

Н. М. Кочарян, М. Т. Айвазян, С. Д. Кайтмазов, З. А. Киракосян
 и А. С. Алексанян

Угловое распределение протонов

(Представлено А. И. Алиханяном 26 XI 1952)

При помощи магнитного масспектрометра Алиханяна--Алиханова (¹), на высоте 3200 м над уровнем моря, мы изучили угловое распределение протонов космического излучения для двух разных значений импульсов. Для этой цели был сконструирован широкоугольный магнитный масспектрометр, схема которого приводится на рис. 1.

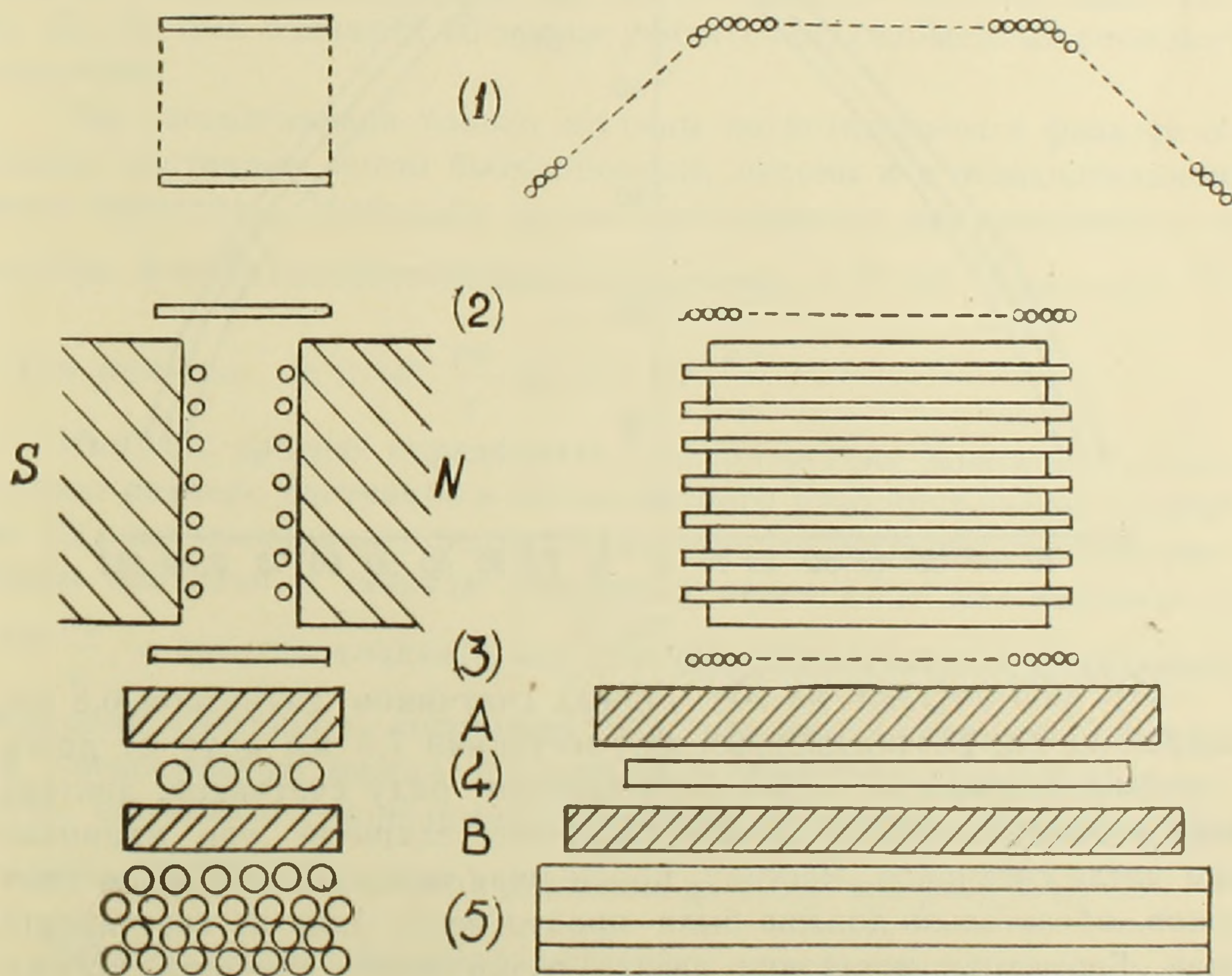


Рис. 1.

Применяемый нами электромагнит имел ширину поля равную 30 см, длину по вертикали—25 см, при ширине зазора 8 см. Внутри зазора создавалось достаточное для наших целей однородное и постоянное во времени магнитное поле, напряженностью около 11000 эрстедт. Для одновременного исследования азимутальной асимметрии частиц разных знаков, прибор был установлен так, чтобы поле электромагнита совпало с магнитным меридианом.

Три ряда счетчиков (1), (2), (3) давали возможность определить импульс частицы. Чтобы выделить из потока частиц только такие, которые при прохождении через поле не задевали полюсов магнита, нами на полюсах, на расстоянии 3 см друг от друга были расставлены счетчики диаметром в 1 см, как это показано на рис. 2. Траектории, сопровождаемые зажиганием какого-либо из этих счетчиков, исключались ветвью антисовпадений. При этом расстояния между счетчиками и их диаметры были выбраны так, что исключалась возможность регистрации частиц, рассеянных на полюсах.

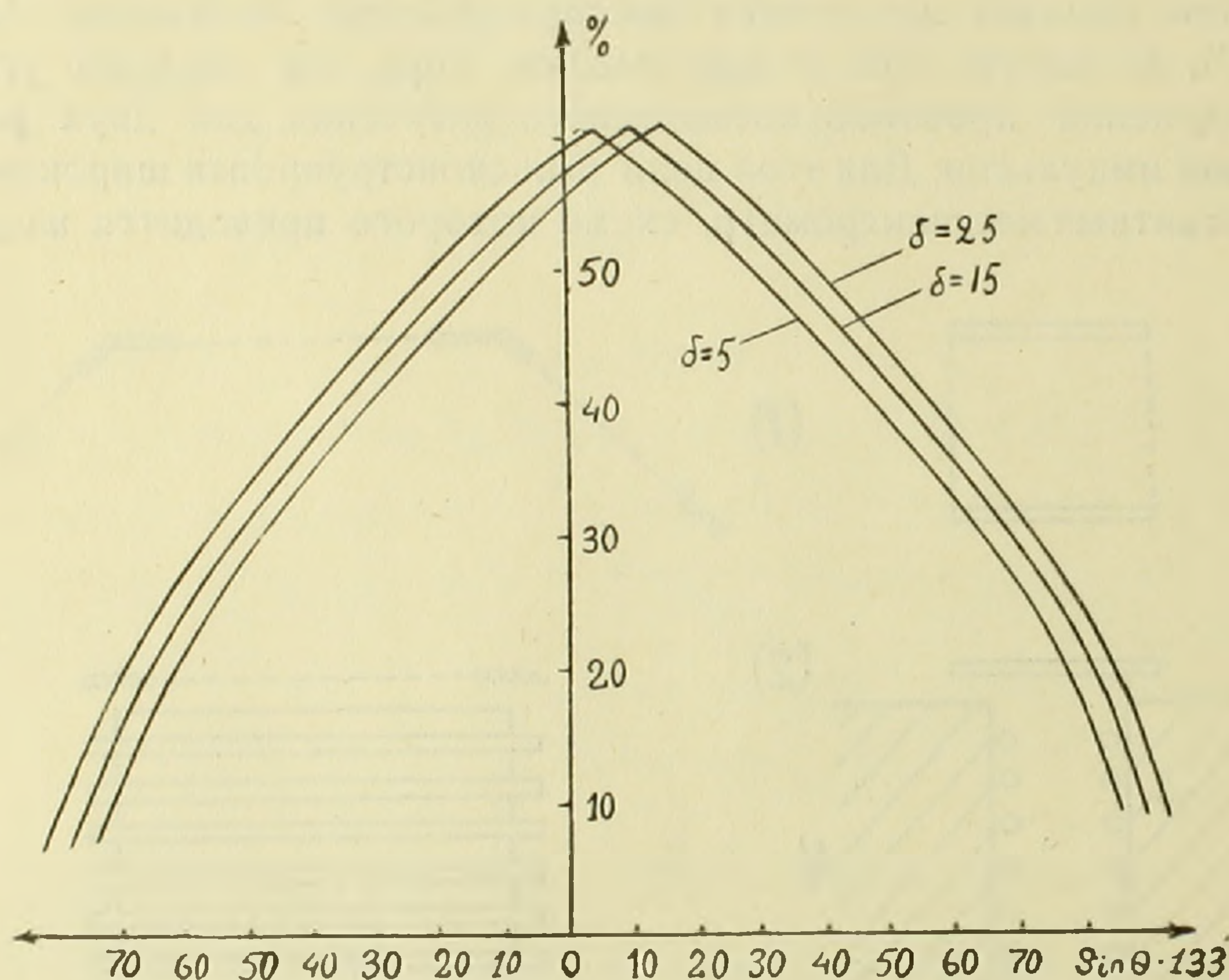


Рис. 2.

(1) ряд состоял из 100 медных счетчиков диаметром 6,8 мм, длиной 15 см, расположенных на расстоянии 7,5 мм друг от друга.

Форма трапеции, приданная первому ряду счетчиков, диктовалась необходимостью получить наилучшее закрытие при минимальном числе счетчиков. Частица, прошедшая через (2) и (3) ряды счетчиков, обязательно должна была пройти через один из счетчиков (1) ряда. Геометрия установки давала возможность измерять угловое распределение частиц от 0 до 45° относительно вертикали. Для уменьшения рассеяния частиц в стенках счетчиков (2) ряд состоял

из алюминиевых счетчиков в количестве 36 штук, диаметром 6 мм и длиной 10 см, расположенных на расстоянии 8 мм друг от друга. Толщина стенок алюминиевых счетчиков была 0,16 мм. (3)-й ряд состоял из 38 медных счетчиков, диаметром 6,8 мм и длиной 10 см с расстоянием между центрами счетчиков 7,5 мм. Ниже магнитного поля были расположены свинцовый фильтр А, толщиной 6 см, в котором практически все электроны поглощаются, и медный фильтр В, толщиной 5 см. Между фильтрами А и В перпендикулярно магнитному полю были расположены счетчики, диаметром 2 см и длиной 45 см. Ниже фильтра В была расположена (5) группа счетчиков, состоящая из четырех рядов счетчиков, диаметром 2 см и длиной 90 см, которые с избытком закрывали телесный угол для частиц выходящих из магнитного поля. Все счетчики, применяемые нами, были самогасящими и наполнялись аргоном и парами метилала.

Чтобы исключить возможную ложную асимметрию в интенсивности из-за несимметричности работы счетчиков, последние проверялись ежедневно. С той же целью в течение всего времени наблюдений измерения проводились при ежедневном изменении направления поля.

Для срабатывания установки необходимо было четверное совпадение счетчиков групп (1), (2), (3), (4). Каждый счетчик рядов (1), (2), (3), (4) был соединен со своим усилителем, снабженным неоновой лампочкой.

Мы рассматривали только частицы поглотившиеся в фильтре В. Такими частицами могли быть протоны, мезоны и в незначительном числе электроны. Импульсы частиц ионизационно остановившихся в фильтре В были соответственно для протонов от $7 \cdot 10^8 \frac{ev}{c}$ до $9 \cdot 10^8 \frac{ev}{c}$ и для мезонов от $2 \cdot 10^8 \frac{ev}{c}$ до $2,7 \cdot 10^8 \frac{ev}{c}$.

Импульс протона определялся с неточностью, зависящей от конечного размера счетчиков и многократного рассеяния частиц в стенках (2) ряда счетчиков. Средняя квадратичная погрешность из-за рассеяния протонов в стенках счетчиков равна 4,5% для импульса в $8 \cdot 10^8 \frac{ev}{c}$, а средняя квадратичная ошибка, обусловленная конечными размерами счетчиков, составляет 35% при том же импульсе. Первой погрешностью можно пренебречь и учитывать только погрешность, связанную с конечными размерами счетчиков. Ошибка в определении импульса протонов доходила до 100% при $p = 2,3 \cdot 10^9 \frac{ev}{c}$.

Частицу, прошедшую через установку и поглотившуюся в фильтре В, мы характеризуем двумя величинами: зенитным углом θ и радиусом кривизны ρ . Наша задача заключается в определении истинной интенсивности протонов космического излучения, движущихся в направлении

интервала углов θ , $\theta + \Delta\theta$ и имеющих радиус кривизны ρ , $\rho + \Delta\rho$, т. е. в нахождении $\Delta I = I(\theta, \rho) \Delta\theta \Delta\rho$. Однако число зарегистрированных установкой частиц, в данном случае протонов, $\Delta N = N(\theta, \rho) \Delta\theta \Delta\rho$ будет отличаться от истинного числа частиц ΔI благодаря „светосиле“ установки S , которая определяется как отношение $S = \frac{\Delta N}{\Delta I} = \frac{N(\theta, \rho)}{I(\theta, \rho)}$.

Таким образом, истинная интенсивность ΔI может быть получена из выражения $\Delta I = \frac{\Delta N}{S}$, если известно S . Величину S можно вычислить исходя из геометрических данных установки. Мы вывели общую формулу для светосилы и, применив ее к нашей установке, получили семейство кривых (рис. 3).

Был введен также поправочный коэффициент, учитывающий, что условия поглощения для частиц, падающих на фильтр под разными углами, неодинаковы.

В течение всего времени измерения было зарегистрировано 5797 частиц, из них 90% были протонами, остановившихся в фильтре B как в результате ионизационных потерь, так и в результате ядерных столкновений. Все эти частицы были разбиты на две группы—„мягкую“, куда входили протоны с импульсами от $7 \cdot 10^8 \frac{ev}{c}$ до $8 \cdot 10^8 \frac{ev}{c}$ и „жесткую“ с импульсами более $8 \cdot 10^8 \frac{ev}{c}$.

В этой группе более половины числа протонов остановилось неионизационно. Принимая зависимость интенсивности частиц от зенитного угла в виде функции $I = I_0 \cos^n \theta$, мы определили величину n для указанных двух протонных групп. На рис. 3 приводится дифференциальное выражение зависимости интенсивности числа частиц от n . По оси абсцисс отложен $\log \cos \theta$, а по оси ординат логарифм относительной величины интенсивности. В пределах статистических ошибок точки ложатся на две прямые. Из этих прямых мы получили $n \approx 3$ для жестких и $n \approx 6$ для мягких протонов.

Для более точного определения n , а также для вычисления погрешности Δn , которую трудно оценить из дифференциальных кривых, нами n был вычислен также из интегральных кривых. Все частицы были разбиты на две группы от 0 до 10° и от 10 до 40° (граница 10° была выбрана из условия минимума статистической ошибки). Если обозначить с учетом всех поправок число частиц в первой

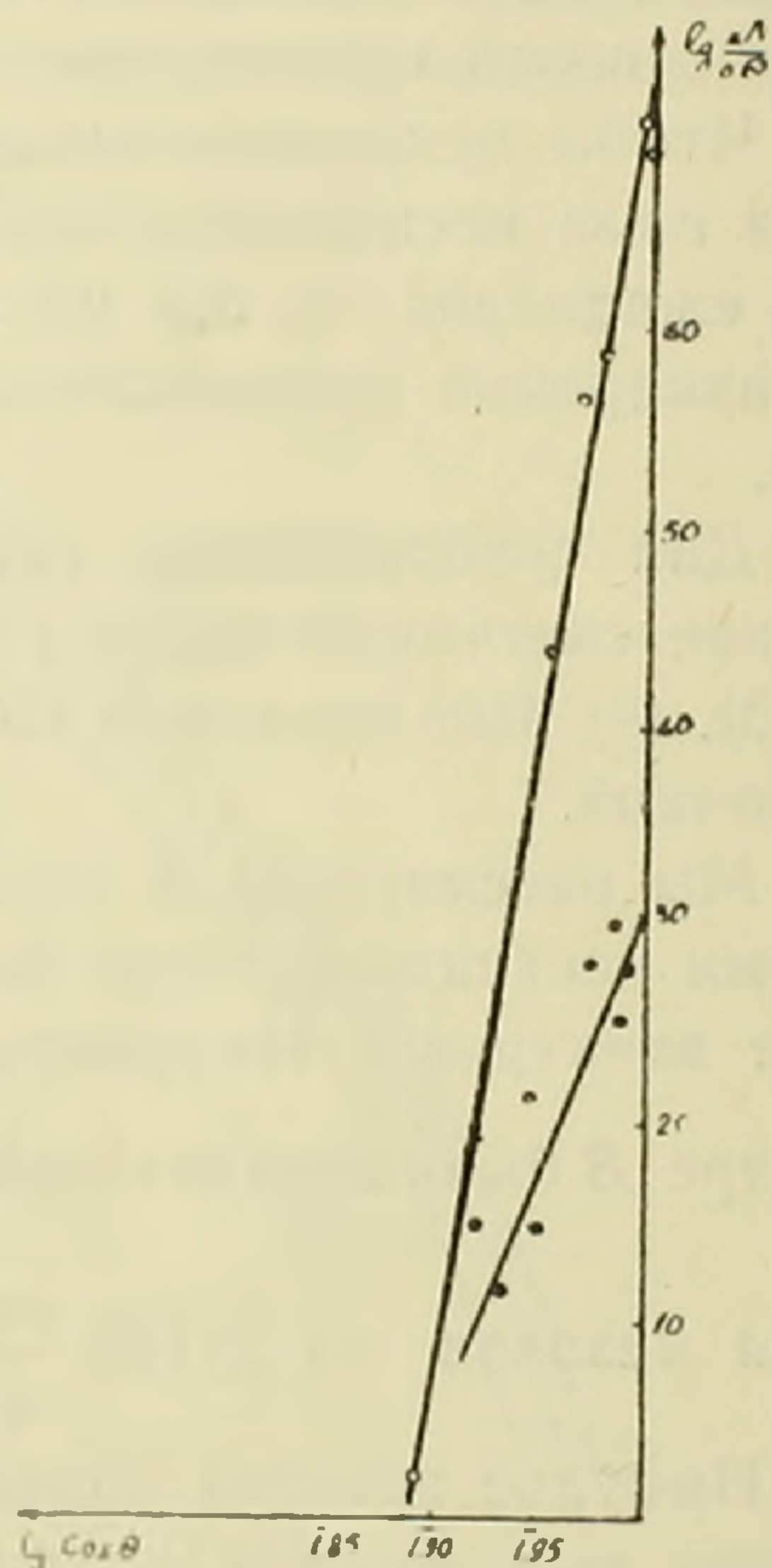


Рис. 3.

группе через N_1 , а во второй группе через N_2 , то отношение $\frac{N_1}{N_2}$ будет функцией n . Таким путем мы вычислили n , причем для жестких протонов $n=2,7 \pm 0,4$, а для мягких протонов $n=6,6 \pm 0,6$.

Указанными выше способами мы вычислили n для жестких мезонов (прошедших фильтр B) в тех же интервалах импульсов, что и для протонов. Расчеты дали для жестких мезонов значение $n=2,5 \pm 0,4$. Для мезонов, остановившихся в фильтре B $n=3,35 \pm 0,85$. Эти результаты находятся в хорошем согласии с работами (2).

Наша установка давала возможность исследовать восточнозападную асимметрию протонов. Интенсивность протонов, идущих с запада и с востока, оказалась в пределах статистических ошибок одинаковой. Для всего потока протонов от 0 до 42° величина асимметрии равна $1,01 \pm 0,03$. Мы отдельно исследовали азимутальную асимметрию для протонов, идущих в интервале углов $20-40^\circ$. Полученная величина азимутальной асимметрии оказалась меньше статистической ошибки и была равна $1,02 \pm 0,06$.

Авторы считают своим долгом выразить благодарность А. И. Алиханяну за постоянную помощь в работе. Авторы выражают также благодарность С. И. Вернову и Г. Т. Зацепину за ценное обсуждение результатов настоящей работы.

Физический институт
АН Армянской ССР

Ն. Ս. ՔՈՉԱՐՅԱՆ, Ս. Տ. ԱՅՎԱԶՅԱՆ, Ս. Դ. ԿԱՅՏՄԱԶՈՎ, Զ. Ա. ԿԻՐԱԿՈՍՅԱՆ
ԵՎ Լ. Ս. ԱԼԵՔՍԱՆՅԱՆ

Պրոտոնների անկյունային բաշխումը

Ներկա աշխատանքում լայնանկյուն մագնիսական մասսսպեկտրոգրաֆով կատարվել է մոտ 6000 պրոտոնների անկյունային բաշխման ուսումնասիրությունը 3200 մ բարձրության վրա:

Եթե անկյունային բաշխումը արտահայտենք $N=N_0 \cos^n \theta$ տեսքով, ապա n -ի համար պրոտոնների երկու տարբեր իմպուլսի տիրույթներում ստացվում են տարբեր արժեքներ՝ $n=6,6 \pm 0,6$ երբ $6,5 \cdot 10^8 \frac{eV}{c} < p < 8,5 \cdot 10^8 \frac{eV}{c}$ և $n=2,7 \pm 0,4$ բոլոր պրոտոնների համար:

որոնց իմպուլսը $p > 8,5 \cdot 10^8 \frac{eV}{c}$:

Այս արդյունքները հակասում են այն տեսական պատկերացմանը, ըստ որի $n \approx \frac{X}{L}$, որտեղ X -ը պրոտոնների անցած նյութի թանաղությունն է մթնոլորտում՝ հաշված նրա վերին սահմանից, իսկ L -ը կլանման վաղքն է օդում:

Ցույց է տրված նաև, որ 3200 մ բարձրության վրա պրոտոնների համար ազիմուտալ ասիմետրիան սխալների սահմաններում բացակայում է:

Л И Т Е Р А Т У Р А—Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

1 А. Алиханян, А. Алиханов и А. Вайсенберг. ДАН Арм. ССР, 5, 129, 1946.
Дж. Л. Зар. Phys. Rev. 83, 761, 1951.