

3-937

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

22/VI-70



P2 - 5058

Р.Я. Зулкарнеев, А.М. Розанова

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

К НЕСТРАННЫМ
БАРИОН-БАРИОННЫМ РЕЗОНАНСАМ

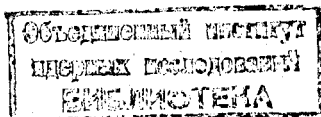
1970

P2 - 5058

Р.Я. Зулькарнеев, А.М. Розанова

**К НЕСТРАННЫМ
БАРИОН-БАРИОННЫМ РЕЗОНАНСАМ**

Направлено в ЖЭТФ



S u m m a r y

Two peculiarities of the pp interaction mechanism in the region of 300-640 MeV are underlined.

1. On the basis of the results of phenomenological analysis of pp scattering, performed under the assumption that in 1D_2 and 3P_2 states in pp -system there exists a strong absorption, it was established that this hypothesis is compatible with all the analysed data on pp scattering and total cross sections at 640 MeV and does not contradict them.

2. From consideration of energy dependence of partial scattering amplitude by use of Argond diagram, constructed on the basis of phase analysis, it is concluded the possible existence of a resonance in pp system (i.e. $Y=B=2$) with the mass 2050 ± 90 MeV and $J^P = 2^+$. Attention is payed to the fact that the suggested hypothesis agrees with experimental data on energy dependence of the singlet pp scattering cross section at an angle of 90° (c.m.s.) which has the peak in the energy region of 300-550 MeV. However, for clearing up the nature of this peak both experimental and theoretical investigations are necessary.

В работе Шапиро ^{/1/} сделаны оценки парциальных ширин распада гипотетического квазидейтронного состояния ^{ж)} с $Y = B = 2$, $J^P = 2^+$ и с массой $M = 2160 \pm 60$ Мэв, с помощью которых можно было бы объяснить квазирезонансную форму функции возбуждения процесса $pp \rightarrow \pi^+d$ в районе 600 Мэв. Поскольку эти оценки в значительной мере основаны на результатах фазового анализа pp -рассеяния ^{/2/}, который был проведен в предположении, что в pp -системе отсутствуют какие-либо резонансные состояния, целесообразно фазовый анализ при 640 Мэв выполнить заново с учетом возможных резонансных эффектов, отмеченных в ^{/1,3/}.

В настоящей работе приводятся результаты фазового анализа упругого pp -рассеяния при энергии 640 Мэв с искусственным введением сильного поглощения в состояниях 1D_2 и 3P_2 . Определена область допустимых значений параметров поглощения, не находящихся в противоречии со всей совокупностью данных об упругом pp -рассеянии и полными сечениями при этой энергии. Сопоставление наших результатов с имеющимися при энергиях 50-440 Мэв позволяет высказать предположение о существовании резонанса в pp -системе с $M = 2050 \pm 90$ Мэв и $J^P = 2^+$.

^{ж)} Иногда такое состояние в литературе называют изодром ^{/4/} или резонансом в системе протон-(3,3)-изобара.

Анализ проводился методом, описанным ранее в /2/, мезонообразование учитывалось в $^3P_{0,1,2}^-$, $^1D_2^-$, $^3F_{2,3,4}^-$ и $^1G_4^-$ состояниях, $l_{\max} = 5$. Исследуемым параметрам поглощения $\eta_{\ell}^p = \exp(-2\delta_{\ell,p}^{\text{Im}})$, где $\delta_{\ell,p}^{\text{Im}}$ - мнимая часть фазового сдвига для момента ℓ и четности $P = \pm 1$, придавались значения от 10^0 до 90^0 , которые фиксировались. По остальным переменным производилась минимизация с целью нахождения наилучшего значения критерия согласия. Описанным способом анализировались все 4 решения работы /5/ и решения № 5,6 работы МакГрегора и др. /6/.

Результаты варьирования даны на рис. 1а и 1б. Там же приведены и парциальные неупругие сечения. Полученные зависимости весьма четко показывают, что гипотеза о наличии сильного ($\eta_{\ell}^{\pm} \cong 0$) поглощения в $^1D_2^-$ и $^3P_2^-$ состояниях совместима со всеми анализируемыми данными и не противоречит им. Соответствующие парциальные неупругие сечения при тех η_{ℓ}^{\pm} , которые дают $\chi^2/\chi^2 \cong 1$, оказываются практически равными своему унитарному пределу.

При использовании уточненных значений неупругих сечений нами были повторены оценки Шапиро /1/ для ширины распада рассмотренного им резонанса с $M = 2160$ Мэв. Вычисления показали, что новые значения ширины распада несколько отличаются от прежних /1/, однако, по-прежнему остается большое различие между расчетными и экспериментальными значениями. Последнее обстоятельство подтверждает вывод /1/ о невозможности объяснения энергетического хода сечения реакции $\pi^+d \rightarrow p p$ в области ≈ 200 Мэв распадом резонанса с $M = 2160 \pm 60$ Мэв и $J^P = 2^+$.

Характерно, что, начиная с $\eta_2^- = 25^0$ и $\eta_2^+ = 25^0 - 40^0$, все исследованные решения превращались в одно, близкое по величинам фазовых сдвигов к решению "С" работы /5/.

Рассмотрение энергетической зависимости парциальных амплитуд T_{ρ} с помощью диаграмм Аргана, построенных на основании фазового анализа pp -рассеяния^{/7/} (см. рис. 2а, 2б, 2г), показывает, что в диапазоне 310-640 Мэв изменение парциальной амплитуды 1D_2 -состояния носит немонотонный, петлеобразный характер с направлением движения в комплексной плоскости против часовой стрелки. В соответствии с хорошо известными свойствами диаграммы Аргана^{/8/} и результатами Шапиро^{/1/} отмеченное нами обстоятельство может свидетельствовать о наличии резонанса в pp -системе с массой $2000 \text{ Мэв} \leq M < 2200 \text{ Мэв}$ и $J^P = 2^+$. В пользу такой возможности говорят также экспериментальные данные по энергетической зависимости синглетного pp -рассеяния на угол 90° с.п.м.^{х)}, которая (см. рис. 3) имеет пик в области энергий 300-550 Мэв. По этим данным масса предполагаемого резонанса близка к 2050 Мэв с полушириной 90 Мэв^{xx)}. В связи с этим заметим, что полные сечения мезообразования в pp -соударениях с энергиями 381, 437, 440 и 485 Мэв согласно результатам^{/11/} изменяются так же немонотонно и равны $0,55 \pm 0,06$ мбарн, $4,75 \pm 0,24$ мбарн, $4,0 \pm 1$ мбарн, и $3,35 \pm 0,33$ мбарн соответственно. Аналогичный выброс в энергетическом ходе дифференциального сечения pp -рассеяния на угол 5° с.п.м. наблюдается в области 400-550 Мэв и по данным работ^{/12/}.

Поскольку наличие или отсутствие резонансов в NN -системах имеет принципиальное значение с точки зрения понимания физики NN -взаимодействий, то наши рассуждения желательно проверить экспериментально.

х) Сечение синглетного рассеяния σ_s найдено нами по формуле $2\sigma_s(90^\circ) = \sigma_0(1 - C_{nn}(90^\circ))$, где σ_0 - неполяризованное сечение pp -рассеяния, C_{nn} - коэффициент спиновой корреляции, значения которого заимствованы из работ^{/9,10/}.

xx) Это значение массы свидетельствует о связанности обсуждаемой системы "Протон + возбужденный протон" (например, 33-изобара).

С этой целью pp -рассеяние в области энергий 310-550 Мэв следует исследовать более тщательно, чем это сделано до сих пор. В частности, полезно перемерить энергетические зависимости синглетного и триплетного сечений pp -рассеяния, полного сечения ($\theta \approx 0^\circ - 5^\circ$) и дифференциального сечения pp -рассеяния в области малых углов ($\theta \approx 0^\circ - 5^\circ$) и измерить спектр эффективных масс pp -системы в реакции $pp \rightarrow \pi^0 pp$.

Авторы глубоко благодарны проф. И.С. Шапиро, В.П. Джелепову, Л.И. Лapidусу и В.Ф. Душенко за обсуждение проблем, связанных с настоящей работой.

Л и т е р а т у р а

1. И.С. Шапиро. Труды школы по физике высоких энергий, ЛФТИ, ч. II, 1969.
2. Р.Я. Зулькарнеев, В.С. Киселев, В.С. Надеждин, В.И. Сатаров. Препринт ОИЯИ, P1-4155, Дубна, 1968.
3. F.Y. Dyson, Nguen-Huu Xuong. Phys. Rev. Lett., 3, 815 (1964); 14, 339 (1965); W. Gale, I. Duck. Nucl. Phys., B8, 109 (1968).
4. Г.А. Лексин. Труды школы по физике высоких энергий, ЛФТИ, ч. I, 1968, стр. 548.
5. В.Г. Вовченко, Р.Я. Зулькарнеев, В.С. Киселев. Препринт ОИЯИ, P1-4712, Дубна, 1969.
6. M. Mac Gregor, P. Arndt, P. Wright. Phys. Rev., 169, 1149 (1968).
7. Р. Вильсон. Нуклон-нуклонные взаимодействия. Изд-во "Мир", Москва, 1965, табл. 26.
8. R. Tripp. International school of Phys. "Enrico Fermi", v. XXXIII, 70, 1966.

9. A. Beretvas, N.E. Booth, C. Dolmk et al. Rev. Mod. Phys., 39, 536 (1967).
10. Р. Вильсон. Нуклон-нуклонные взаимодействия. Изд-во "Мир", стр. 117, табл. 18.
11. H. de Carvalho, E. Heiberg, I. Marshall., Phys. Rev., 94, 1796 (1954); S. Passman, M. Block, W. Havens. Phys. Rev., 88, 1247 (1952); A. Rosenfeld. Phys. Rev., 96, 130 (1956); H. Stadler. Phys. Rev., 96, 496 (1954); Б.С. Неганов, О.В. Савченко. ЖЭТФ, 32 1265 (1957) .
12. J. Holt, J. Kluxer, J. Moore. Proc. Phys. Soc., 71, 781 (1958); Н.П. Богачев. ДАН СССР, 108, 806 (1956).

Рукопись поступила в издательский отдел

22 апреля 1970 года.

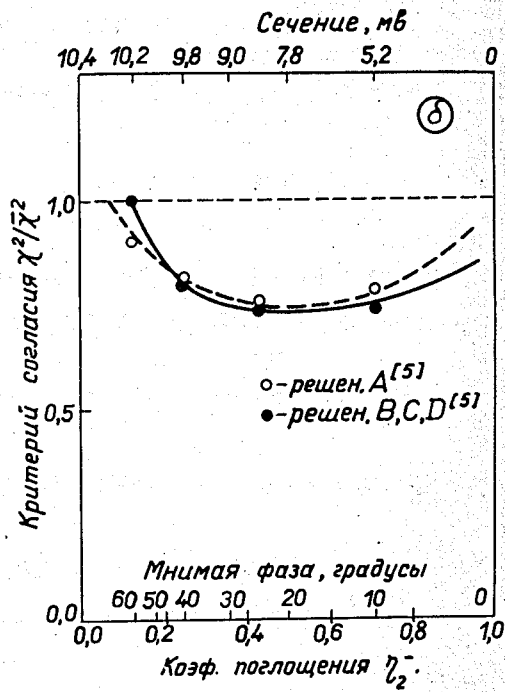
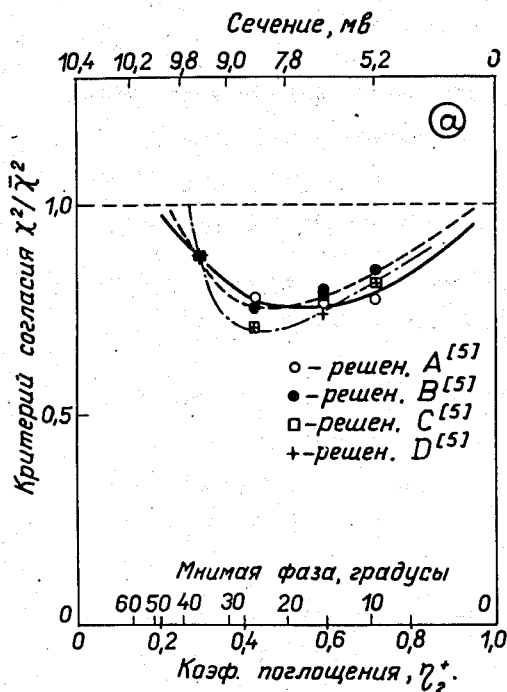
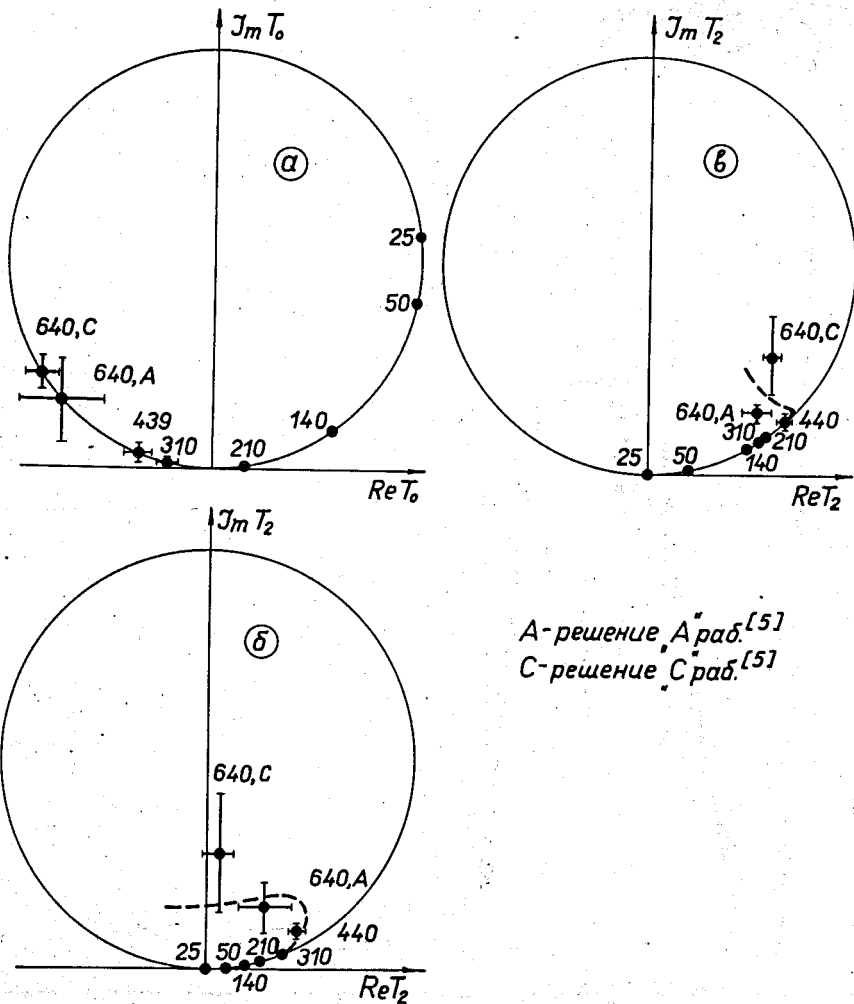


Рис. 1. Зависимость критерия согласия $\chi^2/\bar{\chi}^2$ от величины параметров поглощения: а - в состоянии 1D_2 , б - в состоянии 3P_2 .



A-решение, *A*'реш. [5]
C-решение, *C*'реш. [5]

Рис. 2. Диаграммы Аргана для pp -рассеяния в области 25–640 Мэв:
 а - состояние 1S_0 , б - состояние 1D_2 , в - состояние 3P_2 .
 Цифры у точек означают энергию в Мэв.

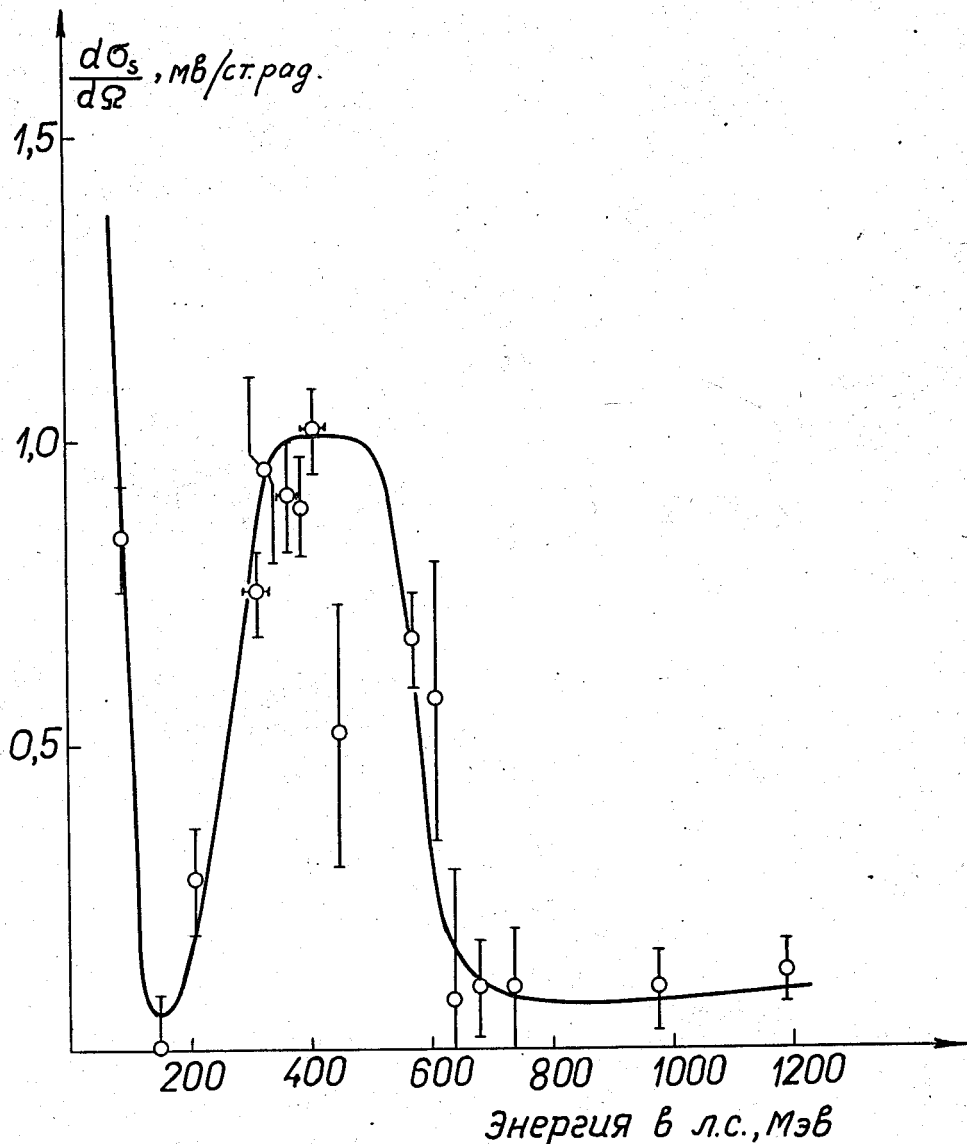


Рис. 3. Энергетическая зависимость дифференциального сечения рассеяния в синглетном состоянии на угол 90° (с.ц.м.) в интервале 100-1140 Мэв. Значения S_{nn} при энергиях 575, 680, 735 Мэв усреднены по интервалу углов 87° - 95° в с.ц.м. Горизонтальная черта у знака \oplus имеет смысл усреднения по интервалу энергий. Кривая проведена визуально.