

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

Спектр импульсов протонов на высоте 3200 м над уровнем моря

(Представлено В. А. Амбарцумяном 16 IX 1953)

В настоящей работе мы ставили перед собою цель методом магнитного масспектрометра Алиханяна-Алиханова <sup>(1)</sup> исследовать спектр импульсов для вертикального потока протонов в воздухе.

Для этого был сконструирован масспектрометр, схема которого приведена на рис. 1. Для измерения импульса, мы применяли электромагнит с напряженностью поля 8500 эрстед. Длина поля по вертикали равнялась 50 см, при ширине поля 20 см и зазоре—10 см.

Сверху на высоте 50 см от верхнего края магнита был установлен (1) ряд счетчиков, имеющий форму трапеции. Этот ряд состоял из 100 медных счетчиков диаметром 6,8 мм, длиной 15 см. (2) ряд состоял из 31 алюминиевого счетчика диаметром 6 мм, длиной 10 см, расположенного в два ряда с расстоянием  $\frac{3}{4}d$  между центрами

счетчиков <sup>(2)</sup>. В (3) ряду было 35 счетчиков диаметром 0,46 мм и длиной 10 см, расположенных на расстоянии 5,6 мм друг от друга. По этим трем рядам счетчиков мы определяли радиус кривизны траектории, откуда и импульс частицы. Сверху, непосредственно над (3) рядом счетчиков, был расположен свинцовый поглотитель толщиной 1 см. Значительная часть электронов, прошедших через магнитное поле, или поглощалась в свинцовом поглотителе, или давала размножение в нем, регистрируемое в (3) ряду счетчиков. Мы рассматривали только частицы, которые имели пробег больше 1 см свинца и не вызывали разряда более одного счетчика под свинцом.

Ниже третьего ряда счетчиков был расположен первый поглотитель, тоже свинцовый, толщиной 40 мм. Затем, между счетчиками последовательно располагались медные поглотители толщиной 2,5 см, 3 см и 6 см. В отличие от предыдущих наших работ, в настоящей работе мы применили более толстые поглотители с общей толщиной  $56,75 \text{ г/см}^2 \text{ Pb} + 102 \text{ г/см}^2 \text{ Cu}$ , что составляет  $0,356 \lambda \text{ Pb} + 0,95 \lambda \text{ Cu}$ , где  $\lambda \text{ Pb}$  и  $\lambda \text{ Cu}$  являются пробегами взаимодействия, соответствующие геометрическим сечениям ядер свинца и меди.



В течение 480 часов было зарегистрировано 6085 протонов с импульсами  $p > 4 \cdot 10^8 \frac{\text{эв}}{c}$ , остановившихся в поглотителях. Из них

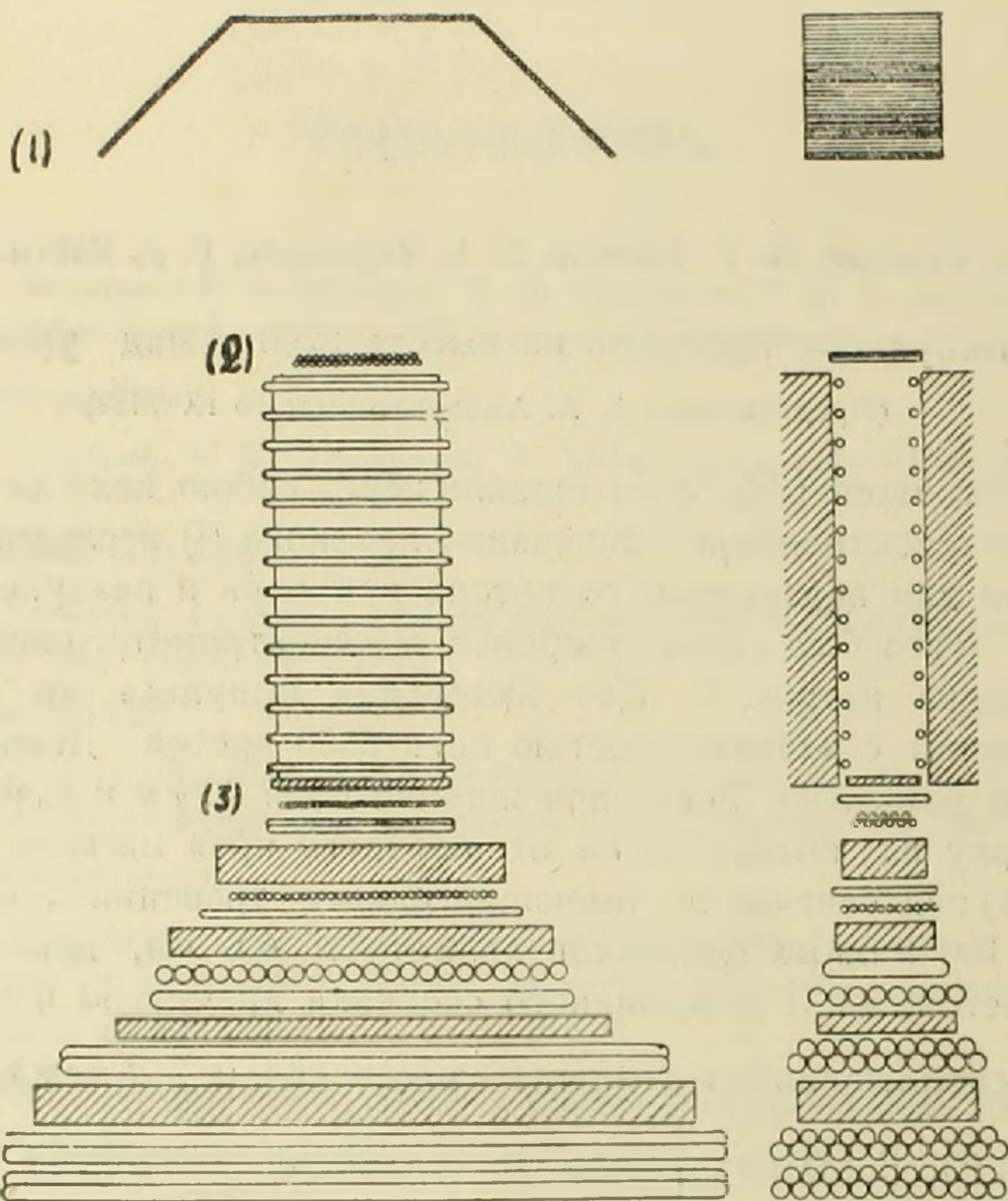


Рис. 1. Схема масспектрометра.

1740 протонов имели импульс  $p > 10^9 \frac{\text{эв}}{c}$ , и остановились вследствие

ядерных столкновений. Чтобы найти истинное число протонов при заданной геометрии нашей установки, необходимо было учесть светосилу установки, ввести поправки на среднюю эффективность работы счетчиков, а также поправки на среднюю эффективность работы установки.

Так как суммарная толщина поглотителей в 1,31 раза больше геометрического пробега взаимодействия, то  $1 - e^{-1.31} = 0,73$  будет представлять долю энергичных протонов, претерпевших ядерное столкновение при прохождении через поглотители.

В результате взаимодействия начальный протон погибает, и образуется звезда. Но заряженные продукты звезды, т. е. протоны отдачи (протоны с  $E \leq 500$  мэв) и ливневые частицы, в некоторых

случаях, когда их энергия достаточно велика, могут преодолеть ионизационные потери и выйти из поглотителя. Это будет иметь место для всех ливневых протонов, так как энергия протона, соответствующая пробегу  $159 \text{ г/см}^2$ , равна около 430 мэв и для  $\pi$ -мезонов  $E > 330 \text{ мэв}$ .

В таких случаях метод магнитного масспектрометра не позволяет установить факт взаимодействия, и у нас получается ложное представление, как будто начальный протон прошел через фильтры, не испытывая никакого взаимодействия в них, за исключением тех случаев, когда продукты звезды вылетают под большими углами относительно первичной частицы. Однако, применяя толстые поглотители, как в нашем случае, можно утверждать, что протоны с им-

пульсами  $P \leq 2 \cdot 10^9 \frac{\text{Эв}}{c}$  не способны рожать в заметном количестве

быстрые вторичные частицы, которые могли бы выйти из поглотителя. Следовательно, в значительном большинстве случаев сам протон и вторичные частицы, вызванные им, поглощаются веществом.

Поэтому мы предполагаем, что число протонов с импульсами  $10^9 \leq$

$\leq p \leq 2 \cdot 10^9 \frac{\text{Эв}}{c}$ , неионизационно остановившихся в поглотителях, пред-

ставляет полное число звезд, вызванных частицами в этой области импульсов. Таким образом, для воздушного вертикального потока

протонов, имеющих импульсы  $10^9 \leq p \leq 2 \cdot 10^9 \frac{\text{Эв}}{c}$ , можем написать

$$N(p)dp = \frac{N_{\pi}(p) dp}{1 - e^{-1.31}} = 1,37 N_{\pi} dp,$$

где  $N(p)dp$  —воздушный спектр протонов, а  $N_{\pi} p(d)p$  —спектр импульсов, неионизационно остановившихся протонов. Следовательно, мы имеем возможность определить спектр импульсов протонов в

воздухе вплоть до  $2 \cdot 10^9 \frac{\text{Эв}}{c}$ . Этот спектр изображен на рис. 2. Сту-

пенчатая кривая на этом рисунке в области импульсов  $0,8 \cdot 10^9 \leq$

$\leq p \leq 2 \cdot 10^9 \frac{\text{Эв}}{c}$  хорошо аппроксимируется показательной функцией вида

$$N(p)dp = \frac{a}{p^{\gamma}} dp. \quad (1)$$

с  $\gamma = 2,60 \pm 0,09$  и  $a = (1,26 \pm 0,16) 10^{-3} \text{ см}^{-2} \text{ сек}^{-1} \text{ стер}^{-1}$ , если  $p$  измеряется в  $\frac{\text{Бэв}}{c}$ .

Сплошная кривая (рис. 2) представляет формулу (1). Пунктирная часть этой кривой проведена в предположении, что вид спектра частиц остается неизменным и при  $p > 2 \cdot 10^9 \frac{\text{Эв}}{c}$ . Начиная со значения  $p = 8 \cdot 10^8 \frac{\text{Эв}}{c}$  и ниже вид спектра постепенно меняется, при  $p = 6 \cdot 10^8 \frac{\text{Эв}}{c}$  наблюдается максимум, и при дальнейшем уменьшении импульса кривая распределения меняет свой наклон.

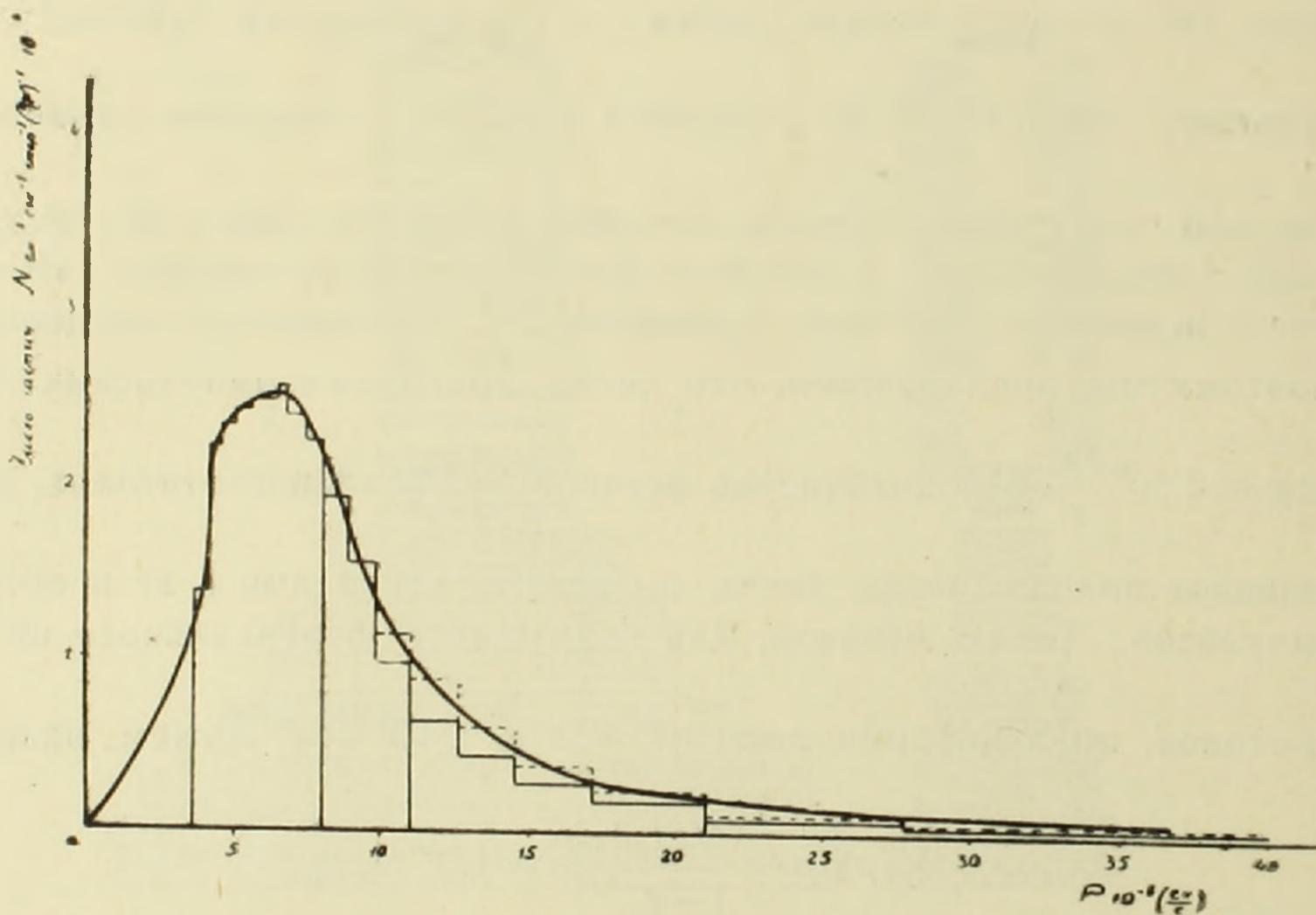


Рис. 2. Спектр импульсов протонов.

Итак, общий вертикальный поток протонов с  $p > 10^9 \frac{\text{Эв}}{c}$  равен

$$I_v = 0.77 \cdot 10^{-3} \text{см}^{-2} \text{сек}^{-1} \text{стера}^{-1},$$

а для  $p \geq 0.4 \cdot 10^9$  имеем

$$I_v = 2 \cdot 10^{-3} \text{см}^{-2} \text{сек}^{-1} \text{стера}^{-1}.$$

Авторы выражают благодарность Алиханяну А. И. за постоянную помощь в работе, а также Саакяну Г. С. за ценное обсуждение результатов настоящей работы.

Физический институт Академии  
наук Армянской ССР

Ն. Մ. ՔՈԶԱՐՅԱՆ, Մ. Տ. ԱՅՎԱԶՅԱՆ, Զ. Ա. ԿԻՐԱԿՈՍՅԱՆ ԵՎ Ս. Դ. ԿԱՅՏԱՍՁՈՎ

Պրոտոնների իմպուլսների սպեկտրը 3200 մ բարձրության վրա

Մադնիսական մասսպեկտրոմետրի միջոցով ուսումնասիրվել է պրոտոնների իմպուլսային սպեկտրը 3200 մ բարձրության վրա: Ցույց է տրված, որ իմպուլսների  $0,8 < p < 2 \frac{Bev}{c}$  տիրույթում սպեկտրը արտահայտվում է

$$N(p) dp = \frac{a}{p^\gamma} dp$$

տեսքով, որտեղ  $\gamma = 2,6 \pm 0,1$ , իսկ  $a = (1,23 \pm 0,16) 10^{-3}$  սմ<sup>-2</sup> վրկ<sup>-1</sup> ստերադիան<sup>-1</sup>, եթե իմպուլսը չափվում է  $\frac{Bev}{c}$  միավորներով:

Ստացվել է, որ  $1 \frac{Bev}{c}$ -ից մեծ իմպուլս ունեցող պրոտոնների ինտենսիվությունը վերտիկալ ուղղությամբ հավասար է  $0,77 \cdot 10^{-3}$  սմ<sup>-2</sup> վրկ<sup>-1</sup> ստերադիան<sup>-1</sup>:

#### ЛИТЕРАТУРА — ԿՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- 1 А. Алиханян, А. Алиханов и А. Вайсенберг. ДАН Арм. ССР, V, № 5, 1946.
- 2 Н. Кочарян, Г. Саакян, М. Айвазян, З. Киракосян и С. Кайтмазов. ЖЭТФ, 23, 532, 1952.