

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

Բնական գիտություններ №1 (36) 2019 Естественные науки

ԵՐԿՐԿՐԱՄԵՐԶ ՕՂԱՅԻՆ ՇԵՐՏՈՒՄ ԵՐԿՐՈՂԴԱՅԻՆ ՏԻԵԶԵՐԱԿԱՆ
ՃԱՌԱԳԱՅԹՆԵՐԻ ԿԼԱՆՄԱՆ ԳՈՐԾԱԿՑԻ ԹՎԱՅԻՆ ԱՐԺԵՔԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

Թարոյան Ա. Ս., Ասատրյան Ա. Խ., Մխիթարյան Ն. Ն.

Խ. Արովյանի անվան հայկական պետական մանկավարժական
համալսարան, 0010, Երևան, Տիգրան Մեծի 17

e-mail: arsen.taroyan@mail.ru

Աշխատանքում չափվել է երկրամերձ օդային շերտում տիեզերական ճառագայթների կլանման գործակցի թվային արժեքը: Տիեզերական հեռադիտակով չափվել է տիեզերական ճառագայթների ուժգնությունների փոփոխությունները, տարբեր բևեռային անկյուններով և Բուգեր-Լամբերտի բանաձևով որոշվել է տիեզերական ճառագայթների կլանման գործակցի թվային արժեքը:

Հիմնադրամեր. տիեզերական ճառագայթներ, օդային շերտեր, մյուոններ, փոխազդեցություն, ֆոտոն, ալֆա մասնիկներ:

Ներկայացված է խմբագրություն 15.11.2018թ.

Տիեզերքից դեպի Երկիր են գալիս մեծ էներգիայով (10^6 - 10^{20} էՎ) օժտված առաջնային տիեզերական ճառագայթները, որոնց 90% պրոտոններն են, 7% ալֆա մասնիկներ, 3% այլ քիմիական տարրերի միջուկներ ու գամմա և լուսային ֆոտոններ:

Երկրի մթնոլորտի մոլեկուլների և ատոմների հետ առաջնային տիեզերական ճառագայթները կրում են բազմաթիվ փոխազդեցություններ, որոնց շնորհիվ ծովի մակերևույթից 15 կմ բարձրության օդային շերտում զարգանում են կասկադային երևույթներ՝ առաջացնելով երկրորդային տիեզերական ճառագայթներ՝ լայն մթնոլորտային հեղեղի տեսքով, որը պարունակում է պիոններ, մյուոններ էլեկտրոն-պոզիտրոն զույգեր, γ -քվանտներ:

Երկրորդային տիեզերական ճառագայթների առաջացման [1-3] հիմնական աղբյուրներն են՝

1. կոշտ բաղադրիչի՝ մյուոնների դեպքում լիցքակիր պիոնների տրոհումն է:
2. փափուկ բաղադրիչի՝ էլեկտրոնների և ֆոտոնների դեպքում, չեզոք պիոնների տրոհումն արդյունքում էլեկտրոն-ֆոտոնային կասկադի առաջացումն է և մյուոնների տրոհումն է ու δ – էլեկտրոնների առաջացումը:

Երկրորդային տիեզերական ճառագայթները հիմնականում բաղկացած են՝ մյուոններից (կոշտ բաղադրիչ) և էլեկտրոն-ֆոտոններից (փափուկ բաղադրիչ):

Երկրամերձ օդային շերտում երկրորդային տիեզերական ճառագայթների թվի նվազման հիմնական երևույթները մթնոլորտի ատոմների ու մոլեկուլների իոնացման վրա ծախսած էներգիաների կորուստներն են և իրենց տրոհումները:

Դիտարկենք հետևյալը. էներգիական սպեկտրի փոքր՝ $E = 2 \cdot 10^9$ էՎ էներգիայով մյուոնի կյանքի տևողությունը մեծանում է՝ $\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1-\beta^2}} = \tau_0 \frac{E}{m_\mu c^2}$, քանի որ $v \approx c$, կամ $\beta = \frac{v}{c} \approx 1$,

և մինչև տրոհումը նրա անցած ճանապարհը կլինի՝ $L_{տրոհ} = \tau \cdot \beta c = \tau_0 \beta \cdot c \frac{E}{m_\mu c^2} = 13$ կմ:

Այսինքն Երկրի մակերևույթ կհասնեն $E = 2 \cdot 10^9$ էՎ-ից մեծ էներգիայով մյուոնները:

Մթնոլորտային օդում մյուոնի միավոր (E_0)-էներգիայի կորուստները ճառագայթման վրա $\left(\frac{m_\mu}{m_e}\right)^2$ -անգամ քիչ է էլեկտրոնների ճառագայթային կորուստների համեմատ (մյուոնի դադարի զանգվածն է՝ $m_\mu = 207m_e$): Հետևաբար ճառագայթման վրա մյուոնի կորցրած E_0 -էներգիան ճամապարհի միավոր երկարության վրա $(200)^2 = 40000$ անգամ փոքր է էլեկտրոնի կրած կորստի համեմատ: Այսինքն մթնոլորտում մյուոնները համեմատաբար թույլ են կլանվում, հետևաբար Երկրի մակերևույթին հասնող երկրորդային տիեզերական մասնիկները հիմնականում մյուոններն են (կոշտ բաղադրիչ), և էլեկտրոններն ու ֆոտոնները (փափուկ բաղադրիչ), երեքն էլ միջուկաակտիվ չեն, իսկ միջուկաակտիվ պիոնները արագ քայքայվում են մթնոլորտի վերին շերտերում ծնելելով ոչ միջուկաակտիվ մյուոններ:

Ուղղաձիգ ուղղությամբ միավոր ժամանակում Երկրի մակերևույթին հասնող կոշտ և փափուկ մասնիկների քանակությունները [4] համապատասխանաբար հավասար են՝

$$N_{\text{կոշտ}} = 0,82 \cdot 10^{-2} \text{ սմ}^{-2} \text{վ}^{-1} \text{սն}^{-1}, \quad N_{\text{փափուկ}} = 0,31 \cdot 10^{-2} \text{ սմ}^{-2} \text{վ}^{-1} \text{սն}^{-1},$$

Բերված տվյալներին ցույց են տալիս, որ Երկրի մակերևույթի վրա կոշտ և փափուկ բաղադրիչների գումարը մոտավորապես հավասար է մեկ մասնիկ մեկ վարկյանում 1 սմ^2 մակերեսի վրա, մեկ ստերեոռադիան անկյան տակ:

Դեպի Երկրի մակերևույթ տիեզերական հեռադիտակ գրանցող-սարքին հասնող մյուոնների թիվը նվազում է և նրանց թվի փոփոխությունը կարելի է ներկայացնել Բուգեր-Լամբերտի բանաձևով, որը կիրառելի է մասնիկների զուգահեռ փնջի համար: Մեր աշխատանքում այն նույնպես կիրառելի է, քանի որ օգտագործվող սարքը գրանցում է միայն տվյալ ուղղությամբ, իրար զուգահեռ շարժվող մասնիկներին [5]: Ուստի կարելի է գրել՝

$$N = N_0^0 e^{-a \cdot x}, \quad (3)$$

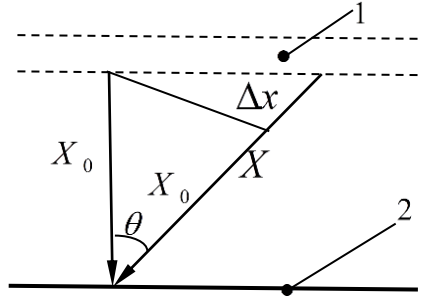
որտեղ N_0^0 -ն Երկրի մակերևույթից X_0 -բարձրության մթնոլորտային շերտում առաջացած մյուոնների թիվն է, իսկ a -ն մթնոլորտային օդում մյուոնների կլանման գործակիցն է:

Բանաձև (3)-ով կլանման a -գործակիցը հնարավոր է հաշվել եթե հայտնի է սկզբնական մյուոնների թիվը՝ N_0^0 -ն, որը անհայտ մեծություն է: Այնուամենայնիվ աշխատանքում ընտրված ճանապարհը թույլ է տալիս հաշվել կլանման a -գործակիցը առանց իմանալու սկզբնական մյուոնների N_0^0 -թիվը:

θ -բևեռային անկյան տակ գնացող մասնիկների ճանապարհը $\theta = 0$ ուղղաձիգ ուղղության համեմատ մեծանում է $X_0 / \cos \theta$ անգամ (նկ.1), հետևաբար նրանց անցած ճանապարհների տարբերությունը կլինի՝

$$\Delta X = X - X_0 = \left(\frac{1}{\cos \theta} - 1 \right) X_0: \quad (5)$$

ΔX -լրացուցիչ ճանապարհի հաշվին դեպի գրանցող սարքին հասնող մասնիկների թիվը կլինի ավելի քիչ, քան թե ուղղաձիգ ուղղությամբ ամենակարճ ճանապարհով անցած մասնիկների թվի նկատմամբ:



Նկ.1 X_0 -բարձրության օդային շերտում երկրորդային տիեզերական ճառագայթների առաջացումը և նրանց ճանապարհները Երկրի մթնոլորտում:
1- առաջացման օդային շերտ, 2-Երկրի մակերևույթը, θ -ն բևեռային անկյունը:

X_0 - և տարբեր X -ուղղություններով՝ տարբեր θ -բևեռային անկյունների տակ միավոր ժամանակում դեպի գրանցող սարքին հասնող մյուսների թվի փոփոխության չափման արդյունքներն են՝

θ	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
N	14.3	13.2	10.4	6,5	3,8	1,5	0

Հաշվի առնելով (4)- և (5)-բանաձևերը, կամայական θ -ուղղությամբ Δx -լրացուցիչ ճանապարհ անցնելու դեպքում, երբ $x = X_0 + \Delta x$ կարելի է գրել՝

$$N = N_0^0 \cdot e^{-[(X_0 + \Delta x)a]} \quad (6)$$

(5)-ից տեղադրենք Δx -ի արժեքը (6)-հավասարման մեջ, կունենանք՝

$$N = N_0^0 \cdot e^{-\left[\left(X_0 + X_0 \left(\frac{1}{\cos \theta} - 1\right)\right)a\right]} = N_0^0 \cdot e^{-X_0 \frac{1}{\cos \theta} a}, \quad (7)$$

Դիտարկենք հետևյալ դեպքերը՝

1. X_0 -ուղղաձիգ ուղղությամբ, ($\theta = 0$)-բևեռային անկյան տակ, միավոր ժամանակում գրանցված մյուսների թիվը համաձայն (7)-բանաձևի հավասար է՝

$$N_{\theta=0} \equiv N_0 = N_0^0 e^{-X_0 a}, \quad (8)$$

Ծովի մակերևույթից 15 կմ բարձրությունում միավոր ժամանակում առաջացած N_0^0 -թվով մյուսները $\theta = 0$ ուղղությամբ անցնելով X_0 ճանապարհ, նրանցից գրանցող սարքին միավոր ժամանակում հասնում են N_0 -մասնիկ:

2. X -ուղղություններով՝ տարբեր θ_k -բևեռային անկյունների տակ (նկ.1) դեպի գրանցող սարքը գնացող մյուսների թիվը համաձայն (7)-բանաձևի հավասար են՝

$$N_{\theta_k} = N_0^0 \cdot e^{-X_0 \frac{1}{\cos \theta_k} a}, \quad (9)$$

Քանի որ N_0^0 -ն անհայտ մեծություն է, վերցնենք N_0 -ի և N_{θ_k} -ի հարաբերությունը, կունենանք՝

$$\frac{N_0}{N_{\theta_k}} = \frac{N_0^0 \cdot e^{-X_0 a}}{N_0^0 \cdot e^{-X_0 \frac{1}{\cos \theta_k} a}} = e^{-X_0 a \left(1 - \frac{1}{\cos \theta_k}\right)} \quad (10)$$

Այսպիսով՝

$$\frac{N_0}{N_{\theta_k}} = e^{X_0 \left(\frac{1}{\cos \theta_k} - 1\right) a} \quad (11)$$

Ստացված (11)-հավասարումով և θ_k -ի տարբեր արժեքների չափումների տվյալներով հաշվենք կլանման գործակցի՝ a -ի թվային արժեքները կունենանք՝

$$\begin{aligned} 1. \quad \theta = 15^\circ &\Rightarrow \ln \frac{N_0}{N_{\theta=15^\circ}} = X_0 \left(\frac{1}{\cos 15^\circ} - 1 \right) a \Rightarrow \\ &\ln \frac{14,3}{13,2} = 15 \cdot 10^{-3} \left(\frac{1}{\cos 15^\circ} - 1 \right) a \Rightarrow \quad a = \frac{0,08}{15 \cdot 10^3 \cdot 0,035} = 0,15 \cdot 10^{-3} \text{ մ}^{-1} \\ 2. \quad \theta = 30^\circ &\Rightarrow \quad a = \frac{0,318}{15 \cdot 10^3 \cdot 0,155} = 0,137 \cdot 10^{-3} \text{ մ}^{-1} \\ 3. \quad \theta = 45^\circ &\Rightarrow \quad a = \frac{0,74}{15 \cdot 10^3 \cdot 0,428} = 0,115 \cdot 10^{-3} \text{ մ}^{-1} \\ 4. \quad \theta = 60^\circ &\Rightarrow \quad a = \frac{0,325}{15 \cdot 10^3 \cdot 1} = 0,09 \cdot 10^{-3} \text{ մ}^{-1} \\ 5. \quad \theta = 75^\circ &\Rightarrow \quad a = \frac{0,225}{15 \cdot 10^3 \cdot 2,9} = 0,052 \cdot 10^{-3} \text{ մ}^{-1} \end{aligned}$$

Տարբեր θ -ների համար կլանման a - գործակցի ստացած արժեքներից նրա միջին թվային արժեքի համար կունենանք՝

$$a = 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ մ}^{-1}.$$

Ինչպես երևում է մյուսների կլանման գործակցի թվային արժեքը բավականին փոքր մեծություն է, դա թույլ է տալիս որ մյուսները անցնեն երկրամերձ մթնոլորտային շերտը, հասնեն Երկրի մակերևույթին և դեռևս ունեննալով բավական էներգիա թափանցեն նրա խորքերը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Григоров Н.Л., Кондратьева М.А., Рапопорт И.Д. Космические лучи. М., Физматгиз. 1962.
2. Мухин К.Н. Физика элементарных частиц, том 2, Москва, Атомиздат. 1984г.
3. Добротин Н.А. Космические лучи, М., Изд. АН СССР, 1963г.
4. Мурзин В.С. Введение в физику космических лучей, М., Изд. МГУ, 1988г.
5. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Курс физики, том 3, Москва. 1971 г.
6. Սաքանյան Ռ.Ս., Թարոյան Ա.Ս. «Միջուկային ֆիզիկայի փորձարարական աշխատանքների ուսումնական ձեռնարկ», Երևան 2014թ.. 65 էջ:
7. Թարոյան Ա.Ս., Էլոյան Գ.Ա. «Ատոմի միջուկի և տարրական մասնիկների ֆիզիկա», Երևան. 2016 թ:

РЕЗЮМЕ
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОГЛАЩЕНИЯ
ВТОРИЧНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ В ЗЕМНОЙ АТМОСФЕРЕ

Тароян А.С., Асатрян А.Х., Мхитарян Н.Н.

***Ключевые слова:** космические лучи, воздушные пласты, мюоны, взаимодействие, фотон, альфа частицы.*

Космические лучи достигают Землю во всех возможных направлениях, проходя через различную ширину воздушных слоев. Прохождение различной дистанции в результате поглощения в атмосфере приводит к изменению числа космических лучей достигших в земной поверхности. Устройство записи космический телескоп, установленное в данной точке Земли, записывает только параллельные космические лучи. Воспользовавшись аналитической формулой поглощения Бугера-Ламберта и вычисляя изменение количества пучков достигших телескоп под разными полярными углами, было определено численное значение коэффициента поглощения космических лучей.

SUMMARY
DETERMINATION OF NUMERICAL VALUE OF THE COEFFICIENT OF THE
ABSORPTION OF THE SECONDARY COSMIK RAYS IN THE TERRESTRIAL
ATMOSPHERE

Taroyan A.S., Asatryan A.K., Mkhitaryan N.N.

***Key words:** cosmic rays, air layers, myons, interaction, photon, alpha particals.*

The cosmic rays from space reach the Earth from all possible directions by passing through layers of air of different widths. The passage through various distances due to the absorption in the atmosphere leads to the change in the number of cosmic rays reaching the Earth. A transmitter mounted at a given point in the Earth's, a cosmic telescope, records parallel cosmic rays only. By using the Buger-Lambert analytical formula for absorption and by calculating the change in the number of beams reaching the cosmic telescope at different polar angles, the numerical value for the cosmic ray absorption coefficient was determined.

Տպագրության է երաշխավորել ԵՊՀ, պրոֆեսոր Դ.Բադալյանը, 18.01.2019թ.