

СОБЫТИЯ ВОЗМОЖНОГО АССОЦИАТИВНОГО РОЖДЕНИЯ
"ЧАРМИРОВАННЫХ" ЧАСТИЦ В ФОТОЭМУЛЬСИЯХА.А.Комар, Г.И.Орлова, М.И.Третьякова,
М.М.Чернявский

Обнаружены 2 звезды, образованные в фотоэмульсии протонами с $p = 200$ Гэв/с, в которых одиночный электрон вылетает практически из центра звезды и одновременно рождается частица с массой ~ 2 Гэв. События могут быть интерпретированы как проявление ассоциативного рождения "чармированных" бариона и мезона.

1. Одно из возможных объяснений свойств недавно открытых Ψ частиц связано с предположением, что они являются составными системами, построенными из "чармированных" кварков [1 - 5]. Непосредственным следствием этого предположения является утверждение о существовании в природе "чармированных" мезонов и барионов, рождающихся ассоциативно в сильных и электромагнитных взаимодействиях.

По оценкам "чармированные" мезоны (M_c) должны иметь массу в районе 2200 Мэв/с². Для "чармированных" барионов (B_c) массы определяются менее точно, но во всяком случае они больше 2 Гэв/с² и, возможно, достигают 3 Гэв/с² и выше.

Большие массы M_c и B_c приводят к большим величинам энергывыделений в слабых распадах M_c и B_c (для последних, если их масса < 3200 Мэв/с²) и соответственно к временам жизни на уровне $10^{-14} - 10^{-15}$ сек¹⁾ существенно меньшим времен жизни "странных" частиц. При ускорительных энергиях (сотни Гэв, $\gamma \sim 10$) пробеги таких частиц до распада будут довольно малыми $\sim 3 - 30$ мкм. Последнее означает, что при лептонных распадах M_c или B_c электрон (позитрон) будет вылетать практически из центра звезды, образовавшейся в эмульсии.

2. Это характерное обстоятельство было принято нами в качестве критерия отбора событий при анализе звезд, генерированных в ядерных фотоэмульсиях типа БР-2 (размер слоя 10×20 см², толщина 600 мкм) протонами с $p = 200$ Гэв/с (облучение на ускорителе FNAL).

При изучении импульсных характеристик pN взаимодействий обнаружены две звезды (типа $0 + 0 + 13p$ и $0 + 0 + 10p$), в которых одиночный электрон высокой энергий вылетает из точки взаимодействия с неопределенностью ≤ 3 мкм. Для этих звезд измерены импульсы всех заряженных частиц. На рис. 1 показана проекция звезды $0 + 0 + 13p$, на рис. 2 и 3 представлены диаграммы мишени (а) и p_1 (б) для этих событий. Электроны идентифицированы по соотношению импульс - иони-

¹⁾ В литературе уже имеются указания на существование частиц с временами жизни $10^{-13} - 10^{-14}$ сек [6, 7].

зация и характеру потерь энергии. Импульс измерялся по многократному рассеянию (рабочие слои имели малые искажения; на длинах следов ~ 5 см ошибка в измерении импульса вплоть до 100 Гэв/с составляла $20 - 30\%$), ионизация измерялась относительно частиц первичного пучка — протонов 200 Гэв/с (в дальнейшем I — относительная ионизация). При необходимости следы продолжались в соседние слои вплоть до длин 10 см. Ниже приводятся характеристики событий и результаты анализа.

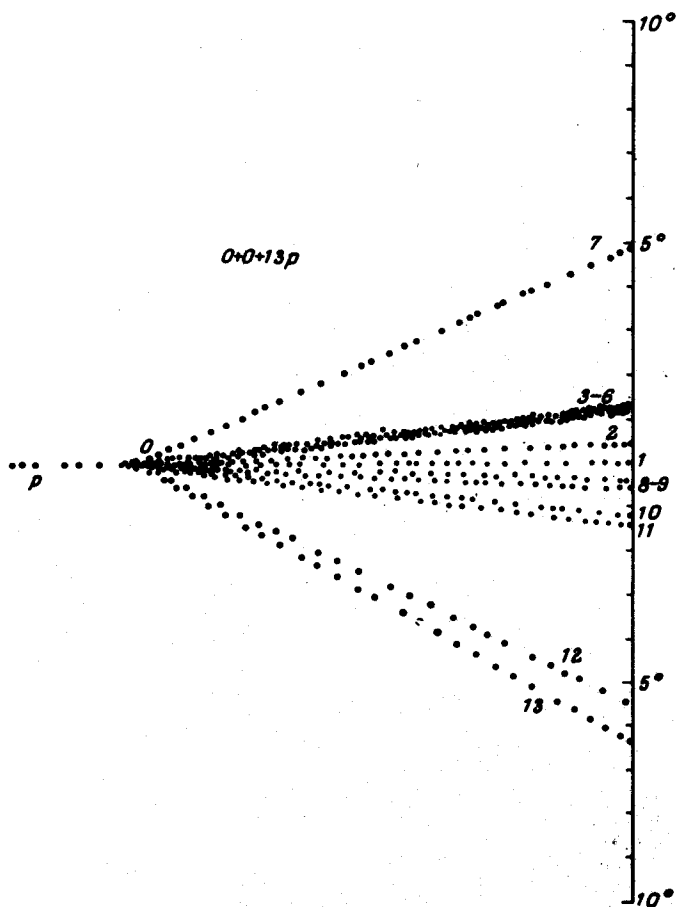


Рис. 1. Проекция звезды $0 + 0 + 13p$ на плоскость эмульсии

3. Событие I типа $0 + 0 + 13p$ (№4 — 20 — 305)

Частица №12 идентифицирована как электрон. Измерения импульса вдоль следа №12 дали следующие результаты:

$p\beta c_{12} = 1,0 \pm 0,1$ Гэв	(первые 30 мм),
$p\beta c_{12} = 0,43 \pm 0,11$ Гэв	(следующие 3,6 мм),
$p\beta c_{12}'' = 0,26 \pm 0,05$ Гэв	(следующие 6,2 мм).

После рассеяния на угол 14° $p\beta c_{12}'''' = 0,023 \pm 0,006$ Гэв. Ионизация, создаваемая частицей у звезды $I_{12} = 1,01 \pm 0,03$, что соответствует плато. На последнем участке $I_{12}'''' = 1,0 \pm 0,05$. Дополнительно был изучен след №13 – ближайший по углу к следу №12. По измерению импульса и ионизации установлено, что частица №13 – π -мезон.

Обращает на себя внимание тот факт, что в этом же событии имеются 2 частицы (№2 и №7) с $p_{\perp} \sim 1$ Гэв/с. Особенностью данной звезды является также асимметрия вылета вперед в СЦМ большинства частиц ($\theta_{\Lambda} < 2^\circ$ для 10 частиц, см. рис. 2, а). Суммарный импульс всех вторичных заряженных частиц, в пределах ошибок 10 – 15%, равен первичному.

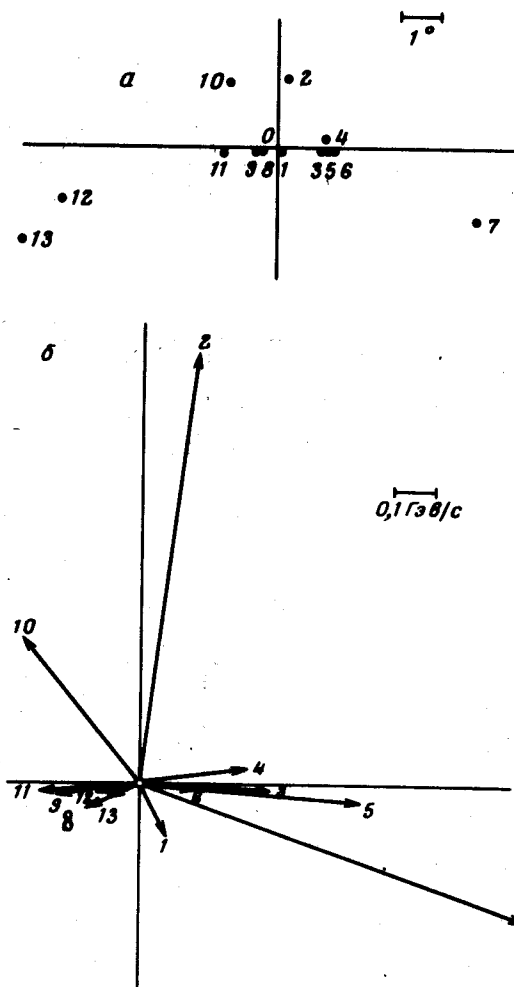


Рис. 2. Диаграммы мишени (а) и P_{\perp} (б) для события $0+0+13p$ (точка O – первичная).

4. Событие II типа $0+0+10p$ (№4-20-079).

Частица №8 идентифицирована как электрон. Начальный импульс $p\beta c_8 = 0,45 \pm 0,10$ Гэв, ионизация $I_8 = 1,00 \pm 0,03$, через 2,1 мм $p\beta c_8' = 0,055 \pm 0,015$ Гэв, ионизация $I_8' = 1,01 \pm 0,03$. Вдоль следа №8 на длине 6,5 мм наблюдается 5 однократных рассеяний на углы от 1 до 3° .

Дополнительно был изучен след №9 – ближайший к следу №8. При $p\beta c_0 = 4,8 \pm 0,9 \text{ Гэв}$ ионизация $I_9 = 0,88 \pm 0,03$. Кроме этого след №9 был продолжен в 5 пластинок до $l = 50 \text{ мм}$. Потерь энергии и изломов не обнаружено. Таким образом частица №9 не является электроном.

В этом событии две из вторичных частиц (№1 и №7) имеют большие p_{\perp} ($0,8 \text{ Гэв/с}$ и $0,6 \text{ Гэв/с}$). Суммарный импульс всех заряженных вторичных частиц $\sim 100 \text{ Гэв}$:

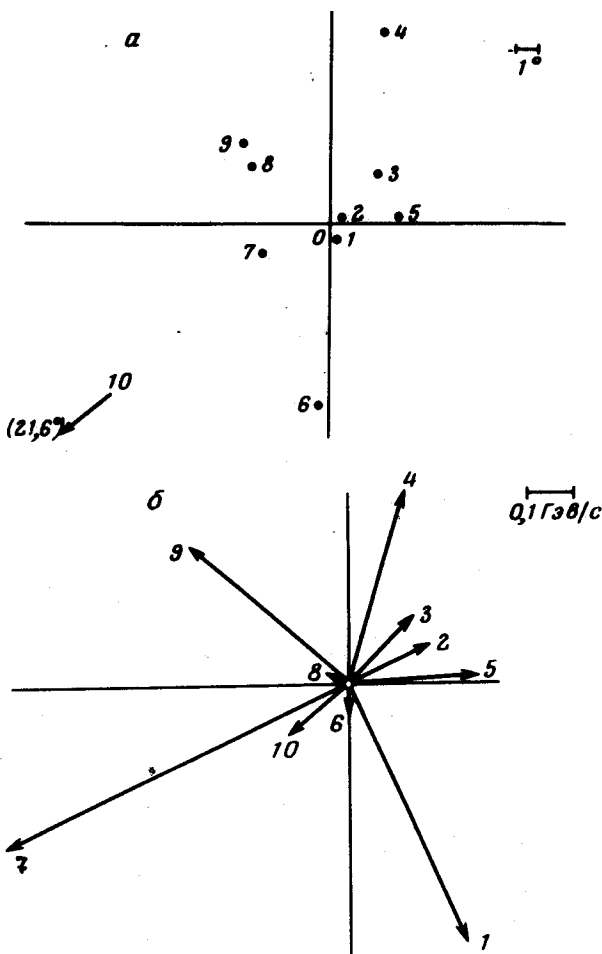


Рис. 3. Диаграммы мишени (а) и p_{\perp} (б) для события $0+0+ + 10p$

5. Наличие одиночных электронов, вылетающих в описанных выше событиях практически из точки взаимодействия, достаточно необычно и может служить серьезным указанием на то, что их появление обусловлено распадом тяжелой, сравнительно короткоживущей частицы (в обоих случаях $\tau < 10^{-15} \text{ сек}$)¹⁾. Подобными характеристиками,

¹⁾ Появление электронов от слабых распадов известных частиц, или за счет ненаблюдения одной из компонент пары Далитца рассматривалось и было оценено как крайне маловероятное.

как отмечалось выше, обладают чармированные частицы. Если допустить, что в приведенных событиях имеет место рождение B_c , или M_c , то в них должны также присутствовать свидетельства образования рождающегося в паре с ним M_c (соответственно B_c). Определенные подтверждения этому имеются.

Типичная мода распада M_c есть $M_c \rightarrow k + \pi$. Если принять в случае звезды I, что частицы №2 и №7 с большими p_{\perp} есть продукты распада M_c (π - и k -мезон соответственно или наоборот), то отвечающая им инвариантная масса равна $2,0 - 2,2 \text{ Гэв}/c^2$. Если в случае звезды II аналогичные допущения сделать в отношении частиц №1 и №7, также с довольно большими p_{\perp} , то соответствующая им инвариантная масса есть $1,7 - 1,9 \text{ Гэв}/c^2$.

В обоих случаях инвариантные массы близки к ожидаемому значению массы M_c . Это дает основания предполагать, что описанные события I и II являются примерами ассоциативного рождения "чармированного" бариона и мезона, которые предположительно распадаются затем по схемам

$$B_c \rightarrow \Sigma(\Lambda) + e^+ + \nu_e + \pi\pi,$$

$$M_c \rightarrow k + \pi.$$

Возможно, однако, что эта интерпретация не является единственной. Анализ приведенных событий будет продолжен.

Авторы признательны Н.А.Добротину, Г.Б.Жданову, С.А.Славатинскому, А.Е.Чудакову за полезные обсуждения. Авторы хотели бы поблагодарить Е.А.Крупецкову и М.В.Тюрину за проведение измерений и Е.Ф.Воробьеву — за оформление работы.

Физический институт им. П.Н.Лебедева
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
20 марта 1975 г.

Литература

- [1] S.Borchardt et al. Phys. Rev. Lett., **34**, 38, 1975.
- [2] T.Appelquist, H.D.Politzer. Phys. Rev. Lett., **34**, 43, 1975.
- [3] A. de Rujula, S.L.Glashow. Phys. Rev. Lett., **34**, 46, 1975.
- [4] C.G.Callan et al. Phys. Rev. Lett., **34**, 52, 1975.
- [5] А.А.Комар. Письма в ЖЭТФ, **21**, 5, 1975.
- [6] K.Niu et al. Prog. Theor. Phys., **46**, 1644, 1971.
- [7] T.Matsubayashi et al. Univ. of Tokyo preprint Jan. 1975.