

РЕЦЕНЗИЯ
върху дисертационен труд за получаване на научна степен
ДОКТОР НА НАУКИТЕ

Автор на дисертационния труд: доц. д-р Георги Иванов Райновски

Тема на дисертационния труд: Експериментално изследване на ниско енергетични M1 колективни възбуждания в атомното ядро

Рецензент: Чавдар Пенев Стоянов, член кореспондент на БАН,
Институт за ядрени изследвания и ядрена енергетика,
Българска Академия на Науките

Изучаването на свойствата на ниско лежащите възбудени състояния в атомните ядра е важна и интересна задача. Чрез детайлно определяне на структурата на тези състояния се получава прецизна информация за динамиката на нуклоните във валентния слой на ядрото. Процеси, които дават такава информация са M1 преходите между ниско лежащите състояния. В дисертацията са представени резултати свързани с изучаване на ядрената киралност и на състояния със смесена симетрия. Това става чрез измерване на M1 преходи. Представеният материал е насочен към актуални области на съвременната ядрена физика.

Тематиката, обект на изследване в дисертацията, се обсъжда от различни автори в много публикации, чиито брой се измерва с три, дори с четири цифрени числа. Цитираната литература в дисертацията включва 259 заглавия и достатъчно пълно отразява съвременното състояние на разглежданите проблеми. Литературните източници са анализирани подробно като са изтъкнати резултатите имащи отношение към тематиката на дисертационния труд.

Дисертацията е написана на английски език и се състои от две части – Ядрена киралност и Състояния със смесена протон-неутронна симетрия. Частите започват с описание на съвременното състояние на проблемите. Подробно са коментирани теоретични разработки, в които чрез качествени и количествени оценки се показват областите от масови числа където могат да се очаква проявление на разглежданите процеси. Дисертантът показва отлично познаване на използваните ядрени модели, което обяснява много добрата му ориентация в експерименталната работа.

Киралността в ядрата се проявява в ядра със специфична форма т.н. триосеви ядра. Това води до усилване на M1 преходите в ивици в които пълният ъглов момент се различава с единица. Съществуват характерни правила за отбор за електромагнитните преходи. В двете ивици (кирални партньори) продукт на този вид симетрия са стойностите на M1 и E2 преходите, които са много близки. Също енергиите на състоянията в двойката кирални партньори следват определени закономерности. Както в много случаи характерни за ядрената физика, тези свойства се нарушават или се изпълняват твърде приближено. Целите на предложеното изследване е да се определят някои области на масовото число в които киралността се наблюдава. Изучавани са масовите области около 130 и 100. Получените резултати водят до нееднозначна интерпретация. Определени са „острови” на киралност като теоретичните критерии се изпълняват в едно ядро от тези острови. За масовата област 100 това е ядрото ^{104}Rh . В съседни ядра наблюденията показват отклонения от теоретичните критерии, което според мен е напълно естествено и се определя от слоестата структура в ядрата. Например, за масовата област 130 дисертантът показва, че киралността намалява при намаляване на квадруполната деформация. Като общ извод от тази част е, че

въведените критерии за киралност се оказват недостатъчни за определяна на този вид симетрия в атомните ядра.

Втората част на дисертацията е посветена на търсене на състояния със смесена симетрия в ядрата. Понятието „смесена симетрия” е въведено в рамките на Модела на взаимодействията бозони. Този модел предлага използване на ново квантово число F -спин. Максималната стойност на F -спина отговаря на напълно симетрични състояния, а по-ниските му стойности се свързват със състояния със смесена симетрия. Авторите на Модела на взаимодействията бозони предлагат и количествени оценки за стойности на F -спина. Ще отбележа, че моделът е алгебричен и не може да свърже новото квантово число с динамиката на нуклоните в ядрото.

В рамките на модела симетричните състояния и тези със смесена симетрия са свързани със силни $M1$ преходи. Този теоретичен резултат става много популярен през 80-те и 90-те години. Направени са много експерименти за откриване на състояния със смесена симетрия. За съжаление те се оказват безрезултатни. Едва в края на 90-те години тези състояния бяха открити от Н. Пиетрала и съавтори в ядрото ^{94}Mo . Резултатът е получен след сложен експеримент свързан с измерване на нееластично гама разсейване и гама-гама съвпадения след бета-разпад на ^{94}Tc . Този ярък резултат насочва отново вниманието на много изследователи към свойствата на състоянията със смесена симетрия. Дисертантът е един от тях. Той има много ползотворно сътрудничество с Института по ядрена физика към Техническия университет в Дармщадт, където интензивно се провежда изучаване на състоянията със смесена симетрия. Такива състояния се възбуждат в определени области на масовото число. Интересна е областта на изотоните с брой на неутроните 80. В тази област са измерени състояния със смесена симетрия в ядрата ^{134}Xe и ^{138}Ba . Както се очаква, силата на $M1$ преходите свързващи симетричните и състоянията със смесена симетрия се определя от едно състояние със смесена симетрия. Това се съгласува напълно със предсказанията на Модела на взаимодействията бозони. Тук е мястото да се представи съществения принос на дисертанта в изучаването на тези състояния. В ^{138}Ce той открива фрагментация на $M1$ преходите. Това е важен резултат, тъй като показва влиянието на слоевете и сдвояването на нуклоните в ядрата върху структурата на състоянията със смесена симетрия. Това е първата публикация, в световен мащаб, илюстрираща влиянието на сложната ядрена динамика върху структурата на състоянията със смесена симетрия. Впоследствие фрагментацията на $M1$ силата е потвърдена и в изотонната верига с брой на неутроните 84.

В дисертацията са представени резултати за изотонната верига $N=78$. Показано е, че неутрон-протонното взаимодействие водещо да генериране на състояния със смесена симетрия е по-слабо в сравнение с това във веригата $N=80$. Този ефект е свързан с влиянието на неутронния подслой $h_{11/2}$. В дисертацията са включени резултати от измервания на квадруполни възбуждания в нестабилните ядра ^{140}Nd и ^{132}Te . Изучаване на структурата на възбудените състояния в нестабилни ядра е много актуална задача за ядрената физика. Решаването и ще даде отговор дали съществуващата слоеста структура известна от стабилните ядра е универсална и се повтаря или търпи определена еволюция в нестабилни ядра. Представените резултати за ^{140}Nd и ^{132}Te са стъпка в тази посока. Представените резултати за $^{126, 128}\text{Xe}$ са много интересни, защото показват че предполагаемата симетрия $O(6)$ е нарушена, а $O(5)$ е запазена. Това дава възможност за интересна интерпретация на структурата на тези ядра в рамките на алгебрични модели.

Прегледът на получените резултати показва, че методите които са използвани в дисертационния труд са адекватни на поставените задачи. Получените резултати са достоверни и съответстват на съвременното състояние на познанията за разглежданите

области. Получена е широкообхватна и важна информация свързана с нарушаване на киралната симетрия и структурата на състояния със смесена симетрия. Подобни изследвания не са многочислени и предложени дисертационен труд определено е твърде интересен. Приносите могат да се класифицират като създаване на нови методи и доказване с нови средства на съществуващи резултати. За получаване на резултатите са адаптирани експериментални методи като Кулоново възбуждане в обратна кинематика, измерване свойствата на нестабилни ядра и др. Получените резултати са интерпретирани чрез съвременни ядрени модели като са показани както преимуществата, така и ограниченията на моделите.

Наукометричните данни на дисертацията са следните. Дисертационният труд е построен върху 29 научни труда отпечатани в научни списания и 7 доклада на международни конференции. Трудовете в списания са разпределени както следва: 15 в Phys. Rev. C, 2 в Phys. Rev. Lett., 5 Phys. Lett. B, 3 в J. Phys G, и още 4 по един в други реномирани списания. Статиите са с голям брой автори, което е типично за експериментални работи по ядрена физика. Дисертантът е пръв автор в 4 от статиите и на всички доклади представени на конференции. Този факт показва съществения личен принос на автора в извършените изследвания. Разговорите, които съм имал със съавтори на Г. Райновски са ме убедили, че той е бил активен участник в изследванията и водещ в част от тях. Публикациите имат над 230 независими цитати. Някои от публикациите са цитирани многократно. Например, работа с номер D3 е цитиран 50 пъти. Други работи са цитирани 32, 29, 23 пъти.

Дисертационният труд е написан прегледно. Основните тези са представени аргументирано, подкрепени са с много илюстративен и табличен материал. Авторефератът отразява правилно съдържанието на дисертацията. Ще направя някои критични бележки. Броят на приносите, които са посочени в заключителните части е изключително голям. Дисертацията би спечелила, ако бяха представени по-малко, но по-обобщени изводи от направените изследвания. Г. Райновски показва афинитет към съвременните модели на ядрото. В тази връзка е малко изненадващо, че в частта от дисертацията за състояния със смесена симетрия е коментиран подробно само Моделът на взаимодействащите бозони. Съвременното теоретично описание на структурата на тези състояния се основава на микроскопически подходи като Слоестия модел и Квазичастично-фонония модел. Именно тези модели обясниха интересния резултат получен от дисертанта за фрагментация на M1 преходите. Списъкът на цитираната литература би могъл да бъде разширен като включи някои обзори публикувани неотдавна. В автореферата има и някои неточности по отношение на цитираната литература и печатни грешки. Тази критика не намалява значението на получените резултати, но ако тези пропуски ги нямаше, то звучението на дисертацията би било още по-впечатляващо.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. В дисертацията са представени научни резултати представляващи съществен принос за ядрената физика. Личният принос на автора при получаването им е безспорен. Препоръчвам на Научното жури да присъди научната степен «Доктор на науките» по специалността «Ядрена физика» на Георги Иванов Райновски.

София, 21.08.2012

Рецензент

Ч. Стоянов