

5.4. Взаимодействие составных частиц и методы симметрии в ядерной и субъядерной физике.

В.Г. Неудачин, neudat@nucl-th.sinp.msu.ru

В.И. Кукулин, kukulini@nucl-th.sinp.msu.ru

1. На основе глубокого притягивающего Московского потенциала NN -взаимодействия с запрещенными S и P -состояниями, в котором роль отталкивающей сердцевины выполняет узел волновой функции кварковой природы, впервые для потенциальной модели получено количественное описание недавно измеренного дифференциального сечения реакции фоторасщепления дейтрона $d + \gamma \rightarrow np$ в области энергий E_γ от 1.5 до 2.5 ГэВ и предсказаны поляризационные характеристики [1].
2. Показано, что новая модель короткодействующих парных мезонных токов в NN -системе, основанная на связи кварковых конфигураций и мезонных полей $s^4 p^2 \longleftrightarrow s^6 + \pi + \pi$, впервые дает согласованное описание магнитного формфактора дейтрона $B(q^2)$ вплоть до $q^2 = 1$ (ГэВ/с)², и электромагнитные характеристики при малых энергиях [2].
3. Как новый этап в исследовании квазиупругого выбивания мезонов из нуклона электронами с энергией несколько ГэВ предложен более общий подход к проблеме векторных мезонов в нуклоне, включающий и векторное, и тензорное поле. Так впервые получила объяснение недавно измеренная поперечная компонента дифференциального сечения выбивания пионов [3,4].
4. На основе метода пакетной дискретизации континуума исследована трехчастичная задача рассеяния и развала дейтрона на ядрах с использованием оптических потенциалов нуклон-ядро [5-7]. Получен эффективный оператор взаимодействия дейтрона с ядром, учитывающий влияние открытых и закрытых каналов развала дейтрона. Вычислены парциальные фазовые сдвиги, коэффициенты неупругости, и полученные дифференциальные сечения упругого рассеяния хорошо согласуются как с экспериментом, так и с результатами более громоздких расчетов. «Пакетный» матричный аналог уравнения Фаддеева применен к задаче $n + d$ рассеяния.
5. Микроскопические вычисления со смешиванием оболочечных конфигураций выполнены для энергий связи, спектров возбужденных состояний и амплитуд электромагнитных переходов у ядер $0s$ - и $1p$ -оболочек [8]. Определено используемое здесь оптимальное парное NN -взаимодействие, хорошо описывающее эксперимент для NN -задачи и для указанных ядер и характеризующееся быстрой сходимостью разложения по оболочкам.
6. Представлен обзор современного состояния теории протонного альфа- и кластерного распада ядер [9]. Обсуждается взаимосвязь кластерных свойств ядер и характеристик их распада. Рассматриваются строгие теоретические, полумикроскопические, а также микроскопически обоснованные полуэмпирические методы. Наибольшее внимание уделено физике альфа-распада сверхтяжелых ядер и теории распада в каналы с деформированными дочерними ядрами.
7. Показано, что величина усиления эффекта нарушения PT -инвариантности определяется свойствами соответствующего ядерного перехода. Наибольшее усиление среди всех переходов в спектрах долгоживущих ($t > 1$ часа) радиоактивных источников ожидается [10] в $E1$ -переходе 89.8 КэВ $\rightarrow 0$ КэВ, порождаемом распадом изомерного состояния ядра $^{152m}\text{Eu}(8^-)$ 147.8 КэВ.

8. Исследованы мультикластерные состояния легких четно-четных ядер с большим избытком нейтронов [11]. Конституентами ядерных систем в таких состояниях являются альфа-частицы и бинейтроны. Изучены спектры ядер ^{10}Be , ^{12}Be . Демонстрируется хорошее согласие теории с современными данными о спектре этих ядер, находит свое объяснение селективность реакций, заселяющих различные мультикластерные состояния.

9. В связи с развитием современных микроскопических моделей многочастичных систем (атомные ядра, многоэлектронные атомы и т.д.), учитывающих нелинейные эффекты, разработан раздел теории групп, посвященный соответствующим симметриям – квантовым деформациям классических групп и алгебр. Конкретно обсуждаются [12] коэффициенты Клебша-Гордана и Рака для квантовой алгебры $U_q(\mathfrak{su}(2))$ и их связь с классическими и альтернативными полиномами Хана и Рака и с соответствующими квантовыми аналогами.

10. Как распространение научных знаний, накопленных в коллективе, среди более широкого круга связанных с наукой читателей, в Большой российской энциклопедии опубликована статья [13] о гиперядрах, об их образовании и распаде.

В работе принимали участие: сотрудники НИИЯФ МГУ – В.И. Кукулин, Д.Е. Ланской, В.Г. Неудачин, И.Т. Обуховский, В.Н. Померанцев, О.А. Рубцова, Л.Л. Свиридова, А.В. Синяков, Ю.Ф. Смирнов, В.Н. Толстой, Ю.М. Чувильский, А.М. Широков, И.А. Гнилозуб, Федоров Д.К., а также сотрудники МИФИ, Воронежского и Тихоокеанского госуниверситетов, университете штата Айова (США) и Тюбингенского университета.

Работа отражена в публикациях:

1. Кыр В.А., Неудачин В.Г., Хохлов Н.А. // Ядерная Физика, 2007, т. 70, с. 912-923; т. 70, с. 2202-2205; Phys. Rev. C, 2007, v. 75, 064001 (15 pp.).
2. Kukulín V.I., Obukhovskiy I.T., Pomerantsev V.N. Grabmayr P., Faessler A.// Ядерная Физика, 2007, т. 70, с. 237-253.
3. Неудачин В.Г., Обуховский И.Т., Свиридова Л.Л. Федоров Д.К., Юдин Н.П. // Ядерная Физика, 2007, т. 70, с. 889-895.
4. Faessler A., Gutche Th., Lyubovitsky V.E., Obukhovskiy I.T. //Phys. Rev. C, 2007, v. 76, 025213 (10 pp.).
5. Кукулин В.И. Померанцев В.Н., Рубцова О.А. //Теоретическая и математическая физика, 2007, т. 150, с. 474-499.
6. Рубцова О.А., Кукулин В.И. // Ядерная Физика, 2007, т. 70, с. 2077-2097.
7. Kukulín V.I., Rubtsova O.A. //Phys. Rev. C, 2007, v. 76, 047601 (4 pp.).
8. Shirokov A.M., Vary J.P., Mazur A.I., Weber T.A. // Phys. Lett. B, 2007, v. 644, pp. 33-37.
9. Кадменский С.Г., Кургалин С.Д., Чувильский Ю.М.//Физика элементарных частиц и атомного ядра, 2007, т. 38, с. 699-742.
10. Алдущенков А.В., Синяков А.В., Чувильская Т.В., Чувильский Ю.М. и др.// Ядерная Физика, 2007, т. 70, с. 409-411.
11. Gnilozub I.A., Kurgalin S.D., Tchuvil'sky Yu.M.//Nuclear Physics A, 2007, v. 790. pp. 687c-690c.
12. Alvarez-Nodarse B., Smirnov Yu.F.//Journal of Russian Laser Research, 2007, v. 28, pp. 1-25.
13. Ланской Д.Е. Гиперядра. //Большая российская энциклопедия, 2007. т. 7, с. 161, М., Изд-во БРЭ.