

УДК 37.016:539.1

А. И. СЕРЫЙ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

УРОВНИ СЛОЖНОСТИ ТЕОРИИ ЯДЕРНЫХ СИЛ

При построении теории ядерных сил (ЯС) последним в исходном приближении обычно приписываются следующие свойства: Ia. Ядерные силы одинаковы для любой пары нуклонов (изотопическая инвариантность, или зарядовая независимость). Ib. ЯС не зависят от взаимной ориентации спинов нуклонов. Iv. ЯС центральные, т. е. зависят только от расстояний между нуклонами. Ig. ЯС не обменные. Id. ЯС только притягивающие. Ie. Взаимодействие за счет ЯС не приводит к рождению новых частиц. Представляется интересным проследить за последовательным установлением границ применимости каждого из перечисленных выше пунктов, в результате чего на каждом этапе теория ЯС становится все более универсальной. Логическая последовательность в данном случае не обязательно согласуется с исторической (что относится к известному философскому вопросу о соотношении исторического и логического).

Соответствующие сведения систематизированы ниже в таблице, где затронуты следующие вопросы: 1. На чем основано исходное предположение о данном свойстве ЯС. 2. Выводы, которые следуют из исходного предположения (с учетом справедливости предыдущих предположений с ограничениями, если последние установлены). 3. Согласие выводов, сделанных в п. 2, с экспериментом. 4. Как решается возникшее противоречие. Кроме того, следующие свойства ЯС остаются неизменными при любом уровне сложности теории: Па. Свойство насыщения ЯС. Пб. Малый радиус действия ЯС.

При составлении таблицы использовались сведения из [1, с. 9–68; 2, с. 513–515]. Таблица может быть полезной в образовательном процессе при изучении физики атомного ядра и элементарных частиц. Составление подобных таблиц может быть предложено учащимся и в качестве самостоятельных творческих заданий.

Таблица – Корректировка исходных положений теории ЯС

	1	2	3	4
a	Энергия связи зеркальных ядер (с поправкой на различие кулоновской энергии) примерно одинакова	Должна существовать связанная система 2 протонов (дипротон) или двух нейтронов (динейтрон) по аналогии с существованием дейтрона	Нет (указанные системы не существуют)	Учет принципа Паули.

Продолжение таблицы

	1	2	3	4
б	Полученные на тот момент экспериментальные данные по дейтрону и нуклон-нуклонному рассеянию объясняются и без зависимости ЯС от спинов	По известному значению энергии связи дейтрона в рамках какого-нибудь модельного потенциала делается предположение о том, что при рассеянии медленного нейтрона на протоне волновая функция системы мало отличается от волновой функции дейтрона; это позволяет оценить значение сечения рассеяния (~ 1 барн)	Нет, экспериментальное значение на порядок выше	Введение отдельных параметров потенциала в триплетном и синглетном состояниях
в	Данные по нуклон-нуклонному рассеянию при низких энергиях	Квадрупольный момент дейтрона должен быть в точности равен нулю, а магнитный момент дейтрона – векторной сумме магнитных моментов протона и нейтрона	Строго говоря, нет	Введение примеси d-волны в основном состоянии дейтрона
г	Экспериментальные данные при малых энергиях объясняются и без обменных ЯС	С ростом энергии до десятков МэВ в системе центра инерции нейтроны рассеивались бы на малые углы, а протоны отдачи двигались бы в противоположном направлении (в лабораторной системе – почти под прямым углом к исходному пучку нейтронов)	Нет	Учет обменных ЯС (пример – потенциал Сербера)
д	Устойчивость многих атомных ядер	С ростом энергии фазы рассеяния не должны менять знак	Нет (при энергии порядка 200 МэВ)	Учет кора в потенциале
е	При энергиях до сотен МэВ рождения новых частиц действительно не происходит	Фазы рассеяния должны быть вещественными, структура сечения рассеяния не должна меняться	При энергии порядка 500 МэВ начинают рождаться пионы	Фазы должны быть комплексными при энергии от 500 МэВ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ситенко, А. Г. Лекции по теории ядра / А. Г. Ситенко, В. К. Тартаковский. – М. : Атомиздат, 1972. – 351 с.
2. Яворский, Б. М. Справочное руководство по физике / Б. М. Яворский, Ю. А. Селезнев. – М. : Наука, 1975. – 624 с.