

НЕСТАБИЛЬНЫЕ КВАРКИ И ИХ ОБНАРУЖЕНИЕ

Я.Б.Зельдович

Известно, что классификация барнонов по мультиплетам, соответствующая $\mathcal{SU}(3)$, может быть наглядно описана в предположении, что барноны состоят из трех фундаментальных частиц — кварков, фермионов со спином $1/2$ и дробными ($+2/3$, $1/3$) электрическими зарядами.

Свободные единичные кварки в такой теории могут превращаться друг в друга, но по крайней мере один из них должен быть абсолютно стабилен¹⁾. Тогда протонный кварк p ($z = +2/3$) давал бы "атомы кваркония" (p, e) и химические соединения его; нейтронный кварк n ($z = -1/3$) присоединялся бы к обычным ядрам. Точно так же протонный антикварк \bar{p} ($z = -2/3$) должен присоединяться к ядрам; нейтронный антикварк \bar{n} ($z = +1/3$) весьма слабо связывает электрон (1,5 эв) и легко переходит в свободное состояние.

Однако поиски частиц с дробным зарядом на ускорителях и в космических лучах дали отрицательный результат, масс-спектроскопия и оптическая спектроскопия не дают указаний на существование ядер с нецелым зарядом. Поэтому

становится более привлекательной известная схема с четвертым объектом и целыми зарядами всех фундаментальных частиц. Предположим, что существует "протобаррион" — R^- — бозон: барнионное число 1, заряд -1 , странность 0, спин 0. В такой схеме кварки имеют барнионное число 0, спин $1/2$, заряд p равен $+1$; n, Λ — нейтральны. Известное слабое взаимодействие зависит от членов $(p\bar{n})$ и $(p\bar{\Lambda})$ в слабом токе. Наряду с этим возможен распад кварков на лептоны за счет токов типа ²⁾ $(p\bar{\nu}), (ne), (n\mu), (\Lambda e), (\Lambda\mu)$.

В таком случае в принципе может наблюдаться след p -кварка и распад p, n, Λ -кварков с образованием лептонов e, μ на некотором расстоянии от места рождения. Если существует промежуточный W^\pm -бозон слабого взаимодействия и масса кварка больше массы W , то распад кварка происходит за время, меньшее 10^{-19} сек. В этом случае о существовании и распаде кварков можно судить лишь по появлению лептонов e, μ, ν в актах сильного взаимодействия при энергии, превышающей порог рождения кварка. Эти лептоны необходимо будет отличить в эксперименте от продуктов слабого распада частиц с временем жизни $10^{-8} - 10^{-10}$ сек ($\pi, K, \Delta, \Sigma, \Xi, \Omega$), а также от дайтцевских пар $\pi^0 \rightarrow \gamma + e^+ + e^-$, $\Sigma^0 \rightarrow \Lambda^0 + e^+ + e^-$, рождающихся практически мгновенно (за время $\sim 10^{-16}$ сек).

Ядра с аномальным содержанием кварков (не равным 3A) и сам R^- в такой схеме нестабильны относительно превращения в обычные ядра и нуклоны путем того же взаимодействия, которое обеспечивает распад кварков. Таким образом, становится естественным отсутствие их в природе. Цель предлагае-

мой работы противоположна идее Ли [1], который рассматривает кварки с целым зарядом, но имеет принципы, запрещающие их распад.

С точки зрения теоретика недостатками предлагаемой схемы являются ее неэкономность (лишняя частица R^-) и отказ от известных выводов об электромагнитном взаимодействии в $su(6)$, в том числе от впечатляющего предсказания об отношении магнитных моментов нейтрона и протона. Преимущества схемы R^- связаны с наглядными представлениями о структуре мезонов и баронов.

Конструируя мезоны из кварков и антикварков, мы предполагаем, что они притягиваются, а соответственно два кварка отталкиваются друг от друга, по крайней мере, на ультраблизком расстоянии. В схеме с R^- -бозоном естественно считать, что кварки притягиваются к R^- и отталкиваются друг от друга. Расположив три кварка в $(\rho)^3$ -состоянии, полностью антисимметричном по координатам ($l_x = 1, l_y = 0, l_z = -1, L = 0$), получим естественное представление декуплета баронов с $f^p = 3/2^+$ и октета баронов с $f^p = 1/2^+$. Одинаковые орбитальные волновые функции декуплета и октета как раз и соответствуют тому, что декуплет и октет объединяются в одно представление с 56 элементами в $su(6)$. Подробно эта наглядная схема изложена в популярной статье автора [2].

Поступило в редакцию

1 апреля 1965 г.

Литература

- [1] T.D.Lee. Nuovo cim., 35, № 3, 1965.
[2] Я.Б.Зельдович. УФН, 86, № 6, 1965.

-
- 1) Если разность масс кварков меньше массы соответствующего мезона $m_{\Delta} < m_{p,n} + m_{\pi}$, $m_p < m_{\pi} + m_{\pi}$, то превращение идет по слабому взаимодействию. Если $|m_p - m_n| < m_{\pi}$, то в пустоте стабильны два кварка: p и n .
- 2) При этом кваркам приписывается лептонный заряд, соответствующие кварков и лептонов можно установить, например, по киевской симметрии (Δu) , (ne) , $(p\nu)$. Однако возможно также существование нейтральных токов (pe) , $(n\nu)$, $(\Delta\nu)$.