

## ОТКАЗ ОТ $SU(3)$ СИММЕТРИИ В СИЛЬНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ

Я.Б.Зельдович

Философия, лежащая в основе современного применения теории групп к сильновзаимодействующим частицам, может быть сформулирована так: лагранжиан (или неизвестная другая формулировка динамики) обладает определенной симметрией. Полный динамический расчет лежит за пределами современной теории. Однако расходимости или эквивалентные им трудности, препятствующие точному расчету, не нарушают симметрии, все следствия которой должны выполняться в реальных физических процессах. Нарушения симметрии малы и могут рассматриваться в основном

как возмущения первого порядка, оцениваемые по собственным состояниям симметричной теории.

В предлагаемой заметке максимально резко формулируется противоположная точка зрения: существуют кварки, но нет никакого сходства или симметрии между странным кварком  $\lambda$ - и  $p, n$ -кварками <sup>1)</sup>.

Основанием этой точки зрения является анализ масс мезонов и барионов [1], который приводит к выводу, что спин-спиновое взаимодействие  $\lambda$  с  $p, n$  почти в 1,7 раза меньше спин-спинового взаимодействия  $p, n$  между собой.

Аннигиляционное взаимодействие  $\lambda\bar{\lambda} \rightarrow p\bar{p}$  или  $\lambda\bar{\lambda} \rightarrow n\bar{n}$  приблизительно в 4 раза слабее такого же взаимодействия  $p\bar{p} \rightarrow n\bar{n}$  или  $p\bar{p} \rightarrow n\bar{n}, n\bar{n} \rightarrow n\bar{n}$ .

Наконец, в слабом взаимодействии можно предположить, что  $(\lambda p)$  превращение идет с матричным элементом в 3,6 раза меньшим по сравнению с  $(np), (\mu\nu), (e\nu)$ , которые не отличаются друг от друга. Изящная идея Кабиббо [2] никак не может считаться доказанной в той части, где принимается, что  $(np)$  входит с коэффициентом  $\cos\theta$ , так как отличие  $1 - \cos\theta \cong 0,03 \ll 1$ , и эффект такого же порядка могут дать электромагнитные поправки <sup>2)</sup>.

Любопытно численное совпадение: можно предположить, что  $\lambda$ -кварк всегда взаимодействует в три раза слабее  $p, n$ -кварков и сопоставить это с тем, что электромагнитное взаимодействие  $\lambda, n$ -кварков (их заряд) в три раза слабее, чем у мюонов и электронов. Отклонения  $\sin\theta \sim 0,27$  от  $1/3$  так же, как и отличие других упомянутых коэффициентов от  $1/3$  невелико и может быть связано с побочными причинами.

Основная трудность предлагаемой гипотезы в том, что масса кварков  $m$ , как предполагается, значительно больше массы бариона <sup>3)</sup>  $M$ , значит дефект массы  $\delta$ , зависящий от основного взаимодействия кварков, весьма близок к массе кварка. Значит либо  $m_\lambda \cong m_p = m_n$  и  $\delta_\lambda \cong \delta_p = \delta_n$ , либо специально  $m_\lambda - \delta_\lambda \cong m_p - \delta_p = m_n - \delta_n$  при  $m_\lambda \neq m_p$ , что на первый взгляд кажется мало вероятным. Приближенные равенства масс и  $\delta$  как раз и выражают предположение о симметрии главной час-

ти взаимодействия (не включающей ни спин-спиновое, ни аннигиляционное взаимодействие).

Предположим, что массы кварков 5-10 Бэв; изменение странности на единицу меняет массу мезонов и баронов приблизительно на 0,2 Бэв. Отсюда, казалось бы, следует вывод, что массы и взаимодействие ( $\delta$ ) кварков  $\lambda$  и  $\rho, n$  отличаются всего на 2-4%.

Возможно однако, что существует динамическая схема, в которой при дефекте массы во много раз больше массы составной частицы достигается насыщение: сильное изменение взаимодействия или массы кварка лишь слабо влияет на массу составной частицы. Это означало бы как раз  $m_{\lambda} - \delta_{\lambda} \ll m_{\lambda}$ ,  $m_{\lambda} - \delta_{\lambda} \cong m_{\rho} - \delta_{\rho}$ .

Заметим, что анализ асимптотических сечений рассеяния при большой энергии, проделанный Соколовым и Ахмедзаде [5] на основе предположения об аддитивности [6], также приводит к выводу, что вклад в сечение странного кварка, взаимодействующего с  $\rho, n$ , заметно (в 1,5 + 2 раза) отличается от вклада  $\rho, n$ -кварков, взаимодействующих между собой.

Липкин [6] отмечает, что предсказания, основанные на предположении об аддитивности выпада кварков в рассеянии, выполняются на опыте значительно точнее предсказаний, вытекающих из унитарной симметрии.

В этом случае заведомо должно играть роль "главное", "очень сильное" взаимодействие (относительно которого обычно предполагают, что оно строго симметрично), а не "среднесильное", взаимодействие, которое может не быть симметричным и вызывать расщепление масс и т.п. Следовательно, результат [5] является подтверждением предлагаемой гипотезы.

Итак, в этой гипотезе наблюдаемая симметрия адронов явилась бы следствием определенных свойств динамики. В этом смысле гипотеза противоположна общепринятой точке зрения первичной симметрии и, тем более, теории спонтанного нарушения симметрии [7]. Прямым доказа-

тельностью гипотезы явилось бы большое отличие массы и взаимодействия свободного  $\lambda$ -кварка от таковых для  $\rho, n$  кварков.

Поступило в редакцию

9 августа 1966 г.

### Литература

- [1] Я.Б.Зельдович, А.Д.Сахаров. Ядерная физика, 4, 394, 1966.
- [2] M. Cabibbo. Phys. Rev. Lett., 10, 531, 1963; 12, 62, 1964.
- [3] И.Д.Кобзарев, Л.Б.Окунь. Докл. на конф. в Женеве, 1958.
- [4] P.G.O.Freund, E.Predazzi, Preprint, Enrico Fermi Inst., Chicago, 1966.
- [5] R.Sokoloff. Докл. летняя школа, Балатон, Венгрия, 1966; A.Ahmedsadeh. Phys. Lett., 22, 96, 1966.
- [6] Е.М.Левин, Л.Л.Франкфурт. Письма ЖЭТФ, 2, 105, 1965; H.J.Lipkin, F.Scheek. Phys. Rev. Lett., 16, 71, 1965; H.J.Lipkin. Phys. Rev. Lett., 16, 1015, 1965.
- [7] Y.Nambu, G.Jona-Lasinio. Phys. Rev., 122, 345, 1961; 124, 246, 1961. А.А.Мигдал, А.М.Поляков. ЖЭТФ, 51, 135, 1966.

- 
- 1) Симметрия свойств  $\rho$  и  $n$  кварков, лежащая в основе изототической инвариантности, не подвергается сомнению. Сходство  $\lambda$  с  $\rho, n$  ограничивается равным спином  $1/2$  и равным барионным зарядом.
  - 2) Полный учет этих поправок в вершине  $n\rho$  затруднителен, так как разности масс  $\lambda^+, \lambda^0$  и  $\rho^0$  также представляют собой такие поправки. Естественная гипотеза о неполной универсальности слабого взаимодействия была своевременно высказана Кобзаревым и Окунем [3].
  - 3) Предположение Фрейнда и Предацци [4] о массе  $m$  порядка  $0,5M$  вряд ли правильно: рождение большого числа кварков в статистическом равновесии огненного шара нельзя предотвратить центробежным барьером. В качестве исторической аналогии можно напомнить, что и медленный распад  $\Lambda$  пытались безуспешно объяснить центробежным барьером.