

## РОЖДЕНИЕ МЮОННЫХ ПАР ВО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ АДРОНОВ БОЛЬШОЙ ЭНЕРГИИ

*В.М.Буднев, И.Ф.Гинзбург, Г.В.Меледин, В.Ф.Сербо*

В недавних экспериментах группы ЦЕРН [1] измерялось сечение рождения мюонных пар при поглощении протонов в уране. Принято считать, что этот процесс происходит по схеме рис. 1 [2]. Однако, важным его конкурентом является чисто электромагнитный процесс вида рис. 2. С ростом эффективной массы рождающихся мюонов этот процесс становится главным. Сравним сечения обоих процессов, заменив для простоты уран на протон. Сечение процесса рис. 1 оценивается по схеме векторной доминантности [2]. Обозначив через эффективную массу пары рождающихся мюонов, имеем по порядку величины согласно рис. 1, б (ср. [2]):

$$\frac{d\sigma^{(\nu)}}{dM^2} = \frac{\alpha}{3\pi} \frac{1}{M^2} \frac{\alpha\pi^4 V}{4} \frac{4\pi}{\gamma_V^2} \frac{1}{M^4} \sigma^Y(s) \sim \frac{\alpha^2}{12\pi} \frac{m_\rho^2}{M^6}. \quad (1)$$

Здесь множитель  $\alpha/3\pi M^2$  происходит из фотонного пропагатора и мюонного шпура,  $\alpha\pi^4 V/4\pi/\gamma_V^2$  - квадрат константы связи векторного мезона  $V$  с фото-

ном,  $M^{-4}$  квадрат пропагатора  $V$ , а  $\sigma^V(s)$  — полное сечение рождения векторного мезона в  $p\rho$ -столкновении,  $\sigma^V(s) \sim m_V^{-2}$ . Так как из всех величин  $4\pi/\gamma^2$  наибольшей является  $4\pi/\gamma_\rho^2 \sim 1$ , в оценке принято  $m_V = m_\rho$ . Ландау и Лифшиц [3] рассчитали сечение рождения  $e^+e^-$ -пар при столкновении быстрых частиц

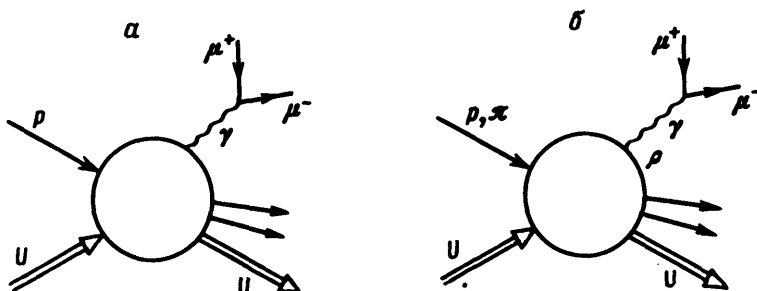


Рис. 1

(по схеме рис. 2) методом эквивалентных  $\phi$  отонов. Простейшее видоизменение их результата позволяет записать сечение процесса рис. 2 для рождения  $\mu^+\mu^-$ -пар с большой эфф. активной массой:

$$\frac{d\sigma^{(\phi)}}{dM^2} \sim \frac{4\alpha^2}{\pi} \frac{\alpha^2}{M^4} \ln^2 \gamma \left( \ln \frac{M^2}{m_\mu^2} - 1 \right) \ln \frac{s}{2M^2} \quad (2)$$

Здесь  $\gamma$  — лоренц-фактор падающего протона или пиона,  $\gamma = s/2m_1m_2$ . Таким образом,

$$\frac{d\sigma^{(\phi)}}{d\sigma^V} \sim 48\alpha^2 \left( \frac{M}{m_\rho} \right)^2 \ln^2 \gamma \ln \left( \frac{M^2}{m_\mu^2} - 1 \right) \ln \frac{s}{2M^2} \quad (3)$$

Величина в правой части — порядка единицы при  $M \sim M_0 \sim 3 + 4 \text{ Гэв}$ . Поэтому график величины  $d\sigma/dM$  должен иметь излом вида рис. 3 при  $M = M_0$ . С ростом энергии протонов  $E$  величина  $M_0$  уменьшается, т. е. излом сдвигается влево. При  $M_0 \sim 4 \text{ Гэв}$  согласно обоим оценкам должно быть

$$d\sigma/dM \sim 6 \cdot 10^{-37} \text{ см}^2/\text{Гэв} \quad (4)$$

Действительная ситуация может оказаться значительно сложнее, поскольку эксперимент проводился на уране и неясно, какую долю в нем составил чисто протонный вклад, оцененный в (1 — 4). Для рассеяния на ядре массы  $A \gg 1$  с зарядом  $Z$  сечение (1) больше в  $\pi A^{2/3}$  раз и сечение (2) — в  $Z^2$  раз, т. е. отношение (3) возрастает в  $Z^2/\pi A^{2/3} \sim 60$  (для урана). Соответственно сильно сдвигается влево и излом. Однако, в эксперименте [1] регистрировались лишь мю-

онь: с импульсом более 6 Гэв/с. Учет этого ограничения уменьшает обе оценки

$$\frac{d\sigma_A^{(e)}}{dM} \sim \frac{8}{\pi} \frac{\alpha^4 Z^2}{M^2} \ln^2 \gamma \left( \ln \frac{M^2}{m_\mu^2} - 1 \right) \ln \frac{s}{2M^2} . \quad (5)$$

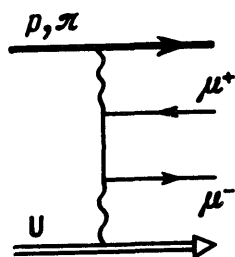


Рис. 2.

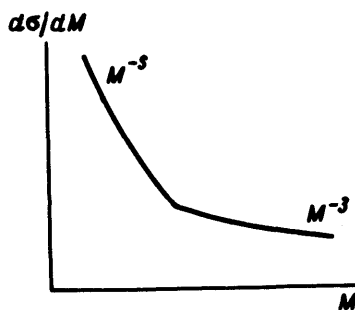


Рис. 3

Измеряемая величина  $d\sigma_A^{(e)}/dM$  примерно на три порядка меньше приведенной в (5). По крайней мере, на порядок меньше, чем в (5) и измеряемая величина  $d\sigma_A^{(V)}/dM$ . В итоге отношение (3) почти не меняется, т. е. излом поперечному оказывается при  $M \sim M_0 \sim 4$  Гэв. Измеряемое сечение в точке излома не очень сильно отличается от (3), оно  $\sim 10^{-36}$  см<sup>2</sup>/Гэв. Предварительные данные [1] лежат между этой величиной и значением (4).

Мы благодарны Р.М.Мурадян, чье сообщение об эксперименте [1] стимулировало эту работу. Н.Н.Ачасова, Е.Б.Серябрякова, Л.Д.Соловьева, Г.Н.Шестакова и Д.Е.Ширкова благодарим за полезные обсуждения.

Новосибирский  
государственный университет

Поступила в редакцию  
5 августа 1970г.

### Литература

- [1] I.Christenson, C.Hicks, L.M.Lederman et al. Abstract N47 in Proc. of 4. Intern. Symp. on electron and photon int. at high energies. Liverpool, 1969.
- [2] Е.А.Матвеев, Р.М.Мурадян, А.Н.Тавхелидзе. Препринт ОИЯИ Е2-4968, 1970; Р.М.Мурадян. Диссертация. Дубна, 1970.
- [3] L.D.Landay, E.M.Lifshitz. Sov. Phys., 6, 244, 1934.