

ԱՌԱՋԱՏԱՐ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՈՒԹՅԱՆ ԿԱՐԾԻՔ

Գևորգ Գարեգնի Հարությունյանի «Մեծ հեռավորությամբ բլազարների բազմահաճախային ճառագայթման մեխանիզմների ուսումնասիրությունը» ատենախոսության վերաբերյալ ներկայացված Ա.03.02 «Աստղաֆիզիկա, ռադիոաստղագիտություն» մասնագիտությամբ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման համար

Թեմայի արդիականությունը

Ակտիվ գալակտիկական միջուկները (ԱԳՄ-ները) հանդիսանում են Տիեզերքի առավել հետաքրքիր աղբյուրներից, որոնք հանդիսանում են հատուկ լաբորատորիաներ՝ տիեզերական տարբեր երևույթներ ուսումնասիրման համար: Տարբեր դասերի ԱԳՄ-ների ուսումնասիրություններում առանձնահատուկ տեղ են զբաղեցնում բլազարները՝ ԱԳՄ-ների ենթադաս, որոնք առանձնանում են ինտենսիվ էլեկտրամագնիսական ճառագայթմամբ և դիտողի նկատմամբ փոքր անկյուններ կազմող ռելատիվիստական շիթերով : Այդ շիթերում պլազման շարժվում է մեծ արագություններով և դիտողի նկատմամբ ճառագայթումը Դոպլեր ուժեղացված է: Դրա շնորհիվ բլազարները հնարավոր է գրանցել շատ մեծ հեռավորությունների վրա:

Բլազարների ճառագայթումը հիմնականում պայմանավորված է դրանց գալակտիկաների միջուկներում գտնվող գերմասիվ սև խոռոչներով, որոնց զանգվածները միլիարդավոր անգամ գերազանցում են արևի զանգվածը: Բլազարների ուսումնասիրություններում հատկապես կարևոր է մեծ կարմիր շեղումով բլազարների հետազոտությունը, ինչը եզակի հնարավորություն է Տիեզերքի վաղ փուլերի և ռելյատիվիստական շիթերի հիմնարար ֆիզիկայի ուսումնասիրման համար: Օրինակ, այդ բլազարների մեծ հեռավորությունների պատճառով դրանց ճառագայթումը տարբեր էներգիական տիրույթներում պարունակում է տեղեկատվություն ինչպես Տիեզերքի վաղ փուլերի, այնպես էլ՝ դրա էվոլյուցիայի մասին: Այդ աղբյուրների շիթերի հետազոտությունը կարևոր է նաև վաղ շրջանում շիթերի և ակրեցիոն սկավառակների կապը հասկանալու համար:

Ներկայացվող ատենախոսությունում մեծ կարմիր շեղումով բլազարներ հետազոտվել են էլեկտրամագնիսական սպեկտրի ողջ տիրույթում բազմալիքային դիտողական տվյալների մեծ ծավալների մանրակրկիտ վերլուծությամբ՝ ներառյալ տվյալներ գամմա, ռենտգենյան, ուլտրամանուշակագույն և օպտիկական տիրույթներում: Այս տվյալները հավաքագրվել են այնպիսի գործիքներով, ինչպիսիք են՝ Fermi-LAT-ը, Swift UVOT/XRT-ը և NuSTAR-ը, որոնցից յուրաքանչյուրը զգայուն է ճառագայթման սպեկտրի որոշակի տիրույթում: Առանձնացված բլազարների շիթերն հետազոտելու համար կիրառվել են ժամանակակից տեսական մոդելներ, ինչպիսին է մեկ տիրույթից լեպտոնային սցենարը, երբ հակադարձ Կոմպտոնյան ցրման համար հաշվի են առնում տարբեր ֆոտոնային դաշտեր: Այս տեսական մոդելավորումը օգնում է հասկանալ շիթերի դինամիկան, մասնիկների արագացման և ճառագայթման մեխանիզմները էքստրեմալ միջավայրերում:

Բլազարների և, մասնավորապես, մեծ կարմիր շեղումով բլազարների ուսումնասիրությունը բարձր էներգիայի աստղաֆիզիկայի բուռն զարգացող ուղղություններից է: Ժամանակակից դիտումները, տվյալների վերլուծության մեթոդների և տեսական մոդելավորման շարունակական բարելավումները նպաստում են այս հեռավոր տիեզերական աղբյուրների հետազոտման անընդհատ խորացմանը և ընդլայնմանը: Վերը ասվածը վկայում է, որ ատենախոսության թեման արդիական է:

Ատենախոսության բովանդակությունը

Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, հինգ գլուխներից, եզրակացությունից և գրականության ցանկից:

Ներածությունում հակիրճ քննարկվել է թեմայի կարևորությունը և արդիականությունը, ներկայացված են հիմնական գիտական խնդիրները և ստացված արդյունքները:

Առաջին գլխում նկարագրված են Fermi LAT, Swift UVOT և XRT դիտակները, որոնց տվյալները օգտագործվել են ատենախոսությունում: Մանրամասնորեն ներկայացված են գամմա տիրույթում գրանցված տվյալների մշակման մեթոդները և քայլերը, ինչպես նաև՝ ներկայացվել է MADAM ծրագրային փաթեթի կառուցվածքը և աշխատանքի սկզբունքը, ինչը հնարավորություն է տալիս իրականացնել Fermi LAT դիտակով գրանցված տվյալների ավտոմատացված վերլուծություն: Նկարագրված են նաև բլազարների շիթերում

Էլեկտրոնների ծառագայթման հիմնական պրոցեսները, ընդ որում՝ հակադարձ կոմպտոնյան ցրման համար քննարկվել է ինչպես սինքրոտրոնային ֆոտոնների, այնպես էլ արտաքին դաշտերի ֆոտոնների դեպքերը:

Երկրորդ գլխում ուսումնասիրվել են թվով երեսուներեք մեծ կարմիր շեղում ունեցող բլազարների ճառագայթման հատկությունները բարձր էներգիաների գամմա, ռենտգենյան, օպտիկական և ուլտրամանուշակագույն տիրույթներում՝ վերլուծելով Fermi-LAT և Swift UVOT/XRT դիտակներով տարբեր տարիներին գրանցված տվյալներ: Գնահատվել են առանձնացված աղբյուրների նշված տիրույթներում ճառագայթման հոսքերը, ճառագայթման ֆոտոնային ցուցիչները և հետազոտվել է դրանց փոփոխականությունը ժամանակի ընթացքում: Վերլուծված և արխիվային տվյալներով պատրաստվել են այդ աղբյուրների էներգիայի սպեկտրալ բաշխվածությունները, որոնք մոդելավորվել են մեկ տիրույթից լեպտոնային ճառագայթման մոդելի շրջանակում: Վերջինս թույլ է տալիս գնահատել շիթերում պլազման նկարագրող հիմնական պարամետրերը, ինչպես նաև՝ գնահատել աղբյուրների սև խոռոչների զանգվածները և ակրեցիոն սկավառակի լուսավորությունը:

Երրորդ գլուխը նվիրված է մեծ հեռավորության վրա գտնվող PKS 0537-286 բլազարի շիթում տեղի ունեցող պրոցեսների ուսումնասիրությանը: Այս աղբյուրը հետաքրքիր է նրանով, որ դիտումները ցույց են տալիս մի քանի ուժեղ բռնկումներ գամմա տիրույթում: Այդ բռնկումների ժամանակ լուսատվությունը գերազանցել է $> 10^{49}$ էրգ վրկ $^{-1}$, իսկ գամմա տիրույթում ճառագայթման սպեկտրը «կոշտացել» է: Վերլուծելով տարբեր տարիներին ռենտգենյան տիրույթում Swift XRT դիտակով գրանցված տվյալները, ցույց է տրվել, որ ռենտգենյան ճառագայթումը նույնպես փոփոխական է ժամանակի ընթացքում: Աղբյուրի բազմաալիքային տիրույթում գրանցված էներգիայի սպեկտրալ բաշխվածությունը մոդելավորվել է՝ ենթադրելով, որ ճառագայթման տիրույթը գտնվում է լայն գծերով տիրույթի ներսում և դրսում: Ցույց է տրվել, որ բռնկումների ժամանակ գրանցված տվյալները հնարավոր է բացատրել, եթե ճառագայթող էլեկտրոնների էներգետիկ բաշխման ցուցիչը փոքրանում է, իսկ նրանց առավելագույն էներգիան շեղվում է դեպի ավելի մեծ էներգիաների տիրույթ:

Չորրորդ գլխում ուսումնասիրվել են $z = 2.53$ կարմիր շեղումով, հարթ սպեկտրով, պայծառ ռադիո քվազարի B3 1343-451-ի բազմահաձախային տիրույթում ճառագայթման մեխանիզմները: Այդ նպատակով վերլուծվել են 2008-2018թթ. ընթացքում Fermi-LAT և Swift դիտակներով գրանցված տվյալները: Ցույց է տրվել, որ զամմա տիրույթում աղբյուրի ճառագայթումը բնութագրվում է մի քանի բոնկումներով, երբ հոսքը կտրուկ աճում է, փոփոխական է նաև աղբյուրի ճառագայթումը ռենտգենյան տիրույթում: Մոդելավորվել է նաև B3 1343-451 աղբյուրի սպեկտրը ճառագայթման հանգիստ և ակտիվ վիճակներում: Մոդելավորման արդյունքները ցույց են տալիս, որ բոնկումները կարող են պատշաճ կերպով բացատրվել, եթե ճառագայթման տիրույթը շարժվում է ավելի արագ առանց արտանետող էլեկտրոնի պարամետրերի կամ շիթերի պայծառության էական փոփոխությունների անհրաժեշտության:

Հինգերորդ գլխում ուսումնասիրվել են Fermi LAT-ի 12 տարվա նոր կատալոգում ներառված նոր 7 մեծ կարմիր շեղումով բլազարների ճառագայթման մեխանիզմները բազմաալիքային տիրույթում: Վերլուծելով Swift UVOT/XRT և Fermi-LAT դիտակներով գրանցված տվյալները՝ մանրամասնորեն հետազոտվել է այդ աղբյուրների օպտիկական, ուլտրամանուշակագույն, ռենտգենյան և բարձր էներգիաների զամմա տիրույթում ճառագայթման հոսքի փոփոխությունը ժամանակի ընթացքում: Առանձնացվել են աղբյուրների ճառագայթման ակտիվ վիճակները, ցույց է տրվել, որ որոշ դեպքերում դրանց ճառագայթման հոսքը կտրուկ աճում է: Առանձնացված աղբյուրների՝ բազմահաձախային տիրույթում ճառագայթման սպեկտրը մոդելավորվել է՝ օգտագործելով մեկ տիրույթից լեպտոնային ճառագայթման մոդելը, հաշվի առնելով և՛ սինքրոտրոնային ճառագայթումը, և՛ արտաքին ֆոտոնները կոմպտոնյան հակադարձ ցրման համար:

Որպես ատենախոսական աշխատանքի թերություններ նշենք հետևյալը.

1. Քննարկվել է մեծ հեռավորությամբ բլազարների ճառագայթումը բարձր էներգիաների զամմա տիրույթում: Ընդ որում՝ առանձնացվել են այնպիսի ժամանակահատվածներ, երբ այդ աղբյուրները գտնվել են ակտիվ ճառագայթման

վիճակում: Աշխատանքը կշահեր, եթե քննարկվեր, թե այդ տվյալները արդյոք կարող են օգտագործվել արտագալակտիկական մնացորդային ճառագայթման խտությունը գնահատելու համար:

2. Չորրորդ գլխում ցույց է տրվել, որ B3 1343+451 աղբյուրի գամմա տիրույթում ճառագայթման հոսքի նվազագույն փոփոխման ժամանակը 2.34 օրվա կարգի է: Կարծում ենք հետաքրքիր կլինեն ճառագայթող էլեկտրոնների սպեկտրի ձևավորման քննարկումը՝ հաշվի առնելով տարբեր պրոցեսներով պայմանավորված նրանց էներգիայի կորստի ժամանակը:

Նշված թերությունները առավելապես առաջարկների բնույթի են և հետագա հետազոտությունների առարկա են: Դրանք չեն ազդում աշխատանքի վերաբերյալ ընդհանուր դրական գնահատականի վրա:


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

Ատենախոսությունում ստացված տվյալների մշակման արդյունքները կարող են կիրառվել տարբեր դասերի բլազարների հետագա հետազոտություններում, իսկ տեսական մոդելավորման արդյունքները՝ ռելատիվիստական շիթերի ձևավորման և տարածման խնդիրներում: Ստացված հիմնական արդյունքները տպագրվել են Monthly Notices of the Royal Astronomical Society (երկու հոդված) և Astrophysics (երկու հոդված) ամսագրերում: Սեղմագիրն ամբողջությամբ համապատասխանում է ատենախոսությանը և արտացոլում է դրա հիմնական դրույթները:

Եզրակացություն

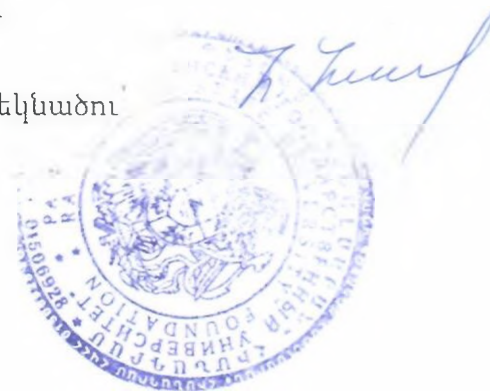
Գևորգ Գարեգնի Հարությունյանի «Մեծ հեռավորությամբ բլազարների բազմափառախային ճառագայթման մեխանիզմների ուսումնասիրությունը» թեմայով թեկնածուական ատենախոսությունն ավարտուն աշխատանք է, որտեղ ստացվել են մի շարք կարևոր արդյունքներ: Իր ծավալով և գիտական մակարդակով այն լիովին

համապատասխանում է ՀՀ ԲՈԿ-ի կողմից թեկնածուական ատենախոսություններին ներկայացվող պահանջներին, բովանդակությամբ համապատասխանում է Ա.03.02 «Աստղաֆիզիկա, ռադիոաստղագիտություն» մասնագիտությանը, իսկ հեղինակն արժանի է ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհմանը:

Երևանի պետական համալսարանի
ակադեմիկոս Գուրգեն Սահակյանի անվան տեսական
ֆիզիկայի ամբիոնի վարիչ՝ 

Ա. Ա. Սահարյան

Երևանի պետական համալսարանի
Գիտական քարտուղար,
Բանասիրական գիտությունների թեկնածու



Մ. Վ. Հովհաննիսյան