

019.941:539.12

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АДРОНОВ МАЛЫХ ЭНЕРГИЙ

Low Energy Hadron Interactions. Invited Papers presented at the Ruhstein-Meeting, May 1970. Compilation of Coupling Constants and Low Energy Parameters. (Springer Tracts in Modern Physics — Ergebnisse der Exakten Naturwissenschaften, vol. 55). Springer-Verlag, Berlin — Heidelberg — New York, 1970, 290 pp.

Терминология в физике элементарных частиц изменяется со временем и очень хорошо отражает ее непрерывно изменяющийся облик.

Сейчас, когда говорят о высоких энергиях, то подразумевают энергии ускорителя в Серпухове и энергии новых более мощных ускорителей. Энергии от 1 до десятков $Gэв$ считаются сейчас только средними. Энергии же меньше 1 $Gэв$ относят уже к категории низких энергий. Стремление исследователей ко все меньшим и меньшим расстояниям и к расширению числа исследуемых процессов привело к созданию огромных ускорителей и к проектированию еще больших, в которых будут использованы все достижения современной физики и прикладной математики. За всеми этими сенсационными успехами область малых энергий остается в тени и ее успехи известны значительно хуже. Между тем эта область энергий, в которой нуклон ведет себя как

нерелятивистская (или слабо релятивистская) частица и число барионов сохраняется (нет рождения пар нуклон — антинуклон), несет в себе большую информацию о взаимодействии адронов.

Сильные взаимодействия адронов оказались для физиков весьма крепким орешком. В то время как законы электродинамики были сконцентрированы Максвеллом в систему уравнений с необычайно широкой областью применимости, все попытки найти какие-либо уравнения для полей, связанных со взаимодействием адронов, оказались пока безуспешными.

Положение физики адронов в настоящее время можно сравнить с домаксвелловской электродинамикой, в которой существовали законы, описывающие разные явления. — законы Ома, Ампера, Био — Савара, но которые были бессильны обнаружить глубокие связи между собою и еще в меньшей степени их связи с оптикой (что вообще оказалось неожиданным для большинства физиков того времени).

В физике адронов сейчас обнаружено немало разных закономерностей. Эти закономерности, по понятной причине, не столь наглядны, как в электродинамике, где они обобщали и макроскопические измерения. Тем не менее суть дела остается той же: известные законы физики адронов представляют собою разрозненные куски какой-то общей теории сильных взаимодействий, которая должны (будем надеяться) когда-то возникнуть.

Изложить современное состояние физики взаимодействий адронов не легко. Сейчас мы почти не видим связей между свойствами разных частиц и их поведением при разных энергиях. Различные модели, изобретаемые для «объяснения» явлений, не оправдывают всех ожиданий. Тем более важным оказывается сейчас накопленные экспериментальных фактов, их систематизация и анализ.

Именно анализу огромного объема сведений о взаимодействии адронов и была посвящена конференция в Руэштейне, состоявшаяся в мае 1970 г. Обзорные доклады, прочитанные на этой конференции, изданы как один из томов известной серии «Ergebnisse...».

В томе собрано 11 обзоров. Мы приведем здесь названия докладов и отметим несколько численных значений параметров взаимодействий, которые приводят их авторы.

1. Пион-пионное рассеяние при малых энергиях. Д. Морган и Я. Пишут (D. Morgan and J. Pišút). Авторы дают значение для длин s -рассеяния (в состояниях с изотопическим спином $I = 0$ и 2) $a_0 = 0,16 \pm 0,04$, $a_2 = -0,05 \pm 0,01$.

2. Аналитическая экстраполяция и определения фаз пион-пионного рассеяния. Я. Пишут (J. Pišút).

3. Кулоновские поправки в анализе экспериментальных данных по рассеянию πN . Д. Оуде (D. C. Oades).

4. Взаимодействие каонов с нуклонами ниже $1 \text{ Гэв}/c$. Б. Мартэн (B. R. Martin). Из разных данных приведем некоторые значения длин s -рассеяния:

$$\begin{aligned} \text{Странность } s = -1 \quad I = 0 \quad & -(1,74 \pm 0,04) + i(0,70 \pm 0,01), \\ & I = 1 \quad -(0,05 \pm 0,04) + i(0,63 \pm 0,06). \\ \text{Странность } s = +1 \quad I = 0 \quad & 0,04 \pm 0,04, \\ & I = 1 \quad -0,30 \pm 0,01. \end{aligned}$$

5. Связь AKN и экстраполяция ниже порога $\bar{K}N$. А. Мартэн (A. D. Martin).

6. Взаимодействие нуклонов с нуклонами ниже $1 \text{ Гэв}/c$. Дж. Креймер (G. Kramer).

В этой статье автор дает обзор значений констант связи нуклонов с разными мезонами.

7. Константы связи из PCAC (гипотезы о частичном сохранении аксиального тока). Г. Пилкун (H. Pilkuhn).

8. Вычеты Редже. К. Майкл (C. Michael).

9. Векторные методы в экспериментальных взаимодействиях. М. Гурдэн (M. Gourdin).

10. Константы связи псевдоскалярных мезонов. В. Пфайль, Д. Швела (W. Pfeil and D. Schwela).

Наконец, последний обзор занимает особое положение. Это — сводка, составленная 13 авторами, численных значений различного рода постоянных, описывающих взаимодействие адронов при малых энергиях, — констант связи, параметров рассеяния и т. п. Сводка, составленная по примеру известных сводок постоянных для элементарных частиц (Particle Data), последняя из которых содержит данные на 1 января 1971 г. (предыдущие были опубликованы в Phys. Lett. **В33**, 1 (1970)). Между прочим, один из составителей — Рос — является членом PDG (Particle Data Group).

В обзоре собраны основные формулы и определения, а также выбраны наиболее достоверные (часто несколько) численные значения постоянных. Такая сводка уже делалась раньше (последняя опубликована в Nucl. Phys. **В17**, 1 (1970)).

Обзор содержит большое количество ссылок и дает очень четкую картину положения вещей в этой области современной физики.

В качестве полезного примера приведем данные по синглетным длинам нуклон-нуклонного рассеяния (в ферми):

$$a(nn) = -16,4 \pm 2,6,$$

$$a(np) = -23,714 \pm 0,013,$$

$$a(pp) = -7,786 \pm 0,008.$$

Из последнего значения можно, исключив (не вполне последовательно) кулоновское взаимодействие, получить «ядерную» часть $a_N(pp) = -16,8$. Видно, что данные подтверждают «зарядовую симметрию» $a_N(pp) = a(nn)$, но не изотопическую инвариантность $a(nn) \neq a(np)$. Эти данные должны служить исходными в оценке точности этой инвариантности в ядрах. Приведем еще значения триплетной длины:

$$a_t(np) = 5,425 \pm 0,004.$$

Ознакомление с книгой заставляет еще раз отметить очень высокий уровень всех докладов и в который раз спросить: что же такое сильное взаимодействие и существует ли такая точка зрения, которая позволила бы свести огромное количество чисел к формулам или уравнениям, содержащим несколько (сколько?) действительно фундаментальных постоянных? Какие из чисел, собранных в таблицах, окажутся наиболее фундаментальными? К сожалению, таблицы дают много материалов для размышлений, но не дают никакого намека о пути, на котором можно найти ответы.

Я. А. Смородинский