

**ՏԻԵԶԵՐԱԿԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹՆԵՐԻ ՓՈՐՁԱՌԱԿԱՆ
ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆՈՒՄ**

Ֆիզիկայի լաբորատորիաները տեխնիկայի սաղմնավորման ու զարգացման ամենասկզբնական օջախներն են: Միաժամանակ, ֆիզիկայի զարգացումն անխզելիորեն պայմանավորված է տվյալ ժամանակի արդյունաբերության և տեխնիկայի մակարդակով: Այս փոխադարձ զուգորդվածությունը միշտ հանդիսացել է այն առաջատար ուժը, որը ժամանակակից բարձունքներին է հասցրել թե ֆիզիկան որպես գիտություն, թե տեխնիկան որպես ժողովրդական տնտեսության հիմք:

Ատոմային ֆիզիկայի զարգացումը և նրա ծնունդը հանդիսացող միջուկային ռեակցիաների միջոցով ներմիջուկային էներգիայի անսպառ պաշարների օգտագործման գրավիչ հեռանկարը ֆիզիկոսներին մղեցին միջուկային բազմապիսի ռեակցիաների հետազոտությունների:

Տիեզերական ճառագայթները, օժտված լինելով նյութի մեջ թափանցելու մեծ ունակությամբ, հնարավորություն տվեցին գիտնականներին իրականացնելու բազմաբնույթ միջուկային ռեակցիաներ և պարզել ատոմի միջուկի կառուցվածքային առանձնահատկություններն ու տարրական մասնիկների առաջացման պայմանները: Սակայն տիեզերական ճառագայթների այդպիսի կիրառությունն անհնարին կլինե՞ր առանց այնպիսի մանրակրկիտ հետազոտությունների, որոնք կատարվել էին տարիների ընթացքում աշխարհի շատ ֆիզիկոսների կողմից:

Տիեզերական ճառագայթների ֆիզիկական ծնունդ է առել ընդամենը կես դար առաջ. այդ համեմատաբար կարճ ժամանակամիջոցում կատարվել են կարևորագույն հայտնագործություններ, որոնց հիման վրա դարգացան ժամանակակից միջուկային ֆիզիկան և նրա ծնունդը՝ ատոմային էներգետիկան:

Տիեզերական ճառագայթները սկիզբ են առնում Տիեզերքի զանազան օբյեկտներից և հասնելով երկրին, ցուցմունք են տալիս տիեզերական տարածության մեջ կատարվող շատ երևույթների մասին: Հետևաբար, նրանց հետազոտությունը կարևոր է նաև կոսմոգոնիայի համար:

1940-ական թվականներին ֆիզիկոսներին հայտնի էին տիեզերական ճառագայթման որոշ հատկություններ: Նրանց կազմում արձանագրվել էին էլեկտրոններ, պոզիտրոններ, դրական ու բացասական լիցքով լ-մեզոններ, ֆոտոններ և պրոտոններ, ըստ որում պոզիտրոններն ու լ-մեզոնները հայտնագործվել էին հենց տիեզերական ճառագայթման հետազոտությունների ժամանակ: Հայտնի էր նաև տիեզերական ճառագայթման մեծագույն թափանցունակությունը: Բայց դեռ անհայտ էին նրա բաղադրությունը, առաջացման տեղն ու պայմանները և այն երևույթները, որոնք կատարվում էին այդ ճառագայթման ներգործությամբ մթնոլորտում ու նրա անցման ճանապարհին հանդիպող տարբեր նյութերի մեջ:

ՏԻԵԶԵՐԱԿԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹՆԵՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆՈՒՄ
ՄԻՆԶԵՎ 1944 ԹՎԱԿԱՆԸ

Հայ ժողովուրդն իր բազմադարյան պատմության յոթացրում ստեղծել է արվեստի ու գիտության շատ կոթողներ, բայց ֆիզիկան որպես գիտություն բուռն կերպով սկսել է զարգանալ Հայաստանում սովետական կարգերի հաստատումից հետո:

Երևանի պետական համալսարանի հիմնադրմամբ (1921 թ. հունվար) սկիզբ դրվեց ֆիզիկա-մաթեմատիկական գիտությունների գծով կադրերի պատրաստմանը: Համալսարանի երիտասարդ շրջանավարտների զգալի մասը անցավ աշխատանքի մեր դպրոցներում, բարելավելով նրանցում ֆիզիկայի և մաթեմատիկայի դասավանդման դրվածքը:

Երիտասարդ ֆիզիկոսներ պատրաստելու գործում շնորհալի աշխատանք կատարեցին պրոֆեսորներ՝ Հ. Անժուրը, Ա. Հակոբ-

յանը, Հ. Նավակատիկյանը, Ա. Տեր-Մկրտչյանը, Ֆիզիկոս-դասա-
խոսներ՝ Ն. Քոչարյանը, Գ. Պետրոսյանը, Ա. Դադայանը, Հ. Աթո-
յանը և ուրիշներ, որոնք, հիմնականում զբաղված լինելով դասա-
խոսական գործունեությամբ, նաև գիտա-հետազոտական աշխա-
տանք էին կատարում ֆիզիկայի ասպարեզում:

Տիեզերական ճառագայթման հետազոտության առաջին քայ-
լերը Հայաստանում կատարվեցին 1930—1935 թթ.: 1934 թ. աշնանը
Հենինգրադի ֆիզիկատեխնիկական ինստիտուտի աշխատակիցներ
Վ. Մ. Դուլսկին և Ն. Ս. Իվանովան Երևանի պետական համալսա-
րանի աշխատակիցների (Ն. Մ. Քոչարյան և ուրիշներ) հետ միա-
սին շահեցին տիեզերական ճառագայթման ազիմուտային ասի-
մետրիան Արագածի բարձրության վրա: Նույնաման հետազոտու-
թյուն Ն. Մ. Քոչարյանը իր աշխատակիցների հետ կատարեց
1935—1940 թվականներին Երևանի բարձրության վրա և
ստացված տվյալները համեմատեց Արագածի տվյալների հետ (1):
Սակայն այս հետազոտությունները սահմանափակ բնույթ էին
կրում և ընդլայնելու կարիք էր զգացվում:

1942 թվականի ամռանը Երևան եկան ՍՍՀՄ ԳԱ ֆիզիկա-
տեխնիկական ինստիտուտի աշխատակիցներ, պրոֆեսորներ Ա. Ի.
Ալիխանովն ու Ա. Ի. Ալիխանյանը և պետական համալսարանի մի
խումբ երիտասարդ ֆիզիկոսների հետ միասին, տիեզերական ճա-
ռագայթների ֆիզիկայի գծով գիտա-հետազոտական աշխատանք-
ներ ծավալեցին:

Ֆիզիկոսներին հայտնի էր, որ լեռնային բարձունքներում տիե-
զերական ճառագայթների հոսքն ավելի ինտենսիվ է, քան ցածրա-
դիր վայրերում: Հայտնի էր նաև, որ տարբեր բարձրությունների
վրա հետազոտելով այդ ճառագայթները, կարելի էր հզորակացու-
թյուն անել մթնոլորտի շերտերում նրանց հետ կատարվող երևույթ-
ների մասին:

Այդ տեսակետից Երևանը և Արագած լեռը ֆիզիկոսներին ըն-
ձեռում էին ցանկալի բնական պայմաններ: Եվ ահա, բազմալաս-
տակ գիտնականները, իրենց աշխատակիցների հետ միասին, գի-
տա-հետազոտական աշխատանքներ են սկսում Երևանում (ծովի
մակերևույթից 1000 մ բարձրության վրա) և Արագածի լանջին
(ծովի մակերևույթից 3250 մ բարձրության վրա): Արհամարհելով
լեռնային բնության դաժան պայմանները և կրելով անհրաժեշտ

գործիքների ու նյութերի խիստ պակասը, գիտնականները խորանում էին տիեզերական ճառագայթների գաղտնիքների մեջ:

Այսպիսով, տիեզերական ճառագայթների հետազոտությունը Հայաստանի ֆիզիկոսների համար վերջնականապես դառնում է հիմնական գիտա-հետազոտական ուղղություն: Թե որքան ճիշտ ուղղություն էին ընտրել մեր ֆիզիկոսները ավելի քան երկու տասնակից գիտություն համար տիեզերական ճառագայթները բնության հիասքանչ երևույթներից մեկն են, որոնք սկիզբ առնելով Տիեզերքի խորքերից, որպես մոնետիկ լուր են բերում երկնային մարմինների փոխակերպումների մասին, որոնք միևնույն ժամանակ ատոմի միջուկի կառուցվածքի և տարրական մասնիկների բնույթի ուսումնասիրության համար հանդիսանում են լավագույն միջոց:

1942 թվականի ընթացքում կիրառելով իոնացման խցիկներ և Հեյզեր-Մյուլլերի հաշվիչներից բաղկացած տեխնիկոպ, Ա. Ալիխանյանը, Ն. Քոչարյանը և աշխատակիցները չափեցին տիեզերական ճառագայթման կոշտ ու փափուկ բաղադրիչների ինտենսիվությունները Երևանում և Արագածի լանջին: Նման չափումներ կատարվեցին նաև Արագածի լանջին գտնվող Քարի լճի տարբեր խորություններում:

Ստացված արդյունքները հրատարակվեցին հոդվածների ձևով (2, 3, 4) և միաժամանակ նրանց մասին զեկուցում կարդացվեց 1943 թ. հուլիսին, Մոսկվայում, ՍՍՀՄ ԳԱ ֆիզիկա-մաթեմատիկական գիտությունների բաժանմունքի տարեկան սեսիայում (5):

Տիեզերական ճառագայթման փափուկ բաղադրիչի ինտենսիվության չափումները Արագածում և Երևանում՝ գիտնականներին բերին այն հետևություն, որ տարբեր բարձրությունների վրա նրա կազմը տարբեր է: Եթե Երևանի բարձրության վրա այն պարունակում է հիմնականում էլեկտրոններ ու ֆոտոններ, ապա Արագածի բարձրության վրա զգալի տոկոս են կազմում էլեկտրոններից 2—3 անգամ ավելի մեծ իոնացնող ընդունակությամբ օժտված մասնիկները, հավանաբար, դանդաղ պրոտոնները:

Ստացված արդյունքները լավ հիմնավորելու նպատակով, համանման չափումներ կրկնվեցին հաջորդ տարվա ամռանը: Ձեռնարկվեցին նաև օդային հեղեղների հետազոտությունները և այն ժամանակ արդեն հայտնի, այսպես կոչված, Օժեյի հեղեղների հետազոտությունները:

Տիեզերական ճառագայթների փորձառական հետազոտությունների նոր հնարավորություններ ստեղծվեցին, երբ Հայրենական պատերազմի ահեղ օրերին, 1943 թ. նոյեմբերին, ՍՍՀՄ ԳԱ Հայկական ֆիզիկաի բաղադրված կազմակերպվեց Հայկական ՍՍՀ գիտությունների ակադեմիան, իսկ նրա կազմում՝ ֆիզիկա-մաթեմատիկական ինստիտուտը, որի դիրեկտոր նշանակվեց Հայկական ՍՍՀ ԳԱ իսկական անդամ Ա. Ի. Ալիխանյանը:

Նախորդ տարիների հետազոտությունները հիմք էին ստեղծել առավել մեծ ճշտությամբ իրականացնելու տիեզերական ճառագայթների ինտենսիվությունների և, հատկապես, նրանց իոնացնող ընդունակության չափումները:

Մինչև 1944 թվականը, եղած տվյալների հիման վրա, տիեզերական ճառագայթումն ըստ թափանցունակության բաժանված էր երկու բաղադրիչների. 10 սմ հաստության կապարի շերտից թափանցող մասը համարվում էր կոշտ բաղադրիչ, իսկ մնացած մասը՝ փափուկ բաղադրիչ: Միաժամանակ ենթադրվում էր, որ փափուկ բաղադրիչը բաղկացած է էլեկտրոններից, պոզիտրոններից և ֆոտոններից:

Ալիխանյանի և աշխատակիցների սկզբնական փորձերը կասկածի տակ դրին փափուկ բաղադրիչի կազմության մասին գոյություն ունեցած կարծիքը: Որպեսզի վերջնականապես ապացուցվեր փափուկ բաղադրիչի կազմում այլ մասնիկների գոյությունը, կարիք եղավ ստեղծել համեմատական հաշվիչներ ընդգրկող մի սարքավորում, որը հնարավորություն էր տալիս չափելու փափուկ բաղադրիչի իոնացնող ընդունակության ինտեգրալային սպեկտրը (6, 7):

Իոնացվող ընդունակության չափումների հետ միասին չափվեց նաև առանձին մասնիկների թափանցունակությունը և այդ երկու տվյալների միջոցով մոտավորապես որոշվեց բարձր իոնացնող ընդունակություն ունեցող մասնիկների մասսայի մեծությունը: Պարզվեց, որ այն հավասար է պրոտոնի մասսային:

Այսպիսով ապացուցվեց, որ Արագածի բարձունքներում տիեզերական ճառագայթման կազմում գոյություն ունեն ավելի քան 100 մէվ էներգիայով պրոտոններ, որոնց հոսքը կազմում է ամբողջ ճառագայթման մոտ 10%-ը (8): Արժե հիշատակել, որ երկու տա-

րի անց համանման եզրակացության հանգեցին Անդերսոնը և իր աշխատակիցները՝ տիեզերական ճառագայթման բաղադրությունը հետազոտելով ավելի մեծ բարձրությունների վրա:

Արագ պրոտոնների հայտնագործությունը հիմնական հայտնագործություն էր և հսկայական նշանակություն ունեցավ տիեզերական ճառագայթների ամբողջ պրոբլեմի բացահայտման համար, քանի որ արագ նուկլոնների (պրոտոնների, նեյտրոնների) առկայությամբ է կանխորոշվում այլ մասնիկների գոյությունը տիեզերական ճառագայթման կազմում:

1944—1945 թվականներին շարունակվեցին տիեզերական ճառագայթների դանազան բնույթի հեղեղների հետազոտությունները, որոնք հնարավորություն տվին պարզելու հեղեղների մինչ այդ անհայտ առանձնահատկությունները:

Ալիսանյանի և իր աշխատակիցների կողմից հայտնաբերվեցին, այսպես կոչված, նեղ հեղեղները (9): Ապացուցվեց, որ նեղ հեղեղները միայն էլեկտրոնային բնույթ չունեն, այլ նրանց կազմում կան նաև թափանցունակ մասնիկներ, որոնց էլեկտրոններ համարել չի կարելի: Հերքվեց Փրանսիացի գիտնական Օժեի և իր աշխատակիցների եզրակացությունը, ըստ որի նեղ հեղեղները դասվում էին սովորական էլեկտրոնա-ֆոտոնային հեղեղների կարգին: Պարզվեց, որ այդ հեղեղներն առաջանում են փորձի սարքավորման մոտակայքում:

Հետագայում շատ գիտնականներ հետազոտեցին նեղ հեղեղների բնույթն ու կազմը: Նդած փորձառական արդյունքների հիման վրա Ի. Լ. Ռոզենթալը հանգեց այն եզրակացության, որ նեղ հեղեղները էլեկտրոնա-միջուկային հեղեղներ են, որոնք առաջանում են ոչ շատ մեծ էներգիայով տիեզերական մասնիկների ներդրոթությամբ:

Հետազոտելով օդային հեղեղները, Հայաստանի ֆիզիկոսները եկան այն հետևությունը, որ լայն հեղեղներ առաջացնող առաջնային մասնիկների էներգիան շատ անգամ ավելի մեծ է, քան այն էներգիան, որ կրում են Նրկրի մակերևույթին հասնող տիեզերական մասնիկները (10):

Տիեզերական ճառագայթման կազմի հետազոտության ժամանակ անխուսափելիորեն անհրաժեշտություն էր առաջանում չափելու այդ ճառագայթման առանձին մասնիկների մասսայի մեծությունը: Այս նպատակով որոշ ֆիզիկոսներ ստեղծեցին սարքավորումներ, որտեղ չափվում էին ամեն մի մասնիկի թե հետագծի

կորուսեցան շառավիղը մագնիսական դաշտում և թե նրա թափանցած նյութի հաստությունը, իսկ այդ երկու տվյալներով հնարավոր է որոշել լիցքավորված մասնիկի մասսայի մեծությունը: Այդպիսի սարքավորում ստեղծեցին նաև Ա. Ի. Ալիխանովը, Ա. Ի. Ալիխանյանը և Ա. Օ. Վայսենբերգը, որը հայտնի է մագնիսական մասսա-սպեկտրոմետր անունով:

Արտասահմանյան գիտնականները մասսա-սպեկտրոմետրի մեջ կիրառում էին Վիլսոնի խցեր, իսկ հիշյալ մասսա-սպեկտրոմետրում նրանց փոխարեն կիրառվեցին Հեյզեր-Մյուլլերի հաշվիչները, որի շնորհիվ անհամեմատ մեծացվեց մասնիկներ արձանագրելու արագությունը: Օրինակ, եթե Բլեկկետի ստեղծած մասսա-սպեկտրոմետրը արձանագրել էր մոտ 1000 մասնիկի հետագիծ, ապա համապատասխան ժամանակամիջոցում, Ալիխանով-Ալիխանյանի մասսա-սպեկտրոմետրը արձանագրեց կես միլիոն մասնիկի հետագիծ:

ՏԻԵՋԵՐԱԿԱՆ ԺԱՌԱԳԱՅՔՄԱՆ ՀԵՏԱՋՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ
ՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ՄԱՍՍ-ՍՊԵԿՏՐՈՄԵՏՐԵՐԻ ՕԳՆՈՒԹՅԱՄԲ

1945 թվականի ամռանը Արագածի գիտա-հետազոտական կայանում տեղակայվեց մի հաստատուն մագնիս, որի միջբևեռային ճեղքում ($70 \times 12 \times 8$ սմ³) դաշտի լարվածությունը հավասար էր 3800 էրստեդի: Կիրառելով Հեյզեր-Մյուլլերի հաշվիչներից կազմված տեխնոլոգիան, Ալիխանյանն իր աշխատակիցների հետ իրականացրեց տիեզերական ճառագայթների փափուկ բաղադրիչի մագնիսական անալիզը, մեկ անգամ ևս ապացուցելով պրոտոնների գոյությունը փափուկ բաղադրիչի կազմում:

Օգտագործելով նույն մագնիսը, գիտնականներն ստեղծեցին Արագածի առաջին («փոքր մագնիսի») մագնիսական մասսա-սպեկտրոմետրը և 1946 թվականից սկսեցին տիեզերական ճառագայթների կազմի մասսա-սպեկտրոմետրական հետազոտությունները:

Հենց այդ տարում ստացվեցին հետաքրքիր տվյալներ՝ Վ-մեզոնների և պրոտոնների միջակայքում (ըստ մասսայի մեծության) այլ մասնիկների գոյության մասին (11):

Այդ, այսպես կոչված, միջանկյալ մասսայով մասնիկների գոյության հարցը մեծագույն հետաքրքրություն առաջացրեց շատ երկրների ֆիզիկոսների շրջանում, ուստի ձեռնարկվեցին մանրակրկիտ հետազոտություններ այդ ուղղությամբ: Հայաստանի ֆի-

դիկոսներն իրենց հերթին կատարելագործեցին գործող մասս-սպեկտրոմետրը, ինչպես նաև ստեղծեցին ավելի մեծ լուծող ընդունակության նոր մասս-սպեկտրոմետրեր, որոնց մասին կիսովի քիչ ավելի ուշ:

Փոքր մագնիսի մասս-սպեկտրոմետրի օգնությամբ հայտնաբերվեց տիեզերական նեյտրոնների ներգործությամբ կապարի միջուկից պրոտոնների և այլ մասնիկների առաջացման երևույթը (12):

Նկատի առնելով, որ դեռ 1945 թվականին Հայաստանի Ֆիզիկոսները հայտնագործել էին նեղ հեղեղները և նշել միջուկային փոխազդեցության միջոցով արագ մասնիկների ծնման հնարավորությունը՝ նեյտրոնների միջոցով պրոտոնների առաջացման երևույթը նորից հաստատում էր միջուկային փոխազդեցությունների ժամանակ նոր մասնիկների ծնման մասին առաջադրված գաղափարի ճշմարտացիությունը:

Մագնիսական մասս-սպեկտրոմետրերը հնարավորություն էին տալիս տիեզերական ճառագայթման շատ յուրահատկությունների ուսումնասիրության հետ միասին չափել նաև համեմատաբար երկարակյաց անկայուն մասնիկների կյանքի տևողությունը: Այդպիսի չափումներ իրականացվեցին 1949 թվականին, փոքր մագնիսի մասս-սպեկտրոմետրի օգնությամբ (13):

1947 թվականի ամռանը գործարկվեց Արագածի երկրորդ մասս-սպեկտրոմետրը (Մեծ մագնիսի լաբորատորիա): Նրա հաստատուն մագնիսը կշռում էր 70 տոննա, իսկ մագնիսական դաշտի լարվածությունը, նրա միջբևեռային ճեղքում ($70 \times 30 \times 8$ սմ³) հավասար էր 7300 էրստեդի: Այդ մագնիսական մասս-սպեկտրոմետրն ուներ երեք անգամ ավելի մեծ լուծող ընդունակություն, քան փոքր մագնիսի մասս-սպեկտրոմետրը: Նրա ստեղծողներն էին՝ Ա. Ալիխանովը, Ա. Ալիխանյանը, Ա. Խրիմյանը, Վ. Մորոզովը, Գ. Մուսխելիշվիլին, Վ. Քամալյանը և ուրիշներ:

Մեծ մագնիսի մասս-սպեկտրոմետրի գործարկումով արշավախմբային աշխատանքներն Արագածում նոր թափ ու ծավալ ստացան: Կառուցվեց սայլուղի: Ավտոմեքենան փոխարինեց գիտական սարքավորումը կայան հասցնող գրաստներին: Այսուամենայնիվ գիտնականների ու սպասարկող անձնակազմի համար ձմռանը (6—7 ամիս) գիտա-հետազոտական կայան բարձրանալու և իջնելու միակ միջոցը դահուկներն էին: Նրանք մինչև նոր Ամբերգ

(Ղոշաբույախ) կոչված միջանկյալ վայրը, իրենց մեջքին էին կրում անձնական իրերն ու լաբորատոր գործիքները:

Արագածի բարձունքներն ունեն լեռնային բնությանը հատուկ իրենց քմահաճույքները: Այնտեղ տաք, արևոտ օրը ձմռան ամիսների անսպասելիորեն կարող է փոխակերպվել բութ ու մառախուղի, անտեսանելի դարձնելով նույնիսկ մի քանի մետրի վրա գտնվող քարերն ու ծառերը:

Տեղանքի ամեն մի քարն ու թուփը ճանաչելու ընդունակություներ և ամուր առողջությունը՝ Գ. Անդրիասյանին, Կ. Հովսեփյանին և ուրիշներին հնարավորություն էին տվել դառնալ մեր գիտնականների ու մյուս աշխատողների լավագույն ուղեկիցներն ու օգնականները Արագածի լանջերն ի վեր ձգվող ձյունածածկ ու աննշմար ճանապարհի վրա:

Զի կարելի մոռանալ, որ մեր գիտնականներից շատերը մի քանի անգամ ենթարկվել են երթուղին կորցնելու և ձյունաբքի մեջ խեղդվելու վտանգին: Եվ միշտ չէր, որ հաջող փրկություն էր լինում: Արագածի արշավախմբի կոլեկտիվը մարդկային ղոհեր էլ է ունեցել: Շատերն էլ փրկվել են իրենց ընկերների անձնուրաց վերաբերմունքի և այն օգնության շնորհիվ, որ նրանց ցույց են տվել արշավախմբային բոխիկներ Ս. Ավագյանը և Հ. Զաքարյանը:

Անձնագոհության հասնող եռանդով իրականացվող գիտա-հետազոտական աշխատանքները կարևոր հայտնագործությունների հանգեցրին ֆիզիկայի ինստիտուտի գիտնականներին ու նրանց հետ համատեղ աշխատող այլ ինստիտուտների գիտնականներին:

Մեծ մազնիսի մասս-սպեկտրոմետրի օգնությամբ շարունակվեցին տիեզերական ճառագայթման կազմի հետազոտությունները: Ստացվեցին տվյալներ (1947 թ.) փափուկ բաղադրիչի մասնիկների մասնային սպեկտրի վերաբերյալ, որով մասամբ հաստատվեց միջանկյալ մասնիկների գոյության մասին ստացված նախկին արդյունքը: Որոշվեց տարբեր մասնիկների քանակության տոկոսային հարաբերությունը էներգիայի տարբեր միջակայքերում, ինչպես նաև օդային հոսքի մեջ մտնող մասնիկների իմպուլսային սպեկտրը:

Առաջադրվեց միջանկյալ մասնայով մասնիկների անկայունության, մեկը մյուսին փոխակերպվելու մասին գաղափար, որը խիստ բեղմնավոր գաղափար հանդիսացավ և հաստատվեց շատ ֆիզիկոսների փորձառական հետազոտություններով:

Տիեզերական ճառագայթման կազմի ու հատկությունների

պարզաբանման նպատակով Արագածում իրականացված գիտա-հետադոտական աշխատանքները բարձր գնահատականի արժանացան, և Ա. Ի. Ալիխանովն ու Ա. Ի. Ալիխանյանը 1948 թվականին ստացան պետական առաջին կարգի մրցանակ:

Տիեզերական ճառագայթման կազմի հետազոտություններ էին կատարվում նաև Երևանում (Ջանգվի լաբորատորիա), որտեղ Ն. Մ. Քոչարյանը, Ա. Տ. Դադայանը, Մ. Տ. Այվազյանը և Գ. Ս. Հակոբյանը 1948 թվականին ստեղծեցին մագնիսական մասս-սպեկտրոմետր: Սպեկտրոմետրի էլեկտրոմագնիսի միջբևեռային ճեղքի չափերն էին $80 \times 20 \times 10$ սմ³, որտեղ դաշտի լարվածությունը հասցվում էր մինչև 6000 էրստեդի:

1949—1951 թվականներին այդ մասս-սպեկտրոմետրի միջոցով Ն. Քոչարյանն ու իր աշխատակիցները մանրամասն հետազոտեցին տիեզերական ճառագայթման կազմը ծովի մակերևույթից 1000 մ բարձրության վրա (14): Որոշվեց γ -մեզոնների մասսայի մեծությունը՝ նրանց իմպուլսը և վազքի մեծությունը չափելու միջոցով, ինչպես նաև չափվեց արագ մասնիկների իմպուլսային սպեկտրը:

Ջանգվի լաբորատորիայում որոշվեց դրական ու բացասական լիցքերով արագ մասնիկների քանակների հարաբերությունը և պարզվեց, որ դրական մասնիկների քանակը մոտ 12 %-ի գերակշռություն ունի:

Մինչև այժմ հիշատակված մագնիսական մասս-սպեկտրոմետրերը չափում էին մասնիկների միայն իմպուլսը և վազքը կլանիչ նյութերում, որոնց հիման վրա որոշված մասսայի մեծությունները միշտ չէր, որ պատշաճ ճշտություն էին ունենում: Մասսայի մեծության որոշման համար կիրառվող տեսությունը ենթադրում էր, որ մասնիկների էներգիան ծախսվում է բացառապես ատոմների իոնացման վրա, այնինչ նկատվեցին դեպքեր, երբ մասնիկներն էներգիա էին ծախսում միջուկային փոխազդեցությունների ժամանակ: Այս պատճառով միջանկյալ մասսայով մասնիկների մի մասի գոյության մասին ստացված նախկին տվյալները կասկածելի համարվեցին:

Պետք է հիշատակել, որ 1948 թվականին մեծ մագնիսի մասս-սպեկտրոմետրը լրացվել էր ցածր էֆեկտիվության հաշվիչներով, որոնք ցուցմունք էին տալիս լիցքավորված մասնիկների իոնացնող ընդունակության մասին և հայտնաբերում միջուկային փոխազդեցությունների հետևանքով կանգ առած մասնիկները (15): Այդ

հայտնաբերումը, սակայն, լիակատար չէր և հնարավոր չեղավ լրիվ բացահայտել մասնիկների մասսայի չափման ոչ ճիշտ դեպքերը: Այս պատճառով 1950—1951 թվականներին միջանկյալ մասսայով մասնիկների գոյություն հարցի վերաբերյալ բանավեճ ծավալվեց, որին մասնակցեցին թե սովետական (Ա. Ն. Վերնով, Ն. Ա. Դոբրոտին և ուրիշներ) և թե արտասահմանյան շատ ֆիզիկոսներ (16):

Անհրաժեշտություն դարձավ ստեղծել մի նոր մասս-սպեկտրոմետր, որն իրականացներ մասսայի ավելի բարձր ճշտության վրատահելի չափումներ: Այդպիսի մասս-սպեկտրոմետր (մեծ էլեմէնտրոմագնիսի), Ա. Ի. Ալիխանյանի ղեկավարությամբ, 1950 թ. ստեղծեցին՝ Ա. Դադայանը, Վ. Խարիտոնովը, Գ. Հակոբյանը, Գ. Մարիկյանը, Ն. Շոստակովիչը և Մ. Դայոնը (վերջին երկուսը ՍՍՀՄ ԳԱ ֆիզիկական պրոբլեմների ինստիտուտի աշխատակիցներ):

Այդ մասս-սպեկտրոմետրի մագնիսի կշիռը 90 տոննա էր, որի միջբևեռային ճեղքում ($100 \times 30 \times 12$ սմ³) դաշտի լարվածությունը կարելի էր հասցնել 19000 էրստեդի: Այն պարունակում էր մոտ 500 հատ Հեյզեր-Մյուլլերի հաշվիչներ և երկու հատ մեծածավալ համեմատական հաշվիչներ: Ռադիոտեխնիկական սարքավորման լամպերի թիվն անցնում էր 1000-ից: Ժամանակի կատարելագործված այդ մասս-սպեկտրոմետրը չափում էր ամեն մի առանձին լիցքավորված մասնիկի իմպուլսը, վազքը և իոնացնող ընդունակությունը, որով նրա մասսայի չափումը կատարվում էր բարձր ճշտությամբ:

Մեծ էլեկտրամագնիսի մասս-սպեկտրոմետրի օգնությամբ ստացվեցին մոտ 1000 me մասսայով մասնիկների (այսպես կոչված K-մեզոնների) գոյությունը հաստատող նոր տվյալներ (17): Ճշտորեն որոշվեցին նյութի միևնույն շերտում կանգ առած π և π^- -մեզոնների ու պրոտոնների քանակները: Սա զգալի հետաքրքրություն ներկայացնող և միաժամանակ բարդ խնդիր էր, որ հաջողությամբ լուծվեց և հանդիսացավ նախկինում ստացված արդյունքների նոր հաստատումը (Ա. Ալիխանյան, Գ. Հակոբյան):

Ապացուցվեց մեծ էներգիայով դեյտոնների գոյությունը տիեզերական ճառագայթման կազմում ծովի մակերևույթից 3200 մ բարձրության վրա (18), ինչպես նաև որոշվեց նուկլոնների միջուկային փոխազդեցությունների ժամանակ նրանց առաջացման հավանականության մեծությունը (19):

Նույն մասս-սպեկտրոմետրի օգնությամբ Ա. Դադայանը իր

աշխատակիցների հետ հետազոտեց արագ նեյտրոնների ազդեցության մեջ ծնվող պրոտոնների, ինչպես նաև տիեզերական պրոտոնների իմպուլսային դիֆերենցիալ սպեկտրը (20), որը ներկայացնելով աստիճանային ֆունկցիայի տեսքով, աստիճանացույցի համար ստացավ —2,8 արժեքը:

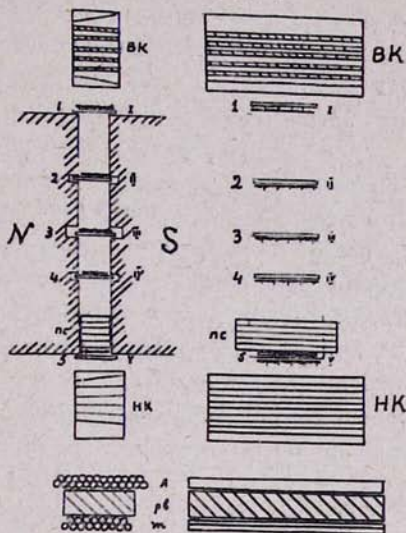
Վ. Մ. Խարիտոնովն իր աշխատակիցների հետ ուսումնասիրեց ռելիատիվիստական մասնիկների իոնացնող ընդունակության (գազի մեջ) կախումը նրանց իմպուլսի մեծությունից, որը տեսական ու մեթոդական մեծ հետաքրքրություն էր ներկայացնում (21):

Պետք է նշել, որ այդ բոլոր տիեզերական ճառագայթների ու տարրական մասնիկների հետազոտության ամենահրատապ հարցերն էին և Հայաստանի ֆիզիկոսները նրանց լուծման տեսակետից դտնվում էին աշխարհի գիտնականների առաջին շարքերում:

Մեր ֆիզիկոսները, մեծ կարևորություն տալով տարրական մասնիկների առաջացման ու փոխակերպման երևույթների ուսումնասիրությանը, մեծ էլեկտրամագնիսի մասս-սպեկտրոմետրը ենթարկեցին առավելագույն կատարելագործման: Այն լրացվեց տվյալ ժամանակի համար մեծագույն Վիլսոնի երկու խցերով ու հնգաշերտ համեմատական հաշվիչով (նկ. 1) և դարձավ աշխարհի առաջնակարգ մասս-սպեկտրոմետրերից մեկը (22, 23):

Վիլսոնի խցերն ստեղծվեցին Ա. Դադայանի, Վ. Կիրիլով-Ուզորիամովի և ուրիշների ջանքերով, իսկ իոնացնող ընդունակության չափումները բազմաշերտ համեմատական հաշվիչների օգնությամբ իրականացրին Վ. Խարիտոնովն ու իր աշխատակիցները (24, 25, 26):

1953 թվականից սկսած մեծ էլեկտրամագնիսի մասս-սպեկտրոմետրը նորից կիրառվեց տիեզերական մասնիկների մասսայի



Մագնիսական մասս-սպեկտրոմետրը.
(BK) — Վիլսոնյան խցիկներն են I —
V — էլեկտրամագնիսի ճեղքում դասավորված Հեյզեր-Մյուլլերի հաշվիչների շարքերն են, NC — հնգաշերտ համեմատական հաշվիչն է:

սպեկտրի որոշման նպատակով: Ստացվեցին տվյալներ պրոտոններից ծանր անկալուն մասնիկների վերաբերյալ (27): Փորձեր արվեցին K և π -մեզոնների միջակայքում (ըստ մասսայի մեծության) այլ մասնիկի գոյությունը հայտնաբերելու նպատակով, սակայն ստացված արդյունքներն անբավարար եղան որոշակի եզրակացության հանգեցնելու համար:

Մեծ էլեկտրամագնիսի մասս-սպեկտրոմետրի մեջ կիրառված հնգաշերտ համեմատական հաշվիչը հնարավորություն տվեց մասնիկների մասսան որոշել նաև նրանց իմպուլսի և իոնիացնող ընդունակության չափումների հիման վրա (28):

Տարրական մասնիկների հարցը միշտ եղել է Հայաստանի ֆիզիկոսների (ինչպես նաև աշխարհի շատ ֆիզիկոսների) գիտահետազոտական աշխատանքների գլխավոր խնդիրներից մեկը, սակայն այդ, մեծ մասամբ անկալուն մասնիկների բազմաքանակությունն ու բազմապիսի վարքը չափազանց մեծ դժվարություններ էին առաջացնում նրանց ուսումնասիրման ու ճանաչման գործում:

Գիտահետազոտական աշխատանքների մինչալժմյան դիտարկումը ցույց է տալիս, որ տիեզերական ճառագայթների հետազոտությունը հետզհետե վերափոխվում է միջուկային փոխազդեցությունների միջոցով նյութի ամենախորը գաղտնիքների բացահայտմանը և տարրական մասնիկների հատկությունների ու առումի միջուկի հետ նրանց փոխազդեցության երևույթների հետազոտությանը: Եվ այդ շատ հասկանալի է ու բնական:

Ժամանակակից միջուկային ֆիզիկայի ամենակարևոր պրոբլեմը նյութի կառուցվածքի և, մասնավորապես, ատոմի միջուկի կառուցվածքի հետազոտությունն է: Այդ այն ուղին է, որը տանում է դեպի ներմիջուկային էներգիայի անսպառ աղբյուրների բացահայտում:

Միջուկային փոխազդեցությունների հարցը նույնպես հետազոտվեց մեծ էլեկտրամագնիսի մասս-սպեկտրոմետրի միջոցով: Ուսումնասիրվեց մեծ էներգիայով պրոտոնների միջուկային փոխազդեցությունը (29, 30): Մանրակրկիտ հետազոտություն կատարվեց տիեզերական ճառագայթման կազմում դեյտոնների գոյության և միջուկային փոխազդեցությունների ժամանակ նրանց առաջացման պրոցեսների պարզաբանման ուղղությամբ (31):

Մեծ էլեկտրամագնիսի մասս-սպեկտրոմետրը հնարավորություն տվեց նշված հարցերի հետ միասին հետազոտել ուրիշ շատ հարցեր ևս: Զափվեց տիեզերական արագ մասնիկների իմպուլսա-

յին սպեկտրը և մանրամասն հետազոտվեց Վ. մեդոնների և պրոտոնների (տարբեր իմպուլսային միջակայքերում) բազմակի ցրումը կապարում, որով ապացուցվեց գոյութուն ունեցող տեսության ճշմարտացիությունը (32, 33):

1950 թվականից մեծ մագնիսի մասս-սպեկտրոմետրը վերափոխվեց և հարմարեցվեց արագ մասնիկների միջուկային փոխադրեցությունների ժամանակ առաջացող մասնիկների բնույթն ու իմպուլսային սպեկտրը հետազոտելու նպատակին: Ուսումնասիրվեց շեղոք բաղադրիչի ներգործությամբ առաջացող պրոտոնների էներգետիկ սպեկտրը (34):

Միջուկային փոխադրեցությունների ժամանակ առաջացող մասնիկների մասսան ճշտորեն որոշելու նպատակով այդ մասս-սպեկտրոմետրը համալրվեց նախ գազային համեմատական հաշվիչներով և ապա նաև սցինտիլլացիոն հաշվիչներով: Այնուհետև հետազոտվեցին բարձր էներգիայով նուկլոնների միջուկային փոխադրեցությունների ժամանակ առաջացող մասնիկների բնույթը, էներգետիկ սպեկտրը և անկյունային բաշխումը (35): Որոշվեց այդ փոխադրեցությունների ժամանակ առաջացող զանազան մասնիկների քանակային հարաբերությունը:

Նույն մասս-սպեկտրոմետրի օգնությամբ Թ. Ասաթիանին և աշխատակիցները հետազոտեցին տիեզերական ճառագայթման լիցքավորված բաղադրիչի միջուկային փոխադրեցությունները և այդ ժամանակ առաջացող երկրորդային մասնիկների բնույթը (36):

Ուսումնասիրելով տիեզերական ճառագայթների միջուկային փոխադրեցությունները, Ա. Խրիմյանն ու աշխատակիցները որոշեցին միջուկ-ակտիվ բաղադրիչի կազմը ոչ շատ մեծ էներգիաների միջակայքում, Արագածի բարձրության վրա (37):

1951 թվականին Արագածի կայան տեղափոխվեց Ջանգլի լաբորատորիայի մագնիսական մասս-սպեկտրոմետրը, որը ենթարկվեց զգալի փոփոխության ու կատարելագործման և Ն. Մ. Փոշարյանի ու իր աշխատակիցների կողմից կիրառվեց տիեզերական ճառագայթման հատկությունների ու էներգետիկ սպեկտրի ուսումնասիրության համար:

Հետազոտվեց տիեզերական ճառագայթման պրոտոնների ու Վ. մեդոնների անկյունային բաշխումը մթնոլորտում և որոշվեցին այդ բաշխումն արտահայտող բանաձևի անհայտ պարամետրերը որոշակի էներգետիկ միջակայքի համար: Նույն մասս-սպեկ-

տրոմետրի միջոցով ուսումնասիրվեց Ի -մեզոնների և պրոտոնների բաշխման արևելա-արևմտյան ասիմետրիան (38):

Ն. Քոչարյանն իր աշխատակիցների հետ հիմնավոր չափումներ կատարեց Արագածի բարձրության վրա տիեզերական ճառագայթման զանազան բաղադրիչների իմպուլսային սպեկտրը որոշելու նպատակով: Ստացվեց Ի -մեզոնների իմպուլսային սպեկտրը (39) և պրոտոնների սպեկտրը (40), որը մինչև այժմ էլ օգտագործվում է շատ գիտնականների կողմից: Հետազոտվեց պրոտոնների և այլ մասնիկների միջուկային փոխազդեցությունները գրաֆիտում, պղնձում, կապարում և որոշվեց այդ փոխազդեցության լայնական կտրվածքի մեծությունը (41):

Այդ սարքավորման օգնությամբ դարձյալ հետազոտվեց տիեզերական ճառագայթման դեյտոնների հարցը և որոշվեց ուղղաձիգ հոսքի դեյտոնների իմպուլսային սպեկտրը (42):

Տիեզերական ճառագայթման կազմի ու հատկությունների հետազոտությունները Հայաստանում կատարվում էին Սովետական Միությունում և այլ երկրներում կատարվող հետազոտություններին համընթաց, ընդ որում առանձին արդյունքներ առաջինն էին լինում աշխարհում: Շատ դեպքերում հարցերի զուգահեռ ուսումնասիրություններ են կատարվել տարբեր ինստիտուտների հետ, որոնք միշտ դրական նշանակություն են ունեցել և խթանել են վստահելի արդյունքների ստացմանը:

ՏԻԵԶԵՐԱԿԱՆ ԶԱՌԱԳԱՅՐՄԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՆ ԱՅՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐՈՎ

Մազնիսական մասս-սպեկտրոմետրի միջոցով ստացվեցին կարևոր տվյալներ տիեզերական ճառագայթման կազմի ու հատկությունների մասին, բայց գիտնականները չէին կարող սահմանափակվել միայն տվյալ մեթոդի կիրառությամբ, մանավանդ այն դեպքերում, երբ անհրաժեշտ էր լինում կիրառել փորձի չափազանց փոքրածավալ ու պարզեցված սարքավորում: Այդպիսի անհրաժեշտություն միշտ եղել է մթնոլորտի վերին շերտերում տիեզերական ճառագայթման հետազոտությունների ժամանակ, ուստի բնական է, որ հաստաշերտ ֆոտոէմուլսիաները լայնորեն կիրառվեցին հենց այդ դեպքերում:

Արտասահմանյան և սովետական ֆիզիկոսները հաջողությամբ օգտագործեցին ֆոտոէմուլսիան և ստացան հետաքրքիր արդյունքներ: Հայաստանում ֆոտոէմուլսիայի կիրառության առաջին քայ-

լերն սկսվեցին 1949 թվականին, երբ փորձ արվեց նրանց միջոցով ստանալ տվյալներ տիեզերական ճառագայթման կազմի մասին (Ա. Ալիխանյան, Խ. Բաբայան, Դ. Սամոյլևիչ և ուրիշներ):

Հնարավոր եղավ տվյալներ ստանալ նաև մթնոլորտի տարբեր բարձրություններում տիեզերական ճառագայթման կազմում եղած քանդաղ π և μ -մեզոնների քանակության մասին (43):

Հաստաշերտ ֆոտոէմուլսիայի թիթեղիկները կիրառվեցին մթնոլորտի բարձր շերտերում եղած տիեզերական արագ մասնիկների միջուկային փոխազդեցությունները հետազոտելու նպատակով: Արձանագրվեց նման փոխազդեցությունների ժամանակ ստացվող հիպերֆրագմենտների տրոհումը տարրական մասնիկների (44):

Հայտնաբերվեցին 10^{12} — 10^{14} էվ էներգիայով առաջնային մասնիկների միջուկային փոխազդեցության դեպքեր: Հետազոտվեց այդ ժամանակ առաջացած հեղեղների բնույթը, որոշվեցին երկրորդական մասնիկների իմպուլսային ու անկյունային բաշխման սպեկտրները և կատարվեցին դրանցից բխող որոշ հետևություններ միջուկային փոխազդեցությունների ու ատոմի միջուկի յուրահատկությունների մասին (46):

1956 թվականին կին և Յանգը կատարեցին ենթադրություն թույլ փոխազդեցությունների ժամանակ «զուլգություն» չպահպանվելու մասին, ուստի անհրաժեշտություն դարձավ հետազոտել բնույթ-տրոհման էլեկտրոնների ու պոզիտրոնների անկյունային և էներգետիկ բաշխումը:

Այդ ուղղությամբ բուռն հետազոտություններ ձեռնարկեցին նաև Հայաստանի գիտնականները: $\pi \rightarrow \mu \rightarrow e$ տրոհման ժամանակ սպասվելիք ասիմետրիայի հայտնաբերման նպատակով աշխատանքներ սկսվեցին թե տիեզերական ճառագայթման ասպարեզում և թե Դուբնայի (Մոսկվայի մոտ) հզոր սինքրոֆազոտրոնի օգնությամբ ստացվող π -մեզոնների փնջի վրա:

Իհարկե, սա բացառիկ դեպք չէր, որ միևնույն հարցի հետազոտությունն իրականացվում էր թե տիեզերական ճառագայթման և թե արագացուցիչի տված մասնիկների միջոցով: Տարրական մասնիկների հայտնագործության և նրանց յուրահատկությունների պարզաբանման գործում այդ երկու միջոցները հաճախ են կիրառվել զուգահեռաբար և շատ դեպքերում էլ լրացրել մեկը մյուսին: Ներկա աշխատության առջև դրված նպատակը հնարավորություն չի տալիս անդրադառնալ այն աշխատանքներին, որոնք կատարվել են արագացուցիչների տված մասնիկների միջոցով, իսկ այդպիսի

աշխատանքներ Հայաստանի ֆիզիկոսների կողմից շատ են կատարվել:

Մթնոլորտի վերին շերտերում ճառագայթման ենթարկված ֆոտոէմուլսիոնային թիթեղիկների մեջ հայտնաբերվեցին և ուսումնասիրվեցին $\pi \rightarrow \mu \rightarrow e$ տրոհման բաղաձայնի դեպքեր (46): Հետազոտվեց նաև տրոհման պողիտրոնների անկյունային բաշխման ասիմետրիան, որի գործակցի համար ստացվեց $a = -(0,300 \pm 0,095)$ արժեքը (հաշվի առած ապարեհուացման էֆեկտը էմուլսիայում): Միաժամանակ որոշվեց պողիտրոնների անկյունային կոռելյացիայի էներգետիկ կախումը: Ստացված արդյունքները համապատասխանում էին երկրադարձիչային նեյտրինոյի տեսության կանխագուշակմանը:

Տիեզերական μ -մեզոնների բեռուցման հետազոտություններ իրականացվեցին Ա. Ի. Ալիխանյանի ղեկավարությամբ թե նրեվանում և թե Մոսկվայում: Զափելով μ^+ -մեզոնների ($2,3 \text{ մեվ/}c$ իմպուլսով) տրոհման պողիտրոնների անկյունային բաշխման ասիմետրիան, որոշվեց նրանց բեռուցման մեծությունը՝ $a = 0,51$ (47): Մինչ այդ μ^+ -մեզոնների բեռուցումը հետազոտվել էր Վիլսոնի խցի օգնությամբ, ավելի փոքր էներգիայի դեպքում և որոշվել բեռուցման գործակիցը (48): Նույն հարցը Ն. Քոչարյանն ու աշխատակիցները հետազոտեցին մոտ 3 բէվ էներգիայի սահմաններում, կիրառելով այլ բնույթի սարքավորում (49): Երկու շափումներն էլ տվին μ^+ -մեզոնների բեռուցման գործակցի համանման արժեք:

Ա. Ալիխանյանը, Թ. Ասաթիանին և աշխատակիցները շարունակեցին տիեզերական μ -մեզոնների բեռուցման հետազոտությունները զանազան տիպի սարքավորումների միջոցով (50). ստացված արդյունքները զեկուցվեցին Ճապոնիայում (1961 թ. սեպտեմբեր) տիեզերական ճառագայթների վերաբերյալ կայացած միջազգային կոնֆերանսում: μ -մեզոնների բեռուցման հետազոտություններ իրականացվում էին նաև շատ այլ ֆիզիկոսների կողմից, որով ապացուցվեց թույլ փոխազդեցությունների ժամանակ «զույգություն» չպահպանվելու մասին կատարված տեսական կանխագուշակումը:

1955—1956 թվականներից հետո տիեզերական ճառագայթման կազմի ու հատկությունների հետազոտությունները զգալիորեն փոխակերպվեցին: Փորձառական աշխատանքների առաջնակարգ նպատակը արդեն համարվում էր ոչ թե այդ ճառագայթման կազմի

պարզաբանման հարցը, այլ նրա կազմի մեջ մասնող գերբարձր էներգիայով մասնիկների միջուկային փոխազդեցությունների ժամանակ կատարվող երևույթների հետազոտությունը:

Այդ այն ժամանակն էր, երբ տիեզերական ճառագայթման կազմի հարցերը զգալի շահով լուծվել էին, իսկ միջուկային փոխազդեցությունների հարցերն ավելի ու ավելի խորը հետազոտության կարիք էին զգում: Մանավանդ, որ վերջիններս հնարավորություն էին տալիս ուսումնասիրել տարրական մասնիկների առաջացման պայմաններն ու նրանց յուրահատկությունները, միաժամանակ հետազոտելով ներմիջուկային աշխարհի առանձնահատկությունները:

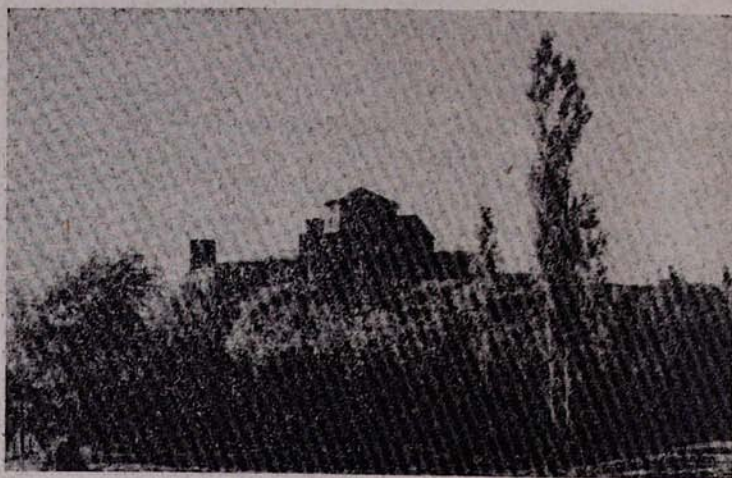
Սովետական Միությունում և Ամերիկայում գործարկված հզոր արագացուցիչները միջուկային փոխազդեցությունների ուսումնասիրության մեծ հնարավորություններ ընձեռեցին մինչև $3 \cdot 10^{10}$ էՎ էներգիայի սահմաններում, իսկ առավել բարձր էներգիաների ժամանակ կատարվող երևույթների հետազոտության ասպարեզը մնաց տիեզերական ճառագայթման ֆիզիկայի բնագավառում աշխատող գիտնականներին: Այդ երևույթները մեծազույն հետաքրքրություն էին ներկայացնում, սակայն նրանց հետազոտություններն իրականացնելու համար շատ մեծ նյութական ներդրում ու գիտական հմտություն էր պահանջվում:

1956—1959 թթ. Հայաստանի ֆիզիկայի ինստիտուտի կոնկրետ վր հսկայական ջանքեր գործադրեց տիեզերական ճառագայթման հետազոտությունների համար անհրաժեշտ պայմաններ ստեղծելու դրժում: Լաբորատորիաների նոր շենք կառուցվեց Նրեանում: Լաբորատորիաներ և այլ շենքեր կառուցվեցին նաև Արագածի գիտահետազոտական կայանում:

Ստեղծվեց նոր Ամերիկի գիտահետազոտական կայանը (նկ. 2): Կառուցվեց բարձրավոլտ էլեկտրասնման գիծ, և 1960 թ. կայանների էլեկտրասնումը դիզելային մեքենաներից փոխադրվեց հանրապետության էներգասխտեմի վրա: Ասվալտապատ ճանապարհ կառուցվեց Արագածի կայանից մինչև Բյուրական գյուղը: Նրկու կայաններն էլ հասցվեցին կատարյալ առաջնակարգ վիճակի և նոր, լավ պայմաններում շարունակվեցին գիտահետազոտական աշխատանքները:

Սկզբում տիեզերական ճառագայթների միջուկային փոխազդեցության հարցերն Արագածում հետազոտվում էին մագնիսական մասն-սպեկտրոմետրի օգնությամբ և հաճախ անհայտ էր մնում

փոխազդեցության մեջ մտնող առաջնային մասնիկի էներգիան: Մյուս կողմից գերբարձր էներգիայով մասնիկների քանակը տիեզերական ճառագայթման մեջ շատ փոքր է և, որպեսզի հնարավոր լիներ արձանագրել բավականին թվով դեպքեր, անհրաժեշտ էր ունենալ մեծ մարմնային անկյուն ընդգրկող սարքավորում: Մագնիսական մասս-սպեկտրոմետրերի հնարավորություններն այդ տեսակետից սահմանափակ էին, ուստի կարիք եղավ ստեղծել սարքավորումներ առանց մագնիսների:



Նկ. 2. Նոր Ամբերդի լաբորատորիայի շենքը:

Այդպիսի սարքավորումներից ամենատարածվածը, այսպես կոչված, իոնացման կալորիմետրն է, որը մշակվել և կիրառվել է պրոֆ. Ն. Լ. Գրիգորովի և իր աշխատակիցների կողմից:

1958 թվականին Արագածի գիտա-հետազոտական կայանում ստեղծվեց իոնացման կալորիմետրի առաջին սարքավորումը, որի օգնությամբ Ն. Լ. Գրիգորովը, Խ. Պ. Բաբայանը և իրենց աշխատակիցներն ուսումնասիրեցին գերբարձր էներգիայով մասնիկների միջուկային փոխազդեցության երևույթները:

Հետազոտվեց ավելի քան 10^{11} էվ էներգիայով մասնիկների միջուկային փոխազդեցությունները երկաթի մեջ: Քանի որ կալորիմետրը հնարավորություն էր տալիս որոշել փոխազդեցության մեջ մտնող մասնիկի էներգիան, հնարավոր եղավ որոշել փոխազ-

դեցուկայան առաձգականության գործակիցը, որով պարզվեց, որ միջուկային փոխազդեցությունների ժամանակ առաջնային մասնիկի էներգիան մեծ հավանականությամբ լրիվ ծախսվում է π -մեզոնների առաջացման վրա (51):

10^{12} — 10^{14} էվ էներգիայով մասնիկների փոխազդեցության երևույթների հետազոտման նպատակով ստեղծվեց մոտ 15 անգամ ավելի մեծ էֆեկտիվ մակերեսով մի այլ կալորիմետրիկ սարքավորում, որտեղ կիրառվեցին ավելի քան 3 մետր երկարության բաղմաթիվ իոնացման խցիկներ և մեծաքանակ գրաֆիտ ու կապար (որպես փոխազդեցության նյութեր ու կլանիչներ): Այդ (մոտ 10 մ² մակերեսով) սարքավորման մեջ կիրառվեցին նաև հաստաշերտ ֆոտոէմուլսիայի թիթեղներ՝ փոխազդեցությունների ժամանակ առաջացող կասկադային հեղեղների մասնիկների տարածական բաշխումը մեծ ճշտությամբ որոշելու նպատակով:

Մոսկվայի պետական համալսարանի, Երևանի ֆիզիկայի ինստիտուտի և Կրակովի (Լեհաստան) միջուկային հետազոտությունների ինստիտուտի աշխատակիցների համատեղ ջանքերով ստացվեց բազմակողմանի ինֆորմացիա գերբարձր էներգիայով մասնիկների էներգետիկ բաշխման, նրանց միջուկային փոխազդեցությունների բնույթի և առաջացող երկրորդային մասնիկների վերաբերյալ (52): Այդ մասին ղեկուցվեց 1961 թ. սեպտեմբերին Կիոտոյում (Ճապոնիա) կայացած տիեզերական ճառագայթմանը նվիրված միջազգային կոնֆերանսում, որտեղ ունկնդիրները մեծ հետաքրքրությամբ հաղորդակից եղան ստացված արդյունքներին:

Ներկայումս այդ հետազոտությունները շարունակվում են վերափոխված սարքավորումով, որը հնարավորություն է տալիս ավելի մեծ ճշտությամբ որոշել փոխազդեցության մեջ մտնող առաջնային մասնիկների էներգիան:

Տիեզերական մասնիկների գերբարձր էներգիաների չափման գրեթե միակ և ուղղակի միջոցն է իոնացման կալորիմետրը, չնայած որ մինչև օրս փորձով չի ստուգված, թե այն ինչպիսի ճշտությամբ է չափում մեծագույն էներգիաները: Ճիշտ է, Մ. Լ. Տեր-Միքայելյանի տեսական հաշվումները թույլ են տալիս ստեղծել ավելի քան $5 \cdot 10^{11}$ էվ էներգիայով մասնիկների էներգիայի սահմանային արժեքների որոշման եղանակ (53), բայց թե որքան դյուրին կլինի նրա կիրառումը, դեռ լրիվ հայտնի չէ:

Նոր Ամբերդի բարձր էներգիաների գիտա-հետազոտական լաբորատորիայում տեղակայված երկու հզոր էլեկտրամագնիսներից

մեկը օգտագործելով Ա. Ի. Ալիխանյանը, Մ. Ի. Դալոնը, Գ. Հ. Մարիկյանը և իրենց աշխատակիցները ստեղծեցին մի սարքավորում, որը մասնիկների էներգիաները չափում էր միաժամանակ երկու անկախ եղանակներով, մեկը՝ ուժեղ մագնիսական դաշտում դասավորված կայծային հաշվիչներից կազմված տելեսկոպի միջոցով, մյուսը՝ տելեսկոպի տակ գտնվող իոնացման կալորիմետրի միջոցով: Պարզվեց, որ գերբարձր էներգիայով օժտված տիեզերական մասնիկները մեծ մասամբ գալիս են այլ մասնիկների ուղեկցությամբ և այս հանգամանքը անշափ դժվարացրեց իոնացման կալորիմետրի միջոցով էներգիա չափելու ճշտությունը պարզելու հնարավորությունը: Դրան զուգընթաց ստացվեց միջուկա-ակտիվ մասնիկների էներգիաների սպեկտրը ծովի մակերևույթից 2 կմ բարձրության վրա:

Տիեզերական ճառագայթման բարձր էներգիայով մասնիկների հետազոտությունները տարբեր բարձրությունների վրա հնարավորություն կտան պարզել Նրկրի մթնոլորտում այդ մասնիկների հետ կատարվող երևույթների առանձին կողմերը, իսկ այդ անհրաժեշտ է առաջնային տիեզերական ճառագայթների բնույթի պարզաբանման տեսակետից:

Այս նպատակով առավել անմիջական հետազոտություններն իրականացվում են արհեստական արբանյակների ու տիեզերական հրթիռների օգնությամբ: Նրանց վրա տեղակայված ֆոտոէմուլսիոն շերտերը և այլ սարքավորումները հնարավորություն են տալիս չափել տիեզերական ճառագայթման հոսքի ինտենսիվությունը՝ և արձանագրել գերբարձր էներգիայով մասնիկների միջուկային փոխազդեցության առանձին դեպքեր:

Տիեզերական ճառագայթման առաջնային մասնիկների հետազոտությունները Հայաստանում սահմանափակ բնույթ են կրել, բայց ժամանակակից իրադրությունը բնական անհրաժեշտություն է ստեղծում ընդլայնելու այդ հետազոտությունները: Ավելի ու ավելի մեծաքանակ ու կատարելագործված արբանյակնավերի արձակումը դեպի միջմոլորակային տարածություն՝ ֆիզիկոսներին մեծ հնարավորություն կտան տիեզերական ճառագայթումն ուսումնասիրել Նրկրից հեռու տարածության խորքերում: Հասկանալի է, որ Հայաստանի ֆիզիկոսները ևս անհրաժեշտ գիտահետազոտական քայլեր կձեռնարկեն այդ ուղղությամբ:

Նման հետազոտությունները շատ կարևոր են և կարող են ցուցմունք տալ տիեզերական ճառագայթման առաջացման ու արա-

գացման պայմանների մասին և նույնիսկ այն փոխակերպումների մասին, որոնք կատարվում են առանձին երկնային օբյեկտներում,

ԳԻՏԱ-ՀԵՏԱԶՈՏԱԿԱՆ ԱՅԼ ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐ

Տիեզերական ճառագայթման փորձառական հետազոտությունների մինչ այժմյան շարադրանքից պարզ է, որ մեր գիտնականները կիրառել են շատ գործիքներ ու սարքավորումներ, որոնց զգալի մասը մշակվել և կառուցվել է ֆիզիկոսների կողմից: Հատկապես, մինչև 1950 թվականը Հայաստանի ֆիզիկոսները մեծ ջանքեր գործադրեցին չափող ու արձանագրող նոր միջոցների ստեղծման և անընդհատ կատարելագործման ուղղությամբ:

Արժե հիշատակել, որ ռադիո-տեխնիկական բոլոր սխեմաների ճնշող մեծամասնությունը մշակվում և կառուցվում էին մեր ֆիզիկոսների կողմից: Նույնիսկ էլեկտրասնման ուղղիչ հարմարանքները սարքավորվում էին նրանց ուժերով: Հետզհետե իրադրությունը փոխվեց և գործարանային արտադրության ռադիո-տեխնիկական և այլ սարքերի քանակը զգալի տեղ բռնեց փորձառական սարքավորումների մեջ:

Հայաստանի ֆիզիկայի ինստիտուտի գիտաշխատակիցներն, զգալի աշխատանք կատարեցին նաև Հեյզեր-Մյուլլերի հաշվիչների կատարելագործված տեսակների ստեղծման և տեղական պայմաններում նրանց մեծաքանակ պատրաստումը իրականացնելու տեսակետից (Վ. Մ. Խարիտոնով, Վ. Շ. Քամալյան, Վ. Լ. Շչերբակով և ուրիշներ): Բավական է ասել, որ մի ժամանակ այդ հաշվիչների պործարանային արտադրություն չկար և մի քանի ինստիտուտներ օգտագործում էին մեր ինստիտուտի փորձն ու պատրաստած հաշվիչները:

Զգալի աշխատանք է կատարվել համեմատական հաշվիչների ու Վիստնի խցերի տարատեսակների, ինչպես նաև շերենկոյան հաշվիչների և կայծային խցիկների ստեղծման տեսակետից: Վերջիններս ձեռնարկվել են մոտ ժամանակներս և իրենց կարևորագույն առանձնահատկությունների շնորհիվ ավելի ու ավելի մեծ ուշադրության են արժանանում: Օրինակ՝ Ա. Ալիխանյանի, Թ. Ասաթիանու և իրենց աշխատակիցների ուսումնասիրությունները Նոր Ամբերդում ցույց տվին, որ մագնիսական դաշտում տեղադրված կայծային խցիկները տիեզերական արագ մասնիկների իմպուլսի չափման լավագույն միջոց են:

Շատ աշխատանք է նվիրվել միջուկային ֆիզիկայի և տիեզերական ճառագայթման հետազոտությունների մեջ կիրառվող ռադիո-տեխնիկական զանազան սխեմաների ստեղծման ու կատարելագործման հարցերին (54, 55), որոնց նկարագիրը հիմնականում տրվել է գիտա-հետազոտական արդյունքների մասին հրատարակված աշխատություններում:

Արագ մասնիկների հետազոտության բնագավառում կիրառվել են սցինտիլացիայի ընդունակությամբ օժտված զանազան օրգանական նյութեր, որոնց սինթեզումը և հատկությունների ուսումնասիրությունը կատարվել են Ս. Ա. Վարդանյանի և իր աշխատակիցների կողմից (56):

Ա. Խրիմյանը և աշխատակիցները մշակել են եղանակ՝ սցինտիլացիոն հաշվիչների օգնությամբ տիեզերական մասնիկների մասսայի մեծությունը որոշելու համար (57):

Փորձեր են կատարվել մանրահատիկ ֆոտոէմուլսիայի մշակման օպտիմալ պայմանները գտնելու ուղղությամբ: Հայնարեռվել է, որ ուլտրաձայնային ալիքների ներգործությամբ մի քանի անգամ մեծանում է ֆոտոէմուլսիայի արտածման արագությունը և լավանում նրա ֆիզիկական հատկությունները (Ա. Ակոպովա, Խ. Փաշաջյան):

Հայաստանի ֆիզիկոսները հիմնականում օգտագործել են հայրենական արտադրության ֆոտոէմուլսիա, միաժամանակ ուսումնասիրություններ կատարելով նաև արտասահմանյան G-5 տիպի էմուլսիայի օգնությամբ: 1956 թվականին անգլիացի ֆիզիկոս Ս. Պոուելի խմբից (բրիտոլյան խումբ) ստացվեց 166,5 սմ³ ծավալով ֆոտոէմուլսիա, որը 6—7 ժամ տևողությամբ ճառագայթման էր ենթարկվել մոտ 30 կմ բարձրության վրա: Այդ էմուլսիայի հետազոտությամբ Խ. Բաբայանը, Կ. Մաթևոսյանը և ուրիշները հետաքրքիր արդյունքներ ստացան հիպերֆրագմենտների տրոհման, $\pi \rightarrow \mu \rightarrow e$ տրոհման և միջուկային փոխազդեցության վերաբերյալ:

Սա արտասահմանյան գիտնականների հետ համագործակցության մի արդյունավետ օրինակ է: Դրան կարելի է ավելացնել, որ մեր ֆիզիկոսները լեհաստանի գիտնականների հետ համատեղ հետազոտություններ են իրականացնում Արագածի կայանում: Բայց այդ երկու օրինակը, իհարկե, բիշ է և գործի հաջողության համար պետք է ավելի ընդլայնել համագործակցությունն արտասահմանյան գիտնականների հետ:

Հայաստանի ֆիզիկոսների ջանքերով ստեղծված Արագածի գիտա-հետազոտական կայանում տիեզերական ճառագայթման կազմի ու բնույթի ուսումնասիրություններ են իրականացրել նաև ՍՍՀՄ ԳԱ շափողական գործիքների և ՍՍՀՄ ջերմատեխնիկական լաբորատորիաների աշխատակիցները (Մ. Կոզազան, Ա. Ֆրիդպոլ, Ա. Տյապկին, Ա. Մեշկովսկի, Լ. Սոկոլով)։ Այդ աշխատանքներում մեր գիտնականներն անմիջական մասնակցություն չեն ունեցել, բայց ամեն կերպ աջակցել են նրանց հաջողությանը։

Արագածի և Նոր Ամբերդի կայաններում, տիեզերական ճառագայթների հետազոտություններից բացի, իրականացվել են բիոֆիզիկական և այլ բնույթի հետազոտություններ։ Ուսումնասիրվել է լեռնային բարձունքների բնական պայմանների ու ճառագայթման ազդեցությունը կենդանի օրգանիզմների վրա (Հ. Բ. Զաքարյան և ուրիշներ)։ Վ. Շ. Քամալյանն ու իր աշխատակիցներն ուսումնասիրում են ճառագայթման և այլ գործոնների դերը՝ ճագարների ու վանազան օրգանիզմների սերնդի սեռի որոշման տեսակետից։ 1950 թվականին Արագածի կայանում աստրոֆիզիկական հետազոտություններ են կատարել Պոպկովոյի և Բյուրականի աստղադիտարանների աշխատակիցները (Օ. Ա. Մելնիկով, Լ. Վ. Միրզոյան և ուրիշներ)։

Պետք է նշել, որ նման հետազոտությունների համար Արագածի և Նոր Ամբերդի կայանները լավագույն հնարավորություններ են բնձնեում։



Տիեզերական ճառագայթման բազմակողմանի հետազոտությունները հնարավորություն տվին ոչ միայն պարզել նրա բնույթն ու կազմը, այլև գիտնականներին մեծ հնարավորություններ բնձնեցին թափանցելու ատոմի միջուկի և տարրական մասնիկների կառուցվածքի գաղտնիքների մեջ։ Կոսմոգոնիական բնույթի հարցերի լուծմանը զուգընթաց, լուծվեցին նաև գործնական վիթխարի նշանակություն ունեցող հարցեր։ Բավական է նշել, որ ժամանակակից ատոմային էներգետիկայի հիմքը դրվել է տիեզերական ճառագայթների և այլ արագ մասնիկների միջոցով կատարվող միջուկային փոխազդեցությունների ու ռեակցիաների մանրակրկիտ հետազոտությունների օգնությամբ։

Ժամանակակից տիեզերական թռիչքների դարում նոր կարևորություն է ստանում տիեզերական ճառագայթման հետազոտու-

թյունը: Անհրաժեշտ ու հնարավոր է դառնում նրա հետազոտությունը ոչ միայն երկրամերձ տարածություն մեջ, այլև Տիեզերքի խորքերում, որը պահանջում է ֆիզիկոսների ուժերի լարում և անշատ-անշատ գործող խմբերի որոշակի համագործակցություն ու միավորում: Իհարկե, անխուսափելի է նուրբ ու բարդ, ինչպես և լայնածավալ նոր սարքավորումների կիրառությունը, որը կպահանջի մեծ արժեքի ներդրումներ, բայց կկատարվեն հայտնագործություններ, որոնք աստրոֆիզիկական և այլ մեթոդներով ստացված արդյունքների հետ միասին կպարզեն տիեզերքի էվոլյուցիայի շատ գաղտնիքներ: Այս հարցերի արդյունավետ լուծմանը Հայաստանում կարող է նպաստել նաև աստրոֆիզիկական հզոր կենտրոնի գոյությունը Բյուրականում:

Անցած ժամանակաշրջանի արդյունքների դիտարկումը նաև ցույց է տալիս, որ տիեզերական ճառագայթների հետազոտությունների հաջողությունը Հայաստանում զգալիորեն պայմանավորված է այն համագործակցությամբ, որ եղել է Երևանի և Մոսկվայի, Լենինգրադի, Թբիլիսիի ու այլ քաղաքների ֆիզիկոսների միջև: Այդ համագործակցությունը արտահայտվել է թե համատեղ գիտահետազոտական աշխատանքներ կատարելով և թե երիտասարդ ֆիզիկոսներ պատրաստելու կարևորագույն գործում:

Չի կարելի չնշել, որ գիտահետազոտական աշխատանքների հաջողությունն ապահովելու և որակյալ ֆիզիկոսներ պատրաստելու հարցում Ա. Ի. Ալիխանյանի, Ա. Ի. Ալիխանովի և Վ. Հ. Համբարձումյանի հետ միասին մեծ աշխատանք են կատարել նաև անվանի գիտնականներ Լ. Ա. Արցիմովիչը, Լ. Դ. Լանդաուն, Պ. Լ. Կապիցան, Ա. Բ. Միգդալը, Ի. Յա. Պոմերանչովը, Ս. Ն. Վերնովը, Ն. Լ. Գրիգորովը, Ի. Ե. Տամմը, Կ. Ա. Տեր-Մարտիրոսյանը և ուրիշներ:

Հիշատակության արժանի է նաև Ա. Ի. Ալիխանյանի և ֆիզիկայի ինստիտուտի տեսական բաժնի աշխատակիցների նախաձեռնությամբ 1961 թվականին կազմակերպված Նոր Ամբերդի ամենամյա զարնանային դպրոցը, որտեղ կարդացվում ու քննարկվում են դասախոսություններ միջուկային ֆիզիկայի ասպարեզում կատարվող տեսական ու փորձառական հետազոտությունների վերաբերյալ: Դպրոցի աշխատանքներին մասնակցում են Մոսկվայից, Լենինգրադից, Թբիլիսիից, Խարկովից, Տաշքենդից, Ալմա-Աթայից և այլ քաղաքներից եկած շուրջ 200 երիտասարդ և անվանի ֆիզիկոսներ: Դպրոցում կարդացված դասախոսությունները հրատարակ-

վում են առանձին ժողովածուներում, որոնք մեծ ընդունելություն են գտնում սովետական և արտասահմանյան ֆիզիկոսների շրջանում:

Նոր Ամբերդի դպրոցը մեծագույն չափով նպաստում է երիտասարդ ֆիզիկոսների գիտական մակարդակի բարձրացմանը և գիտահետազոտական աշխատանքների հետագա հաջողությանը՝ միջոցառելով ֆիզիկայի բոլոր բնագավառներում, ներառյալ տիեզերական ճառագայթների հետազոտությունը:

Այս տեսակետից ոչ պակաս նշանակություն ունեն այն կոնֆերանսներն ու խորհրդակցությունները, որոնք տիեզերական ճառագայթների վերաբերյալ կազմակերպվում են թե համամիութենական և թե միջազգային մասշտաբով: Դրանց աշխատանքներին միշտ ակտիվ մասնակցություն են ունենում Երևանի ֆիզիկոսները:

Г. А. МАРИКЯН

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ В АРМЕНИИ

Резюме

Первые исследования космических лучей в Армении были проведены около 30 лет тому назад, а регулярные экспериментальные исследования начались в 1942 году под руководством и при непосредственном участии академика А. И. Алиханова и член-корр. АН СССР А. И. Алиханяна. С этой целью на горе Арагац и в Ереване были созданы экспериментальные установки. Исследования космических лучей приобрели еще более широкий размах с созданием на базе Армянского филиала АН СССР Академии наук Армянской ССР и в ее составе Института физики во главе с А. И. Алиханяном.

В 1943—1945 годах А. И. Алиханян и его сотрудники показали, что на высоте гор в составе космических лучей присутствует интенсивный поток энергичных протонов. Были открыты также «узкие линии», что впервые указало на ядерные процессы, протекающие при прохождении космического излучения через атмосферу.

С целью систематического и всестороннего исследования природы и состава космического излучения А. И. Алиханян, А. И. Алиханов и их сотрудники разработали новый метод, получивший название магнитного масс-спектрометра.

Созданные на высоте 3250 метров над уровнем моря светосильные масс-спектрометры позволили армянским физикам впервые в 1946 году получить данные о существовании в составе космических лучей нестабильных частиц с массой, промежуточной между массой мезона и протона.

С помощью масс-спектрометра в 1949 году была обнаружена генерация быстрых протонов нейтронами космического излучения и определено поперечное сечение этого процесса. Вместе с тем определялся импульсный спектр космических лучей.

Исследования состава и свойств космического излучения проводились также Н. М. Кочаряном и сотрудниками, создавшими в 1948—1949 годах магнитный масс-спектрометр.

В 1951 году масс-спектрометр был перенесен на Арагацскую космическую станцию, где он усовершенствовался и применялся для исследования азимутальной асимметрии и ядерных взаимодействий космических лучей, а также для определения их импульсного спектра.

В 1950 году А. И. Алиханян, А. Т. Дадаян, В. М. Харитонов с сотрудниками создали на Арагаце первоклассный большой магнитный масс-спектрометр. Включив в него усовершенствованную годоскопическую систему, две большие камеры Вильсона и многослойный пропорциональный счетчик, ученые сделали возможным получение одновременной всесторонней информации о каждой регистрируемой этой установкой космической частице.

С помощью нового масс-спектрометра было окончательно доказано существование сравнительно долгоживущих частиц с массой 950—1000 те. Полученные данные указывали на существование в составе космических лучей дейтонов больших энергий. Исследованы также ядерные взаимодействия протонов и нейтронов и многократное рассеяние мезонов космического излучения.

Изучение состава и свойств космических лучей осуществлялось и с помощью фотоэмульсионных пластинок. Были получены интересные данные о ливнях, образовавшихся в фотоэмульсии частицами космического излучения в верхних слоях атмосферы.

Исследования космических лучей с неизбежностью при-

вели ученых к изучению структуры и свойств атомного ядра. С этой целью уделялось большое внимание процессам, происходящим при ядерных взаимодействиях космических лучей в разных веществах.

Ядерные взаимодействия изучались на Арагацской космической станции как с помощью магнитных масс-спектрометров, так и ионизационными калориметрами, созданными физиками Армении совместно с физиками Московского и Краковского университетов под общим руководством профессора Н. Л. Григорова.

Созданная этой группой большая (10 м^2) калориметрическая установка позволяет измерять сверхвысокие энергии ядерно-активных частиц и исследовать процессы ядерных взаимодействий.

В 1960 году вошла в строй Нор-Амбердская лаборатория. Здесь, на высоте 2000 м над уровнем моря была создана установка, содержащая сильный электромагнит, искровой телескоп и ионизационный калориметр, для измерения энергии ядерно-активных частиц и исследования ядерных взаимодействий частиц сверхвысоких энергий.

Физики-экспериментаторы Армении уделяют большое внимание усовершенствованию и созданию новых приборов и установок. В Институте физики разрабатывались и изготовлялись разнообразные счетчики Гейгера-Мюллера, пропорциональные счетчики, камеры Вильсона, искровые счетчики и камеры и другие приборы, применяемые в ядерной физике.

Физики Армении работали в тесном контакте с учеными Москвы, Тбилиси, Ленинграда и других городов и всегда находились на передовых рубежах соответствующей области мировой науки.

Գ Ր Ա Շ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

1. Ք յ շ Ր Յ Ն Ի Ն. Մ., Երևանի պետականի տպագրության գործակալի տպարան, հ. 12, 1940.
2. Алиханов А. И., Алиханян А. И., Кочарян Н. М., Сборник работ Алагезской экспедиции, 1942.
3. Алиханян А. И., Дадаян А. Т., Сборник работ Алагезской экспедиции, 1942.
4. Алиханов А. И., Алиханян А., Кочарян Н. М., Кварцхаша И., Мирианашвили Г. 1944, 8, 127.

5. Алиханян А. И., Алиханов А. И. 1943, 7, 246.
6. Алиханов А. И., Алиханян А. И., 1944, 8, 314.
7. Алиханов А. И., Алиханян А. И., Никитин С. Я. 1945, 9, 167.
8. Алиханов А. И., Алиханян А. И., ЖЭТФ, 1945, 15, 145.
9. Алиханян А. И., Асатиани Т. Л., ЖЭТФ, 1945, 15, 225.
10. Алиханян А. И., Александрян А. А., 1946, 10, 296.
11. Алиханян А. И., Алиханов А. И., Вайсенберг А. О., ДАН Арм. ССР, 1946, 5, 129.
12. Алиханян А. И., Дайон М. И., Харитонов В. М., ЖЭТФ, 1949, 19, 739.
13. Вайсенберг А. О., Марилян Г. А., Харитонов В. М., ЖЭТФ, 1953, 24, 550.
14. Кочарян Н. М., Саакян Г. С., Айвазян М. Т., Киракосян З. А. и Қайтмазов С. Д., ЖЭТФ, 1952, 23, 532.
15. Алиханян А. И., Морозов В., Хримян А., Мусхалишвили Г. и Камалян В., ЖЭТФ, 1949, 19, 1021.
16. Алиханян А. И. ЖЭТФ, 1951, 21, 1062.
17. Алиханян А. И., Дадаян А. Т., Шостакович Н. В., ДАН СССР, 1952, 82, 693.
18. Марилян Г. А., ДАН СССР, 1952, 85, 305.
19. Алиханян А. И., Марилян Г. А., ДАН СССР, 1952, 87, 191.
20. Дадаян А., Мерзон Г., ДАН СССР, 1952, 86, 259.
21. Харитонов В. М., ДАН СССР, 1952, 86, 285.
22. Алиханян А., Кириллов-Угрюмов В., Шостакович Н. Федоров В., ДАН СССР, 1953, 92, 255.
23. Дадаян А. Т., Балаян Г. В., Известия АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, 1959, 4, 109.
24. Харитонов В. М., ДАН СССР, 1952, 85, 71.
25. Багдасарян Л. С., Харитонов В. М., Марилян Г. А., Известия АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, 1958, 3, 79.
26. Багдасарян Л. С. Известия АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, 1958, 4, 21.
27. Алиханян А., Кириллов-Угрюмов В., Шостакович Н., Федоров В., Мерзон Г. ДАН СССР, 1953, 92, 511.
28. Алиханян А. И., Харитонов В. М., ДАН СССР, 1953, 92, 1125.
29. Дадаян А. Т., ДАН СССР, 1952, 86, 683.
30. Дадаян А., Мерзон Г., Известия АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, 1953, 17, 72.
31. Бадалян Г. В., ЖЭТФ, 1958, 35, 303.
32. Арутюнян Ф. Р., ЖЭТФ, 1958, 34, 800.
33. Алиханян А. И., Арутюнян Ф. Р. ЖЭТФ, 1959, 36, 32.
34. Хримян А. В., ДАН СССР, 1952, 85, 75.
35. Алиханов А. И., Елисеев Г. П., Камалян В. Ш., Любимов В. А., Монсеев Б. Н., Хримян А. В., ЖЭТФ, 1959, 36, 404.
36. Асатиани Т. Л., Хримян Г. В., ЖЭТФ, 1957, 33, 561.
37. Хримян А., Авакян В., Егиян К., Налбандян Н., Плешко М., ЖЭТФ, 1962, 42, 669.

38. Кочарян Н. М., Айвазян М. Т., Кайтмазов С. Д., Киракосян З. А., ЖЭТФ, 1953, 25, 364.
39. Кочарян Н., Айвазян М., Киракосян З., Алексанян А., ДАН Арм. ССР, 1955, 20, 169.
40. Кочарян Н. М., Саакян Г. С., Айвазян М. Т., Киракосян З. А., Алексанян А. С., Известия АН Арм. ССР, серия физ.-мат., 1955, 19, 515.
41. Кочарян Н. М., Саакян Г. С., Киракосян З. А., ЖЭТФ, 1958, 35, 1335.
42. Айвазян М. Т., Известия АН Арм. ССР, серия физ.-мат., 1956, 9, 3.
43. Бабалян Х. П., Марутян Н. А., Зингер И. И., ДАН СССР 1953, 92, 263.
44. Бабалян Х. П., Марутян Н. А., Матевосян К. А., Ростом-ян М. Г., ЖЭТФ, 1958, 34, 231.
45. Бабалян Х. П., Саринян М. Г., Туманян Э. Р., ЖЭТФ, 1960, 38, 313.
46. Бабалян Х. П., Марутян Н. Матевосян К., Саринян М., Известия АН Арм. ССР, серия физ.-мат., 1960, 13, 1.
47. Долгошеин В., Лучков Б., Ушаков В., Асатиани Т., Кри-щян В., Матевосян Э., Шархатунян Р., Труды международ-ной конференции по космическим лучам, 1960, т. 1, 319.
48. Асатиани Т. Л., Крищян В. М., Шархатунян Р. О., ДАН Арм. ССР, 1960, 31, 1, 15.
49. Кочарян Н., Киракосян З., Шароян Э., Пикалов А., ДАН Арм. ССР, 1959, 29, 17.
50. Алиханян А., Асатиани Т., Матевосян Э., Шархатун-ян Р., ЖЭТФ, 1962, 42, 2, 127.
51. Бабалян Х., Григоров Н., Дубровин М., Мищенко Л., Мурзин В., Сарычева Л., Собиняков В., Рапопорт И., Труды международной конференции по космическим лучам, 1960, т. 1 176.
52. Бабалян Х., Бояджян Н., Бабецкий Я., Буя З., Григоров Н., Лоскевич Е., Массальский Е., Олесь А., Третьякова Ч., Шестоперов В., Труды конференции по космическим лучам в Японии, 1961.
53. Алиханян А. И., Арутюнян Ф. Р., Испирян К. А., Тер-Ми-каелян М. Л., ЖЭТФ, 1961, 41, 2002.
54. Акопян Г. С., Марикиан Г. А., Харитонов В. М., Известия АН Арм. ССР, серия физ.-мат., 1 1959, 1, 85.
55. Карабеков И. П., Авакян В. В., Налбандян Н. А., ПТЭ, 1959, 3, 130.
56. Вардanian С. А., Вардanian А. Г., Хрлякян С. П., ЖОХ, 1962, 32, 1195.
57. Хримян А., Егиян К., Налбандян Н., Авакян В., Кара-петян В., ПТЭ, 1961, 6, 52.