



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

В.Н. Стрельцов

P-1394

О ЗАКОНАХ СОХРАНЕНИЯ ЧИСЛА ЧАСТИЦ

Дубна 1963

В.Н. Стрельцов

P-1394

О ЗАКОНАХ СОХРАНЕНИЯ ЧИСЛА ЧАСТИЦ

2119/1, пр.



Дубна 1963

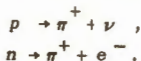
В настоящее время полагают, что все процессы с участием элементарных частиц регулируются тремя законами сохранения числа частиц. Это - законы сохранения лептонного, барионного и мюонного зарядов.

Поводом для введения указанных законов послужило отсутствие целого ряда реакций, разрешенных всеми другими законами сохранения. Так, вывод о существовании закона сохранения лептонного заряда был сделан из ненаблюдения процесса ^{1/1/}:

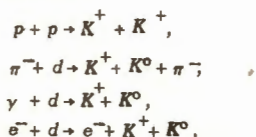


В качестве другого свидетельства в пользу существования закона сохранения лептонного заряда рассматриваются отрицательные результаты попыток обнаружить двойной β -распад ^{1/2/}.

Что касается закона сохранения барионного заряда, то он был введен, в частности, для объяснения запрета /"слабых"/ процессов типа ^{1/3/}:

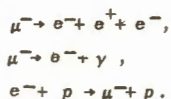


отсутствие которых является, очевидно, необходимым условием стабильности ядер. Кроме того, требование сохранения барионного заряда приводит к запрету и ряда других ненаблюдаемых процессов; например:



протекание которых было бы, по-видимому, связано с сильными и электромагнитными взаимодействиями.

Наконец, с помощью закона сохранения мюонного заряда ^{1/4/} удалось объяснить отсутствие таких реакций, как



Однако все рассмотренные выше процессы можно запретить, вводя вместо трех законов только два: законы сохранения "фермионного" ^{1/5/} и "электронного" зарядов. При этом все фермионы мы будем характеризовать "фермионным" зарядом $f = 1$, антифермионы - $f = -1$ и бозоны - $f = 0$. Электронам (e^{-}) и электронным нейтрино (ν_e) мы будем, кроме того, приписывать "электронный" заряд $\ell = 1$, а μ и ν_{μ} - $\ell = L (L \neq 1)$.

Из условия стабильности протона относительно распада на лептоны получим, что $L \geq 3$ /или $L \leq -1$ /. Если выбрать $L = 3$ /или $L = -1$ /, то оказывается, что процессы превращения двух и более нуклонов в лептоны, например



уже не будут запрещены. Таким образом, мы получаем, что в рассмотренном случае закон сохранения барионного /лептонного/ заряда справедлив только по модулю 2^x . Для $L = 4$ реакция /1/ будет запрещена, хотя не исключаются процессы превращения трех нуклонов в лептоны и т.д.

На что могло бы указывать несохранение барионного заряда по модулю N , где N не очень мало? Если связывать протекание процессов типа /1/ с малыми расстояниями, характерными, например, для обычных слабых взаимодействий^{xx/}, то в этом случае участие большого числа нуклонов в рассматриваемых реакциях должно фактически означать несохранение барионного заряда при больших плотностях фермионов, значительно превосходящих ядерную плотность. Таким образом, в рамках нашего подхода в принципе допускается несохранение числа барионов. Подчеркнем, что аналогичное предположение о нарушении закона сохранения числа барионов для систем с большой плотностью было высказано Уилером^{/7/} /см. также /8/ / на основании других соображений.

Мы не знаем, какое значение L следует выбрать. Однако если предположить, что нарушение закона сохранения барионного заряда может происходить при плотностях, близких к ядерным, то в этом случае, чтобы не войти в противоречие с фактом существования стабильных систем с ядерной плотностью /атомных ядер/, следует выбрать $L \geq 300$. Последнее, очевидно, будет соответствовать сохранению числа барионов по модулю $N \geq 300$.

Развитый выше подход позволяет ожидать в процессах с участием частиц высоких энергий, когда возможно рождение большого числа барионов^{xxx/}, одновременного нарушения законов сохранения барионного и лептонного зарядов. При этом в результате указанных реакций в принципе будет возможно рождение "готовых" атомов, молекул и т.д.

Автор благодарит В.Б. Беляева, В.Г. Гришину, В.А. Никитина, М.И. Подгорецкого, О.А. Хрусталева и Э.Н. Цыганова за полезные обсуждения.

x/ Отметим, что в работе /8/ рассматривается предположение о справедливости закона сохранения барионов по модулю 4.

xx/ Участие нейтрино в процессах с несохранением числа нуклонов, по-видимому, должно свидетельствовать о "слабости" взаимодействий, вызывающих такие реакции.

xxx/ В случае $L \geq 300$, очевидно, должно выполняться условие $E \geq 1000$ Бэв в системе центра масс сталкивающихся частиц.

1. R.Davis. Phys. Rev., 97, 766 (1955).
2. H.Primakoff, S.P.Rosen. Reports on Progress in Physics, v.22, London, 1959.
3. F.Reines, C.L.Cowan, Jr., M.Goldhaber. Phys. Rev., 96, 1157 (1954);
F.Reines, C.L.Cowan, Jr., H.W.Kruse. Phys. Rev., 109, 609 (1957);
G.K.Backenstoss, H.Frauenfelder, B.D.Hyams, L.J.Koester, P.C. Marin.
Nuovo Cim., 16, 749 (1960); C.C.Giamati, F.Reines. Phys. Rev., 126, 2178 (1962).
4. K.Nishijima. Phys. Rev., 108, 907 (1957); J.Schwinger. Ann. Phys., 2, 407 (1959);
S.Bludman. Nuovo Cim., 9, 433 (1958);
Б. Понтекорво. ЖЭТФ, 37, 1751 /1959/;
G.Feinberg, S.Weinberg. Phys. Rev. Lett., 6, 387 (1962).
5. E.J.Konopinski, H.M.Mahmoud. Phys. Rev., 92, 1045 (1953); G.Marx. Acta. Phys. Hung., 3, 55 (1953)
6. А. Бродский, Д. Иваненко. Nucl. Phys., 13, 447 (1962).
7. Дж. Уилер. Гравитация, нейтрино и вселенная. ИЛ, стр. 38, 194 /перевод с английского/, 1962.
8. И.Г. Ивантер. ДАН, 148, 303 /1963/.

Рукопись поступила в издательский отдел
12 августа 1963 г.