

В. ХАРИТОНОВ, Г. МАРИКЯН и член-корреспондент АН СССР А. АЛИХАНЯН

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОНИЗУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЧАСТИЦ С МАССОЙ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ МЕЖДУ МАССОЙ МЕЗОНА И ПРОТОНА

За последние годы в ряде работ указывалось, что в космических лучах на высоте 3200 м присутствуют частицы с массой, промежуточной между массой мезона и массой протона. В одной из последних наших работ также было показано (1), что в определенных условиях наблюдаются частицы, которым по импульсу и пробегу следует приписать массу большую, чем у π -мезона. Представляло интерес произвести определение массы частиц иным, независимым способом, например путем определения величины ионизирующей способности частицы и ее пробега или импульса.

В настоящей работе определение ионизирующей способности частиц производилось с помощью пропорционального счетчика одновременно с измерением импульса и пробега на новом спектрометре Алагезской высотной лаборатории (2). Для измерений применялся пропорциональный счетчик с прямоугольным катодом (3) с размером рабочего пространства $50 \times 130 \times 300$ мм, наполненный смесью метана (30 см) и аргона (10 см). Счетчик помещался после пятого координатного ряда при выходе частиц из магнитного поля (2).

Одновременно с измерением ионизирующей способности мягких частиц измерялась также и ионизирующая способность проникающих частиц, проходивших после пропорционального счетчика фильтры с толщиной, эквивалентной 14 см свинца. Эти данные использовались для непрерывной градуировки и проверки системы (4).

Ионизирующая способность жестких частиц. На рис. 1 приведен спектр ионизаций для проникающих частиц, полученный на нашей установке (на рис. 1 приведены данные для 14829 частиц).

Кривая 1 рис. 1 — теоретическая кривая флуктуаций ионизации по Ландау (5) для нашего счетчика; кривая 2 того же рисунка — кривая той же формы, наилучшим образом подходящая к экспериментальным данным. Уширение теоретической кривой в нашей установке получилось примерно такое же, как и у С. Я. Никитина (6).

Средняя величина импульсов на выходе схемы для проникающих частиц равна 8,62 условных единицы. При вычислении среднего значения для проникающих частиц не учитывались случаи, когда импульсы от пропорционального счетчика оказывались настолько малыми, что не регистрировались схемой; кроме того, все импульсы, превышавшие максимальное значение, регистрируемое схемой (около 27 условных единиц), принимались равными этому максимальному значению.

Ионизирующая способность протонов и мезонов. В табл. 1 приведены данные для средней ионизирующей способности протонов и мезонов ($\mu + \pi$) с различными остаточными пробегами; при вычислении среднего для мезонов учитывалась фактическая длина пути

в счетчике для каждой отдельной частицы. Из табл. 1 видно, что мезоны имеют почти такую же ионизирующую способность, что и проникающие частицы, в согласии с расчетным значением. Из этой же таблицы видно, что протоны всех пробегов имеют заметно повышенную ионизирующую способность в соответствии с величиной остаточного пробега. Расхождение между экспериментальными и расчетными значениями для протонов получилось потому, что для протонов величина импульсов на выходе в значительном числе случаев оказывалась больше максимального значения, регистрируемого схемой; для протонов с остаточным пробегом 3,5—4,5 см свинца расхождение оказывается уже небольшим, порядка 10%.

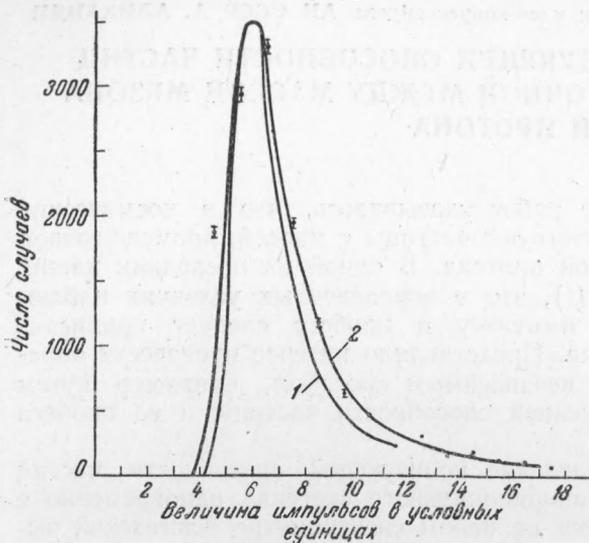


Рис. 1

При вычислении отношения средней ионизирующей способности мягких протонов и мезонов к средней ионизирующей способности проникающих частиц была введена поправка на повышенную ионизирующую способность очень быстрых частиц; при определении величины поправки был использован спектр жестких частиц, полученный на этой же установке; кроме того, было учтено также и удлинение пути в пропорциональном счетчике (для

проникающих частиц в среднем 2—3%); суммарная поправка была принята равной $22 \pm 3\%$. Таким образом, в 5-м столбце табл. 1 приведено отношение средней ионизирующей способности данных частиц к минимальной ионизирующей способности быстрых частиц.

Ионизирующая способность частиц промежуточных масс. Данные относительно ионизирующей способности промежуточных масс приведены в табл. 2. Всего за время работы с пропорциональным счетчиком зарегистрирована 21 частица промежуточных масс в интер-

вале пробегов. Средние значения для тех же частиц (а также и для 16 частиц, средний пробег которых лежит в пределах от 1,6 до 3,6 см Pb — остаточный пробег от 0 до 1,8 см Pb) приведены в табл. 3.

Таблица 1

Род частиц	Остаточный пробег в см свинца		Относительная ионизирующая способность			
	от	до	расчетная	экспериментальная	Ошибки	
					статистическ.	градуировки
Протоны	1,5	2,5	3,4	2,8	0,11	0,06
"	2,5	3,5	2,7	2,35	0,08	0,05
"	3,5	4,5	2,2	2,0	0,10	0,05
Мезоны	3	4,5	1,2	1,14	0,06	0,03
Проникающие	14	—	1,0	—	—	0,03

вале пробегов. Средние значения для тех же частиц (а также и для 16 частиц, средний пробег которых лежит в пределах от 1,6 до 3,6 см Pb — остаточный пробег от 0 до 1,8 см Pb) приведены в табл. 3.

Таблица 2

№ пленки	$p \cdot 10^{-8}$ эв/с	Средн. пробег	M по пробегу и импульсу	Относит. иониз. способность	№ пленки	$p \cdot 10^{-8}$ эв/с	Средн. пробег	M по пробегу и импульсу	Относит. иониз. способность
Максимальный остаточный пробег $R < 1,6$ см Pb									
325	-3,65	—	-1100	>3,6	457	-4,30	—	-1400	0,8
338	-3,27	—	-940	2,3	468	2,73	—	720	1,6
338	-2,8	—	-800	2,2	517	3,09	—	880	>3,7
351	3,50	—	1100	>3,7	586	-2,0	—	-520	3,1
357	1,93	—	500	>3,6	612	-3,03	—	-900	>3,6
396	3,13	—	900	3,1	545	-2,3	—	-570	1,8
431	-3,94	—	-1280	1,6					

$6 > R > 3$ см Pb

328	2,84	3,78	620	1,17	423	-3,27	5,90	-585	1,44
333	-3,94	4,56	-920	1,72	425	-3,06	5,36	-565	3,04
335	4,50	4,67	1090	2,32	426	-3,38	6,18	-600	0,47
343	3,00	3,82	655	1,70	460	4,30	5,64	930	3,14
347	-3,16	4,60	-640	1,82	486	3,27	4,97	650	2,72
375	2,91	3,82	640	>3,7	527	-3,19	4,96	-620	0,78
422	3,60	3,80	880	0,63	574	-3,60	4,80	-760	1,23
446	3,38	4,80	700	1,40	574	3,78	4,25	850	1,80
474	2,71	3,95	560	2,83	583	-3,42	4,3	-900	2,0
356	2,97	5,30	540	1,13	588	-3,24	3,0	-900	3,2
410	4,30	5,70	930	2,57					

Таблица 3

	Интервал пробегов в см свинца			
	1,6-3,6	3,6-4,8	4,8-6,4	3,6-6,4
Средн. относит. ионизирующая способность	$>2,7 \pm 0,35$	$2,1 \pm 0,31$	$1,7 \pm 0,3$	$1,95 \pm 0,2$
Средн. остат. пробег	—	2,53	3,77	3,09
Средн. полный пробег	—	4,23	5,44	4,77
Средн. импульс в эв/с $\cdot 10^{-8}$	—	3,19	3,64	3,39
Масса по пробегу и импульсу в m_e	—	700	710	700
Масса по ионизации и остат. пробегу в m_e	—	850 ± 300	790 ± 220	840 ± 200
Масса по ионизации и остат. импульсу в m_e	—	740 ± 180	730 ± 110	740 ± 75

Среднее значение импульса для всех частиц с пробегом большим 3 см Pb, приведенных в табл. 2, равно $3,40 \cdot 10^8$ эв/с, а среднее значение пробега — 4,70 см Pb (средний остаточный пробег 3,10 см Pb). Среднее значение массы, определенное по этим двум величинам, равно $740 m_e$. Среднее экспериментальное значение относительной ионизирующей способности равно $1,95 \pm 0,2$.

Из среднего значения ионизирующей способности и среднего остаточного пробега мы можем определить среднее значение массы частиц, которое получается равным $840 \pm 200 m_e$; мы можем определить среднюю массу и из среднего значения ионизирующей способности и среднего значения импульса (при этом надо, конечно, учесть потерю импульса на толщине фильтра, расположенного до пропорционального счетчика);

тогда мы получим $740 \pm 75 m_e$. Последнее определение не является, конечно, независимым от предыдущих двух, однако оно дает вообще несколько более точное значение, нежели определяемое по ионизирующей способности и пробегу.

Необходимо тут же оговориться, что средние значения массы, определенные различными способами, могут совпасть только в том случае, если мы имеем дело с группой одинаковых частиц; при смеси частиц различных масс и пробегов точное совпадение не должно иметь места. Однако разница между средними значениями масс, полученными различными способами, невелика и при нашей точности измерения ионизирующей способности не играет существенной роли.

Из данных табл. 3 видно, что ионизирующая способность частиц промежуточных масс почти в два раза превышает ионизирующую способность π -мезонов тех же импульсов, откуда следует, что появление в опыте частиц промежуточных масс не может быть объяснено за счет неионизационных остановок быстрых мезонов.

Точно так же не представляется возможным объяснить появление частиц промежуточных масс вследствие неионизационных остановок быстрых электронов. Действительно, быстрые электроны обладают ионизирующей способностью в 1,4—1,5 раза больше минимальной, в то время как для частиц промежуточных масс это соотношение меняется в зависимости от интервала пробегов от 1,7 до 2,7, т. е. значительно больше ионизирующей способности быстрых электронов. Кроме того, если бы частицы промежуточных масс появлялись вследствие неионизационных остановок быстрых мезонов или электронов, то мы не наблюдали бы изменения средней ионизирующей способности в соответствии с изменением величины остаточного пробега.

Хорошее совпадение значений масс, полученных независимыми способами, показывает, что остановка частиц в фильтре происходит, действительно, главным образом за счет потерь энергии на ионизацию и что измерения массы частиц, основанные на определении величины пробега и импульса частицы, дают в большинстве случаев правильные значения. Не исключено, конечно, что в отдельных случаях мы все же наблюдаем неионизационные остановки быстрых частиц и, как следствие, определяем по пробегу и импульсу неправильное значение массы. Возможно, что это имеет место в случаях 422, 426, 457, 431 и 527 табл. 2.

З а к л ю ч е н и е. В настоящей работе показано, что частицы промежуточных масс не могут быть отождествлены с мезонами или электронами, остановившимися вследствие неионизационных потерь, и что среднее значение массы промежуточных частиц, определенное по средней ионизирующей способности и импульсу (или по средней ионизирующей способности и пробегу), совпадает со значением массы, определенным по среднему импульсу и пробегу.

Точность настоящих измерений пока, однако, еще недостаточна, чтобы провести такое же сопоставление для отдельной частицы или для группы из 3—4 частиц. Однако из табл. и из более подробных данных видно, что массы промежуточных частиц группируются около двух значений — 600 и 950 m_e .

Физический институт
Академии наук АрмССР

Поступило
23 VII 1951

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. Алиханян и А. Алиханов, ЖЭТФ, 21, № 9 (1951). ² А. Алиханян, А. Дадаян, Н. Шостакович, Г. Акопян и М. Дайон, ДАН, 80, № 1 (1951). ³ Л. Белл и В. Векслер, Journ. of Physics, 386 (1946). ⁴ А. Алиханов, А. Алиханян и С. Никитин, там же, 9, 167 (1945). ⁵ Л. Ландау, там же, 8, 201 (1944). ⁶ С. Я. Никитин, ЖЭТФ, 18, 577 (1948).