

РЕЦЕНЗИЯ

на Дисертация за получаване на образователната и научна степен “доктор”

на Лилия Атанасова Атанасова

на тема

“Магнитен момент на $19/2^+$ изомер в ^{127}Sn ”

Професионално направление: 4.1 Физически науки

Научна специалност: Ядрена физика

от доц. Елена Александрова Стефанова, ИЯИЯЕ-БАН

Биографична справка

Лилия Атанасова е завършила физика с присъдена магистърска степен по специалност “Теоретична и математична физика” във Физическия факултет на СУ “Св. Кл. Охридски”. Редовната ѝ докторантура е под ръководството на доц. Анка Минкова. По време на докторантурата, както и след това, работи с проф. Д. Балабански, който е и неин научен консултант. Въпреки, че защитата на дисертацията е забавена с години, това не повдига сериозни въпроси, тъй като през цялото време Лилия Атанасова не изоставя научните изследвания. Доказателство за това са многото публикации несвързани с дисертацията.

Общо описание на представената дисертация и свързаните с нея материали

Дисертацията съдържа 72 страници, текстът е разделен в 5 глави, съдържа 4 таблици, 36 фигури и 94 цитата. Грешките от технически и граматически характер са сравнително рядко срещани, с изключение на тези в частта “Заключение”. Текстът съдържа общо описание на съществуващите теория и експеримент имащи връзка с представеното конкретно научно изследване. Конкретният експеримент и последвалите анализи са описани детайлно и изчерпателно. Представен е Автореферат, който съответства на дисертацията и отговаря на изискванията.

Дисертационният труд се основава на една публикация в реномирано списание с импакт фактор и сериозно реферирание, 2 публикации в пълен текст от доклади на реномирани международни конференции, едната от които е в списание с импакт фактор, и една публикация в Научни доклади на Национална Лаборатория, по-конкретно в Научните доклади на GSI, Германия. Общо 4 публикации в реномирани издания, като основната публикация е в “Letters”, което говори за новаторска работа. По дисертационната работа са изнесени 5 доклада на международни форуми. Кандидатът е с основен принос в проведеното изследване. Това личи от поставянето ѝ на първо място в една много сериозна колаборация. Алфавитният ред започва от шестия автор. Приносът на кандидата в изследванията и особено в сложните и тежки анализи не подлежи на съмнение. Прави впечатление и дългия списък от публикации несвързани с дисертацията.

Научни постижения

Научните постижения могат да се оценят като новост в науката, по-точно нов метод за изследване на неутронно-богати ядра далече от линията на бета-стабилност. Методът е за

измерване на жиромагнитни отношения, т. нар. g-фактори на изомерни състояния в неутронно богати ядра с използване на Метода на времезависимите смутени ъгли разпределения (TDPAD), но в случая ядрата от интерес се получават в реакция на фрагментация при релятивистки енергии. Подобен експеримент е направен за първи път. От измерените g-фактори се определят магнитните моменти на изследваните състояния, което е от изключително значение за ядрената структура, тъй като дава чувствителен тест за структурата на състоянието при сравнение с теоретичните моделни пресмятания. Другото постижение на работата е измерване на степента на ориентация на спиновия ансамбъл. Също така получения експериментален резултат е добре възпроизведен с теоретични пресмятания в рамките на Слоистия модел и са направени заключения за структурата на изследваното състояние.

Кратко описание на научните изследвания представени в дисертацията

Експеримент

Дисертацията е базирана върху експеримент за определяне на магнитен момент на изомерното състояние $19/2^+$ в неутронно-богатото ядро ^{127}Sn . За целта се измерва експериментално т. нар. g-фактор (жиромагнитно отношение), от който при известен спин се определя магнитния момент. Заселването и изследването на неутронно-богати ядра не е възможно със стандартно използваната реакция на пълно сливане с изпарение на неутрони. С цел разширение на познанието далече отвъд стабилните и протонно-богати ядра е разработена програмата RISING. Целта е изследването на редки изотопи в Националната Лаборатория GSI в Германия. Част от програмата RISING е кампанията g-RISING, която е за измерване на жиромагнитни отношения, т.нар. g-фактори на изомерни състояния в редки изотопи чрез използване на релятивистки снопове при което изотопите от интерес се получават в реакции на фрагментация и/или разцепване. Експериментът, на който се базира дисертацията е част от кампанията g-RISING. Експериментът е проведен в GSI Helmholtz Center for Heavy Ion Research, Darmstadt, Германия. Въпреки, че не е достатъчно наблегнато в дисертацията, това е първият експеримент за измерване на g-фактори на изомерни състояния в силно неутронно-богати ядра с използване на релятивистки снопове и реакции на фрагментация. Приложението в тези условия на известни методи за измерване на g-фактори, като например Метода на времезависимо смутено ъглово разпределение изисква разработването както на модифицирани, така и на нови техники с цел получаването на надежни резултати.

Ядрото ^{127}Xe , което е изследвано в дисертацията е заселено в реакция на фрагментация, с използване на сноп от йони на ^{136}Xe с енергия $E = 600 \text{ MeV/u}$ и тънка мишена от берилий. Снопът е получен посредством синхротрона за тежки йони (SIS). Предимство на използването на реакция на фрагментиране на ядрата е, че се заселват ядра далече от линията на бета стабилност. Полученият напълно йонизиран фрагмент след реакцията, която се осъществява в мишената преминава през магнитен спектрометър, назован в дисертацията като фрагментен сепаратор (в директен превод от FRS – FRagment Separator), където йоните се разделят и идентифицират. Между двата сепаратора (магнитни спектрометри) е разположен позиционно-чувствителен сцинтилационен детектор. След втория сепаратор на фрагменти е разположена йонизационна камера MUSIC с цел определяне заряда на йоните. Пред и след йонизационната камера са поставени многонишкови пропорционални камери, които заедно с информацията от

първия сцинтилационен детектор позволяват да се проследи всеки преминаващ йон поотделно. След втората пропорционална камера е поставен втори сцинтилационен детектор, позволяващ определяне времето на прелитане между двата сцинтилационни детектора и оттам скоростта на фрагмента. Всичко това позволява идентификацията на всеки изотоп. Надежната съответна калибровка на системата е от изключително значение за успешния експеримент. Вторичният сноп от ^{127}Sn с енергия 300 MeV/c накрая се забавя със стопер от плексиглас и се имплантира в свръхчиста медна вторична мишена. Медта има кубична решетка и е среда без градиент на електрични полета. Стоперът и медната мишена се намират в центъра на електромагнит, който създава хомогенно магнитно поле, ориентирано във вертикално направление перпендикулярно на посоката на снопа. По време на експеримента посоката на полето се сменя на всеки 4 часа. Имплантираните в медта йони излъчват гамма-кванти, които се детектират с 8 германиеви детектора, тип клъстер, разположени в хоризонтална равнина перпендикулярно на магнитното поле и под подходящи ъгли. Преминаването на йоните през втория сцинтилационен детектор дава тригер на системата за набиране на данни от германиевите детектори.

Анализи

При така описания експеримент, за да се достигне до измерване на стойността на g -фактора дори само на изомерното $19/2^+$ състояние в ^{127}Sn се провеждат изключително трудоемки и времетраещи анализи. Анализът със заложените в него калибровки проследява йоните минаващи през фрагментния сепаратор, при което се построява двумерната матрица на зависимостта на A/q (отношението на маса към заряд на йоните) спрямо Z (атомен номер на йоните), позволяваща да се селектират изотопи чрез поставане на прозорец върху съответното "петно" в матрицата. Поради поставянето на допълнителни абсорбери и други техники, се променят позициите на изотопите в матрицата по време на експеримента. Това изисква експерименталните данни да се разделят на подгрупи и за всяка от тях идентификацията на изотопите и моментното им разпределение се анализират поотделно. Друго изискване е селектирането на импулсното разпределение на йоните. То също търпи промяна по време на експеримента и се налагат корекции при анализите. Набират се два вида времеви спектри, които също изискват детайлни анализи. Накрая се достига до енергетични и времеви спектри, които се анализират, за да се получи т. нар. $R(t)$ функция. Анализите на времевите спектри са правени при поставяне на различни условия с цел получаване на най-надежни резултати. От времевия спектър на разпад на състоянието $19/2^+$ е получен период на полуразпад $T_{1/2} = 4.2(2) \mu\text{s}$ в съгласие с предишни резултати. Подробно са описани анализите за достигане до $R(t)$ функцията. Сортирани са множество различни $R(t)$ функции за различни детекторни комбинации в зависимост от различни параметри. Това са изключително трудоемки процедури изискващи пълно разбиране на процедурата и внимателна преценка на получавания резултат при всяка стъпка.

Експериментален резултат представлява също измерената степен на ориентация на импулсното разпределение, което е било второто такова измерване известно в световната практика. Измереният g -фактор на изомерното състояние $19/2^+$ в ^{127}Sn е първото по рода си измерване на g -фактор с релативистки снопове по метода на TDPAD.

Полученият експериментален g -фактор за изомерното състояние $19/2^+$ в ^{127}Sn е теоретично обяснен в рамките на Слоистия модел, като е сравнен с изчисления с два

различни SM (Shell Model) кода с използване на различни взаимодействия и моделни пространства.

Принос на кандидата

Кандидатът е участвал във всички етапи на извършеното изследване, включващи провеждането на експеримента, анализите на данните, дискусиата и подготовката на публикацията. Бих определила като основен и най-важен приноса свързан с анализите на данните, които предвид сложната експериментална установка включваща голям брой разнородни детектори, са с особена сложност и трудоемкост. Изискват се дълбоко разбиране на физическите процеси, познаване на техниките и методите, прилагането на различни софтуерни програми, както и преценка на получените резултати при всяка стъпка от анализите.

Критични забележки и предложения

На места терминологията представлява прекалено буквален превод от английски без да са търсени начини за по-коректно изразяване на български. Например фрагментиран сноп, ориентиран сноп. Ядрата в снопа са ориентирани. Не е направен обобщаващ извод при кои условия е най-добре да се конструира функцията $R(t)$.

Последното изречение в частта “Заключение” не е достатъчно ясно. Препоръчвам изказът на това твърдение да бъде представен по един по-ясен и по-пълно обяснен начин.

Въпрос

Защо експериментът е проведен с реакция на фрагментация в обратна кинематика? Възможността за съществуване по принцип на реакция на фрагментация в права кинематика не е дискутирана в дисертацията.

Заключение

Дисертационният труд се основава на първи по рода си експеримент, представляващ новост в експерименталната ядрена физика. Това е първият такъв експеримент за измерване на магнитен момент на изомерно състояние в неутронно-богато ядро далече от линията на бета-стабилност, заселено в реакция на фрагментация с релативиски сноп. Приносът на кандидата за докторска степен Лилия Атанасова Атанасова е безспорен. Приносът ѝ в анализите на данните е изключителен. Става въпрос за трудоемки анализи, изискващи разбиране и преценка на резултатите на всяка стъпка. Освен изискваните публикации свързани с дисертационния труд, са налични и дълъг списък от публикации несвързани с дисертацията, разкриващи сериозната научна дейност на кандидата.

С убеденост препоръчвам на уважаемото научно жури да присъди образователната и научна степен “доктор” на Лилия Атанасова Атанасова.

03.06.2018

Резензент:

доц. Елена Стефанова