

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Омельченка Сергія Олександровича «Дослідження когерентних і динамічних ефектів в ядерних реакціях у рамках просторово-часового аналізу», поданої до захисту на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.16 – фізика ядра та елементарних частинок і високих енергій.

Побудова теоретичних методів дослідження ядерних реакцій та їх застосування для аналізу і інтепретації існуючих експериментальних даних – є однією із актуальних проблем теоретичної ядерної фізики. Ця проблема має довгу історію, для її розв'язку прикладено дуже великі зусилля і досягнуто суттєвий прогрес. Незважаючи на це, проблема залишається актуальною, оскільки це дуже складна, багаточастинкова проблема із великою кількістю степенів вільності, і в багатьох випадках із великою кількістю відкритих каналів або, іншими словами, із великою кількістю конкуруючих процесів, якими важко знехтувати. Крім цього, внутрішня структура взаємодіючих ядер та процеси обміну нуклонів між цими ядрами в значній мірі впливають на ядерні процеси і їх потрібно враховувати. Ці фактори по різному проявляють себе у різних енергетичних інтервалах і у різних видів ядерних процесів. Виходячи із сказаного можна констатувати, що формулювання добре обгрунтованих теоретичних моделей, які пропонують адекватний опис ядерних реакцій та надійну інтепретацію експериментальних даних, є в даний час важливою задачею теорії ядерних реакцій, на розв'язок якої є великий попит.

В цьому контексті, дисертаційна робота С. О. Омельченка «Дослідження когерентних і динамічних ефектів в ядерних реакціях у рамках просторово-часового аналізу» є актуальною науковою роботою, оскільки вона присвячена формулюванню моделей для дослідження взаємодії легких та важких ядер, утворенню компаунд ядра та його розпаду на два та три фрагменти. Розроблені в дисертації методи застосовуються для опису великої низки ядерних реакцій та аналізу експериментальних даних. В дисертації модифіковано часово-просторовий метод та запропоновано дві моделі опису ядерних реакцій. Ці моделі використано для вивчення ядерних реакцій із двома та трьома частинками у вихідному каналі. Розрахунки стандартних перерізів ядерних реакцій доповнюються обчисленнями і аналізом часів протікання ядерних процесів.

Низка проблем, які розглянуті в дисертації, значний обсяг отриманих оригінальних результатів, та аналіз експериментальних даних свідчать про і актуальність, і про наукову значимість дисертаційної роботи С.О. Омельченка.

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів та висновків, списку використаних джерел із 121 найменувань. Дисертація також включає три додатки.

В першому розділі викладено основні ідеї методу, який використовується для дослідження пружних та непружних процесів. В цьому розділі вводиться час протікання ядерних процесів. Ця величина відіграє важливу роль в усій дисертації та є основою для реалізації часово-просторового аналізу ядерних реакцій. Велику увагу приділено співвідношенню між фоновою та резонансною фазами розсіяння, а також впливу цього співвідношення на форму перерізів пружного розсіяння. Встановлені кореляції між різними формами перерізів пружних процесів в околі ізольованого резонансного стану та часом протікання процесу. Розраховані автором дисертації інтегральні перерізи розсіяння протонів на ядрах ^{12}C , ^{16}O та нейтронів на ядрах ^{28}Si , ^{52}Cr , ^{56}Fe , ^{63}Cu , ^{64}Ni і ^{73}Ge добре узгоджуються із експериментальними даними, що демонструє явні можливості застосованих моделей.

Другий розділ дисертації присвячений аналізу ядерних реакцій, які генеруються при зіткненні легких ядер та породжують три частинки у вихідному каналі. Автор обмежився тими реакціями, у вихідному каналі яких утворюється дві однакові частинки, наприклад, дві альфа частинки. Розглянуто два можливих сценарія протікання таких реакцій. Перший сценарій – це послідовний процес, коли вилітає одна із двох тотожних частинок і утворюється друге складене ядро, яке потім розпадається, випромінюючи другу тотожну частинку. У другому сценарії компаунд ядро розпадається одночасно на три частинки.

В третьому розділі дисертації розглянуто інтерференційні ефекти у вихідних каналах ядерних реакцій. На цей раз розглянуто ядерні реакції, які виникають при зіткненні важких йонів. Отримані перерізи реакцій розраховані на детектування двох частинок. Детально досліджено амплітуди та частоти співпадань продуктів реакції у випадках, коли виникають ізольовані резонанси та резонанси, які слабо або сильно перекриваються.

Четвертий розділ присвячений дослідженню кінематики ядерних реакцій при високих енергіях взаємодіючих ядер, розподілу фрагментів реакцій розпаду компаунд ядра за їх енергією. Сформульвані наближення, які дають змогу вивчати інклюзивні процеси в умовах, коли відкрита велика кількість каналів реакцій. Сформульована модель часової еволюції, вона була залучена для опису

експоненціально спадаючих спектрів у великих кількості ядерних реакцій. Такі спектри були отримані в інклюзивних процесах, які породжувались взаємодією пучків як легких, так і важких ядер із різноманітними ядрами-мішенями. Теоретичні результати, які отримані в цьому розділі, для великого спектру ядерних реакцій добре узгоджуються із наявними експериментальними даними.

До головних результатів, отриманих в дисертації, слід віднести, на мій погляд, наступні результати:

1. розрахунки перерізів різноманітних реакцій, які протікають через ізольовані резонанси та резонанси, які перекриваються;
2. дослідження ядерних реакції із двома та трьома частинками у вихідному каналі;
3. розрахунки та аналіз часів протікання процесів, які досліджуються;
4. оцінки найбільш сприятливих умов для експериментального детектування продуктів ядерних реакцій.

Дисертаційна робота добре оформлена, матеріал подано чітко і ясно.

Разом з тим вважаю за потрібне зробити наступні зауваження:

1. У першому розділі введено час протікання процесу (формула (1.2) і (1.3)), але не дається обґрунтування фізичного змісту цієї величини або посилання на джерела, де ця величина була введена та обґрунтована. Було б також доцільно пояснити, фізичний зміст часу випередження. Чи пов'язаний він із відбиттям налітаючих часинок від бар'єру, який формує резонансний стан компаунд ядра?
2. Третій розділ присвячений реакціям, які виникають при зіткненні важких йонів. Можна було очікувати дискусію про те, яку роль відіграє структура цих йонів, їх спектр та розміри при визначенні перерізів реакцій, часових характеристик та іншого. Цієї дискусії не має і тому немає повного обґрунтування тих наближень, які використовуються.
3. На жаль, в дисертації не має детального порівняння результатів даної дисертації із результатами других теоретичних, альтернативних моделей. Такі порівняння могли б явно продемонструвати переваги моделей, які використовує автор дисертації.

Але ці зауваження не знижують загальної позитивної оцінки результатів, що отримані в дисертації С. О. Омельченка. Автором дисертації проведені цікаві і оригінальні теоретичні дослідження. Основні положення і висновки дисертації повно і вчасно викладені у 43 наукових працях здобувача, 13 із них опубліковано у фахових реферованих наукових журналах. Матеріали дисертаційної роботи неодноразово доповідалися на наукових конференціях в

Україні і на міжнародних конференціях. Теоретичні результати можуть бути використані в інших наукових центрах і лабораторіях для аналізу отриманих експериментальних даних.

Достовірність результатів, викладених у дисертації, підтверджується їх доброю узгодженістю із експериментальними даними. Високий науковий рівень дисертаційної роботи забезпечується використанням сучасних методів дослідження ядерних реакцій, добрим знанням автором сучасних теоретичних методів та ядерних моделей.

Робота виконана у рамках наукових програм фундаментальних досліджень Національної академії наук.

Автореферат повністю відповідає змісту дисертаційної роботи.

Вважаю, що за актуальністю, обсягом проведених досліджень, рівнем та новизною отриманих результатів дисертаційна робота «Дослідження когерентних і динамічних ефектів в ядерних реакціях у рамках просторово-часового аналізу» цілком відповідає «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. №567, що ставляться перед кандидатськими дисертаціями, а її автор, Омельченко Сергій Олександрович, безумовно заслуговує присудження йому вченого ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.16 - фізика ядра, елементарних частинок і високих енергій.

Офіційний опонент –

Доктор фізико-математичних наук,
провідний науковий співробітник
відділу теорії ядра та квантової теорії поля
Інституту теоретичної фізики
ім. М.М. Боголюбова НАН України



В.С. Василевський

16 квітня 2021 р.

Підпис доктора фіз.-мат. наук В.С. Василевського засвідчую:

Вчений секретар
Інституту теоретичної фізики
ім. М.М. Боголюбова НАН України
кандидат фізико-математичних наук




С.М. Перепелиця