

Հաստատում եմ

Երևանի պետական համալսարանի

գիտական հարցերի գծով պրոռեկտոր

Ռ. Հ. Բարխուդարյան



29 Հունիս 2026թ.

ԿԱՐԾԻՔ

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

Ատենախոսությունը քննարկվել և հաստատվել է Երևանի պետական համալսարանի ֆիզիկայի գիտահետազոտական ինստիտուտի միջուկային ֆիզիկայի և աստղաֆիզիկայի կենտրոնի 2026թ. հունիսի 23-ին կայացած նիստում: Քննարկմանը մասնակցում էին՝ ֆմ.գ.թ Արմեն Թումայանը, ֆմ.գ.թ Ռուբեն Դավաթյանը, ֆմ.գ.թ Իվետտա Քերոբյանը, ֆմ.գ.թ Գոհար Հովհաննիսյանը, ֆմ.գ.թ Վահե Թադևոսյանը, գիտ.աշխ. Սուսաննա Գազինյանը ինչպես նաև Անուշ Պետրոսյանը, Նելլի Ղարիբյանը, Հրանտ Գևորգյանը, և այլոք:

Թեկնածուական ատենախոսությունը նվիրված է՝ պրոտոն հարուցված նուկլիդների ստացման ուսումնասիրմանը բնական գադոլինիումի վրա ցիկլոտրոն C18/18-ի 18 ՄԷՎ պրոտոնային փնջով ճառագայթմանը: Ստացված ռադիոնուկլիդների

ուսումնասիրմանը ակտիվացիոն անալիզի մեթոդով, ինչպես նաև արդյունքների համեմատական վերլուծությանը՝ գրականության և համապատասխան տվյալների բազայում առկա փորձարարական տվյալների հետ:

Ներածության մեջ հիմնավորվում են կատարված աշխատանքի արդիականությունն ու կարևորությունը, ձևակերպվում են հետազոտության նպատակներն ու խնդիրները: Կատարվում է թեմային առնչվող գիտական գրականության վերլուծություն, ինչպես նաև համառոտ ներկայացվում է ատենախոսության կառուցվածքն ու գլուխների բովանդակությունը:

Առաջին գլխում ներկայացվում են միջուկային ռեակցիաների լայնական կտրվածքների տեսական հաշվարկների համար կիրառված TALYS 1.96, EMPIRE 3.2 և ALICE/IPPE (MENDL-2P) ծրագրային կոդերը, դրանցում օգտագործվող հիմնական մոդելներն ու հաշվարկային մոտեցումները: Նկարագրվում են նաև GEANT4 և SRIM/TRIM ծրագրային փաթեթները, որոնք կիրառվել են մասնիկների փոխազդեցությունների և էներգիայի կորուստների մոդելավորման համար:

Երկրորդ գլխում ներկայացված են բնական գադոլինիումի վրա պրոտոններով հարուցված միջուկային ռեակցիաների գրգռման ֆունկցիաների տեսական հաշվարկները՝ կատարված TALYS 1.96 և EMPIRE 3.2 կոդերի տարբեր մոդելների կիրառմամբ: Իրականացվել է ստացված արդյունքների համեմատական վերլուծություն՝ գրականության մեջ առկա փորձարարական տվյալների հետ: Հաշվարկներն ընդգրկում են ռեակցիաների շեմային էներգիաներից մինչև 70 ՄԷՎ պրոտոնային էներգիաների տիրույթը: Մանրամասն քննարկվել և գնահատվել են ինչպես տարբեր մոդելների միջև, այնպես էլ տեսական և փորձարարական արդյունքների միջև առկա համընկնումներն ու տարբերությունները:

Երրորդ գլխում մանրամասն նկարագրված են ԱՍԳԼ-ում (Երևանի ֆիզիկայի ինստիտուտ) իրականացված փորձարարական հետազոտություններում օգտագործված սարքավորումները և մեթոդները: Բնական գադոլինիումի թիրախը

Ճառագայթվել է C18/18 ցիկլոտրոնի 18 ՄԷՎ էներգիայի պրոտոնային փնջով: Ներկայացված են ցիկլոտրոնի և Nirta թիրախային մոդուլի հիմնական տեխնիկական բնութագրերը, ինչպես նաև ԱԱԳԼ-ում մշակված թիրախակալի և թիրախային փաթեթի կառուցվածքը: Փորձերը կատարվել են ակտիվացիոն անալիզի մեթոդով: Ակտիվացված նմուշների չափումները իրականացվել են բարձր լուծողունակությամբ γ -սպեկտրոմետրիկ համակարգի միջոցով՝ օգտագործելով բարձր մաքրության HPGe CANBERRA դետեկտոր: Մանրամասն ներկայացված են նաև դետեկտորի էներգետիկ և էֆեկտիվության տրամաչափման ընթացակարգերը:

Չորրորդ գլխում ներկայացվում են $^{nat}\text{Gd}(p,xn)$ ռեակցիաների արդյունքում ստացված իզոտոպների զրգոման ֆունկցիաների փորձարարական հետազոտության արդյունքները՝ ստացված ակտիվացիոն անալիզի մեթոդով: Մանրամասն նկարագրված է զրգոման ֆունկցիաների չափման մեթոդաբանությունը, ինչպես նաև ուսումնասիրված ռադիոնուկլիդների սպեկտրոմետրիկ բնութագրերը: Կատարվել է թիրախային փաթեթի յուրաքանչյուր թիթեղում պրոտոնների էներգիայի որոշման համեմատական վերլուծություն՝ հիմնված GEANT4 և SRIM/TRIM ծրագրային փաթեթների միջոցով իրականացված մոդելավորման արդյունքների վրա: Բացի այդ, ներկայացվել և վերլուծվել են փաթեթի առանձին թիթեղների ներսում պրոտոնների էներգիայի բաշխումները: Գլխում մանրամասն նկարագրված է նաև C18/18 ցիկլոտրոնի արտաքին պրոտոնային փնջի կիրառմամբ իրականացված փորձարարական հետազոտությունը:

Հինգերորդ գլխում ներկայացված են չափված զրգոման ֆունկցիաների արդյունքները: Ուսումնասիրված բոլոր նուկլիդների՝ ^{153}Tb , ^{154}Tb , ^{155}Tb , ^{156}Tb և ^{160}Tb , համար ստացված տվյալները ներկայացված են համապատասխան աղյուսակներում, իսկ դրանց համեմատական գրաֆիկական վերլուծությունները՝ նկարներում: Թեև ստացված փորձարարական արդյունքները հիմնականում համընկնում են ինչպես նախկինում հրապարակված տվյալների, այնպես էլ տեսական հաշվարկների հետ,

տվյալների ճշգրտության բարձրացման և առկա անհամապատասխանությունների նվազեցման նպատակով առաջարկվում է շարունակել փորձարարական հետազոտությունները: Բժշկության մեջ լայն կիրառություն ունեցող ^{155}Tb ռադիոնուկլիդի արտադրության նպատակով որոշվել են ճառագայթված փաթեթի տասնմեկ առանձին բարակ թիթեղներում առաջացած ակտիվությունները: Ստացված արդյունքները ցույց են տալիս, որ C18/18 ցիկլոտրոնի արտաքին պրոտոնային փնջի օգտագործմամբ հնարավոր է արդյունավետորեն արտադրել այս բժշկական նշանակության ռադիոնուկլիդը, հատկապես բարձր հոսանքների և հարստացված թիրախների կիրառման պայմաններում: Ներկայացված են նաև ^{160}Tb -ի արտադրության լայնական կտրվածքների տվյալները, որոնք կարևոր նշանակություն ունեն միջուկային կրիմինալիստիկայի, արագացուցիչային կայանքներում ակտիվացման գործընթացների ճշգրիտ գնահատման և ճառագայթային պաշտպանության միջոցառումների պլանավորման համար: Աշխատանքի շրջանակներում առաջին անգամ որոշվել են ^{154}Tb և ^{156}Tb իզոմերային եռյակների համար լայնական կտրվածքների իզոմերային հարաբերությունները (ICR) : Ստացված արդյունքները լրացնում են բնական գադոլինիումի վրա պրոտոններով հարուցված ռեակցիաների վերաբերյալ առկա փորձարարական տվյալների բազան՝ տրամադրելով նոր տվյալներ տերբիումի իզոտոպների զրգոման ֆունկցիաների, լայնական կտրվածքների, ինտեգրալային ելքերի և իզոմերային հարաբերությունների վերաբերյալ:

Եզրակացության մեջ ամփոփված են աշխատանքի հիմնական արդյունքները և քննարկվում է դրանց նշանակությունը փորձարարական տվյալների բազայի ընդլայնման, ինչպես նաև հիմնարար և կիրառական միջուկային ֆիզիկայի խնդիրների լուծման տեսանկյունից:

Ատենախոսությունը գրված է տրամաբանորեն պարզ լեզվով և բարձր գիտական մակարդակով, և թույլ է տալիս ենթադրել ներկայացված աշխատանքում Հայկուհի Մկրտչյանի անձնական ներդրումը: Այն հետևյալն է՝

- Տեսական հաշվարկների և գիտափորձի մոդելավորում տարբեր ծրագրային կոդերի միջոցով՝ TALYS 1.96, ALICE 91, EMPIRE 3.2, GEANT4, SRIM/TRIM.
- Դետեկտորի էֆեկտիվության չափում, գիտափորձի նախապատրաստում և իրականացում:
- Կատարված գիտափորձի արդյունքում ակտիվացված թիրախների չափումներ:
- Չափման արդյունքում ստացված տվյալների մշակում GENIE 2000 ծրագրային փաթեթի օգնությամբ:
- Ստացված տվյալների մշակում:
- Հոդվածների հրապարակում որոնց վրա հիմնված է ատենախոսությունը:

Որպես թերություն կարելի է նշել հետևյալը՝

- Ուսումնասիրվող պրոցեսների կտրվածքների չափումներում սխալների (անորոշությունների) առնձին աղբյուրների, ինչպես նաև գումարային սխալի գնահատման ներկայացումը ունի թերություններ
- Որոշ դեպքերում փորձարարական և մոդելավորած տվյալների անհամապատասխանության պատճառները ունեն ոչ սպառիչ հիմնավորում
- Ներկայացված աշխատանքում Հ. Մկրտչյանի անձնական ներդրումը չի ընդգծված ակնհայտորեն

Սակայն նշված թերությունները չեն նսեմացնում կատարված լայնածավալ աշխատանքը: Հաշվի առնելով ստացված արդյունքների կարևորությունը միջուկի և տարրական մասնիկների ինչպես նաև ցածր էներգիաների ֆիզիկայի բնագավառներում՝ որոշեցին Հ. Մկրտչյանի «Ցիկլոտրոն C18/18-ի վրա պրոտոն հարուցված նուկլիդների ստացման ուսումնասիրումը բնական զադուլինիումի վրա» թեմայով ատենախոսությունը արժեքավոր ներդրում է ցածր էներգիաների ֆիզիկայի

բնագավառում, իսկ դրա հեղինակը արժանի է ֆիզ. -մաթ. գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհմանը, ուստի Հ.Մկրտչյանի ատենախոսությունը երաշխավորվում է պաշտպանության 024 մասնագիտական խորհրդում Ա.04.16 «Միջուկի, տարրական մասնիկների և տիեզերական ճառագայթների ֆիզիկա» մասնագիտությամբ:

ԵՊՀ Ֆիզիկայի ինստիտուտի

միջուկային ֆիզիկայի և աստղաֆիզիկայի

ամբիոնի վարիչ՝

Ա. Ա. Թումասյան

ԵՊՀ գիտ. քարտուղար

Մ.Վ. Հովհաննիսյան

29.06.2024

