

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Солодовник Катерини Миколаївни «Фотонні силові функції та їх застосування для усередненого опису електромагнітних переходів в атомних ядрах», подану до захисту на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.16 – фізика ядра, елементарних частинок і високих енергій

Фотонні силові функції (ФСФ) описують середній відгук ядра на електромагнітне поле та використовуються в якості вхідних характеристик для теоретичних розрахунків фотоядерних реакцій. Внаслідок цього, фотонні силові функції є важливою складовою розрахунків у різних областях ядерно-фізичних досліджень, зокрема досліджень структури атомних ядер, ядерної астрофізики, виробництва медичних ізотопів, атомної енергетики тощо. Вони є складовою частиною широковживаної бібліотеки вхідних величин, що необхідні для обчислення характеристик ядерних реакцій МАГАТЕ Reference Input Parameter Library. ФСФ визначають середні ймовірності гамма-переходів, спектри гамма-випромінювання ядер, заселення різних ізомерних станів, а також характеристики структури ядер, зокрема деформацію ядра тощо. Тому дослідження фотонних силових функцій є актуальними, як для теоретичного опису гамма-переходів, так і для використання у прикладних задачах.

В енергетичному діапазоні 10-20 MeV основний внесок до перерізу фотопоглинання електричних дипольних гамма-квантів створює збудження ізовекторного гігантського електричного дипольного резонансу (ГДР). Фотонні силові функції у цій області визначаються характеристиками гігантського дипольного резонансу. Характеристики ГДР є не тільки вхідними величинами для опису фотонних силових функцій, а також є важливими самі по собі, оскільки вони дають змогу проаналізувати різноманітні моделі збудження стану ГДР.

Для уникнення довготривалих довготривалих розрахунків у багатьох комп'ютерних кодах для розрахунків ядерних реакцій використовуються експериментальні дані електричних дипольних фотонних силових функцій та достатньо прості аналітичні моделі опису ФСФ. Тому важливою задачею є знаходження найкращої моделі опису ФСФ та її параметрів для застосування у кодах, а також знаходження систематик параметрів для розрахунку ФСФ для випадків, коли експериментальні дані відсутні.

Дисертаційна робота Солодовник К.М. присвячена дослідженню опису електричних дипольних (E1) гамма-переходів в процесах фотопоглинання та гамма-розпаду із використанням фотонних силових функцій, знаходженню найбільш надійного аналітичного виразу для опису E1 ФСФ для найкращого опису експериментальних даних. Це і визначає її актуальність.

Дисертація містить вступ, три розділи, висновки, список використаної літератури та чотири додатки.

В першому розділі дисертації представлено усереднений опис електромагнітних переходів в атомних ядрах за допомогою фотонних силових функцій, описані та проаналізовані сучасні вирази для опису електричних дипольних фотонних силових функцій. На основі аналізу експериментальних даних перерізів фотопоглинання, отримано базу даних експериментальних характеристик ГДР, базуючись на якій, отримані уточнені систематики характеристик гігантського дипольного резонансу та представлено порівняння систематик в різних моделях. Показано, що систематика параметрів в моделі спрощеного модифікованого Лоренціану в цілому краще описує експериментальні дані.

В другому розділі вперше підготовлено базу даних з перерізів фотопоглинання із систематичною похибкою менше 10% та створено базу даних електричних дипольних ФСФ фотопоглинання. Запропоновано простий метод наближеного узгодження моделей ФСФ з енергетично зваженим правилом сум. Запропонована розширена модель модифікованого Лоренціану (SMLOe) для розширення області її застосування на енергії гамма-квантів вище 30 МеВ. Проаналізована застосовність аналітичних моделей електричних дипо-

льних фотонних силових функцій для опису даних гамма-розпаду та перерізів фотопоглинання. Показано, що моделі SMLO та SMLOe дозволяють, в порівнянні з іншими аналітичними моделями, точніше описати наявні експериментальні дані з фотопоглинання та гамма-розпаду. Це дає змогу сподіватися на більш якісне передбачення ФСФ в ядрах де це питання ще недостатньо досліджено експериментально.

В третьому розділі проаналізовано вплив виду фотонних силових функцій на розрахунок середніх кутових моментів первинних уламків фотоподілу. Для цього було проведено обчислення ізомерних відношень виходів для ядер ^{95}Nb , ^{97}Nb , ^{133}Xe , ^{135}Xe в реакціях поділу ^{235}U та ^{238}U . На основі нових експериментальних даних ізомерних відношень встановлено, що розподіли станів по спіну не проявляють критичної залежності від вибору конкретного вигляду ФСФ та густин ядерних рівнів, а також від врахування кількості вилітаючих нейтронів.

В висновках дисертації сформульовані результати досліджень серед яких основним є те, що моделі спрощеного модифікованого Лоренціану SMLO та розширена модель SMLOe є найкращими для опису всіх відомих експериментальних даних як фотопоглинання, так і гамма-розпаду, що надає впевненості в тому, що зроблені в цих моделях передбачення ФСФ будуть мати високу надійність. Отримано нові експериментальні дані ізомерних відношень виходів в реакціях фотоподілу та обчислені середні кутові моменти первинних фрагментів ^{97}Nb , ^{95}Nb , ^{133}Xe , ^{135}Xe .

В цілому вважаю, що результати одержані Солодовник Катериною Миколаївною у дисертаційній роботі, представляють собою цікавий і важливий аналіз застосовності аналітичних моделей електричних дипольних фотонних силових функцій до опису перерізів фотопоглинання та гамма-розпаду.

Використання Солодовник К.М. усіх існуючих експериментальних даних по перерізах фотопоглинання з бази МАГАТЕ Experimental Nuclear Reaction Data (EXFOR) та сучасних даних гамма-розпаду, а також застосування сучасних числових методів розрахунків для аналізу застосовності різних моделей ФСФ до опису цих даних свідчать про достовірність виконаних досліджень.

Загалом позитивно оцінюючи дисертаційну роботу Солодовник К.М., варто зазначити, що також в дисертаційній роботі наявні окремі дискусійні положення.

1. З тексту дисертації не зовсім зрозуміло які мікроскопічні методи застосовувались для обґрунтування спрощеного виразу для електричних дипольних фотонних силових функцій для усередненого опису E1 гамма-переходів в процесах фотопоглинання та гамма-розпаду.
2. У формулах що визначають вигляд ФСФ присутня функція $\bar{F}_j^a(\epsilon_\gamma, T)$. З тексту дисертації не зрозуміло її фізичний зміст. (Стор. 37).
3. Не зовсім зрозуміло що означає позначення $\Gamma_j^a(\epsilon_\gamma, T)$, яке у тексті транспонується як ширина. Якщо це ширина ГДР, то чому вона, наприклад, залежить від енергії гамма кванта?
4. Стверджується, що модель SML0e, розширює застосовність моделі SML0 на область енергій гамма-квантів вище 30 МеВ. Це дійсно, в певній мірі, підтверджується результатами для ядра ^{208}Pb наведеними на рисунку 2.4. І хоча при виконанні дисертаційної роботи проведено дуже велика кількість цікавих розрахунків, на мою думку, слід було більше приділити уваги області енергій 30 – 100 Мев, оскільки вона з різних причин недостатньо досліджена. Це, як я вважаю, придало б роботі більш передбачувальний характер.

Перелічені зауваження не знижують високого наукового рівня дисертації. Дисертація Солодовник К.М. представляє завершену науково-дослідну роботу, виконану на сучасному науковому рівні, в якій використані сучасні підходи до опису електромагнітних переходів в ядрах, фізичні уявлення про структуру високозбуджених станів ядер та механізми їх релаксації.


Результати дисертації є новими і актуальними. Дуже важливим, на мою думку, висновком дисертації є визначення найкращої моделі E1 ФСФ для опису даних фотопоглинання та гамма-розпаду, яку можна рекомендувати для використання у сучасних комп'ютерних кодах для передбачення значень ФСФ у ядрах, для яких експериментальні дані відсутні.

Основні результати були вчасно опубліковані в 35 роботах, з них: 8 – статті у реферованих наукових журналах, що індексуються наукометричною

базою Scopus, 1 – стаття у науковому фаховому виданні України, 9 – електронні публікації, 17 – тези доповідей на конференціях.

Враховуючи об'єм проведених досліджень та одержані результати, вважаю, що дисертація Солодовник К.М. повністю відповідає всім вимогам, що визначаються Порядком присудження наукових ступенів (постанова КМУ від 24 липня 2013 р. № 567 зі змінами, внесеними згідно з Постановами КМУ № 656 від 19.08.2015 р., № 1159 від 30.12.2015 р., № 567 від 27.07.2016 р., № 943 від 20.11.2019 р. та № 607 від 15.07.2020 р.), а її автор заслуговує на присудження їй наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук зі спеціальності 01.04.16 “Фізика ядра, елементарних частинок і високих енергій”.

Доктор фізико-математичних наук,
старший науковий співробітник,
старший науковий співробітник
лабораторії структури атомних ядер
відділу теорії ядра і квантової теорії поля
Інституту теоретичної фізики
імені М.М. Боголюбова НАН України


О.В. Нестеров

01.09.2020 р.

Підпис О.В. Нестерова засвідчую:
Вчений секретар Інституту теоретичної
фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України
кандидат фізико-математичних наук




С.М. Перепелиця