

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

Բնական գիտություններ №1 (42) 2022 Естественные науки

ՖԻԶԻԿԱ

ՏԻԵԶԵՐԱԿԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹՆԵՐԻ ԿԼԱՆՈՒՄԸ ԿԱՊԱՐՈՒՄ ԵՎ
ՄԹՆՈԼՈՐՏԱՅԻՆ ՕՂՈՒՄ ԵՐԵՎԱՆ ՔԱՂԱՔԻ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

ԹԱՐՈՅԱՆ Ա.Ս., ԿՈԿԱՆՅԱՆ Է.Պ., ԹԱՐՈՅԱՆ ՅՈՒ.Ա., ՄԽԻԹԱՐՅԱՆ Ն.Ն.

Խ.Արովյանի անվան հայկական պետական մանկավարժական

Համալսարան, 0010, Երևան, Տիգրան Մեծի 17

e-mail: arsen.taroyan@mail.ru

Աշխատանքում հետազոտվել է տիեզերական ճառագայթների ուժգնության անկյունային բաշխումը, ճշտվել է նրանց բաշխման երկու տարբեր էմպիրիկ բանաձևերի կիրառման տիրույթները, չափվել է կապարում մթնոլորտային օդում փափուկ և կոշտ բաղադրիչների կլանման գործակիցը:

Հիմնաբառեր. Տիեզերական ճառագայթներ, տիեզերական ճառագայթների բաշխումը՝ ըստ բևեռային անկյան, կլանման հետազոտումը:

Ներկայացված է խմբագրություն 17.12.2021թ.

Տիեզերքից դեպի Երկիր եկող և մեծ էներգիայով (10^6 - 10^{20} էՎ) օժտված ճառագայթները հիմնականում կայուն մասնիկներ են և կոչվում են **առաջնային տիեզերական ճառագայթներ**: Թափանցելով 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), չունեն առաքման ինչ-որ որոշակի, եզակի կետային աղբյուր: Դրա ապացույցն այն է, որ Երկիր մոլորակի օրական պտույտի ընթացքում դեպի Երկիր եկող տիեզերական ճառագայթների (ՏՃ) ուժգնությունը չի փոխվում: Առաջնային տիեզերական ճառագայթման ճնշող մասը՝ բարձր էներգիայով (ՏՃ) Երկիր են հասնում Մետազալակտիկայից, և դրանց չնչին մասն է կապված Արեգակի ակտիվության հետ:

Առաջնային գալակտիկական SՃ ժամանակի ընթացքում անփոփոխ են, իսկ տարածության մեջ՝ իզոտրոպ [4]: Այն հիմնականում կազմված է պրոտոններից՝ որոնք կազմում են բոլոր առաջնային մասնիկների և միջուկների 90%-ը, α -մասնիկները կազմում են 7%-ը, իսկ մնացած 3%-ը կազմում են ատոմային միջուկներ՝ ընդհուպ մինչև ամենաձանր միջուկները, ինչպես նաև կան ոչ մեծ քանակության էլեկտրոններ, պոզիտրոններ և նեյտրոններ [5]:

Տիեզերքից եկող առաջնային SՃ (օրինակ պրոտոն, կամ α -մասնիկ) ունենալով համեմատաբար մեծ զանգված և էներգիայի մեծ պաշար (10^{15} էՎ կարգի), ծովի մակերևույթից 15÷20կմ բարձրությունում, 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 [7]: Լիցքակիր պիոնները իրենց հերթին բախվելով մթնոլորտի օդի ատոմների միջուկների հետ առաջացնում են երկրորդային պիոններ, սրանք էլ առաջացնում են երրորդ սերնդի պիոններ և այլն: Սակայն պիոնները լինելով անկայուն և ունենալով կյանքի կարճ տևողություն իսկույն տրոհվում են: Օրինակ՝ բացասական պիոնը տրոհվում է ոչ միջուկաակտիվ մասնիկի՝ բացասական μ^- -մեզոնի (մյուոն, կամ «ձանր էլեկտրոն») և նեյտրինոյի [6]: Բացասական լիցքով մյուոնը իր հատկություններով մոտ է էլեկտրոնին, ունենալով 207 էլեկտրոնի զանգված, և համեմատաբար կյանքի երկար տևողություն, ոչ միջուկաակտիվ է: Անցնելով մթնոլորտով, այն իր էներգիան ծախսում է միայն մթնոլորտի օդի ատոմների և մոլեկուլների իոնացման վրա, կրում է էներգիայի համեմատաբար քիչ կորուստներ ու կարողանում է հասնել Երկրի մակերևույթ և թափանցել խորքերը:

ԱՂՅՈՒՄԱԿ. ՏԻԵԶԵՐԱԿԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹՆԵՐԻ ՈՒԺԳՆՈՒԹՅԱՆ ԿԱԽՈՒՄԸ
ԲԵՎԵՌԱՅԻՆ ԱՆԿՅՈՒՆԻՑ

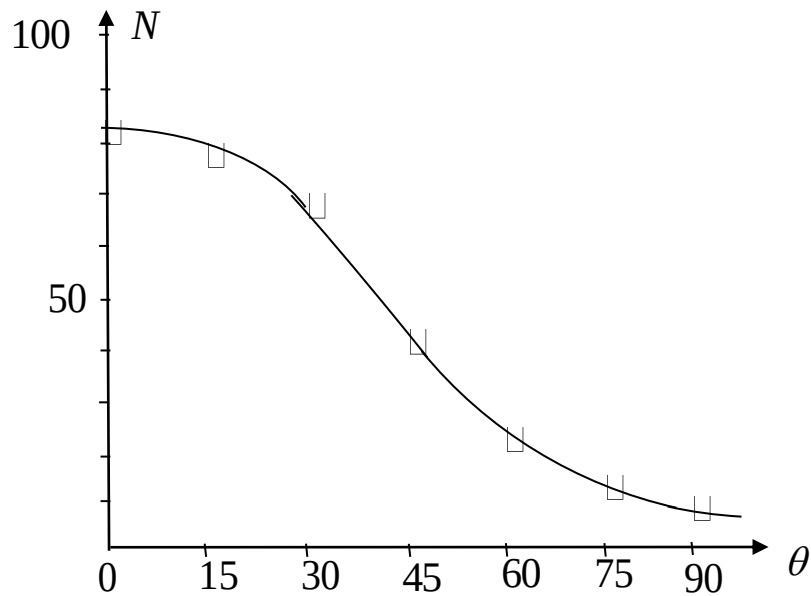
Θ	N_1	N_2	N_3	N_4	N_5	$N_{\text{միջ.}}$
0°	87	91	72	81	85	83,2
15°	79	68	67	103	79	79,2
30°	54	79	65	76	71	69
45°	34	44	43	39	44	40,8
60°	17	25	21	22	30	23
75°	10	13	9	15	14	12,2
90°	10	7	14	4	14	9,8

Աշխատանքում, ուսումնասիրվել է ՏՃ կլանումը կապարում և Երևանի պայմաններում նրանց ուժգնության կախվածությունը բևեռային անկյունից օգտագործելով ՓՈՒԿ-01 [2] տիեզերական հեռադիտակը:

ՏՃ չափումների դիտման անկյունը փոփոխել է 0-ից 90 անկյուններում 15-ական աստիճան քայլով: Արդյունքները բերված են աղյուսակում, իսկ մասնիկների միջին արժեքները՝ $N_{\text{միջ.}}$ բերված են աղյուսակի վերջին սյունակում:

Աղյուսակի տվյալներով կառուցված գրաֆիկը պատկերված է նկ. 1-ում:

Մինչև այժմ տարածված է այն ենթադրությունը, որ ՏՃ ուժգնությունը փոխվում է բևեռային անկյան կոսինուսի քառակուսուն ուղիղ համեմատական [5], [6]: Սակայն մեր էքսպերիմենտի արդյունքներով կառուցված նկ. 1-ի գրաֆիկից պարզ երևում է, որ այդպիսի փոփոխությունը կարող է տեղ գտնել բևեռային անկյան սահմանափակ արժեքների՝ 0-ից մինչև 30-աստիճան տիրույթում միայն: Իսկ 30 և 45-աստիճաններից մինչև 90-աստիճան տիրույթում այն նվազում է էքսպոնենցիալ օրենքի տեսքով:

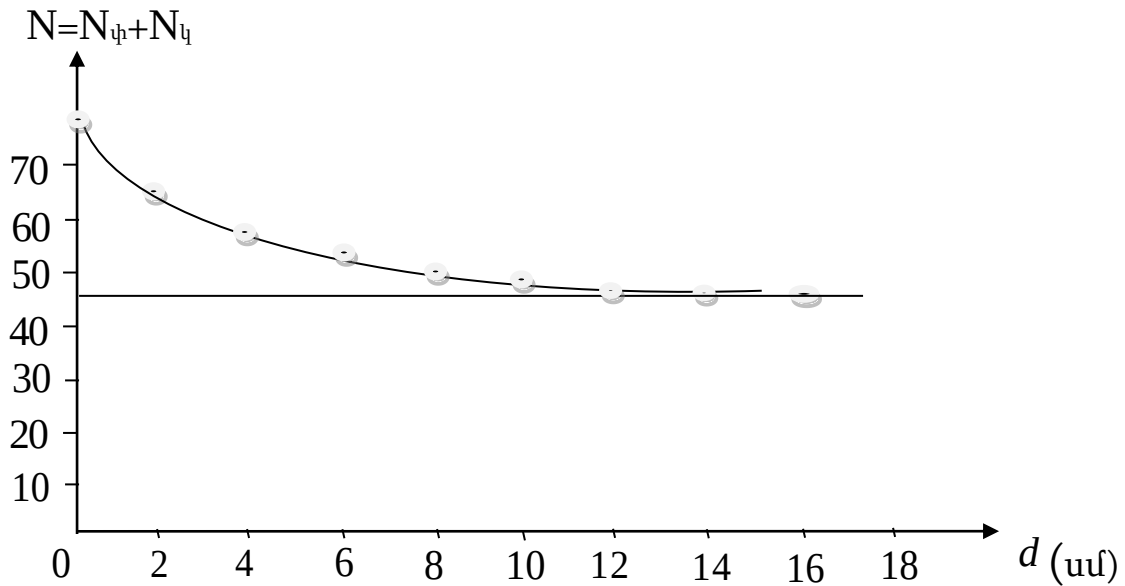


Նկ. 1: Միավոր ժամանակում փափուկ և կոշտ տիեզերական ճառագայթների գումարային N թվի կախվածությունը բևեռային θ անկյունից:

Ստացված արդյունքը կարևոր և անհրաժեշտ է նրանով, որ այն կարող է կիրառվի գիտական պարբերականներում, ինչպես նաև բուհական դասագրքերում ուղղում մտցվի, քանի որ մինչ այժմ ենթադրվում է, որ ուժգնության փոփոխությունը բևեռային անկյան կոսինուսի քառակուսուն վերաբերում է 0-ից մինչև 90-աստիճան տիրույթին [1], [6]:

Չնայած նրան, որ փափուկ և կոշտ ՏՃ թվի կախվածությունը բևեռային անկյունից նրանց փոփոխությունը ենթարկվում է տարբեր օրենքների (կոսինուսի քառակուսի և էքսպոնենցիալ), իսկ էքսպերիմենտում օգտագործված ՓՈՒԿ-01 տիեզերական հեռադիտակը գրանցում է միայն մասնիկների զուգահեռ հոսքերը և կիրառելի է Բուգերի օրենքը ուստի մասնիկների զուգահեռ հոսքի ուժգնության փոփոխության աղյուսակի տվյալները հնարավորություն են տալիս որոշել նրանց կլանման գործակիցը երկրամերձ մթնոլորտային օդում

Մեր կողմից հետազոտվել է նաև ՏՃ փափուկ և կոշտ բաղադրիչների կլանման երևույթը կապարի տարբեր հաստության շերտերում և որոշվել է ճառագայթների փափուկ բաղադրիչի կլանման գործակցի թվային արժեքը;



Նկ. 2 Տիեզերական ճառագայթների կլանման կախումը կապարի հաստությունից

Նկար 2-ում պատկերված է ՏՃ փափուկ և կոշտ բաղադրիչների կլանման երևույթը կախված կապարի շերտի հաստությունից: Գրաֆիկից երևում է, որ փափուկ բաղադրիչը ամբողջությամբ կլանվում է 8-ից 10 սմ հաստության կապարի շերտում, իսկ կոշտ բաղադրիչը չի կլանվում անգամ 18 սմ հաստության կապարում: Վերոհիշյալ այս էքսպերիմենտի արդյունքների հիման վրա տիեզերական ճառագայթների փափուկ բաղադրիչի կլանման μ գործակցի թվային արժեքի համար ստացել ենք $\mu = 10^{-2} \text{ ս}^{-1}$ արժեքը:

ՏԱՐԲԵՐ ԲԵՎԵՌԱՅԻՆ ԱՆԿՅՈՒՆՆԵՐԻ ՏԱԿ ԱՆՑԱԾ ՏԻԵԶԵՐԱԿԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹՆԵՐԻ ՃԱՆԱՊԱՐՀՆԵՐԻ ԵՐԿԱՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՀԱՇՎԱՐԿԸ

Տիեզերքից եկող առաջնային ՏՃ ծովի մակերևույթից 15÷20կմ բարձրությունում, օդում մոլեկուլների ատոմների միջուկների հետ ունեցած բախումների արդյունքում ձևավորվում են երկրորդային տիեզերական ճառագայթները, և մոտավորապես ծովի մակերևույթից 15 կմ հեռավորության բարձրությունում ավարտվում են այդ երևույթները և առաջանում են որոշակի ուժգնության ($I_0 \sim N_0 \nu^{-1}$) մասնիկների հոսք, որի I_0 արժեքը կարելի է ընդունել որպես հաստատուն մեծություն:

Տիեզերական ՓՊԿ-01 հեռադիտակի հնարավորությունը, ինչպես նշվել է, թույլ է տալիս օգտվել Բուգերի օրենքից՝ $N_n = N_0 e^{-\mu_n L_n}$, և հաշվել փափուկ և կոշտ տիեզերական մասնիկների ընդհանուր, գումարային՝ μ_n -կլանման գործակիցը մթնոլորտային օդում՝

$$\mu_n = \frac{\ln \frac{N_0}{N_n}}{L_n} \quad (1)$$

Ինչպես երևում է (1)-բանաձևից μ_n -կլանման գործակիցի որոշման համար անհրաժեշտ է իմանալ N_0 , N_n և L_n ֆիզիկական մեծությունները, որոնք չափման ենթակա մեծություններ են: Չափման արդյունքները տարբեր բևեռային θ -անկյունների համար բերված են այուսյակում:

Աղյուսակում N_0 -ի արժեքն է 83,3 վ⁻¹, իսկ N_n -ի արժեքներ բերված են ստորև յուրաքանչյուր θ -անկյան արժեքին համապատասխան:

Քանի որ L_n -ի արժեքները հաշվելու համար հնարավոր չէ կիրառել որևէ մաթեմատիկական բանաձև ուստի L_n -ի արժեքների հաշվարկները տարբեր θ -անկյունների համար բերված են ներքևում, որտեղ այդ թվային արժեքները վերցված են երկրի օդային ավազանի համար կառուցված համամասնական մոդելի վրա կատարված չափման արդյունքների տվյալներից:

$$\begin{array}{ll} 1. \quad \theta = 90^\circ & \begin{array}{l} ---L_6...42 \mapsto L_6 = \frac{15 \cdot 42}{4} = \frac{630}{4} = 157 \\ L_0 = 15...4 \end{array} \quad L_6 = 157 \text{ կմ} \\ 2. \quad \theta = 75^\circ & \begin{array}{l} ---L_5...25 \mapsto L_5 = \frac{15 \cdot 25}{4} = \frac{375}{4} = 94 \\ L_0 = 15...4 \end{array} \quad L_5 = 94 \text{ կմ} \\ 3. \quad \theta = 60^\circ & \begin{array}{l} ---L_4...16 \mapsto L_4 = \frac{15 \cdot 16}{4} = \frac{240}{4} = 60 \\ L_0 = 15...4 \end{array} \quad L_4 = 60 \text{ կմ} \end{array}$$

4. $\theta = 45^\circ$ $---L_3...9 \mapsto L_3 = \frac{15 \cdot 9}{4} = \frac{135}{4} = 34$ $L_3 = 34$ կմ
 $L_0 = 15...4$
5. $\theta = 30^\circ$ $---L_2...6,5 \mapsto L_2 = \frac{15 \cdot 6,5}{4} = \frac{97,5}{4} = 24,4$ $L_2 = 24,4$ կմ
 $L_0 = 15...4$
6. $\theta = 15^\circ$ $---L_1...5 \mapsto L_1 = \frac{15 \cdot 5}{4} = \frac{75}{4} = 19$ $L_1 = 19$ կմ
 $L_0 = 15...4$
7. $\theta = 0^\circ$ $L_0 = 15$ կմ

ՏԻԵԶԵՐԱԿԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹՆԵՐԻ ԿԼԱՆՄԱՆ ԳՈՐԾԱԿԻՑԻ ՀԱՇՎԱՐԿՈՒ

Օգտվելով վերը կատարված հաշվումների թվային արժեքներից (1-7) և աղյուսակում բերված տվյալներից, հաշվենք փափուկ և կոշտ տիեզերական ճառագայթների հոսքի մթնոլորտային օդում կլանման գործակցի արժեքները տարբեր բևեռային անկյունների համար համաձայն (1)-բանաձևի:

1. $\mu_1 = \frac{\ln \frac{N_0}{N_1}}{L_1 - L_0} = \frac{\ln \frac{83,2}{79,2}}{19 - 15} = \frac{\ln 1,12}{4000} = \frac{1,05}{4 \cdot 10^3} = 2,62 \cdot 10^{-5} \text{ մ}^{-1}$
2. $\mu_2 = \frac{\ln \frac{N_0}{N_1}}{L_2 - L_0} = \frac{\ln \frac{83,2}{69}}{24,4 - 15} = \frac{\ln 1,20}{9400} = \frac{0,187}{9,4 \cdot 10^3} = 1,99 \cdot 10^{-5} \text{ մ}^{-1}$
3. $\mu_3 = \frac{\ln \frac{N_0}{N_3}}{L_3 - L_0} = \frac{\ln \frac{83,2}{40,8}}{34 - 15} = \frac{\ln 2,04}{19000} = \frac{0,71}{19 \cdot 10^3} = 3,7 \cdot 10^{-5} \text{ մ}^{-1}$
4. $\mu_4 = \frac{\ln \frac{N_0}{N_4}}{L_4 - L_0} = \frac{\ln \frac{83,2}{23}}{60 - 15} = \frac{\ln 3,62}{45000} = \frac{1,28}{45 \cdot 10^3} = 2,8 \cdot 10^{-5} \text{ մ}^{-1}$
5. $\mu_5 = \frac{\ln \frac{N_0}{N_5}}{L_5 - L_0} = \frac{\ln \frac{83,2}{12,2}}{94 - 15} = \frac{\ln 3,62}{79000} = \frac{1,92}{79 \cdot 10^3} = 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ մ}^{-1}$

$$6. \quad \mu_6 = \frac{\ln \frac{N_0}{N_6}}{L_6 - L_0} = \frac{\ln \frac{83,2}{9,8}}{157 - 15} = \frac{\ln 8,49}{142000} = \frac{2,14}{142 \cdot 10^3} = 1,50 \cdot 10^{-5} \text{ ս}^{-1}$$

Ստացված արդյունքներից մթնոլորտային օդում փափուկ և կոշտ ՏՃ կլանման գործակցի միջին արժեքի համար ստանում ենք հետևյալ արժեքը՝

$$\mu = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ ս}^{-1}$$

Կլանման գործակցի ստացված այս արժեքը ինչպես տեսնում ենք երեք կարգով ավելի փոքր է կապարում փափուկ բաղադրիչի կլանման գործակցի թվային արժեքից [8]:

Համեմատելով մթնոլորտային օդում ՏՃ փափուկ և կոշտ բաղադրիչների կլանման երևույթը կապարում նրանց կլանման հետ, կարելի է ասել՝

1. ՏՃ փափուկ բաղադրիչը նկատելի կլանվում է և՛ կապարում, և՛ մթնոլորտային օդում:
2. Եթե ՏՃ կոշտ բաղադրիչի կլանման երևույթը կապարի 18 սմ շերտում նկատելի չէ, ապա նրա կլանման երևույթը $\theta = 90^\circ$ արժեքի դեպքում մթնոլորտային օդի երկար հաստության շերտում նկատելի է, սակայն նրա ուժգնությունը զրոյից տարբեր է մնում: Երևան քաղաքի ծովի մակերևույթից 1000 մ բարձրության վրա այդպիսի օդային շերտի հաստությունը ավելի փոքր է քան թե ծովի մակերևույթի վրա է այն: Հնարավոր է ծովի մակերևույթի բարձրությունում կարող է տեղի ունենալ կոշտ բաղադրիչի ամբողջությամբ կլանումը, որը կարող է հաստատվել միայն էքսպերիմենտի արդյունքներով:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- 1 Ա.Ս.Թարոյան, Գ.Ա.Էլոյան «Ատոմի միջուկի և տարրական մասնիկների ֆիզիկա», Երևան, 2016 թ. 130 էջ:
2. Ռ.Ս.Սաքանյան, Ա.Ս.Թարոյան << Միջուկային ֆիզիկայի փորձարարական աշխատանքների ուսումնական ձեռնարկ>>, Երևան 2014թ., էջ 65
3. К.Н.МУХИН <<Физика элементарных частиц >> том 2, М, Атомиздат 1984г.
4. Добротин Н.А. <<Космические лучи>> М., Изд. АН СССР,1963г.
- 5.Мурзин В.С.<<Введение в физику космических лучей>> М.,Изд. МГУ,1988г.
- 6.Б.М.Яворский, А.А. Детлаф <<Курс физики>> том 3, М. 1971 г.
7. Широков Ю., Юдин П. << Ядерная физика>> М., Наука 1980г.
- 8.Окунь Л. <<Элементарные частицы>> М.,Мир, 1988г.

РЕЗЮМЕ

ПОГЛОЩЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ В СВИНЦЕ И В АТМОСФЕРЕ ГОРОДА ЕРЕВАН

ТАРОЯН А.С., КОКАНЯН Э.П., ТАРОЯН Ю.А., МКИТАРЯН Н.Н.

В статье исследуется угловое распределение интенсивности космических лучей, определяются области применения двух различных эмпирических формул для распределения интенсивности и измеряется общий коэффициент поглощения мягких и твердых компонентов.

Ключевые слова. Космические лучи, изучение распределения космических лучей по полярному углу и поглощение.

SUMMARY

ABSORPTION OF COSMIC RAYS IN THE LEAD AND THE ATMOSPHERE OF YEREVAN

TAROYAN A.S., KOKANYAN E.P., TAROYAN YU.A., MKHITARYAN N.N.

Primary cosmic rays from space (such as a proton or an alpha particle), which have a relatively large mass - a high energy reserve (on the order of 10^{15} eV), at an altitude of 15-20 km above sea level, collide with the nuclei of atoms of air molecules, causing a large number of predominantly active particles - Mesons: positive, negative and neutral (pions).

In the work under the conditions of Yerevan, the dependence of the intensity of cosmic rays on the polar angle was studied, for which the FPK-01 space telescope was used to register the rays. The viewing angle during measurements was changed from 0 to 90 degrees with a step of 15 degrees.

Until now, it was assumed that the intensity of cosmic rays changes in direct proportion to the square of the cosine of the polar angle. However, according to the results obviously it can be occur only in the range of polar angle values from 0 to 30 degrees, and in the range from 30 to 45 degrees to 90 degrees decreases exponentially.

Despite the dependence of the number of soft and hard cosmic rays on the polar angle, their change obeys two different laws, and since the FPK-01 space telescope used in the experiment registers only parallel particle fluxes, measured in the range from 0 to 90 degrees (TABLE), these the data allow determining their absorption coefficient in the atmosphere. The soft component is completely absorbed by the lead layer 8 to 10 cm thick, while the hard component is not absorbed even by 18 cm of lead.

Comparing the absorption of soft and hard components of cosmic rays in the lead and atmospheric air with their absorption, we can say:

1. The soft component of cosmic rays is noticeably absorbed by lead and atmospheric air.
2. If the absorption of the solid component of cosmic rays is not noticeable in an 18 cm layer of lead, then its absorption at a value $\theta = 90^\circ$, in a long thick layer of atmospheric air is noticeable and its intensity remains nonzero. Under the conditions of Yerevan, at an altitude of 1000 m above sea level, with a value $\theta = 90^\circ$, the thickness of the atmospheric air is less than at sea level. It is possible that the complete absorption of the solid component can possibly occur at sea level, which can only be confirmed by the results of the experiment.

Keywords: Cosmic rays, the study of the distribution of cosmic rays in the polar angle and absorption.

Տպագրության է երաշխավորել ֆիզմատ գիտ. թեկնածու, դոցենտ Ս.Մանուկյանը 27.12.2021թ.