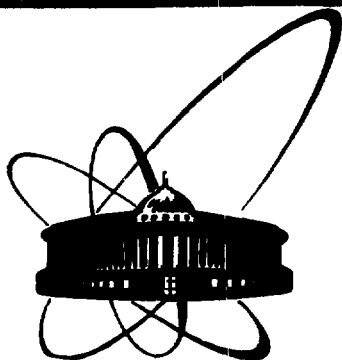


SU8803998



**ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

Д2-87-314

Ф.Никитиу*, И.В.Фаломкин, Ю.А.Щербаков

**ВОЗМОЖНА ЛИ ДВОЙНАЯ ПЕРЕЗАРЯДКА
ПИОНОВ НА ДЕЙТЕРИИ?**

Направлено в Оргкомитет 5 Всесоюзного семинара
"Программа экспериментальных исследований на
мезонной фабрике ИЯИ АН СССР", Звенигород,
11-15 апреля 1987 года

* Институт ядерной физики и инженерии, Бухарест

1987

ВВЕДЕНИЕ

В появившихся в последнее время работах ^{/1, 2/} выдвигается предположение о существовании относительно узких дибарионных резонансов с изотопическим спином $T = 2$ в районе порога рождения пиона. Наряду с этим существуют, по-видимому ^{/2-4/}, и другие узкие резонансы ниже порога образования пионов, и гипотеза $T = 2$ для них не может быть исключена.

С другой стороны, имеется интересная гипотеза, касающаяся существования нового барионного состояния с $J = 1/2^+$, $T = 3/2$ и массой ниже порога рождения пиона ^{/3/}. Этот новый "нуклон" — R-частица (ренелон) с массой ~ 1025 МэВ предсказывается по новой массовой формуле для барионов, а также для дибарионов.

Близкая гипотеза о существовании нового барионного состояния в мультиплете $\Sigma(1475)$ обсуждается в работе ^{/5/}. Состояние ожидается стабильным относительно сильных взаимодействий и имеет массу около 1100 МэВ.

Дибарионы с $T = 2$ и R-частица с такими массами должны быть стабильны относительно сильного взаимодействия. Поэтому наиболее "популярные" пики малой массы в pp-инвариантной массе, интерпретируемые как дибарионы ($B(1905)$, $B(1935)$ и $B(1965)$), должны быть стабильными, если $T = 2$ и R-частица также стабильна ($m_R < m_p + m_N$). Если R-частица существует, то порог состояний NR $\sqrt{s} = 1965$ МэВ, и естественная гипотеза заключается в том, чтобы рассматривать нижние стабильные дибарионы как возможные NR-связанные состояния (дейтроноподобные структуры) ^{/4/}, и тогда значение $T = 2$ для этих состояний не будет загадкой.

Ниже порога nNN дибарионы с $T = 2$ будут иметь только электромагнитные или слабые моды распадов. Возможные слабые моды распада для B^{+++} , B^- , R^{++} и R^- будут следующими:

$$B^{+++} \rightarrow pp e^+ \bar{\nu},$$

$$B^- \rightarrow pp e^- \nu,$$

* В работе ^{/4/} указывается, что данная частица имеет малое время жизни из-за распада по электромагнитному каналу $\sim 10^{-20}$ с (поэтому она и не могла наблюдаться при поиске антинуклонов), а некоторая доля их может распадаться слабым образом со временем жизни $10^{-3} \cdot 10^{-5}$ с ^{/2/}.

$$R^{++} \rightarrow pe^{+\nu},$$

$$R^{-} \rightarrow ne^{-\nu}.$$

Дибарионные резонансы могут также иметь R-канал для распада, например:

$$B^{+++} \rightarrow R^{++} p,$$

$$B^{-} \rightarrow R^{-} n.$$

Таким образом, наряду с обычными реакциями '6,7'

$$\pi^{+} + {}^4\text{He} \rightarrow \pi^{-} + 4p \quad '5/$$

и

$$\pi^{-} + {}^3\text{He} \rightarrow \pi^{+} + 3n \quad '6/$$

возможны также реакции с включением B- и R-частиц, как, например:

$$\pi^{+} + {}^3\text{He} \rightarrow R^{++} + 2p + \pi^{-}$$

или

$$\pi^{-} + {}^3\text{He} \rightarrow B^{+++} + p + \pi^{-}.$$

Существование этих частиц будет также разрешать двойную перезарядку на дейтроне (DCEXD) при энергиях ниже порога рождения мезона:

$$\begin{aligned} \pi^{+} d &\rightarrow \pi^{-} B^{+++} \quad \text{или} \quad \pi^{+} d \rightarrow \pi^{-} R^{++} p, \\ \pi^{-} d &\rightarrow \pi^{+} B^{-} \quad \text{или} \quad \pi^{-} d \rightarrow \pi^{+} R^{-} n. \end{aligned}$$

В работе '4' упоминалось, что возможно существование мультиплета с R-частицей, допускающей появление реакции типа $\pi^{-} + p \Rightarrow R^{-} \pi^{+}$, обнаружение которой будет однозначно указывать на существование именно новых частиц с полуцелым спином, а не дибарионных состояний с целым спином.

ДИБАРИОНЫ И РЕНЕЛОНЫ

Имеются два возможных объяснения резонансов с малой массой и $T = 2$ в канале πd : либо рождаются дибарионы — B (рис. 1), либо одиночный нуклон возбуждается до R-частицы (с $T = 3/2$) (рис. 2).

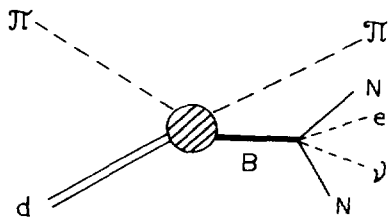


Рис. 1

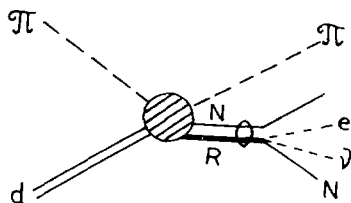


Рис. 2

В работе ^{3/} выведена массовая формула в предположении, что барион содержит адронный блоб или блоб кваркового моря с квантовыми числами $T = S = 0$, который взаимодействует с валентными кварками с полным спином $1/2$ или $3/2$, при этом энергия возбуждения (возбуждение аромата) будет равна универсальному коэффициенту α .

Итак, для стабильных барионов массовая формула дается выражением

$$M_{B_1} = \alpha (N - N_0) + E_0, \quad (1)$$

где

$$N = \frac{7 + 6T - 35S}{11 + 2T - 3S} \quad (T - \text{изоспин}, S - \text{странность}), \quad (1')$$

$N_0 = 0,636$, $E_0 = 908$ МэВ, $\alpha = 80 \div 85$ МэВ.

Массовая формула ^{3/} для легких мезонов (π и K) и формула для дибарионов имеют следующий вид:

$$M_M = 2\alpha (N - N_0), \quad (2)$$

$$M_{B_2} = \frac{\alpha}{2} (N - N_0) + M_0. \quad (3)$$

Мы интерпретируем "частицу" $M_0 = 908$ МэВ как "адронный блоб" — фиктивную частицу, которая взаимодействует с валентными кварками с наименьшим спиновым состоянием ($J_{3q} = 1/2$ или $3/2$) через изостранный потенциал осцилляторного типа и дает нуклон как основное состояние, а другие частицы — как возбужденные состояния по аромату. В уравнении (3) для дибарионов величина M_0 может даваться ротационной массовой формулой ^{8/}

$$M_0 = M_1 + M_2 J(J + 1). \quad (4)$$

Комбинируя уравнения (3) и (4), мы можем получить хороший фит для дибарионов с малой массой из следующего уравнения:

$$M_{B_2} = \alpha_{B_2} (N - N_0) + \beta J(J + 1) + E_{B_2},$$

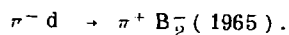
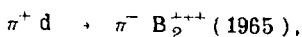
где

$$\alpha_{B_2} \approx \frac{\alpha}{2}, \quad E_{B_2} \approx 2E_{B_1} \approx 1847, \quad \beta = 14 \text{ МэВ}^{1/2},$$

с тем же самым числом $N(T, S)$, даваемым уравнением (1'). Используя эту массовую формулу, мы находим следующие возможные значения квантовых чисел для дибарионов с малой массой:

$B_2(1905)$	$T = 1$	$J = 1$		
$B_2(1035)$	$T = 0$	$J = 2$		
$B_2(1965)$	$T = 1$	$J = 2$	$T = 2$	$J = 1$
$B_2(2015)$	$T = 0$	$J = 3$	$T = 2$	$J = 2$
$B_2(2048)$	$T = 1$	$J = 3$		

Дибарионными кандидатами с $T = 2$ являются частицы $B(1965)$ и $B(2015)$. Для того чтобы экспериментально проверить существование этих состояний с $T = 2$, можно исследовать двойную перезарядку пионов на дейтерии. Простейшими реакциями будут



Эти реакции могут быть изучены эксклюзивно путем простого детектирования моноэнергетических π^\pm -мезонов при определенных углах рассеяния π^\pm -мезонов на дейтерии. Пороговая энергия этих реакций составляет $T_\pi = 97$ МэВ. Эксперимент должен быть выполнен в энергетическом интервале $T_\pi = 97 \div 157$ МэВ ($T_\pi = 157$ МэВ — это порог для рождения пиона в реакции $\pi d \rightarrow \pi\pi NN$).

Теперь следует отметить, что вышеуказанные реакции могут идти также через рождение только R -частиц и будут иметь тот же самый порог, то есть $\pi^+ d \rightarrow R^{++} p \pi^-$ и $\pi^- d \rightarrow R^- n \pi^+$.

Поэтому если двойная перезарядка пионов на дейтерии существует, то эта реакция связана с существованием либо дибарионов с $T = 2$, либо R -частиц, или же с существованием обеих частиц.

Для того чтобы проверить гипотезу $T = 2$ для других дибарионов, мы должны исследовать двойную перезарядку пионов на дейтерии при других энергиях. Пороговые энергии для других дибарионов с малой массой, имеющих $T = 2$, будут следующими:

а) $\pi^\pm d \rightarrow \pi^\mp B_2(1905)$, $T_\pi = 31,8$ МэВ,

б) $\pi^\pm d \rightarrow \pi^\mp B_2(1935)$, $T_\pi = 64,7$ МэВ,

в) $\pi^\pm d \rightarrow \pi^\mp B_2(2015)$, $T_\pi = 154,3$ МэВ.

Для реакции "в" пороговая энергия уже близка к порогу рождения пиона. Здесь следует отметить, что порог реакции "а" является одновременно порогом для другой возможной реакции с участием R -частицы:

$\pi^+ d \rightarrow R^+ R^+$.

Может оказаться, что структура с небольшим минимумом в ходе сечения, по-видимому, наблюдаемая при определенной энергии в реакции $\pi^+ d \rightarrow pp$ ^{3,9}, связана с этой реакцией ($T_\pi = 31$ МэВ и $T_p = 350$ МэВ для обратной реакции). При той же кинетической энергии протона ($T_p = 350$ МэВ) подобная структура наблюдается в инклюзивной реакции $p \text{Cu}^{10}$. Перечисленные выше реакции с двойной перезарядкой через рождение дибарионов или ренелонов на водороде и дейтерии могут с успехом детектироваться в создаваемой в ОИЯИ стримерной камере повышенного давления (5 атм) в магнитном поле с лазерным освещением ¹¹. Регистрация углов, пробогов, импульсов частиц и ионизации позволяет надеяться на удовлетворительную идентификацию определенных каналов и регистрацию реакций даже в том случае, если они идут с сечениями на уровне нескольких микробарн.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кондратюк А.А., Мартемьянов Б.В., Шенкин М.Г. Препринт ИТЭФ, 86-127 Москва, 1986.
2. Кайдалов А.Б. Препринт ИТЭФ, 86-128, Москва, 1986.
3. Nichitiu F. - *Rev. Roum. Phys.*, 1986, 31, 441.
4. Abaciv V.A., Koptev V.P., Nichitiu F. - *In: JNR Rapid Comm. No 16-86, Dubna 1986, p.42.*
5. Azimov Ya.I. - *Phys. Lett.*, 1970, 32B, p.499.
6. Falomkin I.V. et al. - *Nuovo Cimento*, 1974, v.222, p.333.
Lett. Nuovo Cimento, 1976, v.16, p.525.
7. Sperinde J. et al. - *Phys. Lett.*, 1970, v.32, p.185.
8. Tatischeff B. - *Phys. Lett.*, 1985, 154B, p.107;
Preprint IPNO-DRE, 85-19, 1985.
9. Saudinos J. et al. *Proc. of the KEK Int. Workshop on Nucl. Phys. in GeV Region Tokio, 1984, p.228.*
10. Krasnov Y.A. et al. - *Phys. Lett.*, 1982, 108B, p.11;
Julien J. et al. - Phys. Lett., 1984, 142B, p.340.
11. Содномын Э. и др. Сообщение ОИЯИ P13-87-312, Дубна, 1987

Рукопись поступила в издательский отдел
5 мая 1987 года.

Никитиу Ф., Фаломкин И.В., Щербаков Ю.А.

Д2-87-314

Возможна ли двойная перезарядка пионов на дейтерии?

Рассматриваются гипотезы о дибарионной природе наблюдаемых резонансов ниже порога $N\Lambda$ -состояния с массами 1935, 1965, 2015 МэВ. С использованием новых предложений о построении систематики частиц с включением в нее новой частицы (R-частица с массой 1025 МэВ, $J = 1/2$, $T = 3/2$) делаются заключения о возможности двойной перезарядки на дейтерии и гелии-3, если в конечном состоянии образуются дибарионы или новые частицы R. Обращается внимание на возможность распада этих частиц по слабому каналу. Предлагается провести поиск процесса двойной перезарядки пионов на водороде и дейтерии с использованием стримерной камеры повышенного давления с лазерным освещением.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ. Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1987

Nichitiu F., Shcherbakov Yu.A., Falomkin I.V.

D2-87-314

Pion Double Charge Exchange on Deuteron

Assumptions on the dibaryon nature of the existing narrow resonances below the threshold of the $N\Lambda$ -state with masses 1935, 1965, 2015 MeV are considered. New proposals on construction of the particle systematics with a new particle (R-particle of mass 1025 MeV, $J = 1/2$, $T = 3/2$) are used to draw a conclusion that double charge exchange is possible on deuterium and helium-3 if dibaryons or new R-particles are born in the final state. Attention is paid to a possible decay of these particles through a weak channel. A search for double charge exchange of pions on hydrogen and deuterium using a laser-illuminated streamer chamber of high pressure is proposed.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1987

7 коп.

Редактор Жабицкая Т.Я. Макет Киселевой Н.А.
Набор Трусовой И.П., Граменицкой Е.М.

Подписано в печать 09.06.87.

Формат 60x90/16. Офсетная печать. Уч.-изд. листов 0,45.
Тираж 280. Заказ 39188.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований.
Дубна Московской области.