

Կարծիք Գեվորգ Գ. Հարությունյանի «Մեծ հեռավորությամբ բլազարների բազմահաճախային ճառագայթման մեխանիզմների ուսումնասիրությունը» թեմայով ատենախոսության վերաբերյալ, ինչը ներկայացված է Ա.03.02 - «Աստղաֆիզիկա, ռադիոաստղագիտություն» մասնագիտությամբ ֆիզիկա-մաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման համար

Մեծ $z (> 2)$ -ով բլազարների ընդհանուր թիվը 34 է՝ LAT (Large Area Telescope) -ով հայտնաբերվել է 28-ը, և BAT (Burst Alert Telescope)-ով՝ 6-ը, և 4-ը՝ երկուսով էլ: Նման սահմանափակ թվաքանակը թերևս շատ ավելի մեծ և ավելի թույլ պայծառությամբ բնակեցման այսբերգի գագաթն է: Մեծ z -ով բլազարների ամբողջ երկնքի երկու շրջահայությունների, BAT- և LAT- նմուշները բավականին լավ են որոշված, քանի որ երկնքի ծածկույթը գրեթե համասեռ է (բացառությամբ Գալակտիկական հարթության), և մենք կարող ենք այս նմուշները համարել սահմանափակ հոսքով նմուշներ: Մեծ $z (> 2)$ -ով բոլոր բլազարները «Flat-Spectrum Radio Quasars (FSRQs)»-ներ են, քանի որ, դրանք համընկնում են մեծ կարմիր շեղումով FSRQ-ների հետ, իսկ $z > 2$ -BL Lac օբյեկտներ մինչ այժմ չի հայտնաբերվել: Մեծ $z (> 2)$ -ով բլազարները պարունակում են գեր-գանգվածով սև խոռոչներ ($M \sim 10^9 \odot$) և դրանց ակրեցիոն պայծառություն ավելի քան $\sim 10\%$ էդինգտոն է: Դրանց մոտ ակրեցիայի արագությունը կախված է միջուկի անմիջական շրջապատից, ինչով պայմանավորվում է ճառագայթման սպեկտրային էներգիայի բաշխման (ՄԷԲ) առանձնահատկությունները: Մասնավորապես, դա հանգեցնում է ռենտգենյան ճառագայթների սպեկտրներում ավելցուկային կլանմանը և կոշտ սպեկտրալ ինդեքսի ձևավորմանը: Սկավառակի ճառագայթումը չի մթագնում սինքրոտրոնային հոսքի պատճառով, և դա թույլ է տալիս գնահատել սև խոռոչի գանգվածը և ակրեցիայի արագությունը: Ներկայումս ակտիվորեն ուսումնասիրվում և մոդելավորվում է դրանց ՄԷԲ -երը, որպեսզի պարզեն շիթ ձևավորող տիրույթի ֆիզիկական պարամետրերը, և գնահատվեն սև խոռոչների գանգվածները և ակրեցիայի արագությունները:

Վերլուծելով Fermi LAT, Swift XRT և Swift UVOT դիտակներով գրանցված տվյալները, ատենախոսության մեջ իրականացվել է գամմա տիրույթում գրանցված մեծ հեռավորությամբ բլազարների բազմահաճախային տիրույթում օպտիկական, ուլտրամանուշակագույն, ռենտգենյան և բարձր էներգիաների գամմա տիրույթներում ճառագայթման համապարփակ սպեկտրային և ժամանակային վերլուծությունը:

Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, հինգ գլուխներից, ամփոփումից և օգտագործված գրականության ցանկից:

Ներածության մեջ հիմնավորվում է հետազոտվող թեմայի արդիականությունը, բերվում է բնագավառի համառոտ նկարագրությունը, ձևակերպվում է աշխատանքի նպատակը, հիմնական դրույթները, և հակիրճ շարադրվում է դրա բովանդակությունը:

Առաջին գլխում քննարկված են բլազարների շիթերում արագացվող էլեկտրոնների սինքրոտրոնային ճառագայթումը և հակադարձ Կոմպտոնյան ցրման մեխանիզմը: Ներկայացված են նաև Swift XRT/UVOT և Fermi-LAT դիտակների հիմնական բնութագրերը, և դրանցով գրանցված տվյալների մշակման հիմնական դրույթները:

Երկրորդ գլխում քննարկվել է բարձր էներգիաների գամմա տիրույթում գրանցված 33 հեռավոր բլազարների ($z > 2.5$) ճառագայթման սպեկտրային և ժամանակային հատկությունները:

Երրորդ գլխում ներկայացված է PKS 0537-286 ($z = 3.1$) բլազարի շիթից ճառագայթման մեխանիզմների համապարփակ ուսումնասիրությունը: Աղբյուրի բազմահաճախային սպեկտրի էներգիական բաշխվածությունը մոդելավորվել է հանգիստ և ակտիվ վիճակներում՝ մեկ տիրույթից լեպտոնային մոդելի շրջանակում, գնահատվել են շիթը նկարագրող հիմնական պարամետրերը:

Չորրորդ գլխում ուսումնասիրվել է մեծ հեռավորությամբ B3 1343+451 բլազարի ճառագայթումը բազմաալիքային տիրույթում: Վերջին տարիներին գամմա տիրույթում աղբյուրը եղել է ակտիվ ճառագայթման վիճակում: Իրականացնելով գամմա տիրույթում գրանցված տվյալների ժամանակային վերլուծություն, գնահատվել է ճառագայթման տիրույթի չափը:

Հինգերորդ գլխում քննարկվել են մեծ հեռավորությամբ ($z > 2.5$) 7 բլազարների շիթերում տեղի ունեցող ոչ-ջերմային պրոցեսները: Աղբյուրների ճառագայթման սպեկտրները մոդելավորվել են մեկ տիրույթից լեպտոնային տեսության շրջանակում հակադարձ կոմպտոնյան ցրման համար, հաշվի առնելով և՛ սինքրոտրոնային, և՛ արտաքին ֆոտոնային դաշտերը: Գնահատվել են ճառագայթող մասնիկները նկարագրող պարամետրերը և շիթի լուսատվությունը:

Գիտական նորություն

1. Ցույց է տրվել, որ ընտրված մեծ հեռավորությամբ 33 բլազարների գամմա տիրույթում ժամանակի ընթացքում միջինացված ֆոտոնային ցուցիչը՝ $\Gamma_\gamma \geq 2.2$, մինչդեռ, այն աղբյուրները որոնք գրանցվել են ռենտգենյան տիրույթում ունեն ֆոտոնային ցուցիչ՝ $\Gamma_x = 1.01 - 1.86$: Ընտրված մեծ հեռավորությամբ բլազարների ֆոտոնային հոսքը ընկած է 4.84×10^{-10} -ից $1.50 \times 10^{-7} \text{ photon cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ տիրույթում իսկ լուսատվությունը $(0.10 - 5.54) \times 10^{48} \text{ erg s}^{-1}$ տիրույթում, որը գամմա տիրույթում բռնկումների ժամանակ աճում է մինչև $(0.10 - 1) \times 10^{50} \text{ erg s}^{-1}$: Կենտրոնական սև մարմնի զանգվածը և ակրեցիոն սկավառակի լուսատվությունը ընկած են համապատասխանաբար $(1.69 - 5.35) \times 10^9 M_\odot$ և $L_d = (1.09 - 10.94) \times 10^{46} \text{ erg s}^{-1}$ տիրույթներում:
2. PKS 0537-286 աղբյուրի գամմա տիրույթում ժամանակ ընթացքում միջինացված ճառագայթման ցուցիչը > 2.0 ինչը ցույց է տալիս, որ բարձր էներգիաների բաղադրիչի առավելագույնը ընկած է մինչև ԳԷՎ տիրույթը, բայց մի քանի հզոր բռնկումների ժամանակ ցուցիչը եղել է < 2.0 և լուսատվությունը գերազանցել է $10^{49} \text{ erg s}^{-1}$ արժեքը: Աղբյուրի ռենտգենյան ճառագայթումը փոփոխական է տարբեր դիտումներում և նկարագրվում է $\Gamma_\gamma \leq 1.38$ ցուցիչով իսկ լուսատվությունը գերազանցում է $> 10^{47} \text{ erg s}^{-1}$ արժեքը: Համեմատելով հանգիստ և ակտիվ վիճակներում էներգիայի սպեկտրալ բաշխվածության մոդելավորման արդյունքները, ցույց է տրվել, որ ամենահավանական տարբերակը այն է, երբ շիթում ճառագայթման տիրույթը գտնվում է լայն գծերով տիրույթի ներսում և բռնկումների պատճառը ճառագայթող էլեկտրոնների սպեկտրալ ցուցիչի փոփոխությունն է ինչպես նաև նրանց առավելագույն էներգիայի (cut-off energy) աճը:
3. B3 1343+451 աղբյուրի ֆոտոնային հոսքը աճել է մինչև $(8.78 \pm 0.83) \times 10^{-7} \text{ photon cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$: Ամենափոքր ֆոտոնային ցուցիչը $\Gamma = 1.73 \pm 0.24$ գրանցվել է MJD 58089 ին լինելով, որը բնորոշ

չէ հարթ սպեկտրով ռադիո քվազարներին: Ցույց է տրվել որ ամենակարճ ժամանակը, որի ընթացքում ֆոտոնային հոսքը կրկնակի անգամ նվազում է 2.34 օր է, որը ենթադրում է, որ ճառագայթումը աղաջանում է շատ կոմպակտ տիրույթից $R \leq \delta \times c \times t / (1 + z) = 3.43 \times 10^{16}$ սմ (երբ $\delta = 20$):

4. Ցույց է տրվել որ PKS 1830-211, LQAC 247-061, TXS 0536+145 և 4C+41.32 աղբյուրները ունեցել են մի քանի բոնկումներ բարձր էներգիաների գամմա տիրույթում, որոնք ուղեկցվել են ֆոտոնային հոսքի նշանակալի աճով և ֆոտոնային ցուցիչի փոքրացումով: PKS 1830-211 աղբյուրը եղել է պայծառ վիճակում MJD 58596.49 ին երբ երեք օրվա միջինացված հոսքը աճել է մինչև $(1.74 \pm 0.04) \times 10^{-5} \text{photon cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ արժեքը: PKS 1830-211 աղբյուրի ճառագայթումը ռենտգենյան տիրույթում խիստ փոփոխական է և նկարագրվում է փոքր ֆոտոնային ցուցիչով, ընկած 0.34-0.94 տիրույթում:

Դիտողություններ

1. Գրականությունից հայտնի է, որ FSRQ-ները, որոնց ակրեցիոն սկավառակները ավելի մոտ են էդինգտոնի պայծառությանը, ունեն շիթեր, որոնց ճառագայթման ՍԷԲ -երը «ավելի կարմիր» են: Մյուս կողմից մեծ- z -բլազարները համընկնում են մեծ կարմիր շեղումով FSRQ-ների հետ, ինչը հուշում է, որ դրանք կարող են ավելի արդյունավետ կերպով հայտնաբերվել կոշտ ռենտգենյան ճառագայթների շրջահայություններում, քան թե կոշտ γ -տիրույթի շրջահայություններում: Հետաքրքիր կլիներ ստուգել նման տեսակետի իրատեսական լինելը ատենախոսության մեջ դիտարկված 33 ($z > 2.5$) բլազարների տվյալների հիման վրա:
2. Ատենախոսության մեջ դիտարկված 33 ($z > 2.5$) բլազարների համար կարելի է համեմատել կոշտ γ -ճառագայթներում հայտնաբերվածների հատկությունները և Swift արբանյակի վրա գտնվող BAT գործիքի կողմից կոշտ ռենտգենյան ճառագայթներում հայտնաբերվածների հատկությունները, և փորցել հասկանալ դրանց տարբերությունները (եթե այդպիսիք կան):
3. Քանի որ շիթի հզորության և սկավառակի պայծառության կապը արդեն հաստատված է, և դա մատնանշում է ակրեցիայի կարևոր դերը շիթը սնուցելու գործում, հետաքրքիր է լուծել մեծ- z -ով բլազարների ամենահզոր շիթերը հետևողականորեն հայտնաբերելու փնտրողական կարևոր խնդիրը: Դա ենթադրաբար նշանակում է առավել հզոր ակրեցիոն համակարգերի հայտնաբերում: Վերջինս համարժեք է համապատասխան գեր-զանգվածով սև խոռոչների հայտնաբերելուն: Ավելին, յուրաքանչյուր գրանցված բլազարի համար պետք է գոյություն ունենան ($\sim 2 \Gamma^2 = 200(\Gamma^2/10)^2$) նմանատիպ աղբյուրներ ուղղված այլ ուղղություններով (G. Ghisellini, Mem. S.A.It. Vol. 84, 1, c SAIt 2008; arxiv.1302001[astro-ph.CO], 2013), որտեղ Γ -ն շիթ ճառագայթող պլազմայի Լորենցի «զանգվածային» ֆակտորն է: Գնահատելով Γ -ի արժեքները ատենախոսության մեջ դիտարկված 33 ($z > 2.5$) բլազարների համար, կարելի է նոր սահմանափակումներ ստանալ հզոր շիթային աղբյուրների սև խոռոչի զանգվածի ֆունկցիայի համար:
4. Ատենախոսության մեջ մեծ- z -ով -բլազարների ճառագայթման մեխանիզմները մոդելավորվել են մեկ տիրույթից լեպտոնային/SSC + EIC մոդելների շրջանակներում, որտեղ սկավառակի ֆոտոնների «զանգվածային» կոմպտոնացումը առաջացնում է սպեկտրալ բաղադրիչ, որը ներդրում է սպեկտրի հեռավոր ուլտրամանուշակագույն մասում: Կարևոր է հետաքրքրություն ներկայացնող մյուս մոդելները նույնպես քննարկել մեծ- z -ով բլազարների խնդիրներում: Խոսքը գնում է «զանգվածային շարժման կոմպտոնացում» -մոդելի (L. Titarchuk et al., 1997, ApJ, 487, 834), նաև «հաղորնային» մոդելի (Mannheim, K. 1993, A&A, 269, 67)

մասին: Վերջինիս շրջանակներում, հաշվարկները մի փոքր ավելի բարդ են, քան SSC մոդելի պարագայում է:

Քերված դիտողությունները կրում են առավելապես առաջարկների բնույթ ապագա ուսումնասիրությունների համար և չեն նսեմացնում ատենախոսության արժեքը: Ատենախոսության թեմայի արդիականությունը կասկած չի հարուցում: Բարձր էներգիաների աստղաֆիզիկական ժամանակակից մեթոդների կիրառումը ստացված արդյունքները հավաստի են և ամբողջությամբ ներառված են հայցորդի կողմից հրապարակումներում: Բլազարների բազմաալիքային տիրույթում ՄԷԲ մոդելավորման համար պատրաստված ծրագրային փաթեթը կարող է օգտագործվել աստղաֆիզիկական այլ աղբյուրներում ընթացող ոչ ջերմային գործընթացների ուսումնասիրություններում:

Ատենախոսության սեղմնագիրը ամբողջապես համապատասխանում է ատենախոսության բովանդակությանը: Գիտական ամսագրերում տպագրված հոդվածները (թվով 4, որոնցից 1-ը առանց համահեղինակների), և 1 «Մարսել Գրոսման» գիտաժողովի նյութ, լիովին արտացոլում են ատենախոսության հիմնական արդյունքները: Դրանք քննարկվել են ՀՀ ԳԱԱ ԻԿԴԱՆԵՏ կենտրոնի և Վ. Համբարձումյանի անվան Բյուրականի աստղադիտարանի սեմինարներում:

Սույն ատենախոսությունը գիտական թեմայի արդիականությամբ, ստացված հետազոտական արդյունքների ծավալով և կարևորությամբ, բավարարում է Հայաստանի Բարձրագույն Որակավորման Կոմիտեի կողմից ֆիզիկա-մաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի աստիճանի համար ներկայացրած բոլոր պահանջներին, և հեղինակը արժանի է այդ կոչմանը A.03.02 դասիչով (աստղաֆիզիկա և ռադիոաստղագիտության) մասնագիտությամբ:

Ֆիզ.-մաթ. գ. դոկտոր Գ. Տեր-Ղազարյան
Բյուրականի աստղադիտարանի
«Բարձր էներգիաների աստղաֆիզիկայի» բաժնի վարիչ

Գ. Տեր-Ղազարյանի ստորագրության իսկությունը հանձնառում էմ
Բյուրականի աստղադիտարանի փոխտնօրեն
Ֆիզ.-մաթ. գ. թեկնածու Շ. Հարությունյան



12/06/2023