

А. И. Аляханов, действ. чл. АН Арм. ССР, А. И. Аляханян, действ. чл.
АН Арм. ССР и Н. М. Кочарян

Измерение мягкой и жесткой компоненты космических лучей ионизационной камерой

(Представлено 20 IV 1946)

Средняя величина ионизации, создаваемой заряженной частицей на единицу длины пути в газе, в общем случае зависит от скорости и массы частицы. Если же частицы являются релятивистскими, то, как показывает теория, величина удельной ионизации не зависит от скорости и массы частицы.

Так например, мезоны и электроны, входящие в состав космических лучей, будучи релятивистскими частицами, вызывают в газе одинаковую удельную ионизацию.

Следовательно, если предположить, что в состав космических лучей входят только мезоны и вызываемые ими электроны распада и δ -электроны вместе с жесткими гамма лучами, то ионизация, создаваемая ими в ионизационной камере, независимо от состава частиц, будет меняться пропорционально числу прошедших через камеру частиц.

Если обозначить через $I_{об}$ ток в камере от космических лучей, без свинцового экрана, а через $I_{ж}$ ток в камере, при окружении последней свинцовым панцырем толщиной в 7—10 см, то $I_{об} - I_{ж}$ будет представлять собою ток от мягкой компоненты космических лучей,

а $k = \frac{I_{об} - I_{ж}}{I_{ж}} = \frac{I_{м}}{I_{ж}}$ представит отношение интенсивности мягкой компоненты к интенсивности жесткой компоненты.

Наша задача заключалась в измерении ионизации, вызываемой отдельно жесткой и мягкой компонентой при помощи ионизационной камеры.

Параллельно этим измерениям нами определялась интенсивность мягкой и жесткой компоненты с помощью счетчиков Гейгера-Мюллера, включенных в схему совпадений. Этот метод дает возможность измерить число прошедших через счетчики частиц независимо от их иони-

зующей способности и найти таким образом отношение числа мягких частиц к жестким.

$$k_1 = \frac{N_{об} - N_{ж}}{N_{ж}} = \frac{N_{м}}{N_{ж}}$$

При наличии в космических лучах только одних мезонов и электронов мы получили бы $k=k_1$. Отклонение от равенства этих отношений указывало бы на существование в космических лучах частиц, имеющих ионизацию отличную от ионизации релятивистских частиц.

Таким образом, мы имели возможность определить относительную интенсивность мягкой компоненты как по числу частиц, так и по ионизации, ею вызываемой, и проследить за ее возрастанием с высотой как одним, так и другим методом.

Такие измерения были проведены летом 1943 года на Алагазе (высота 3250 м) и на уровне Еревана (высота 950 м).

Описание установки. Ионизационная камера представляла собой сферу диаметром в 10 см, с толщиной медных стенок около 1,5 мм. Камера наполнялась чистым аргоном при давлении около 10 атмосфер. Электрод камеры был изолирован от корпуса янтарной пробкой и соединялся с нитью струнного электрометра, имеющей диаметр в 2 м. Камера насаживалась вплотную на электрометр так, что подводящий провод от электрода к нити был длиной всего 4 см (рис. 1).

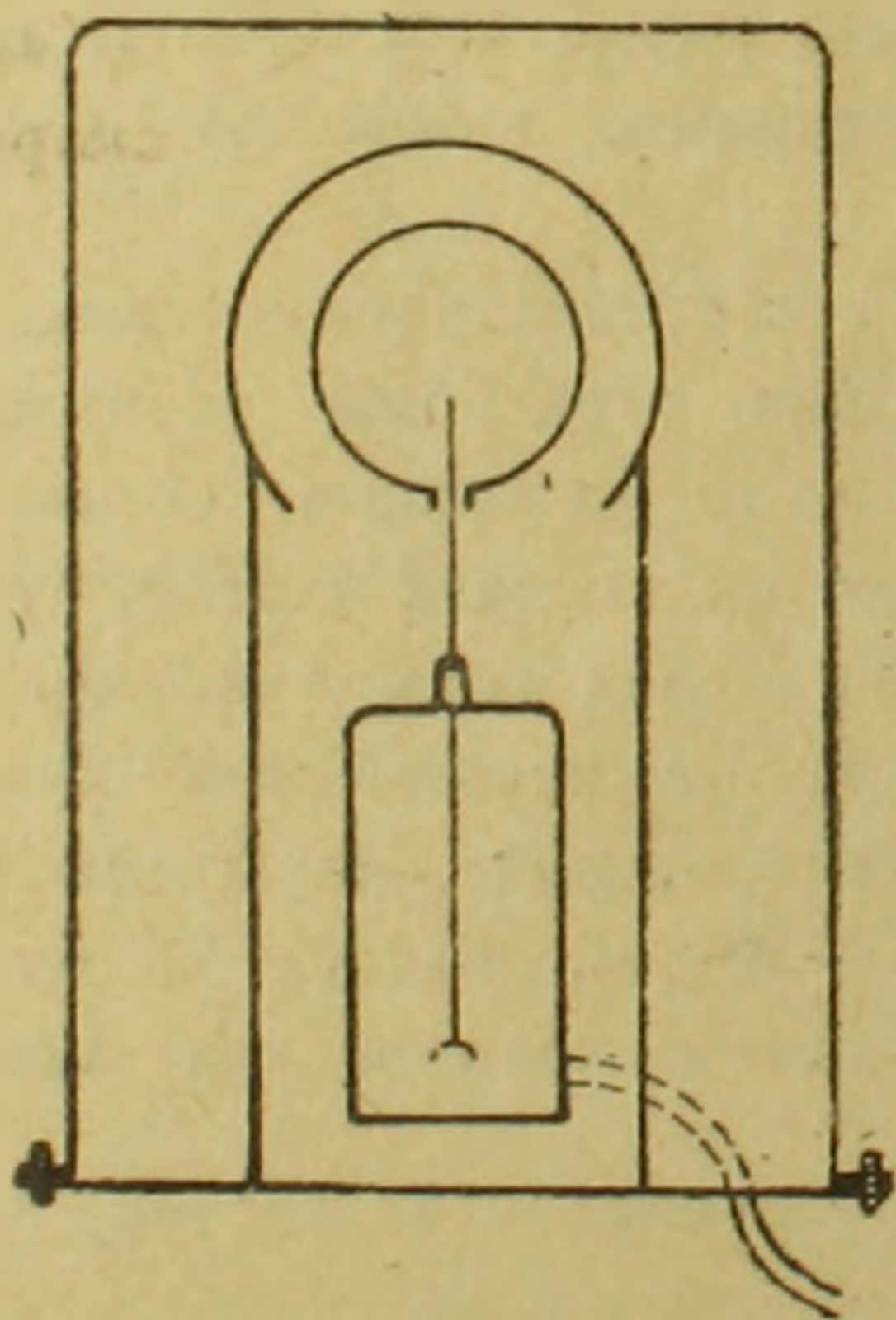


Рис. 1. Схема установки по измерению ионизационного тока.

Измерения проводились при средней чувствительности электрометра около 20—25 делений на вольт. На корпус камеры подавался потенциал около 100 вольт.

При измерении ионизации тока от жесткой компоненты космических лучей камера окружалась сферическим свинцовым панцырем толщиной 7 см.

Для обеспечения устойчивости в работе электрометра, а также для возможности проведения водных измерений, камера с электрометром помещалась в специально изготовленный бак, который герметически закрывался. Электрометр с камерой привинчивался к нижнему основанию бака. Внутри камеры в специальных «ловушках» помещался фосфорный ангидрид для высушивания воздуха. Все соединения от пульта управления приходили к электрометру и к камере через резиновый шланг, присоединенный к нижнему основанию бака. Наблюдения велись через два окошка, сделанные на стенках бака.

При проведении водных измерений бак опускался в воду при помощи специально изготовленной для этой цели лебедки.

Методика измерений. Как это обычно делается, ионизационный ток в камере измерялся по формуле $I = C \frac{\Delta v}{\Delta t}$, где C —емкость электрометра, равная 6,9 см, а Δv —потенциал нити электрометра от натекания зарядов на нее за время Δt .

Процедура измерений заключалась в определении числа делений перемещения нити электрометра за определенный интервал времени.

Определяя ионизационный ток с открытой камерой и камерой экранированной свинцовым панцырем, можно найти в отдельности ток, вызываемый жесткой и мягкой компонентами космических лучей.

При этом необходимо иметь в виду, что некоторая часть ионизационного тока в камере обусловлена радиоактивными излучениями, которые испускаются окружающими предметами— I_{rp} , а также радиоактивными загрязнениями самой камеры— $I_{рк}$.

Таким образом полный ток $I_{полн.}$ в ионизационной камере обязан космическому излучению I_k , радиоактивности окружающих пород I_{rp} и радиоактивности самой камеры $I_{рк}$. Учитывая также ток утечки $I_{ут.}$, для измеряемого полного тока имеем

$$\begin{aligned} I_{полн.} &= I_{косм.} + I_{rp.} + I_{рк.} - I_{ут.} \text{ или} \\ I_k &= I_{полн.} - I_{rp.} - I_{рк.} + I_{ут.} \end{aligned} \quad (1)$$

Специальными измерениями на озере Сев-лич нам удалось установить, что $I_{rp.}$ сильно падает с удалением от берега и становится равным 0 на расстоянии 6—7 м от берега.

Измерения нами проводились на плоту на расстоянии 7 м от берега, тем самым исключалась величина $I_{rp.}$ из выражения (1). Внутренний фон камеры был измерен в Зангинском туннеле на глубине 36 м горных пород со средней плотностью 2,5 г/см³. Для тока камеры мы получили величину $0,3 \cdot 10^{-15}$ А.

К измерениям приступали после того, как в герметически закрытом баке ток утечки доходил до значений $0,5—0,6 \cdot 10^{-15}$ А.

Измерения в воздухе. Вся установка, вместе с пультом управления, помещалась на плоту, на расстоянии 7 м от берега.

Неоднократными измерениями фиксировалось постоянство тока утечки.

Измерения проводились без свинца и со свинцовым панцырем, полностью закрывающим поверхность ионизационной камеры, толщиной 7 см.

Ниже приводятся результаты этих измерений после поправки на утечку и внутренний фон камеры.

Таблица 1

И о б щ е е	И ж е с т к о е	И м я г к о е
$6,55 \cdot 10^{-15}$ А	$3,15 \cdot 10^{-15}$ А	$3,40 \cdot 10^{-15}$ А

Как видно из приведенных данных, отношение токов в камере от мягкой и жесткой компоненты космических лучей 1,15.

Измерения в воде. Для исследования характера поглощения мягкой компоненты космических лучей герметически закрытый бак, вместе с камерой, погружался в воду на различную глубину, при помощи специальной лебедки, установленной на плоту.

Опущенный в воду бак с камерой вытаскивался из воды после того, как потенциал натекания доходил до 10—15 делений, что соответствовало 400—600 мв. Расчитывалось время, в течении которого бак вытаскивался из воды, а также время пребывания камеры в воздухе до фиксирования потенциала нити электрометра: тем самым вводилась соответствующая поправка, весьма важная для глубоких измерений и при измерениях со свинцом.

В таблице 2 приведены данные для общего ионизационного тока (без свинца) в зависимости от глубины погружения.

Изменение ионизационного тока от жесткой компоненты космических лучей (со свинцовым панцырем 7 см толщиной) приводится в таблице 3.

Таблица 2

Глубина погружения в воду в метрах	Ионизац. ток 10^{-15} А
0,0	6,55
0,5	5,83
0,75	4,99
1,00	4,49
1,25	4,12
1,6	3,42
2,00	3,15
2,85	2,64

Таблица 3

Глубина погружения в воду в метрах	Ионизац. ток 10^{-15} А
0,0	3,15
0,5	2,83
1,0	2,64
1,9	2,68
2,75	2,20

Из этих данных для отношения мягкой компоненты к жестким на глубине 1 м получается 70%, в то время как из счетчиковых данных для той же глубины было получено 20%.

Обсуждение результатов. Результаты измерений ионизационной камерой в виде кривой поглощения в воде приводятся на рис. 2.

На рис. 3 приводятся такие же кривые при измерении со счетчиками Гайгера-Мюллера (¹). Сравнение результатов измерений ионизационной камерой в воде с такими же измерениями с помощью счетчиков показывает очень резкую разницу не только в величине мягкой компоненты, но и в ее кривой поглощения. Эта разница не может быть объяснена какими-либо явлениями в стенках приборов, так как в обоих случаях стенки приборов были достаточно тонки, а для контроля толщина стенок менялась.

Она также не может быть объяснена тем, что извне на камеру в заметной доле попадают пучки одновременных частиц. Целая серия разнообразных контрольных опытов исключает возможность такого

объяснения. Исходя из этих соображений, мы пришли к выводу, что мягкая компонента на высоте 3250 м по своему составу неоднородна и содержит в себе, кроме электронов и квантов, в заметном количестве частицы, которые, во первых, обладают заметно большей ионизацион-

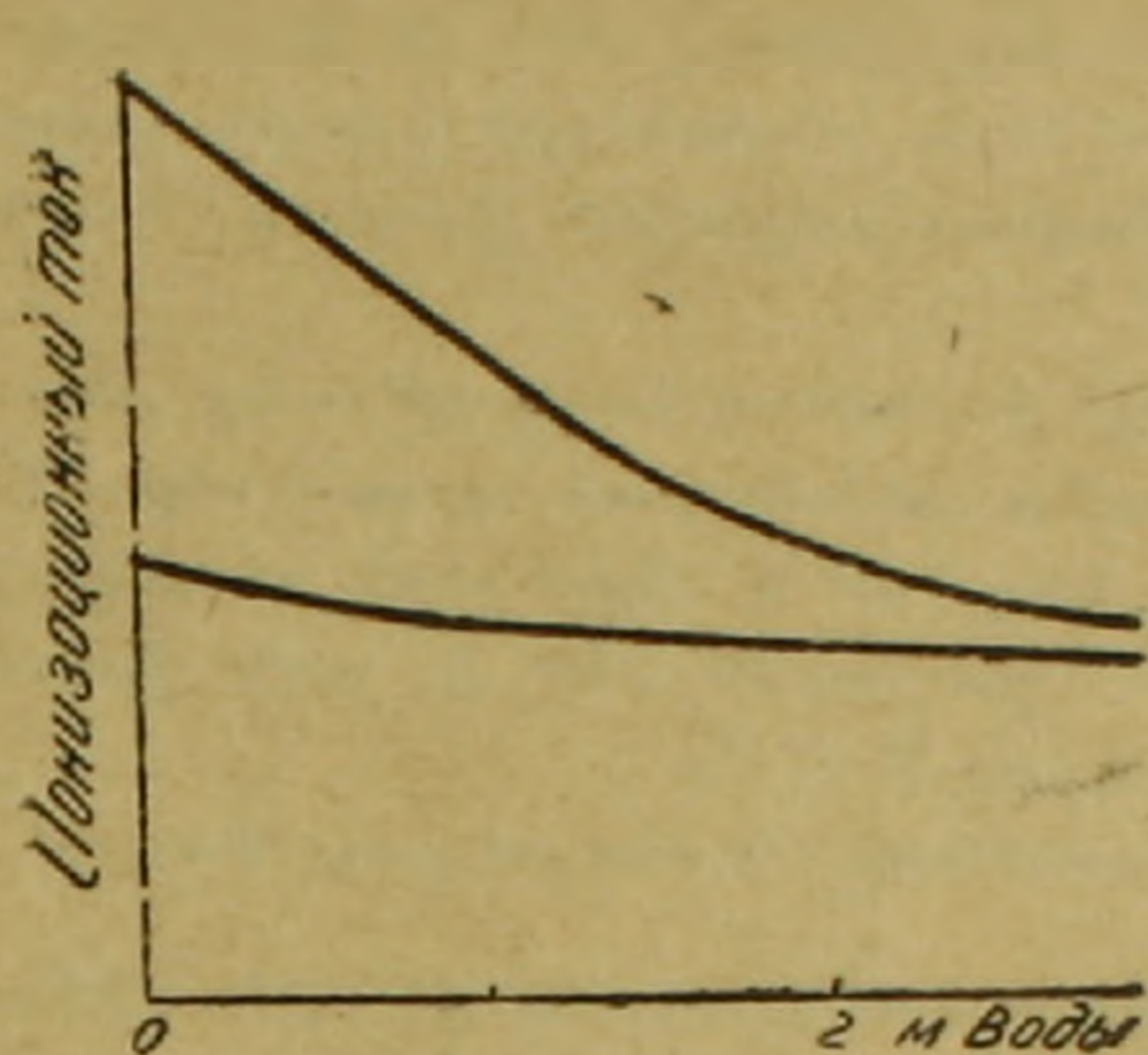


Рис. 2. Кривая поглощения в воде космических лучей методом ионизационной камерой.

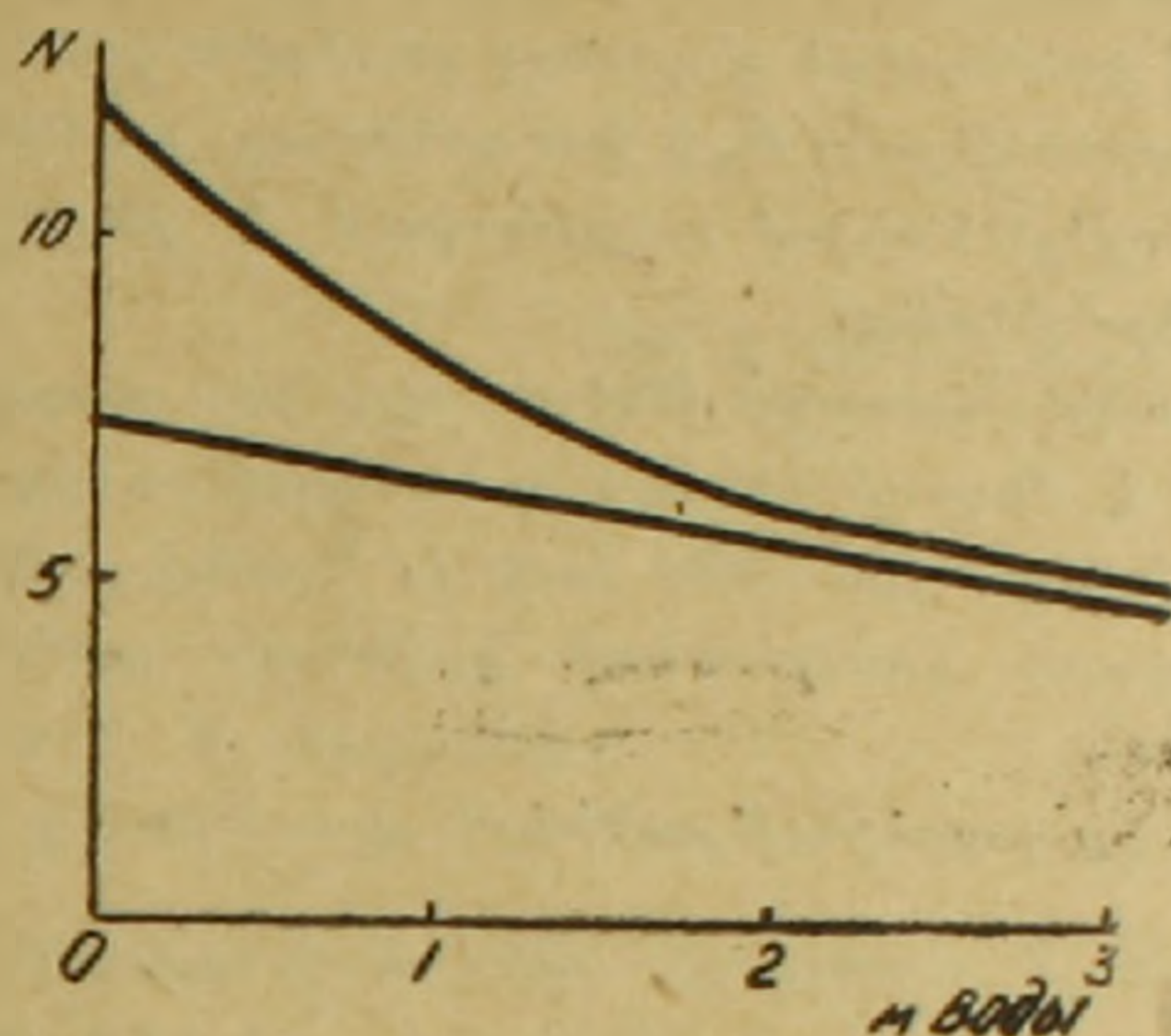


Рис. 3. Кривая поглощения в воде космических лучей методом счетчиков Гейгера-Мюллера.

ной способностью чем мезоны, а, во вторых, создаются компонентой, поглощающейся по закону, отличному от закона поглощения электронно-квантовой компоненты.

Эта компонента нами была названа третьей компонентой.

Разница в отношениях k и k_1 показывает, что „неравновесная“ часть мягкой компоненты обладает ионизирующей способностью приблизительно в три раза превышающей ионизирующую способность мезонов и вероятно состоит из протонов с энергией около 150—200 Мев. Количество их составляет около 20% от числа мезонов.

Поглощение третьей компоненты в свинце значительно больше чем в воздухе или в воде, хотя, несомненно, она не обладает способностью размножаться в нем.

Поглощение в свинце на одну ядерную частицу в 2,5—3 раза больше чем в воде. Это следует из того, что 7 см свинца (80 г/см^3) эквивалентны по поглощению третьей компоненты приблизительно 2—2,5 м воды (200 г/см^3).

Результаты измерений в Ереване (950 м) показывают, что на малых высотах третья компонента почти отсутствует.

Физико-математический Институт
Академии Наук Арм. ССР
Ереван, 1946, март.

Կոսմիկ ճառագայթների փափուկ եվ կոշտ կոմպոնենտների ուսումնասիրումը
բյուր իոնիզացիոն կամերայի միջոցով

Արագածում, 3250 մ բարձրության վրա, իոնիզացիոն կամերայով և Գեյգերի հաշվիչներով կատարված փորձերը բերեցին կոսմիկ ճառագայթների մեջ մի նոր կոմպոնենտի հայտնագործության: Այդ կոմպոնենտը, որ հեղինակներն անվանեցին երրորդ կոմպոնենտ, իր հատկություններով տարբերվում է ինչպես հավասարակշռված փափուկ, նույնպես և կոշտ կոմպոնենտից:

Կոսմիկ ճառագայթների այդ նոր բաղադրիչի իոնացնող հատկությունը մոտ 3 անգամ մեծ է մեզոնի իոնացնող հատկությունից: Դրանք, հավանաբար, պրոտոններ են, որոնց էներգիան մոտ 150—200 Mev է: Դրանց քանակը կազմում է մեզոնների քանակի 20%-ը: Երրորդ կոմպոնենտի կլանումը արճիճում զգալիորեն մեծ է, քան ջրում կամ օդում:

Փոքր բարձրությունների վրա երրորդ կոմպոնենտը համարյա բացակայում է:

A. I. Alichanow, A. I. Alichanian, N. M. Kocharian

The Measurement of Soft and Hard Components of Cosmic Rays by an Ionization Chamber

The results of experiments carried out on Mt. Araga'z at an altitude of 3250 m above Sea level are given in this paper. The experiments, made with an ionization chamber and Geiger Counters, led us to the discovery of a new component in cosmic rays.

This constituent which the authors named „third component“ differs by its properties from the balanced soft and hard components.

The ionization power of this new component is three times greater than that of the meson.

They are probably protons the energy of which is 150—200 Mev.

Quantitatively they are 20% of the mesons.

The absorption by lead of this third component is considerably greater than by air or water.

On lower altitudes this new component is almost missing.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. A. Alichanian, A. Alichanow, N. Kocharian, S. Kvazzhava, G. Mirianashvili. Journ. of Physics, 8, 127, 1944
2. A. Alichanow, A. Alichanian, L. Nemenow, N. Kocharian. Journ. of Physics, 8, 63, 1944.
3. A. Alichanian, A. Alichanow, S. Nikitin. Journ. of Physics, 9, 56, 1945.