}\text{Tb}$, ^{154g}Tb և $^{154\text{tol}}\text{Tb}$, առաջացման լայնական կտրվածքների առանձին չափում,
6. ^{154}Tb -ի իզոմերային եռյակների համար իզոմերային լայնական կտրվածքների հարաբերությունների (ICR) առաջին անգամ փորձարարական եղանակով չափում,
7. ^{156}Tb -ի իզոմերային եռյակների համար իզոմերային լայնական կտրվածքների հարաբերությունների (ICR) առաջին անգամ փորձարարական եղանակով չափում:

Ստացված արդյունքները տպագրված են մասնագիտական ամսագրերում:

Սեդմագիրն իր կառուցվածքով եվ բովանդակությամբ լիովին համապատասխանում է ատենախոսությանը եվ ամփոփում նրա բոլոր դրույթները:

Ամփոփելով կարող եմ միանշանակ անել հետեվյալ եզրակացությունը.
Ներկայացված աշխատանքն իր գիտական արժեքով և ծավալով լիովին համապատասխանում է թեկնածուական ատենախոսության համար ԲԿԳԿ-ի բոլոր պահանջներին, և Հայկուհի Ավագի Մկրտչյանը արժանի է Ա.04.16 – “Միջուկի, տարրական մասնիկների եվ տիեզերական ճառագայթների ֆիզիկա” մասնագիտությամբ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհման:

Ֆիզմաթ-գիտությունների թեկնածու *Ս. Մարգարյան* Ա.Թ.Մարգարյան

Ստորագրությունը հաստատում եմ
ԱԱԳԼ-ի գիտ. քարտուղար



Է. Մաստյան