

УДК 539.126:539.173.3
ББК 22.383
Т809

Трясучёв В.А.

Фоторождение псевдоскалярных мезонов и мезоядер: монография / В.А. Трясучёв; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 131 с.

ISBN 978-5-4387-0141-5

В книге рассмотрены реакции фоторождения псевдоскалярных мезонов на нуклонах и p -оболочечных ядрах. В начале изложения приводится связь инвариантной амплитуды фоторождения с удобной для расчётов амплитудой в терминах спиноров Паули. Здесь же даётся обзор современных результатов исследования 4-х реакций фоторождения пионов на нуклонах в области энергий возбуждения первых трёх πN -резонансов. Фоторождение тяжёлых псевдоскалярных мезонов η и $\eta'(958)$ рассматривается в изобарной модели, которая отличается от моделей теоретических групп MAID и SAID. На основе оболочечной модели и импульсного приближения представлено исследование фоторождения мезонов на ядрах, в реакциях, сопровождающихся ядерными парциальными переходами. Показано, что эти реакции можно использовать как «сито» для выделения разных частей амплитуд процессов $\gamma N \rightarrow N\pi$, $\gamma N \rightarrow N\eta$, $\gamma N \rightarrow N\eta'$, которые невозможно изучать в процессах их фоторождения на нуклонах. Для обнаружения и исследований мезоядер рассмотрена модель образования η -мезонных ядер фотонами, которую автор предложил ещё в 1987 году. Большое место уделено изучению свойств будущих η -мезонных ядер. Получены важные результаты. Рассчитанные сечения фоторождения η -ядер оставляют надежду на возможность обнаружения и экспериментального исследования η -мезонных ядер.

Предназначена для специалистов в области физики атомного ядра и элементарных частиц, а также для научных работников, аспирантов и магистрантов вузов, специализирующихся на физике атомного ядра и ядерных технологиях.

**УДК 539.126:539.173.3
ББК 22.383**

Рецензенты

Доктор физико-математических наук
заведующий кафедрой ПФ ФТИ ТПУ

А.П. Потылицын

Доктор физико-математических наук
заведующий лабораторией 10 ФТИ ТПУ

В.Н. Стибунов

ISBN 978-5-4387-0141-5

© ФГБОУ ВПО НИ ТПУ, 2012
© Трясучёв В.А., 2012
© Оформление. Издательство Томского
политехнического университета, 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
Глава 1. Фоторождение псевдоскалярных мезонов на нуклонах	5
1.1. Амплитуды, сечения и поляризационные характеристики фоторождения псевдоскалярных мезонов на нуклонах	5
1.2 Описание модели фоторождения тяжёлых псевдоскалярных мезонов на нуклонах	18
мезоны	22
Литература	22
1.3 Реакция	23
1.4 Реакция	33
Глава 2. Фоторождение псевдоскалярных мезонов на атомных ядрах.....	41
2.1 Амплитуда и сечение парциальных реакций фоторождения мезонов в импульсном приближении и ядерной модели оболочек с промежуточной связью	41
2.2 Неупругие парциальные реакции фоторождения с последующим быстрым γ -распадом ядер отдачи.....	47
2.2.1 Амплитуда процесса $\gamma A_i \rightarrow \pi A^* \rightarrow \gamma' \pi A_f$	48
2.2.2 Гамма-излучение поляризованного ядра	51
2.2.3 Двойное дифференциальное сечение	52
2.2.4 Приложение теории к реакциям $\gamma^{12}C \rightarrow \pi^{012}C^*(4.44) \rightarrow \gamma' \pi^{012}C$ и $\gamma^{12}C \rightarrow \pi^{+12}B^*(0.95) \rightarrow \gamma' \pi^{+12}B$	55
2.3 Выбор однонуклонного оператора и кинематики фотообразования мезонов на нуклоне ядра	64
Глава 3. Фоторождение лёгких η -мезонных ядер	79
3.1 Модель фоторождения η -мезонных ядер.....	79
3.2 Амплитуда и сечение реакции $A(\gamma, \eta N)B$ на p -оболочечных ядрах.....	82
Реакции фоторождения мезонов на ядрах с выбиванием нуклонов были рассмотрены в квазисвободном приближении (приближении зрителя [118]) и с использованием метода искажённых волн для вылетающих нуклонов. Для проверки достоверности используемых приближений проведено сравнение с результатами подобных расчётов других авторов и немногочисленными экспериментальными данными. Качественное согласие свидетельствует о правильности нашего подхода к реакциям с выбиванием, который в дальнейшем будет применён к расчёту фотообразования η -ядер.....	92
3.3 Волновые функции η -ядер.....	92
3.3.1 Оптический потенциал	93
3.3.2 Решение уравнения Шрёдингера с оптическим потенциалом в форме прямоугольной ямы.....	94
в η -ядрах с $A \approx 40$ и больше, если взять отличающиеся от работы [94] длины ηN -рассеяния.....	97

3.3.3 Решение уравнения Шрёдингера для оптического потенциала с радиальной зависимостью в форме Вудса-Саксона	97
3.3.4 Обсуждение результатов	99
3.4 Сечения фотообразования η -ядер	102
3.4.1 Сечения фотообразования η -ядер в 1s-состоянии	103
3.4.2 Фотообразование η -ядер в 1p-состоянии	108
Список литературы	112
Оглавление	123
Приложение Б	125
Приложение В	126
Приложение Г	128
Приложение Д	129

Приложение А

Структурные константы амплитуды фоторождения мезонов на ядрах и переходные формфакторы имеют вид

$$F_{\kappa}(p) = \int_0^{\infty} r^2 \rho(r) j_{\kappa}(pr) dr,$$

$$B_{\kappa \xi t} = \sum_{L_i, S_i, [f_i] L^*, S^*, [f^*]} \alpha_{L_i S_i}^{[f_i]} \alpha_{L^* S^*}^{[f^*]} (-1)^{L_i - L^* - J^* + j} \cdot \sum_{L', S', T', [f']} \langle (1p)^{A-4} [f^*] L^* S^* T^* | (1p)^{A-5} [f'] L' S' T' \rangle \cdot \langle (1p)^{A-4} [f_i] L_i S_i T_i | (1p)^{A-5} [f'] L' S' T' \rangle \cdot U(\kappa L_i J^* S^*; L^* j) \cdot U(L_i S_i j \xi; J_i S^*) \cdot U(L' L^* 1 \kappa; 1 L_i) \cdot U(S' S^* \frac{1}{2} \xi; \frac{1}{2} S_i) \cdot U(T' T^* \frac{1}{2} t; \frac{1}{2} T_i) \quad (\text{П1})$$

Здесь через L, S, T обозначены орбитальный момент, спин и изоспин соответствующих ядер, $\alpha_{LS}^{[f]}$ – коэффициенты смешивания базисных состояний, взятых в схеме LS -связи [56], $\langle (1p)^k [f] LST | (1p)^{k-1} [f'] L'S'T' \rangle$ – одностичные генеалогические коэффициенты для чистой конфигурации, $[f]$ -схемы Юнга для пространственной конфигурации нуклонов в p -оболочке [58], $U(abcd; ef)$ – нормированные коэффициенты Рака [146].