

Երևանի Պետական Համալսարան

Ֆիզիկայի ֆակուլտետ
Միջուկային ֆիզիկայի ամբիոն

Դիպլոմային աշխատանք

Թեմա՝ Արագածի տիեզերական եղանակի կենտրոնի
համար գեոմագնիսական կոշտության հաշվարկ

ղեկավար՝ ֆիզմաթ գիտությունների պրոֆեսոր

Չիլինգարյան Ա.

գրախոս՝ ֆիզմաթ գիտությունների թեկնածու

Կարապետյան Գ.

ուսանողուհի՝

Լազյան Վ.

2006

Բովանդակություն

Ներածություն

Տիեզերական ճառագայթներ

Երկրի մագնիսական դաշտ

Գեոմագնիսական կոշտություն, լիցքավորված մասնիկի շարժման հավասարում
Լիցքավորված մասնիկի շարժման հավասարման լուծման Ռունգե-Կուտտայի
մեթոդը

Ռունգե-Կուտտայի մեթոդով կատարված հաշվարկների արժեքները համաշխարհային ցանցի տասնութ կայանի դեդեկտորների և նոր տեղակայվելիք **SEVAN** (Space Environment Viewing and Analysis Network) նեյտրոնային մոնիտորների համար:

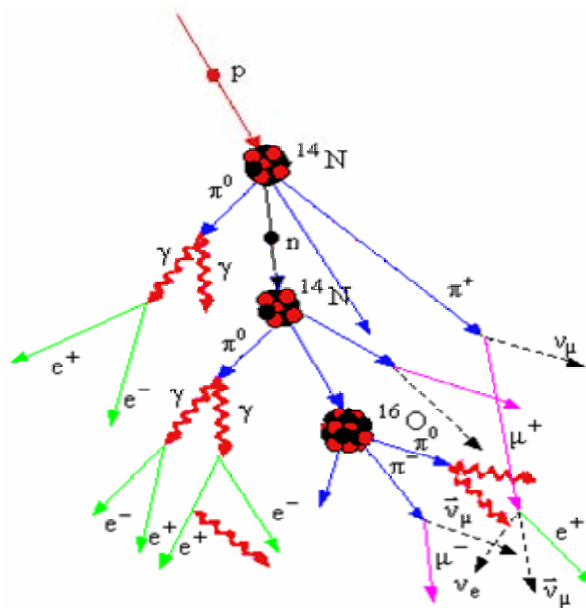
Նեյտրոնային մոնիտոր

Եզրակացություն

Գրականություն

Տիեզերական ճառագայթներ

Տիեզերական ճառագայթները հայտնաբերել է ավստրիացի ֆիզիկոս Վիկտոր Հեսսը 1912 թ:Տարբերում են առջնային և երկրորդային տիեզերական ճառագայթներ: Երկրորդային տիեզերական ճառագայթներն առաջանում են, երբ առաջնային տիեզերական ճառագայթները փոխազդում են Երկրի մթնոլորտի ատոմների հետ:Առաջնային տիեզերական ճառագայթների 90%-ը պրոտոններ են, մոտավորապես 7%-ը՝ α մասնիկներ և քիչ քանակությամբ ավելի ծանր էլեմենտների միջուկներ: Այն միջուկները որոնց $Z>1$ տանում են տիեզերական ճառագայթների ամբողջ էներգիայի մոտավորապես 50%-ը: Առաջնային տիեզերական ճառագայթների կազմի մեջ մտնում են նաև էլեկտրոններ, պոզիտրոններ և բարձր էներգիայի ֆոտոններ՝ γ քվանտներ:Երկրի մթնոլորտի ատոմների միջուկների հետ փոխազդելու հետևանքով առաջանում են մեծ թվով երկրորդային մասնիկներ՝պիոններ, պրոտոններ, նեյտրոններ, մյուոններ, էլեկտրոններ, պոզիտրոններ և ֆոտոններ: Երկրորդային մասնիկները հիմնականում առաջանում են մթնոլորտում և երկրի մակերևույթին: Այսպիսով մեկ առաջնային տիեզերական մասնիկի(հիմնականում պրոտոնի) փոխարեն առաջանում են մեծ քանակությամբ երկրորդային մասնիկներ, որոնք բաժանվում են հաղորնային, մյուոնային և էլեկտրոն-ֆոտոնային կոմպոնենտների:Այդ հեղեղը մեծ տարածք է զբաղում և այն անվանում են լայն մթնոլորտային հեղեղ:Նկարում պատկերված է այդ հեղեղը.



Նկ.1 մթնոլորտային հեղեղ

Մեկ փոխազդեցության ակտի ժամանակ պրոտոնը կորցնում է իր էներգիայի 50%-ը, իսկ փոխազդեցության ժամանակ ծնվում են հիմնականում պիոններ: Հեղեղի հաղորմային կոմպոնենտները Երկրի մակերևույթ չեն հասնում, վեր են ածվում մյուոնների, նեյտրինոների և γ -քվանտների: Առաջացած պիոնները փոխազդելով մթնոլորտի միջուկների հետ տրոհվում են՝ կազմելով հեղեղի մյուոնային և էլեկտրոն ֆոտոնային բաղադրիչները:

$$\begin{aligned} \pi^0 &= 2\gamma, \\ \pi^+ &= \mu^+ + \bar{\nu}_\mu, \\ \pi^- &= \mu^- + \nu_\mu, \end{aligned}$$

մյուոնները իրենց հերթին տրոհվում են.

$$\begin{aligned} \mu^+ &\rightarrow e^+ + \nu_e + \bar{\nu}_\mu, \\ \mu^- &\rightarrow e^- + \bar{\nu}_e + \nu_\mu. \end{aligned}$$

Չեզոք պիոնների տրոհումից առաջանում են γ -քվանտներ և էլեկտրոնների ու γ -քվանտների հեղեղ, որոնք իրենց հերթին առաջացնում են էլեկտրոն-պոզիտրոն գույգեր:

Իրենց ծագումով տիեզերական ճառագայթները կարելի է բաժանել մի քանի խմբի.

Գլակտիկական ծագման տիեզերական ճառագայթներ, որոնց համար ըստ վարկածների աղբյուր է հանդիսանում գերնոր աստղերի պայթյունը (մեր գալակտիկան, որտեղ նրանք արագանում են մինչև 10^{16} էվ), որի ժամանակ տեղի է ունենում աստղի լայնացում մեծ արագությամբ: Ռադիոաստղագիտության մեթոդներով գրանցվել են տիեզերական ճառագայթների ավելի հզոր աղբյուրներ: Այդպիսի աղբյուրներ են քվազարները, որոշ գալակտիկաների միջուկներ և նաև ռադիոգալակտիկաներ:

Մետագալակտիկական ծագում ունեցող տիեզերական ճառագայթներ, նրանք ունեն ամենաբարձր էներգիան $E > 10^{16}$ - $E \sim 10^{21}$ էվ և առաջանում են այլ գալակտիկաներում:

Արևային տիեզերական ճառագայթներ, որոնք առաջանում են արևային բռնկումների ժամանակ: Բոմկման ժամանակ միջմոլորակային տարածություն է նետվում հսկայական քանակությամբ լիցքավորված տարրական մասնիկներ(պլազմա), որը անվանում են արևային քամի, որը մեծ արագությամբ գալիս է դեպի երկիր:

Արևային քամին ունի 300-500 կմ/վրկ արագություն և $5-10$ սմ³ մասնիկների խտություն, այն իրենից ներկայացնում է ջրածնի իոնացված ատոմներ և էլեկտրոններ: Արևային տիեզերական ճառագայթների քիմիական բաղադրությունը

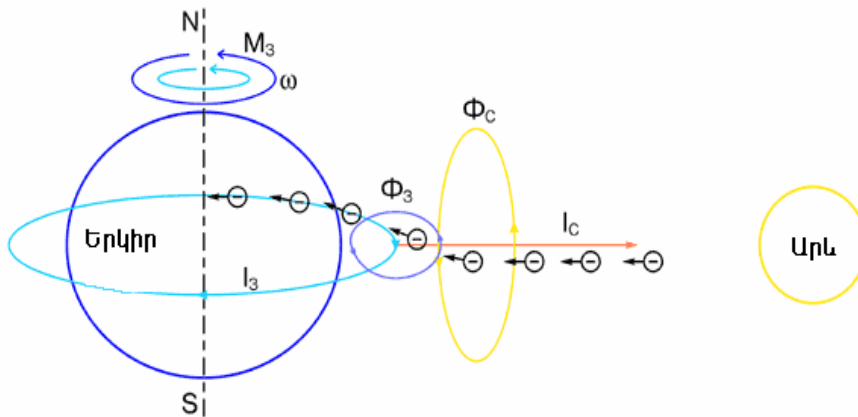
շատ մոտ է արևային մթնոլորտի բաղադրությանը:

Անոմալ տիեզերական ճառագայթներ, որոնք առաջանում են արեգակնային համակարգում մագնիտոսֆերայի հասարակածում:

Երկրի մագնիսական դաշտը

Առաջնային տիեզերական ճառագայթները, որոնք երկիր են գալիս գալակտիկայից, իզոտրոպ են: Քանի որ տիեզերական ճառագայթները լիցքավորված մասնիկներ են և մինչև երկրի մակերևույթ հասնելը պետք է անցնեն երկրի մագնիսական դաշտով: Մասնիկները ընկնելով երկրի մագնիսական դաշտի մեջ շեղվում են սկզբնական ուղղությունից: Այն մասնիկները որոնք ունեն ցածր էներգիա շեղվում են մագնիսական դաշտի կողմից և չեն հասնում երկիր:

Համարում են, որ երկրի ընդերքը հեղուկ և մետաղական է: Մետաղը լավ հաղորդիչ է և եթե հեղուկ մետաղում հոսանք գոյություն ունենա ապա էլեկտրական հոսանքը կստեղծի մագնիսական դաշտ և ի շնորհ երկրի օրական պտույտների այդպիսի հոսանք գոյություն ունի նրա ընդերքում: Արևի վրա տեղի ունեցող բռնկումը ազդում է երկրի մագնիսական դաշտի վրա: Նկարում պատկերված է արև-երկիր փոխազդեցությունը:



Նկ.2 արև-երկիր փոխազդեցություն

(-) -լիցքավորված մասնիկների հոսքը

IC –արևի հոսանք

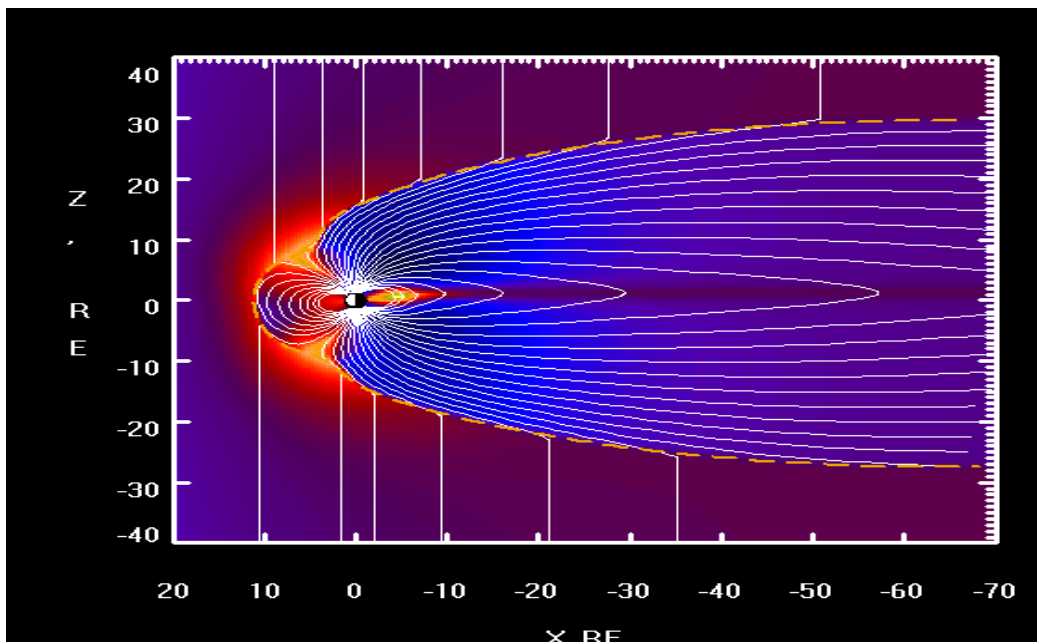
I_3 –երկրի շրջանաձև հոսանք

MB – երկրի պտտման մոմենտ

ω - երկրի անկյունային արագություն

Φ_3 – երկրի ստեղծած մագնիսական հոսք

Արևից անըդհատ, բոլոր ուղղություններով պլազմային արտահոսք է դիտվում, որն անվանում են արևային քամի, արևային քամու մասնիկների էներգիան 10^{27} - 10^{29} էրգ/ վրկ է: Արևային քամին կազմող մասնիկները ունեն լիցք, զանգված և գրավվում են երկրի մթնոլորտային վերին շերտի՝ իոնոսֆերայի մեջ ու պտտվում նրա շուրջ: Երկրի շուրջ առաջանում է լիցքավորված մասնիկների ուղղորդված հոսանք, որոնք շարժվում են երկրի պտտման ուղղությամբ, իսկ լիցքավորված մասնիկների ուղղորդված շարժումը դա էլեկտրական հոսանք է: Էլեկտրական հոսանքի ուղղություն համարվում է էլեկտրոնների շարժման հակառակ ուղղությունը, որը համընկնում է I_3 հոսանքի ուղղության հետ: Արդյունքում I_3 հոսանքը գրգռում է Φ_3 երկրի մագնիսական դաշտը: Երկրի մագնիսական դաշտը կախված է ոչ միայն իոնոսֆերայի կոնֆիգուրացիայից, այլ նաև երկրակեղևի մագնիսական հատկություններից: Երկրի մագնիսական դաշտը բարդ կառուցվածք ունի: Մագնիտոսֆերայի ներքին տիրույթը ունի դիպոլային կառուցվածք՝ մի քանի երկրային շառավղով ($R_c = 6378$ կմ): Արևային քամին գալիս է դեպի երկրի մագնիսական դաշտը և ծռում է առաջնային ուժագծերի մի մասը դեպի երկրի գիշերային հատվածը առաջացնելով մագնիտոսֆերայի պոչ: Մագնիտոսֆերայի պոչը կազմված է ծոված ուժագծերից, որը ձգվում է մի քանի հարյուր երկրային շառավղով: Ինչպես երևում է նկար 3-ից, որտեղ պատկերված է երկրի մագնիտոսֆերան: Հասարակածային շրջանում մագնիսական դաշտը ավելի ուժեղ է, քան բևեռային շրջանում: Մագնիսական ուժագծերը որոնք ուղղված են դեպի արև ձգվում է 10 երկրային շառավղով, իսկ գիշերային կողմում՝ 40 երկրային շառավղի



Նկ.3 Էրկրի մագնիսական դաշտի ուժագծերը:

Մասնիկները, հասնելով մագնիտոսֆերա, շեղվում են իրենց ուղղությունից: Լիցքավորված մասնիկի վրա մագնիսական դաշտում ազդում է Լորենցյան ուժը, որը հավասար է

$$\vec{F} = \frac{q}{c} [\vec{v} \vec{B}]$$

որտեղ q -ն մասնիկի լիցքն է, c -ն՝ լույսի արագությունը վակուումում, v -ն՝ մասնիկի արագությունը, B -ն՝ մագնիսական դաշտի ինդուկցիան:

Իմանալով F -ը կարելի է որոշել մասնիկի հետագիծը հետևյալ հավասարումից

$$\frac{m d \vec{v}}{dt} = \frac{q}{c} [\vec{v} \vec{B}],$$

որտեղ m - մասնիկի զանգվածն է: \vec{B} -ն ունի շատ բարդ կոնֆիգուրացիա ապա մասնիկի հետագիծը անալիտիկորեն գտնել չենք կարող, օգտագործում ենք թվային մեթոդներ:

Գեոմագնիսական կոշտություն

Մագնիսական դաշտում Ze լիցքով մասնիկի վրա ազդող ուժը հավասար է $\frac{Ze}{c}[\vec{v} \vec{H}]$ և միշտ ուղղահայաց է մասնիկի արագությանը: Դրա համար մասնիկի արագությունը հաստատուն մագնիսական դաշտում շարժվելիս անփոփոխ է մնում մեծությամբ, այսինքն մասնիկը պտտվում է R շառավղով շրջանգծով, որը կարելի է ստանալ այս առնչություններից

$$\frac{mv^2}{R} = \frac{Ze}{c} vH, \quad \frac{pc}{Ze} = HR$$

Եթե մագնիսական դաշտը կախված է r և φ կոորդինատներից ($R(r, \varphi)$ – ընտրվում է ցիլինդրիկ կոորդինատներով) ապա

$$R(r, \varphi) = \left(\frac{pc}{Ze}\right) \frac{1}{H(r, \varphi)}$$

Այդ դեպքում մասնիկի շարժումը մագնիսական դաշտում որոշվում է $\frac{pc}{Ze} = \xi$

մեծությամբ, որը միավոր լիցքի էներգիան է, և մասնիկը այնպես է շարժվում, որ լրիվ էներգիան հաստատուն են մնում: ξ -ն անվանում են մասնիկի մագնիսական կոշտություն: Մինևուն մագնիսական կոշտությամբ մասնիկները կշարժվեն նույնպիսի հետագծերով: Կոշտությունը չափվում է վոլտերով:

Ոչ բոլոր մասնիկները կարող են ընկնել երկիր: Եթե մասնիկների իմպուլսը շատ փոքր է, երկրի մագնիսական դաշտը շեղում է նրանց մակերևույթից մեծ հեռավորությունների վրա և չեն ընկնում երկրի վրա: Մագնիսական կոշտության մեծացման հետ մասնիկներն ավելի խորն են թափանցում երկրի մագնիսական դաշտ և վերջապես որոշ մագնիսական կոշտության դեպքում կարող են հասնել երկրի մակերևույթ (կամ էլ մթնոլորտի մակերևույթ) և նրանց հնարավոր է սարքերով գրանցել:

Հաշվարկները ցույց են տվել, որ մասնիկը հասնում է մագնիտոսֆերայի տվյալ կետը, եթե նրա մագնիսական կոշտությունը գերազանցում է ինչ որ մինիմալ մեծություն, որը կոչվում է գեոմագնիսական կտրվածքի կոշտություն R_{\min} : Մասնիկները որոնց $R < R_{\min}$ չեն կարող հասնել մագնիտոսֆերայի տվյալ կետ, տվյալ անկյան տակ: R մեծությունը արտահայտվում է մեզա- կամ գիգավոլտերով՝ ՄՎ կամ ԳՎ: Մագնիտոսֆերայի բևեռային շրջաններում R -ի փոքր արժեքով մասնիկներ են հասնում: Աշխարհագրական հասարակածին մոտենալիս R_{\min} -ի արժեքը զգալիորեն մեծանում է և հասնում է 15ԳՎ: Այսպիսով, եթե չափենք տիեզերական ճառագայթների հոսքը, շարժվելով բևեռից հարավ, ապա այդ մեծությունը կփոքրանա քանի որ երկրի մագնիսական դաշտը պետք է խոչընդոտի: Այսինքն գեոմագնիսական կոշտությունը այն մինիմալ էներգիան է, որ պետք է ունենա մասնիկը, որպեսզի հաղթահարի մագնիսական դաշտը և հասնի տվյալ կետը: Մագնիսական կոշտության

մեծացման հետ մասնիկները կսկսեն ավելի խորը թափանցել երկրի մագնիսական դաշտ: Այդ նպատակով ստանդարտ սարքերով (նեյտրոնային մոնիտոր, խորանարդային դիտակ, ռադիոզոնդ) չափում են տիեզերական ճառագայթներ՝ բևեռում, միջին և հասարակածային լայնույթներում, որոնք ունեն տարբեր R_{min} :

Գեոմագնիսական կոշտության որոշումը դա մասնիկի հետագծի հաշվարկ է մագնիսական դաշտում:

Դաշտի էֆեկտը՝ գեոմագնիսական կոշտությունը $R_C(x_d, \Omega)$, կարող է առաջին մոտավորությամբ հեշտորեն որոշվել, որը ֆունկցիա է դեղեկտորի դիրքից x_d և Ω տեղանքից, այդպիսի գեոմագնիսական կոշտությունը փոքր(մեծ) է, եթե R_C անթույլատրելի(թույլատրված) է: Այն է

$$F_M(R, \Omega, x_d) = \theta[R - R_C(\theta_Z, \varphi, x_d)], \text{ որտեղ } (\theta(x) = 0 \ x < 1, \theta(x) = 1 \ x > 1) \quad (1)$$

Այն դեպքում երբ մագնիսական դաշտը դիպոլային է տարածության մեջ, հնարավոր է հաշվել գեոմագնիսական կոշտությունը ճշգրիտ կերպով.

$$R_C = R_S(r, \lambda_M, \theta_Z, \varphi) = (M/2r^2) [\cos^4 \lambda_M / (1 + (1 + \cos^3 \lambda_M \sin \theta_Z \sin \varphi)^{1/2})]^2 \quad (2)$$

որտեղ M -ը մագնիսական դաշտի մոմենտն է, r հեռավորությունը դիպոլի կենտրոնից) և λ_M (մագնիսական լայնույթը) բնորոշում են դեղեկտորի դիրքը, θ_Z -ը զենիթային անկյունն է, իսկ φ ազիմուտային անկյունը, երբ $\varphi = 0(\pi/2)$ ապա հյուսիսային (հարավային) դիրքն է: (2) հավասարումը կոչվում է Սթորմի բանաձև և այն լավ տալիս է գեոմագնիսական կոշտության մեծությունը, բայց ունի սահման, քանի որ գեոմագնիսական դաշտը շեղվում է դիպոլի մոտավորությունից:

Լիցքավորված մասնիկի շարժման հավասարման լուծման Ռունգե-Կուտայի մեթոդը

Տիեզերական ճառագայթների հետագծի հաշվարկները օգտագործվում են երկիր հասնող մասնիկների վրա մագնիտոսֆերայի էֆեկտիվ ազդեցության գնահատման համար: Գոյություն ունեն մի շարք հաշվարկային մեթոդներ տվյալ գեոմագնիսական դաշտի մեջ մասնիկի հետագիծը տեսնելու համար: Այդ բոլոր մեթոդները մագնիսական դաշտի տվյալ մոդելի համար կապված են լիցքավորված մասնիկի շարժման հավասարման թվային մեթոդներով լուծման հետ: Մենք քննարկում ենք Ռունգե-Կուտայի մեթոդը, որը լիցքավորված

մասնիկի շարժման հավասարման մոտարկումն է: Այս մեթոդով ուսումնասիրում ենք տիեզերական ճառագայթների թափանցելիությունը: Որպեսզի մասնիկը հասնի դեղեկտորին (որը ունի որոշակի x, y, z դիրք) կապված մասնիկի լիցքից նրա արագության վեկտորը կարող է փոխել ուղղությունը (մագնիսական դաշտի $B(x, y, z)$ մոդելով և սկզբնական պայմաններով (x, y, z, v_x, v_y, v_z) հետագիծը թվայնորեն գծագրված է): Այդ փոփոխությունը տրվում է այս հավասարման լուծումով.

$$m \frac{dv}{dt} = ze \cdot \left[\vec{v} \times \vec{B} \right] \quad (1)$$

Որտեղ m -ը ռելյատիվ զանգվածն է, q -ն տարրական լիցքը, z -ը մասնիկի լիցքը՝ արտահայտված տարրական լիցքի միավորներով, v -ն արագությունը, B -ն մագնիսական դաշտի ինդուկցիան: Պարզագույն դեպքում, համասեռ մագնիսական դաշտի գիրոշառավիղը.

$$G_R = (mv) / (zeB) \quad (2)$$

Դիֆերենցիալ հավասարման համակարգի լուծման համար օգտագործվել է Ռունգե-Կուտտայի մեթոդը, համաձայն որի անվերջությունից դեպի երկիր եկող դրական լիցքավորված մասնիկի հետագծի հաշվարկի փոխարեն կատարվում է երկրի մակերևույթից դուրս եկող բացասականապես լիցքավորված մասնիկի հետագծի հաշվարկ (մեր հաշվարկները կատարված են պրոտոնի համար, որի լիցքը վերցված է -1): Սկզբնական պարամետրերի ընտրությունը կատարվում է այնպես, (բացասականապես լիցքավորված մասնիկի արագությունը ընտրվում է մեծությամբ հավասար և ուղղությամբ հակադիր դրական լիցքավորված մասնիկի արագությանը) որ այդ մասնիկների հետագիծերը համընկնեն: Մասնիկի հետագծից ընտրվում է էլեմենտար հետքը այնպես, որ այն մոտավորապես ուղղված լինի ուղիղ գծի երկայնքով $\Delta l = G_R \cdot \frac{2\pi}{n}$, կամ ժամանակի $\Delta t = 2\pi \cdot m / (z \cdot q \cdot B \cdot n)$ ինտերվալում գտնում ենք մասնիկի դիրքի նոր արժեքներ: Հաշվարկները ավարտվում են երեք հնարավոր դեպքերից մեկով.

1. Մասնիկները մինչև դիտման կետ հասնելը հատվում են երկրի մակերևույթի հետ (արգելված հետագիծ):
2. Մասնիկները հատվում են մագնիտոսֆերայի սահմանի հետ (թույլատրելի հետագիծ):
3. N հատ քայլից հետո մոտավորապես գտնվում է արգելված հետագիծը:

Մեր աշխատանքի նպատակն է լիցքավորված մասնիկի շարժման հավասարման Ռունգե-Կուտտայի մոտարկման մեթոդով ավելի ճշգրիտ հաշվարկներ անել մասնիկի գեոմագնիսական կոշտության արժեքի գնահատման համար:

Հաշվարկները կատարված են տիեզերական ճառագայթների ուսումնասիրության համաշխարհային ցանցի տասնութ կայանների համար և նոր կազմվող **SEVAN (Space Environment Viewing and Analysis Network)** նեյտրոնային մոնիտորների ցանցի համար, որը տեղակայված է աշխարհագրական միջին լայնությամբ և իր կազմի մեջ ընդգրկում է տասը կայան, ինչպես նաև համաշխարհային ցանցի տասնութ կայանների համար գեոմագնիսական կոշտության արժեքի հաշվարկ՝ տարբեր զենիթային և ազիմուտային անկյունների դեպքում:

Գեոմագնիսական կոշտություն արժեքի համար կատարված հաշվարկների ծրագրիը http://gauss.oma.be/COST724/ESWS/remote_access/ ինտերնետային կայքում է (COST-ը գիտական և տեխնիկական հետազոտությունների Եվրոպական համագործակցություն է, իսկ COST 724 խումբը ուսումնասիրում է արեգակնային մասնիկների երկրի հետ փոխազդեցության խնդիրները): Ծրագրի հեղինակներն են Կ. Կուդելան և Մ.Սթորինին: Ծրագրին առանձին-առանձին տրվում է յուրաքանչյուր կայանի տվյալները՝ աշխարհագրական լայնությամբ, երկայնությունը և բարձրությունը՝ ծովի մակարդակից, ժամանակը, զենիթային և ազիմուտային անկյունների արժեքները, օրը և ժամը, քանի որ մագնիսական դաշտը ամենօրյա փոփոխություն է կրում և ծրագիրը հաշվի է առնում նույնիսկ փոքր փոփոխությունները: Հաշվարկը կատարելուց հետո այն վերադարձնում է գեոմագնիսական կոշտության նոր արժեքը՝ արտահայտված գիգավոլտերով:

Աղյուսակ 1-ում բերված են գեոմագնիսական կոշտության հաշվարկը նեյտրոնային մոնիտորների համաշխարհային ցանցի տասնութ կայանների համար: Աղյուսակում բերված է յուրաքանչյուր կայանի նեյտրոնային մոնիտորի դիրքը՝ աշխարհագրական լայնությամբ, երկայնությունը, բարձրությունը և տեղանքի գեոմագնիսական կոշտության միջին արժեքը, որը վերցված է տիեզերական ճառագայթների ուսումնասիրության համաշխարհային ցանցի ինտերնետ կայքերից: Աղյուսակի վերջին սյունակում տեղադրված են կոշտության գործակցի հաշվարկային արժեքները:

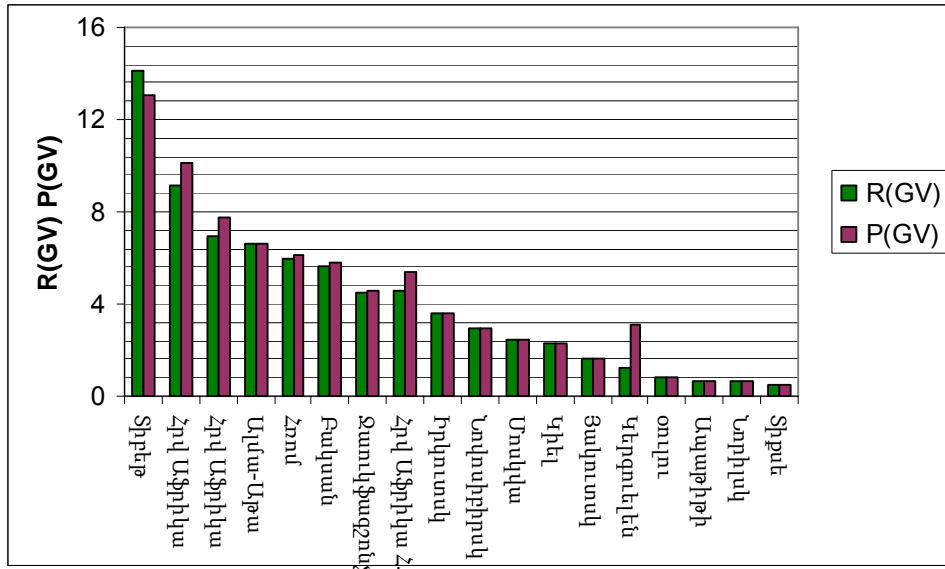
Գրաֆիկ 1-ում պատկերված է համաշխարհային ցանցի տասնութ կայանների տեղանքի գեոմագնիսական կոշտության և Ռունգե-Կուլթայի մեթոդով պրոտոնի համար հաշվված գեոմագնիսական կոշտության արժեքների միջև տարբերությունը: Կանաչ գույնով պատկերված է համաշխարհային ցանցի տասնութ կայանների տեղանքի գեոմագնիսական կոշտության դիագրամային գրաֆիկը, իսկ կարմիրով՝ Ռունգե-Կուտտայի մեթոդով պրոտոնի համար հաշվված կոշտության գրաֆիկական պատկերը: Գրաֆիկից հստակ երևում է գեոմագնիսական կոշտությունների միջև եղած տարբերությունը: Ներկայումս մասնիկի հետազոծի ուսումնասիրության համար անհրաժեշտ է գեոմագնիսական կոշտության արժեքի ավելի ճշգրիտ ուսումնասիրություն: Կոշտության գործակցի համար ինտերնետային կայքում տեղադրված արժեքները հին են, Ռունգե-Կուտտայի մեթոդով հաշվարկներն ավելի ճշգրիտ են և ժամանակակից: Ստորև բերված են վերը նշված մեթոդով կատարված հաշվարկների գեոմագնիսական

կոշտության արժեքները:

Աղյուսակ 1

Գեոմագնիսական կոշտության հաշվարկը լիցքավորված մասնիկի շարժման հավասարման լուծման Ռունգե- Կուտտայի մեթոդով (համաշխարհային ցանցի տասնութ կայանների համար)

Կայան	Աշխ. լայն	Աշխ. երկ	բարձ(կմ)	R (GV)	P(GV)
Տիրեթ	30.11N	90.3E	4.	14.1	<u>13.8</u>
Հրվ. Աֆրիկա Թ.	19.12N	17.35E	1.24	9.15	<u>10.15</u>
Հրվ. Աֆրիկա Փ.	26.41N	27.05E	1.351	6.94	<u>7.74</u>
Ալմա-Աթա	42.2N	76.6E	0.015	6.61	<u>6.61</u>
Հոում	41.86N	12.47E	0	6	<u>6.1</u>
Բակսան	43.28N	42.69E	1.7	5.6	<u>5.8</u>
Ջանգֆրաուզոք	46.55N	7.98 E	3.57	4.49	<u>4.59</u>
Հրվ. Աֆրիկա Հ.	34.25N	19.23E	0.026	4.58	<u>5.38</u>
Իրկուսսկ	52.28N	104.0E	0.475	3.56	<u>3.56</u>
Նովոսիբիրսկ	55.8N	83E	0.163	2.91	<u>2.91</u>
Մոսկվա	55.47N	37.02E	0.2	2.43	<u>2.43</u>
Կիել	54.3N	10.13E	0.054	2.32	<u>2.32</u>
Յակուտսկ	62.01N	129.4E	0.105	1.65	<u>1.65</u>
Կերգուելեն	49.21N	70.75E	0	1.19	<u>3.09</u>
Օուլու	65.05N	25.47E	0.015	0.78	<u>0.78</u>
Ապաթիթի	67.57N	33.34E	0.181	0.65	<u>0.65</u>
Նորիլսկ	69.26N	88.05E	0	0.63	<u>0.63</u>
Տիքսե	71.36N	128.5E	0	0.48	<u>0.48</u>



Գրաֆիկ 1

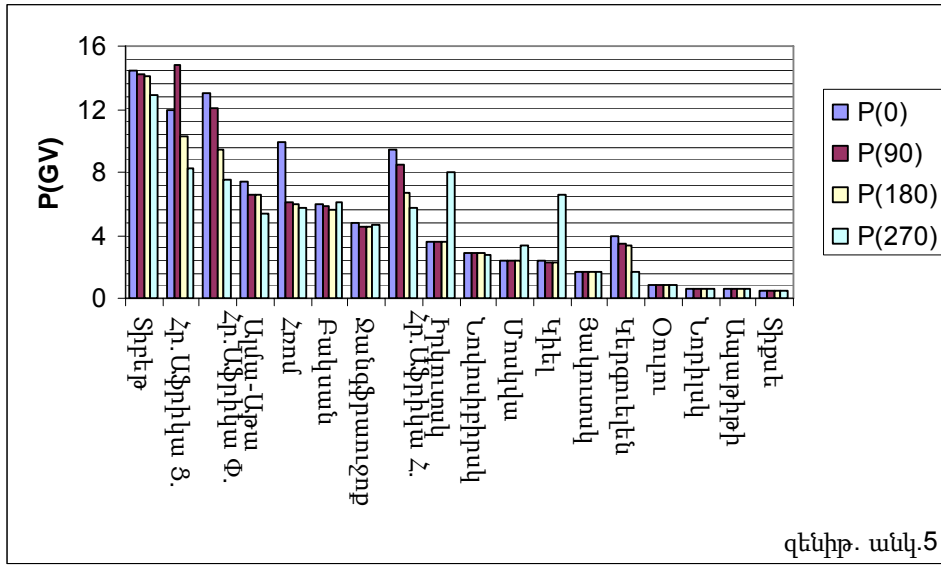
Տեղանքի գեոմագնիսական կոշտության (R) արժեքի և Ռուսգե-Կուտտայի մեթոդով պրատոնի համար հաշվված գեոմագնիսական կոշտության (P) արժեքների միջև տարբերությունը (համաշխարհային ցանացի համար)

Հաջորդ աղյուսակում բերված են տիեզերական ճառագայթների ուսումնասիրության համաշխարհային ցանացի համար Ռուսգե-Կուտտայի մեթոդով պրատոնի համար հաշվված գեոմագնիսական կոշտության արժեքները տարբեր զենիթային և ազիմուտային անկյունների դեպքում: Աղյուսակ 2-ում բերված են գեոմագնիսական կոշտության հաշվարկային արժեքները պրատոնի համար, զենիթային անկյան ուղղահայացի նկատմամբ 5° շեղվածության և համապատասխանաբար հյուսիս, հարավ, արևելք և արևմուտք ուղղությունների մագնիսական դաշտի կոշտության արժեքները: Քանի որ տիեզերական մասնիկների հոսքը, որոնք երկիր են հասնում անիզոտրոպ է, տարբեր ուղղությամբ տարբեր է, դրա համար հաշվում ենք կոշտություն տարբեր զենիթային և ազիմուտային անկյունների համար: Գրաֆիկ 2-ում ևս համապատասխանաբար բերված են գեոմագնիսական կոշտության արժեքների տարբերությունները համաշխարհային ցանացի տասնութ կայանների համար, 5 զենիթային անկյան և ազիմուտային 0° , 90° , 180° , 270° անկյունների համար: Գրաֆիկում պատկերված մասնիկների գեոմագնիսական կոշտության արժեքների գունային տարբերությունը համապատասխանաբար ցույց է տալիս, թե որ ազիմուտային անկյունից (հյուսիս 90° , հարավ 270° , արևելք 0° և արևմուտք 180°) է գալիս մասնիկը:

Աղյուսակ 2

Գեոմագնիսական կոշտությունների հաշվարկը լիցքավորված մասնիկի շարժման հավասարման լուծման Ռունգե- Կուտայի մեթոդով, զենիթային և ազիմուտային անկյունների տարբեր արժեքների դեպքում (համաշխարհային ցանցի տասնութ կայանների համար)

Կայան	զենիթ. անկյուն 5 ⁰ P(GV)			
	0 ⁰	90 ⁰	180 ⁰	270 ⁰
Թիբեթ	14.49	14.2	14.1	13.88
Հրվ. Աֆրիկա Թ.	13.04	12.04	9.44	7.49
Հրվ. Աֆրիկա Փ.	11.89	14.75	10.25	8.24
Ալմա-Աթա	7.41	6.61	6.61	5.41
Հոում	9.9	6.1	6	5.7
Բակսան	6	5.8	5.6	6.1
Ջանգֆրաուջոք	4.79	4.49	4.49	4.69
Հրվ. Աֆրիկա Հ.	9.48	8.48	6.68	5.68
Իրկուտսկ	3.56	3.56	3.56	7.96
Նովոսիբիրսկ	2.91	2.91	2.91	2.7
Մոսկվա	2.41	2.41	2.41	3.32
Կիել	2.42	2.32	2.32	6.52
Յակուտսկ	1.65	1.65	1.65	1.65
Կերգուեյեն	3.99	3.49	3.29	1.96
Օուլու	0.78	0.78	0.78	0.78
Ապաթիթի	0.65	0.65	0.65	0.65
Նորիլսկ	0.63	0.63	0.63	0.63
Տիքսե	0.48	0.48	0.48	0.48



գենիթ. անկ.5

Գրաֆիկ 2

Գեոմագնիսական կոշտությունների (P) արժեքները տարբեր զենիթային և ազիմուտային անկյունների դեպքում:

Աղյուսակ 3-ում բերված են տիեզերական ճառագայթների ուսումնասիրության համաշխարհային ցանցի համար Ռուսգե-Կուրթայի մեթոդով (պրատոնի համար) հաշվված գեոմագնիսական կոշտության արժեքները տարբեր զենիթային և ազիմուտային արժեքների դեպքում: Բերված գեոմագնիսական կոշտության հաշվարկի արժեքները (պրատոնի համար) համապատասխանում են զենիթային անկյան ուղղահայացի նկատմամբ 10° շեղվածության և համապատասխանաբար հյուսիս, հարավ, արևելք և արևմուտքից եկող մասնիկի հետագծի հաշվարկին: Գրաֆիկ 3-ում պատկերված են համապատասխանաբար (պրատոնի համար) գեոմագնիսական կոշտության արժեքների տարբերությունները ազիմուտային տարբեր ուղղություններով համաշխարհային ցանցի տասնութ կայանների նեյտրոնային մոնիտորների համար: Հաշվարկը կատարված է 10° զենիթային անկյան և ազիմուտային $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ անկյունների համար (որոնք համապատասխանում են արևյան, հյուսիսային, արևմտյան և հարավային դիրքերին): Գրաֆիկում պատկերված գունային տարբերությունները համապատասխանում են տարբեր ազիմուտային (հյուսիս 90° , հարավ 270° , արևելք 0° և արևմուտք 180°) ուղղություններից եկող մասնիկների գեոմագնիսական կոշտության արժեքներին:

Աղյուսակ 3

Գեոմագնիսական կոշտությունների հաշվարկը լիցքավորված մասնիկի շարժման հավասարման լուծման Ռունգե- Կուտտայի մեթոդով, զենիթային և ազիմուտային անկյունների տարբեր արժեքների դեպքում (համաշխարհային ցանցի տասնութ կայանների համար)

Կայան	զենիթ. անկյուն ¹⁰ <u>P</u> (GV)			
	0°	90°	180°	270°
Թիբեթ	14.21	14.1	14.1	15.1
Հր. Աֆրիկա Փ.	12.04	11.84	8.34	7.24
Հր. Աֆրիկա Թ.	14.65	14.65	10.05	8.98
Ալմա-Աթա	7.61	6.61	6.61	4.98
Հոմ	7.64	6.2	6	3.93
Բակսան	7.16	5.8	5.6	4.14
Ջանգֆրաուջոք	5.09	4.59	4.49	2.14
Հր. Աֆրիկա Հ.	9.48	8.58	5.38	3.23
Իրկուտսկ	3.56	3.56	3.56	1.99
Նովոսիբիրսկ	2.91	2.91	2.91	3.5
Մոսկվա	2.41	2.41	2.41	6.03
Կիել	2.42	2.32	2.32	9.62
Յակուտսկ	1.65	1.65	1.65	1.65
Կերգուելեն	4.39	3.89	3.09	1.98
Օուլու	0.78	0.78	0.78	0.78
Ապաթիթի	0.65	0.65	0.65	0.65
Նորիլսկ	0.63	0.63	0.63	0.63
Տիքսե	0.48	0.48	0.48	0.48

յունները և բարձրությունները: Առայժմ նեյտրոնային մոնիտորներ տեղակայված են աղյուսակ 4-ում բերված տաս կայանից միայն Երևան2-ում: Նեյտրոնային մոնիտորներ նախատեսվում է տեղադրվել նաև մնացած կայաններում:

Նկ.4 SEVAN (Space Environment Viewing and Analysis Network) ցանցի քարտեզը



Աղյուսակ 4

Գեոմագնիսական կոշտության հաշվարկը լիցքավորված մասնիկի շարժման հավասարման լուծման Ռունգե- Կուտտայի մեթոդով SEVAN (Space Environment Viewing and Analysis Network) ցանցի կայանների համար

կայան	աշ.լայն	աշխ. երկ.	բարձ.(կմ)	R(GV)	P(GV)
Կահիրե	30.3N	31.15E	0.016	14.72	13.69
Ջակարտա	-6.11	106.45E	0.8	12.7	12.7
Կոստա-Ռիկա	10.13 N	85.07W	0.85	16.7	15.97
Երևան 1	40.2N	44.5E	3.2	7.6	7.6
Երևան2	40.2N	44.5E	2	7.6	7.6
Սոֆիա	42.40 N	23.20E	0.58	6.34	6.3
Ջագրեբ	45.49 N	15.58E	0.106	5.54	5.6
Տիբեթ	30.11 N	90.3E	4.3	14.1	14.1
Ալմա-Աթա	42.2N	76.6E	0.015	6.61	6.61
Թբիլիսի	41.68 N	44.95E	0.46	6.9	6.9

Այս դեղեկտորների ցանցը գտնվում է ոչ շատ ցածր աշխարհագրական լայնությունում, այն բարելավում է տիեզերական եղանակի ֆունդամենտալ հետազոտության պայմանները: Ցանցը պետք է հետազոտի շատ երկրորդային տիեզերական ճառագայթների հոսքերի փոփոխությունը տարբեր աշխարհագրական լայնություններում և աշխարհագրական երկայնություններում: Այս դեղեկտորների ցանցը կազմում է ուժեղ ամբողջական մեթոդ արևի մոդուլյացիոն էֆեկտները ուսումնասիրելու համար:

Հելիոսֆերան, որը փոփոխական է արևում ընթացող պրոցեսների հետևանքով, իր հերթին ազդում է գալակտիկ տիեզերական ճառագայթների ժամանակային տարածական բաշխվածության վրա: Այդ ազդեցությունը գրանցող սարքերի կողմից արտահայտվում է տիեզերական ճառագայթների վարիացիայի տեսքով, որոնք տեղակայված են տիեզերական ճառագայթների համաշխարհային ցանցի կայաններում: Նշենք վարիացիայի հետևյալ խմբերը.

1. 11-տարվա վարիացիա, որը կապված է արևի ակտիվության ցիկլի հետ: Տիեզերական ճառագայթների ինտենսիվությունը արևի մաքսիմում ակտիվության տարում ցածր է: Վարիացիայի ամպլիտուդան 10-50% է:
2. տարեկան, եղանակային վարիացիաներ-ունեն փոքր ամպլիտուդ և

արտահայտում են արևային ակտիվության փոփոխությունները:

3. ֆորբուշ էֆեկտ- գալակտիկ տիեզերական ճառագայթների ինտենսիվությանը նվազում է մագնիսական փոթորիկների ժամանակ: Հիմնական պատճառը հանդիսանում է երկրի մագնիսական դաշտի էկրանավորումը արևային քամու արագ հոսքերով:
4. օրական վարիացիաներ-որոնք կապված են գալակտիկ տիեզերական ճառագայթների անիզոտրոպիայի հետ: Օրական պտույտների վարիացիան մի քանի տոկոս է:

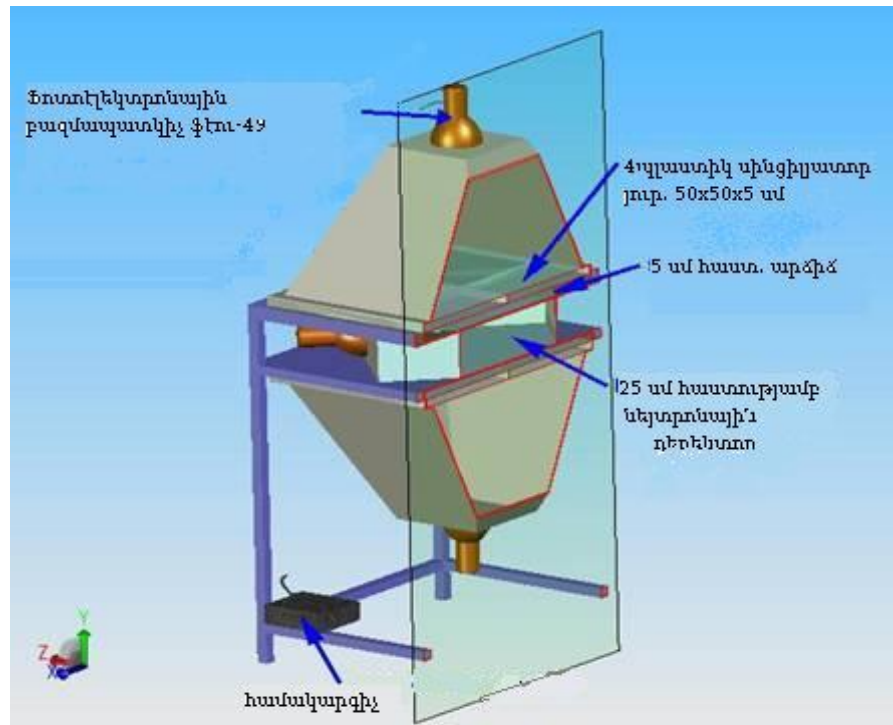
Տիեզերական ճառագայթների վարիացիաների հետազոտման հիմնական մեթոդը հանդիսանում է նեյտրոնների և միջուկային ակտիվ մասնիկների լոկալ գեներացիայի մեթոդը - այսպես կոչված նեյտրոնային մոնիտորը:

Նեյտրոնային մոնիտոր

Մոնիտորը բաղկացած է պլաստիկ սինցիլյատորների երկու շերտից, որոնք տեղադրված են վերին և ստորին կողմերում, որոնց միջև հեռավորությունը 1մ է (տես նկ.4): Պլաստիկ սինցիլյատորներից յուրաքանչյուրը 50x50 սմ կողմով և 5սմ հաստությամբ քառակուսի է: Սինցիլյատորի տակ տեղադրված է մեծ կազաթիվ Z ունեցող խիտ նյութ - 10սմ հաստությամբ արձիճ, որպեսզի լիցքավորված մասնիկները կլանվեն: Երբ արձիճի մեջ են ընկնում նեյտրոններ, պրոտոններ և տիեզերական ճառագայթների այլ ռադիոակտիվ մասնիկներ 50մեվ էներգիայից բարձր, ապա միջուկային ռեակցիայի հետևանքով, տեղի է ունենում նեյտրոնների բազմակի գեներացում: Մեջտեղի մասում տեղադրված է նեյտրոնային դեդեկտորը, որը ունի 25սմ հաստություն 50x50 սմ չափսեր: Սինցիլյատորը տեղադրված հատուկ կաղապարի մեջ, որի հակառակ կողմում տեղադրված է ֆոտոէլեկտրոնային բազմապատկիչը: Փաստորեն լիցքավորված մասնիկները՝ e⁺, μ և այլն անցնելով սինցիլյատորի միջով էներգիայի մի մասը տալիս են այդ նյութի ատոմներին, որոնց ատոմները գրգռված վիճակից անցնելով հիմնական վիճակի արձակում են լուսային քվանտներ: Կաղապարը, որի տարբեր կողմերում տեղադրված է սինցիլյատորը և ֆոտոէլեկտրոնային բազմապատկիչը պատրաստված է այնպես որ սինցիլյատորում առաջացած լույսը ուղղվի դեպի ֆոտոէլեկտրոնային բազմապատկիչ, որից և հետո

Ֆոտոէլեկտրոնային բազմապատկիչի օգնությամբ լուսային բռնկումը վեր է ածվում էլեկտրական իմպուլսի և հաղորդվում գրանցող սարքին(էլեկտրոնիկա):

Նկ 4 նեյտրոնային մոնիտորի կառուցվածքը



Սարքը նախատեսված է չափել ցածր էներգիայով մասնիկներ 6.7մեվ շեմով: Երեք սինցիյատորներն էլ պատրաստված են CH օրգանական նյութից և ազդանշանը գրանցում են վայրկյան առ վայրկյան, հաշվում համընկման և հակահամընկման եղանակով: Նկարի ստորին մասում պատկերված արկղը համակարգիչ է ,որը պենթիում 3-ին (500 մեգահերց հզորությամբ) համարժեք է: Սինցիյատորներից երկուսը նախատեսված է լիցքավորվախ մասնիկների, իսկ մեկը չեզոք մասնիկների գրանցման համար:

Եզրակացություն

Աշխատանքի նպատակն է հաշվել $P(GV)$ գեոմագնիսական կոշտության արժեքները Ռունգե-Կուտտայի մեթոդով տիեզերական ճառագայթների ուսումնասիրության նեյտրոնային մոնիտորների համաշխարհային ցանցի և SEVAN (Space Environment Viewing and Analysis Network) նոր տեղակայվելիք ցանցի համար:

Մեթոդի կիրառումը տարբեր տեղանքների դիրքերի (աշխարհագրական լայնությունների և երկայնությունների) համար ցույց է տալիս որ.

Օգտագործված մոդելում մագնիսական կոշտության շեմի երկարատև փոփոխությունը համապատասխանում է տեղական որոշակի արժեք ունեցող դիրքին, ժամանակը համեմատական է մագնիսական կոշտությանը և դիրքին:

Մագնիտոսֆերայում մասնիկի թափանցելիությունը ավելանում է գեոմագնիսական ազդեցության մեծացման հետ:

Ներկայումս տիեզերական ճառագայթների ուսումնասիրությունը պահանջում է տիեզերական ճառագայթների մագնիսական կոշտության և ասիմպտոտիկ ուղղությունների ավելի ճշգրիտ ուսումնասիրություն (մասնիկի հետագիծը ավելի լավ ուսումնասիրելու համար):

Մեր կողմից կատարված աշխատանքը ներդրում է այս թեմայի զարգացման համար:

Գրականություն

- Мухин К. Н. Экспериментальная ядерная физика
Мурзин В.С. и Ивонов С.Л. Космические лучи и их взаимодействие
Дорман Л.И. и др. Космические лучи в магнитном поле Земли
<http://gauss.oma.be/COST724/ESWWS/remote-access/>
<http://193.232.24.200/common/links.htm>
<http://crdlx5.yerphi.am>
E.O. Fluckiger, R. Butikofer, L.Desorgher, M.R. Moser
Physicalisches Institut, University of Bern, CH-3012 Bern, Switerland
M.A. Shea and D.F. Smart
CSPAR, University of Alabama, Huntsville, AL 35899, USA