

СЗ(04)
0-292



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

P-2269

АННОТАЦИИ СООБЩЕНИЙ НА XIY СОБРАНИИ
КОМИТЕТА ПО ФОТОЭМУЛЬСИОННЫМ РАБОТАМ

Дубна, 4-5 июня 1965 года

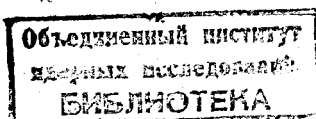
Дубна 1965

P-2269

АННОТАЦИИ СООБЩЕНИЙ НА XIY СОБРАНИИ
КОМИТЕТА ПО ФОТОЭМУЛЬСИОННЫМ РАБОТАМ

Дубна, 4-5 июня 1985 года

Дубна 1985



2990/2
БФ

В. Петришка и М. Сук

Ответственный за подготовку
сборника к печати
С.И. Лыбomialов

Рукопись поступила в издательский отдел
10 июля 1965 г.

В течение последних лет было опубликовано несколько статей /1-6/, посвященных вопросу распределения импульсов вторичных частиц во взаимодействиях частиц космического излучения или искусственно ускоренных с ядрами или нуклонами. Уже работы в области космических лучей /1,2,3/ и работы, проведенные на ускорителях по П'N-взаимодействиях при 7 Гэв/с /4/ или 16 Гэв/с /6/ и по pp-взаимодействиям при 25-30 Гэв/с /7/, показали, что зависимость $N(p)dp \sim p^{-1} dp$ /8/ не оправдывается. Поэтому авторы работы /6/ сделали попытку описать эту зависимость формулой

$$N(p)dp = N_0 \frac{1}{p^{(1+\alpha)}} \left\{ 1 - \frac{1}{(10p)} c_2 \right\} \exp \left\{ - \frac{c_1}{p} c_2 \right\}, \quad (I)$$

в которой c_1 , c_2 , α постоянные; согласно Гейзенбергу α должно быть близко 1. Результаты с космическими лучами и наши результаты при 7 Гэв/с показывают, что $\alpha > 1$. В нашем случае можно было найти для дифференциального и интегрального спектра импульсов вторичных П-мезонов хорошее согласие с опытом при значениях $\alpha = 3,94 \pm 0,13$, $c_1 = 13,59 \pm 0,06$, $c_2 = 0,25 \pm 0,01$.

Для протонов отдачи при $\alpha = 4,71 \pm 0,52$, $c_1 = 13,66 \pm 0,18$, $c_2 = 0,32 \pm 0,02$. Что касается поперечных импульсов, то, как показала Толстов /5/, распределение протонов хорошо согласуется с законом Максвелла-Больцмана. К тому же результату приходят авторы работы /6/ для П-мезонов, тогда как в работе /7/ было получено по данным исследований космического излучения лучшее согласие с законом Планка или с линейно-экспоненциальным законом. Наши предварительные результаты показывают, что критерием для решения этого вопроса является согласие с экспериментальными данными. Они также ведут к заключению, что в случае космических лучей для определения импульса можно пользоваться формулой $p = \bar{p}_1 / \sin \varphi$ / где φ - угол вылета вторичной частицы / с точностью нескольких процентов.

Литература

1. Добротин Н.А., Космические лучи, ГИИЛ, Москва, 1954, стр.194, рис.110.
2. Pellegrini J., Šimák V., Votruba M., *Nuovo Cimento* X, (1960), 1.
3. Yash Pal, Peters B., *Matematisk-fysiske Meddelelser, Det Kongelige Danske Videnskaberne Selskab, Bind 33 (1964) nr.15.*
4. Петришка В., Сук М., Препринт ОИЯИ, Р-964, стр.28, Дубна, 1962.
5. Толстов К.Д., Препринт ОИЯИ, Р-1469, Дубна, 1963.
6. Qly H.H., Kaplan M.F., Shen M.L., *Nuovo Cimento*, XXXII (1964), 905.
7. Jmaeda K., Avidan J., *Nuovo Cimento* XXXII (1964), 1497.
8. Heisenberg, *Kosmische Strahlung, Berlin, 1953, S. 153.*

Э. Сямш, И. Тучек
(Компце)

Нами проведены измерения ионизации по числу просветов в пластинках типа НИКФИ БР-2, облученных Π^+ - мезонами малых энергий. Измерения проводились на Π^+ - мезонах от точки остановки и на релятивистских электронах от $\mu^+ \rightarrow e^+$ - распада. Облучение было сделано в трех вариантах:

1. При комнатной температуре.
2. В жидком азоте.
3. В жидком гелии.

На следах Π -мезонов измерялась интегральная зависимость числа просветов (N) от пробега (R).

Были получены следующие значения коэффициента линейной зависимости $\ln N$ от $\ln R$:

1. $h = 1,22 \pm 0,03$,
2. $h = 1,07 \pm 0,02$,
3. $h = 1,03 \pm 0,02$,

Плотность ионизации на треках релятивистских электронов получилась следующая:

1. $43,4 \pm 0,3$ п/100мк,
2. $34,9 \pm 0,4$ п/100мк,
3. $35,5 \pm 0,4$ п/100мк.

Из эксперимента следует, что эмульсии при низких температурах сохраняют свои регистрирующие способности с понижением ионизации примерно на 16%.

Разницы между азотной и гелиевой температурой практически не наблюдалось.

Э.Г.Боос, К.Г.Зайцев, Т.Темиралиев

Для области пересечения ионизационных кривых в районе $1,5 < \rho \rho c < 2,5$ Гэв ранее [1] был предложен метод идентификации частиц по энергичным δ -электронам.

Рассмотрим вопрос об эффективности идентификации этих частиц. Если длины следов вторичных частиц, попадающих в интервал $1,5 < \rho \rho c < 2,5$, соответственно равны l_1, l_2, \dots, l_n и просмотр ведется до выхода следов из эмульсии, то вероятность обнаружения δ -электронов на следах Π -мезонов, протонов соответственно равна $W_\pi = 1 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \exp(-n_\pi^* l_i)$, $W_p = 1 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \exp(-n_p^* l_i)$, где n_π^* , n_p^* - плотности δ -электронов на следах протонов и Π -мезонов. Эффективность поиска δ -электронов можно определить как $\epsilon = N/n$, где $N = \frac{N_\pi/W_\pi + N_p/W_p}{N_\pi/W_\pi + N_p/W_p}$ - число следов, на которых найдены δ -электроны.

Для неидентифцированных следов можно ввести выражения для вероятности иметь природу Π -мезонов: $P_\pi = (N_\pi/W_\pi \epsilon - N_\pi) / (N_\pi + N_p + N_\pi)$, протонов: $P_p = (N_p/W_p - N_p) / (N_\pi + N_p + N_\pi)$ и учитывать их в суммарных распределениях по углам, импульсам и т.д.

Рассмотренные формулы использовались в ρN -взаимодействиях при энергии 20 Гэв. Для 2- и 3-лучевых взаимодействий ϵ оказались равными 0,64, 0,65 соответственно, а величины $\rho_\pi = 0,40$; 0,66; $\rho_p = 0,17$; 0,34; $\rho_k = 0,43$; 0.

ЛИТЕРАТУРА

1. И.Я.Часников, Э.В. Анзон, Х.С.Такибаев, И.С. Стрельцов, КЭФ, 45, 229, 1963.

БЫСТРЫЕ ЯДРА ГЕЛИЯ ИЗ ВЫСОКОЭНЕРГИЧНЫХ
ПРОТОН-ЯДЕРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

И.С.Такибаев, Е.В.Шалагина, Г.Р.Штерн

Проводится сравнение характеристик гелиевых частиц с кинетической энергией более 100 Мэв из расщеплений на ядрах фотозумьсли, образованных протонами энергий 9 и 19,5 Гэв.

Показано, что двухзарядные частицы вылетают в ~96% случаев при взаимодействиях первичного протона с тяжелыми ядрами фотозумьсли. Сечение образования быстрых ядер гелия на ядрах Ag, Br не зависит от энергии налетающего протона в интервале 9 - 19,5 Гэв и колеблется в пределах /47-51/мбарн в зависимости от метода регистрации взаимодействий /метод "вдоль следа" и метод "по площади"/.

Отмечен факт одновременного вылета двух гелиевых частиц с кинетической энергией более 100 Мэв, при этом высказывается предположение об их независимом образовании.

Найдено, что энергетическое распределение двухзарядных частиц изменяется по степенному закону и не зависит от энергии первичного протона в рассматриваемом интервале энергий. Угловое распределение анизотропно, причем степень анизотропии и средние углы вылета не изменяются при изменении энергии первичного протона. Для двухзарядных частиц с кинетической энергией менее 400 Мэв не наблюдалось зависимости энергии от угла вылета, эта зависимость проявляется лишь для более энергичных частиц.

Отмечено, что в расщеплениях, из которых испускаются быстрые ядра гелия, среднее число тонких и серо-черных следов увеличивается на 13% и 45% соответственно.

Рассматривалось угловое распределение тонких, серых и черных следов для звезд с гелиевыми частицами и без них. Средние углы вылета для серых и черных следов в пределах ошибок совпадают для взаимодействий обоих типов. Средний угол вылета тонких следов шире для расщеплений с ядрами гелия.

КАЗАХСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. С.М. КИРОВА

ГЕНЕРАЦИЯ ВТОРИЧНЫХ ЧАСТИЦ ИЗ НЕУПРУГИХ ПИОН
ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ПРИ ЭНЕРГИИ 17 ГЭВ

З.В. Анзон, А.Х. Виницкий,
И.С. Стрельцов, И.С. Такибаев,
И.Я. Часников, П.И. Шахова

В сообщении приводятся данные по изучению 518^x) неупругих пион-нуклонных взаимодействий при энергии 17 Гэв в эмульсии Илфорд $CF-5$. Анализировались 2-, 3-, 4- и 5-лучевые события. Проведены анализы угловых и импульсных характеристик вторичных заряженных частиц в системе центра масс /СЦМ/. Угловое распределение Π -мезонов в СЦМ асимметрично с пиком в переднем направлении, но степень асимметрии падает со множественностью. Среднее значение импульса вторичных Π -мезонов в СЦМ с увеличением множественности падает от 0,93 Гэв/с для двухлучевых до 0,57 Гэв/с для пятилучевых взаимодействий.

Угловое распределение протонов также асимметрично с пиком в заднем направлении, но степень асимметрии, в отличие от Π -мезонов, со множественностью не изменяется. В импульсном спектре протонов наблюдается два максимума: при $p^* \sim 0,2 - 0,8 \text{ Гэв}/c$ и $p^* \sim 1,8 - 2,8 \text{ Гэв}/c$. Средний импульс протонов в СЦМ для четно-лучевых взаимодействий (πp -события) почти в два раза больше, чем для нечетно-лучевых взаимодействий (πn -события). Поперечные импульсы для протонов и Π -мезонов равны между собой и равны $\sim 0,3 \text{ Гэв}/c$.

^x) Часть двухлучевых и трехлучевых взаимодействий обработана в Будапеште.

А.Н.Басина, О.И.Волкова, Ц.И.Кагасова,
А.А. Локтионов, А.Н. Мамонтова, Л.И.Михайлова,
И.С.Такибаев

Для анализа используются 3- и 4- лучевые πN -взаимодействия, образованные в фотоэмульсии. Так как доля неидентифицированных высокоэнергичных протонов на одно взаимодействие мала ($\sim 0,1$), все частицы, рода которых не определена, считались пионами. Импульс таких частиц определялся методом Монте-Карло.

Полученный в результате такой операции спектр масс $\pi\pi$ - и πp -пар для всех заряженных частиц хорошо согласуется с результатами анализа случаев, образованных в водородных пузырьковых камерах при сравнимых энергиях.

Оценено, что $\sim 1/4$ 4- лучевых взаимодействий идет с образованием нуклонной изобары с массой 1,24 Гэв.

Вероятность рождения Δ не зависит от величин передаваемого импульса.

ОБ ИСКЛЮЧЕНИИ ДИСТОРСИЙ В ЯДЕРНЫХ ЭМУЛЬСИЯХ

Э.Г.Боос, А.Ш.Гайтинов, И.С.Стрельцов, И.С. Такибаев,
Р.А. Турсунов, И.Я. Часняков

Исследуется вопрос о влиянии дисторсий при определении энергии частиц в ядерной эмульсии методом измерения многократного рассеяния. Для этой цели использовалась эмульсия НИКФИ-Р, облученная протонами с энергией 3,5 и 10 Гэв, а также эмульсия Илфорд G-5, облученная протонами с энергией 20 Гэв и π -мезонами с энергией 17 Гэв. Измерения, проведенные на пучковых частицах, показывают, что величина дисторсии сильно зависит от угла погружения трека и от длины ячейки, на которой проводится определение энергии. Найденны граничные условия определения энергии для различных ячеек в зависимости от угла погружения ψ . Эти условия достижимы на следах вторичных частиц с $\psi < 8^\circ$. В таких случаях исключение дисторсий как с помощью метода Фаулера, так и с использованием третьих разностей координат, дает совпадающие результаты, что подтверждается данными, полученными на треках вторичных частиц из πN -взаимодействий при энергии 20 Гэв и πN -взаимодействий при энергии 17 Гэв.

В случае малой статистики измерений и незначительного вклада кулоновского рассеяния при исключении дисторсий следует отдать предпочтение методу Фаулера.

В.А.Ботвин, И.С.Такибаев, К.В.Шарапов

В стопке ядерных фотоэмульсий, облученных антипротонами с импульсом 3 Гэв/с, были отобраны для анализа случаи, которые можно было интерпретировать как неупругие взаимодействия со свободными и квазисвободными нуклонами. Всего было отобрано 162 $\bar{p}p$ - и 177 $\bar{p}n$ -событий, включая однолучевые случаи с углом рассеяния больше 5° . Сделана попытка разделить анализируемые события на аннигиляционные реакции и реакции простого множественного образования пионов. Отношение сечения прямого рождения пионов к сечению аннигиляции для $\bar{p}p$ -взаимодействий получилось $\mathcal{R}_{\bar{p}p} = 0,54 \pm 0,09$. По данным, полученным с помощью водородных пузырьковых камер в рассматриваемой области энергий $|t|$, это отношение равно $\mathcal{R}_{\bar{p}p} = 0,57 \pm 0,08$. Согласно результатам указывает на то, что фотоэмульсионная методика дает неплохой результат при исследовании отношения сечений реакции прямого рождения пионов и аннигиляции. Используя данный факт, мы провели аналогичный анализ для $\bar{p}n$ -взаимодействий. Величина $\mathcal{R}_{\bar{p}n}$ получилась равной $\mathcal{R}_{\bar{p}n} = 0,44 \pm 0,09$. Этот результат указывает, что для $\bar{p}n$ -взаимодействий вклад в сечение неупругого взаимодействия от процессов прямого рождения пионов и аннигиляции такой же как и для $\bar{p}p$ -взаимодействий.

В работе проанализированы угловые и импульсные характеристики вторичных π -мезонов и протонов и антипротонов. Наблюдается удовлетворительное согласие с данными других авторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. T. Ferbel, A. Firestone, J. Sandweiss et al., *Phys. Rev.*, v 137, B1250 (1965).

РАССЕЯНИЕ γ -КВАНТОВ В ПОЛЕ ЯДРА С ОБРАЗОВАНИЕМ ПАР

Ф.Г.Лепехин, Н.Турухано

Предпринята попытка обнаружения неупругого рассеяния высокоэнергичных фотонов в кулоновском поле ядра с образованием электронно-позитронной пары. Поиск пар велся в эмульсионной камере, облученной π -мезонами с импульсом 3,6 Гэв/с, по площади и, начиная из вершины уже найденной пары, вдоль пучка. В этом случае пары находились с большей вероятностью.

Из данных вероятностей нахождения первых и вторых пар, а также после доказательства того, что продолжение биссектрисы второй пары направлено в вершину первой пары, было сделано заключение о корреляции найденных пар.

Энергетический спектр γ -квантов построен по энергиям, определенным по углам раскрытия пар.

Не были обнаружены максимумы в области 70 Мэв и 240-270 Мэв, соответ-

отвущие Π^0 и η^0 -мезонам. Этого можно было ожидать, учитывая сравнительно большие углы, которые должны быть между γ -квантами от распада Π^0 и η^0 .

Спектр эффективных масс γ -квантов не противоречит предположению, что они получаются при распаде частиц с массой покоя, равной нулю.

Таким образом, вся совокупность особенностей наблюдаемых нами пар согласуема с предположением, что имеет место процесс неупругого рассеяния γ -квантов в поле ядра с образованием пары.

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЯДЕРНЫХ ЭМУЛЬСИЙ СОВМЕСТНО С ПУЗЫРЬКОВЫМИ КАМЕРАМИ /1/

В.И.Остроумов, М.В.Стабников

Метод ядерных эмульсий, применяющийся для детального изучения ядерных расщеплений частицами высоких энергий, позволяет регистрировать испускаемые при этом вторичные заряженные частицы в широком диапазоне энергий. Однако небольшая скорость просмотра облученных эмульсий весьма сильно ограничивает его применимость для исследования реакций с малым сечением. Кроме того, имеются методические трудности в идентификации частиц, не останавливающихся в фотослое.

Метод пузырьковых камер, устраняющий в значительной степени указанные недостатки, лишает, однако, возможности визуального наблюдения заряженных частиц небольших энергий /соответствующих пробегам 1-2 мм в жидкости/. Это обстоятельство, несомненно, делает неполным анализ ядерных расщеплений.

Нам представляется, что эти трудности в значительной степени могут быть устранены, если использовать ядерную эмульсию как мишень в пузырьковой камере, наполненной какой-либо тяжелой жидкостью. Камера должна быть снабжена магнитным полем для анализа следов быстрых частиц, испускаемых в звездах на ядрах эмульсии и выходящих из фотослоя. Таким образом, наблюдения в эмульсии дадут сведения о частицах небольших энергий, а измерения на стереофотографиях пузырьковой камеры позволят проанализировать высокоэнергичную компоненту этих расщеплений, причем поиск случаев ведется на снимках с большой скоростью. Измерение следов на них покажет примерное/с точностью до 0,5-1 мм²/ расположение в эмульсионном слое той звезды, в состав которой входят эти следы. Однозначное соотношение между наблюдаемой картиной в эмульсии и на стереоснимке легко может быть установлено путем измерения углов и по виду следа. π^0 -мезоны и γ -кванты могут быть зарегистрированы по следам электронных пар в камере, наполненной жидкостью с малой радиационной длиной.

Конструктивно такое устройство может быть выполнено в виде пузырьковой камеры с каналом посередине /1/, в которой помещается эмульсия. Ширина пучка

бомбардирующих частиц ограничена сечением этого канала, и таким образом на пучке экспонируется лишь эмульсия. При максимальной загрузке эмульсии потоком порядка 10^6 частиц/см² можно произвести до 1000 снимков без смены мишени, и при ожидаемых эффективных сечениях реакции 10^{-27} см² частота появления событий на снимках будет равна $1/10$ /при общей толщине эмульсионных слоев 1 см/.

Примерные оценки показывают, что поиск и обработка событий этим методом ускоряется в несколько раз. Такое комбинированное использование пузырьковых и эмульсионных камер может быть полезным в экспериментах по исследованию процессов ядерного поглощения Π^- и K^- -мезонов, двойной перезарядки Π^- -мезонов, квазиупругого рассеяния быстрых протонов и мезонов на ядрах эмульсии с вылетом частиц небольших энергий /реакция типа $(p, p\alpha)$ / и т.д.

Л и т е р а т у р а

1. *L. Guerrigo, H. Mark. RSJ. 31, 1040 (1960);
M. Вацет, В. Вопоцук Укр. физ. журн., VI, n2
(1961), 181*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОТОМУЛЬСНОЙ МЕТОДИКИ В ИМПУЛЬСНОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ
ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ ЯДЕРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

Д.А. Галстян, Г.Б. Хданов

1. Особенности фотомульсионной методики при наличии импульсного магнитного поля благоприятствуют исследованию периферических процессов, связанных с малой передачей импульса и энергии ядру-мишени и с возможным возбуждением налетающего нуклона до изобар.

2. Для первичной энергии 20 Гэв и масс изобар не выше 1,6 Гэв/см² характерные значения пространственных углов разлета вторичных частиц $\sim 3^\circ$, что соответствует длинам следов порядка 1 - 1,5 см в одном слое.

3. При магнитном поле 180 кэ магнитное отклонение частиц с импульсом p на L ячейке L составляет $D_{\text{маг(мк)}} = \frac{540}{\rho c (\text{Гэв})} L^2 (\text{см})$ при "шумах", связанных с рассеянием $D_{\text{кул.(мк)}} = \frac{60}{\rho \beta c (\text{Гэв})} L^{3/2} (\text{см})$ и с учетом дисторсии $\delta d_{\text{учет}} \sim 1 \text{ мк}$

4. Относительная ошибка определения эффективной массы указанных изобар в 2-3 раза лучше, чем неточности измерения импульсов, и составляет в наиболее благоприятных условиях (двухчастичный распад самой легкой изобары с $M_{\text{ef}} = 1240$ Мэв) в среднем $\approx 5\%$.

5. Есть основания считать, что при отборе событий с малыми $N_h (\leq 3)$ и $n_s (2+4)$ доля рассматриваемых событий существенно повышается.