

Խ. ԱԲՈՎՅԱՆԻ ԱՆՎԱՆ ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՊԵՏԱԿԱՆ ՄԱՆԿԱՎԱՐԺԱԿԱՆ
ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆԻ ԳԻՏԱԿԱՆ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ АРМЯНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. Х. АБОВЯНА

Բնական գիտություններ №1 (30) 2017 Естественные науки

ՀՏԴ 52

ՏԻԵԶԵՐԱԿԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹՆԵՐԻ ԲԵՎԵՌԱՅԻՆ ԱՆԿՅՈՒՆԱՅԻՆ
ԲԱՇԽՄԱՆ ԷՄՊԻՐԻԿ ԲԱՆԱԶԵՎ
Ա.Ս.ԹԱՐՈՅԱՆ, Ա.Խ.ԱՍՍՏՐՅԱՆ, Լ.Վ.ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ, Ն.Ն.ՄԽԻԹԱՐՅԱՆ

*Խ.Արոյանի անվան հայկական պետական մանկավարժական
համալսարան, 0010, Երևան, Տիգրան Մեծի 17
e-mail: arsen.taroyan@mail.ru*

*Աշխատանքում հետազոտվել է տիեզերական ճառագայթումների ուժգնության անկունային
բաշխումը, և դուրս է բերվել նրանց բաշխման էմպիրիկ համընդհանուր բանաձև:*

***Բանալի բառեր.** Տիեզերական ճառագայթումներ, ճառագայթակտիվ հոսքի ուժգնություն և
նրա անկունային բաշխում:*

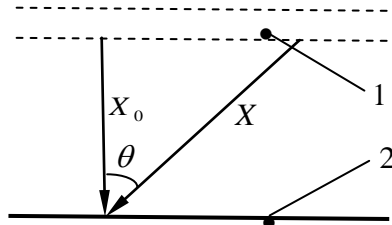
Ներկայացված է խմբագրություն 22.06.2016 թ

Տիեզերքից դեպի երկիր գալիս են մեծ էներգիայով (մոտավորապես 10^6 -ից մինչև 10^{20} էՎ) օժտված ճառագայթումներ, որոնք կայուն մասնիկներից են և կոչվում են **առաջնային տիեզերական ճառագայթներ**: Մտնելով Երկրի մթնոլորտ, և փոխազդելով մթնոլորտի մոլեկուլների ատոմների միջուկների հետ, առաջացնում են նոր տարրական մասնիկներ, որոնք կոչվում են **երկրորդային տիեզերական ճառագայթներ**: Առաջնային տիեզերական ճառագայթները (հիմնականում պրոտոնները), բացի Արեգակից, չունեն առաքման ինչ-որ որոշակի, եզակի կետային աղբյուր: Դրա ապացույցն այն է, որ Երկիր մոլորակի օրական պտույտի ընթացքում դեպի երկիր եկող տիեզերական ճառագայթումների ուժգնությունը չի փոխվում: Առաջնային տիեզերական ճառագայթման ճնշող մասը՝ բարձր էներգիայով տիեզերական ճառագայթները Երկիր են գալիս Մետազալակտիկայից, և դրանց չնչին մասն է կապված Արեգակի ակտիվության հետ:

Տիեզերքից եկող առաջնային տիեզերական ճառագայթումները (օրինակ պրոտոնը, կամ α -մասնիկը) ունենալով համեմատաբար մեծ զանգված և էներգիայի մեծ պաշար (10^{15} էՎ կարգի), ծովի մակերևույթից 15÷20կմ բարձրություններում, օդի մոլեկուլների ատոմների միջուկների հետ, բախման արդյունքում առաջացնում է մեծ թվով միջուկաակտիվ մասնիկներ, հիմնականում՝ π -մեզոններ՝ դրական, բացասական և չեզոք (պիոններ): Դրական և բացասական լիցքակիր պիոնները ունեն 273 էլեկտրոնի զանգված, և միջուկաակտիվ ադրոնների խմբում ամենափոքր զանգվածով մասնիկներն են: Լիցքակիր պիոնները իրենց հերթին բախվելով օդի ատոմների միջուկների հետ առաջացնում են երկրորդային պիոններ, սրանք էլ առաջացնում են երրորդ սերնդի պիոններ և այլն: Մակայն պիոնները լինելով անկայուն և ունենալով կյանքի տևողության փոքր արժեք տրոհվում են: Օրինակ բացասական պիոնը տրոհվում է ոչ միջուկաակտիվ մասնիկի՝ բացասական μ^- -մեզոնի (մյուոն, կամ «ճանր էլեկտրոն») և նեյտրինոյի: Բացասական լիցքով մյուոնը իր հատկություններով մոտ է էլեկտրոնին, ունենալով 207 էլեկտրոնի զանգված, և կյանքի տևողության համեմատաբար մեծ արժեք, ոչ միջուկաակտիվ է: Անցնելով մթնոլորտով, նա իր էներգիան ծախսում է միայն օդի

ատոմների և մոլեկուլների իոնացման վրա, կրում է էներգիայի համեմատաբար քիչ կորուստներ ու կարողանում է հասնել Երկրի մակերևույթ և թափանցել նրա խորքերը:

Ինչպես ասվեց վերևում երկրորդային տիեզերական մասնիկները առաջանում են ծովի մակերևույթից 15 կմ բարձրության օդային շերտում (նկ. 1), և առաջացած նոր մասնիկները սկսում են շարժվել առաջնային մասնիկի շարժման ուղղությամբ՝ ներքև, և իրենց հերթին փոխազդում են օդի մոլեկուլների ատոմների միջուկների հետ, և եթե ունենում են բավականաչափ էներգիա, առաջացնում են փոխարկման նոր ռեակցիաներ, որոնց արդյունքում ծնվում են էլեկտրոն-պոզիտրոն զույգեր, γ -քվանտներ: Նկ. 1-ում մասնիկի X_0 -ճանապարհը ամենակարճն է, երբ բևեռային θ -անկյունը հավասար է զրոյի՝ $\theta = 0$, իսկ զրոյից տարբեր θ -անկյան տակ գնացող մասնիկի X -ճանապարհը $1/\cos \theta$ անգամ մեծ է և նրա կլանման հավանականությունն էլ նույնպես մեծ կլինի: Արդյունքում ձևավորվում է երկրորդային տիեզերական ճառագայթների լայն հեղեղը, որի բաղադրությունում հանդիպում են ներկայումս հայտնի գրեթե բոլոր տարրական մասնիկները:



Նկ.1 X_0 -բարձրության օդային շերտում երկրորդային տիեզերական ճառագայթների առաջացումը, նրանց ճանապարհները մթնոլորտում:
1- առաջացման շերտ, 2-երկրի մակերևույթ, θ -ն՝ բևեռային անկյուն:

Այսպիսով՝ Երկրի մթնոլորտը կարևոր դեր է կատարում առաջնային տիեզերական ճառագայթումները երկրորդային ճառագայթումների փոխարկելու գործում: Երկրի մակերևույթի մոտ նվազում է ոչ միայն առաջնային տիեզերական ճառագայթումների ուժգնությունը, այլև փոխվում է նրանց բնույթը: Օրինակ՝ ծովի մակերևույթին երկրորդային ճառագայթումների ուժգնությունը 100 անգամ քիչ է առաջնային տիեզերական ճառագայթումների ուժգնությունից, և գործնականում նրանց բաղադրությունում բացակայում են միջուկաակտիվ մասնիկները, քանի որ նրանց փոխարեն առաջացել են լեպտոններ՝ մյուոններ (կոշտ բաղադրիչ), էլեկտրոններ և գամմա քվանտներ՝ ոչ միջուկաակտիվ մասնիկներ:

Չափումները կատարվել են Երևան քաղաքում (ծովի մակերևույթից 1000 մ բարձրության վրա և օգտագործվել է գրանցող ՓՈՒԿ-01 տիեզերական հեռադիտակը): Մասնիկների անարգել մուտքը դեպի ՓՈՒԿ-01 տիեզերական հեռադիտակը ապահովելու համար այն տեղադրվել է ՀՊՄՀ գլխամասային շենքի տանիքում տեղակայված ֆիզիկայի և նրա դասավանդման մեթոդիկայի ամբիոնի աստղադիտարանում:

Ուղղելով հեռադիտակի առանցքը հյուսիս-հարավ, ուղղությամբ առանձին-առանձին չափումների տվյալները մասնիկների թիվը միավոր ժամանակում տարբեր անկյունների դեպքում բերված են աղյուսակ 1-ում (դեպի հյուսիսային ուղղությամբ) և աղյուսակ 2-ում (դեպի հարավային ուղղությամբ), որտեղ բևեռային անկյան յուրաքանչյուր արժեքի դեպքում կատարվել են հինգական չափումներ և վերցվել են դրանց միջին արժեքը, որը բերված է վերջին սյունակում:

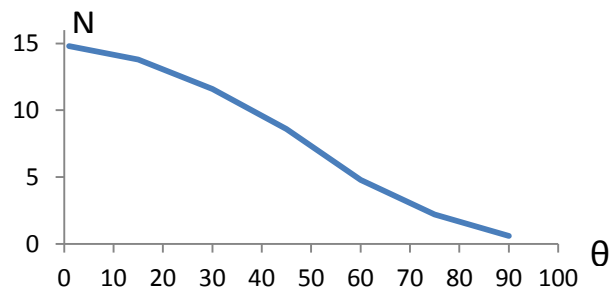
Աղյուսակ 1. Մյուտոնների թիվը միավոր ժամանակում հյուսիսային ուղղությամբ:

θ	N_1	N_2	N_3	N_4	N_5	$N_{\text{մբ.}}$
0°	10	22	6	19	17	14.8
15°	15	16	10	13	15	13.8
30°	7	6	11	15	19	11.6
45°	7	6	8	6	5	6.4
60°	7	5	6	2	4	4.8
75°	1	2	3	3	2	2.2
90°	0	2	1	0	0	0.6

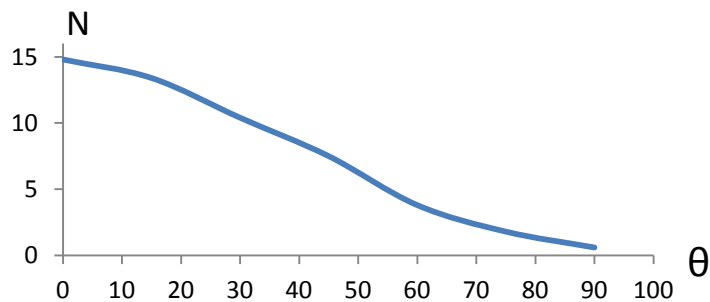
Աղյուսակ 2. Մյուտոնների թիվը միավոր ժամանակում հարավային ուղղությամբ:

θ	N_1	N_2	N_3	N_4	N_5	$N_{\text{մբ.}}$
0°	10	22	6	19	17	14.8
15°	15	16	10	13	14	13.6
30°	5	6	11	14	15	10.2
45°	9	7	8	8	6	7.6
60°	5	4	3	3	4	3.8
75°	1	2	2	3	1	1.8
90°	0	1	1	0	0	0.4

Աղյուսակ



Նկ.2: Մյուտոնների թվի՝ N -ի կախումը θ -անկյունից պատկերող գրաֆիկը հյուսիսային ուղղությամբ



Նկ. 3: Մյուտոնների թվի՝ N -ի կախումը θ -անկյունից պատկերող գրաֆիկը հարավային ուղղությամբ

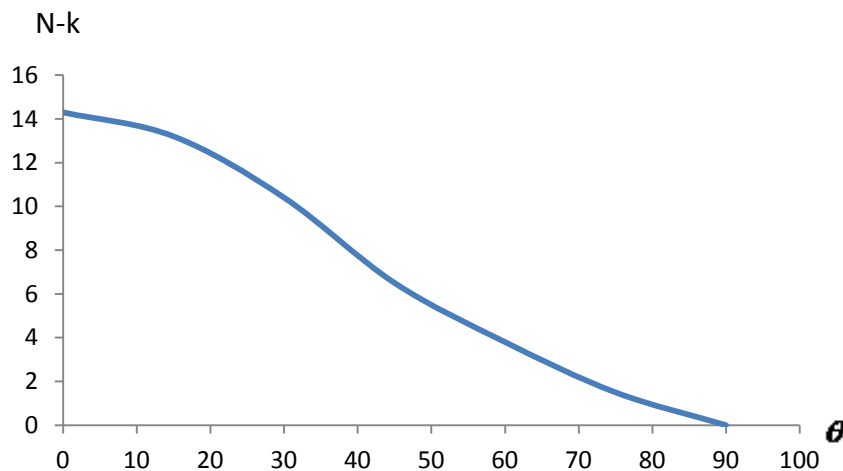
Հյուսիս-հարավ ուղղություններով կատարված չափումներում էական տարբերություններ չեն նկատվել, ինչը ևս մեկ անգամ հաստատում է այն, որ տիեզերքը լցված է տիեզերական ճառագայթումներով և չկա ճառագայթումների միայնակ կետային աղբյուր՝ չհաշված արեգակնային ճառագայթումները: Այդ պատճառով հյուսիսային և հարավային ուղղություններում ստացված արժեքները միջինացվել են, որոնք բերված են աղյուսակ 3-ի առաջին տողում:

$\theta = 90^\circ$ բևեռային անկյան դեպքում չափվում է միայն միջավայրում առկա ֆոնային ճառագայթման ուժգնությունը, որը մեր չափումների համաձայն ունի $\kappa = 0.5$ արժեք, որում բացակայում են մյուսները: Եվ քանի որ բոլոր անկյունների չափման դեպքում այդ ֆոնային ճառագայթման ուժգնությունը առկա է, ուստի՝ $\theta = 0^\circ$ -ից մինչև $\theta = 75^\circ$ չափումների արժեքներից պետք է հանել $\kappa = 0.5$ արժեքը: Այսինքն՝ աղյուսակ 3-ի երկրորդ տողի թվերից հանվում է 0.5 թիվը և գրվում երրորդ տողում:

Աղյուսակ 3. 1 և 2 աղյուսակների միջինացված արժեքները և մյուսների թիվը:

θ	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
N	14.8	13.7	10.9	7	4.3	2	0.5
N- κ	14.3	13.2	10.4	6.5	3.8	1.5	0
x	0	2.3	2.25	2.2	1.9	1.7	0

Աղյուսակ 3-ի երրորդ տողի տվյալներով կառուցվել է մյուսների թվի՝ $N - k$ -ի կախումը θ -անկյունից պատկերող գրաֆիկը (նկ. 4):



Նկ. 4: Մյուսների թվի՝ $(N-k)$ -ի կախումը θ -անկյունից պատկերող գրաֆիկը առանց միջավայրի ֆոնային ճառագայթման ուժգնության:

Նկ. 4-ի գրաֆիկի կորի տեսքը հիշեցնում է կոսինուս ֆունկցիայի գրաֆիկը, սակայն ակնհայտ չէ նրա ցուցիչի մեծությունը, որը կարելի է ճշտել աղյուսակ 3-ի փորձի տվյալները օգտագործելով, այսինքն ստանալ ճշգրիտ տեսքով էմպիրիկ բանաձև հետևյալ ճանապարհով՝
Կարող ենք գրել՝

$$N - k = (N - k)_0 \cos^x \theta, \quad (1)$$

որտեղ $(N - k)_0$ -ն մյուսների առավելագույն արժեքն է երբ $\theta = 0^\circ$, որը համաձայն աղյուսակ 3-ի և նկ. 4-ի տվյալների հավասար է՝ $(N - k)_0 = 14,8$:

Մեր խնդիրն է (1)-ից որոշել x -ցուցիչի թվային արժեքը:
Դրա համար (1)-ից կգրենք՝

$$\frac{N - k}{(N - k)_0} = \cos^x \theta, \quad \text{կամ} \quad \ln \frac{N - k}{(N - k)_0} = x \ln \cos \theta \quad (2)$$

որտեղից՝

$$x = \frac{\ln \frac{N - k}{(N - k)_0}}{\ln \cos \theta} \quad (3)$$

Աղյուսակ 3-ի փորձնական տվյալներով θ -ի արժեքներին համապատասխանող $N - k$ -ի մեծություններից x -ի համար ստանում ենք արժեքներ, որոնք բերված են ստորև և ստացված արժեքները գրանցված են աղյուսակ 3-ի չորրորդ ստորում:

$$\theta = 15^\circ \Rightarrow x = 2,30$$

$$\theta = 30^\circ \Rightarrow x = 2,25$$

$$\theta = 45^\circ \Rightarrow x = 2,20$$

$$\theta = 60^\circ \Rightarrow x = 1,90$$

$$\theta = 75^\circ \Rightarrow x = 1,70$$

Վերը բերված x -ի արժեքներից, նրա միջին արժեքի համար ստանում ենք՝
 $x = 2,07 \approx 2,0$

Այսպիսով՝ տիեզերական ճառագայթների ուժգնության համար (1)-էմպիրիկ բանաձևը բացահայտ և վերջնական տեսքով կգրենք՝

$$N - k = (N - k)_0 \cos^2 \theta, \quad (4)$$

կամ՝

$$I = I_0 \cos^2 \theta: \quad (5)$$

Համաձայն ստացված բանաձևի երկրորդային տիեզերական մասնիկների հոսքի ուժգնությունը փոխվում է ուղիղ համեմատական կոսինուսի քառակուսային աստիճանին, որը համընկնում է Երկրագնդի այլ վայրերում տարբեր եղանակներով չափված արդյունքների հետ: Սակայն այստեղ՝ մեր էքսպերիմենտի արդյունքների համար կա մի առանձնահատկություն այն, որ կոսինուսի ցուցիչի՝ x -ի վերը բերված արժեքներում նկատվում է որոշակի օրինաչափություն՝ θ -ի արժեքի մեծացմանը զուգընթաց փոքրանում են x -ցուցիչի արժեքները: Այս օրինաչափությունը հատուկ մեկնաբանման կարիք ունի:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Мухин К.Н. <<ФИЗИКА Элементарных частиц >> том 2, Москва, Атомиздат 1984г.
2. Добротин Н.А. <<Космические лучей>> М., Изд. АН СССР, 1963г.
3. Мурзин В.С. <<Введение в физику космических лучей>> М., Изд. МГУ, 1988г.

4. Яворский Б.М., Детлаф А.А. <<Курс физики>> том 3, Москва 1971 г.
5. Широков Ю., Юдин П. <<Ядерная физика>> М., Наука 1980г.
6. Окунь Л. <<Элементарные частицы>> М., Мир, 1988г.
7. Соболев В.В. «Курс теоретической астрофизики» 2-ое изд.; М., 1972
8. Գ.Բ.Ժդանով <<Ճառագայթներ տիեզերքի խորքերից>> Երևան 1953թ. 156 էջ
9. Ռ.Ս.Սարանյան, Ա.Ս.Թարոյան <<Միջուկային ֆիզիկայի փորձարարական աշխատանքների ուսումնական ձեռնարկ>> Երևան 2014թ., 65 էջ

РЕЗЮМЕ

ЭМПИРИЧЕСКАЯ ФОРМУЛА УГЛОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ КОСМИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ

А.С.ТАРОЯН, А.Х.АСАТРЯН, Л.В.АВETИСЯН, Н.Н.МХИТАРЯН

В работе выведена всеобщая эмпирическая формула углового распределения интенсивности космических частиц. Работы проводились г. Ереване с использованием космического телескопа ФПК-01 в обсерватории кафедры физики и методики преподавания физики АГПУ.

SUMMARY

ON THE EMPIRICAL FORMULA OF THE ANGULAR DISTRIBUTION OF THE INTENSITY OF COSMIC PARTICLES

A.S.TAROYAN, A.K.ASATRYAN, L.V.AVETISYAN, N.N.MKHITARYAN

In this work it was determined the universal formula for the angular distribution of the intensity of cosmic particles for the geographical location of Yerevan city. It was used cosmic telescope «ФПК-01» on the observatory of the physics department of the ASPU.