

ВІДГУК

офіційного опонента, кандидата фізико-математичних наук, старшого наукового співробітника Парлага О.О. на дисертаційну роботу Голінка-Безшийко Лариси Олександрівни *“ІЗОМЕРНІ СТАНИ ПРОДУКТІВ ФОТОЯДЕРНИХ РЕАКЦІЙ НА ЯДРАХ З $51 < A < 116$ З МНОЖИННИМ ВИЛЬОТОМ ЧАСТИНОК”*, представлену на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.16 - фізика ядра, елементарних частинок і високих енергій.

Дисертаційна робота Голінка-Безшийко Лариси Олександрівни присвячена вивченню збудження ізомерних станів продуктами активації середніх по масі ядер під дією гальмового гамма-випромінювання в інтервалі граничних енергій до 84 МеВ та отриманню нових даних величин ізомерних відношень. Аналіз існуючих експериментальних даних з ізомерних відношень продуктів ядерних реакцій з високоенергетичними фотонами, свідчить, що не весь енергетичний діапазон перекрито відповідними ядерними даними, існують прогалини в діапазоні енергій фотонів від 30 до 100 МеВ. З огляду на це, дисертаційна робота Голінка-Безшийко Лариси Олександрівни *“ІЗОМЕРНІ СТАНИ ПРОДУКТІВ ФОТОЯДЕРНИХ РЕАКЦІЙ НА ЯДРАХ З $51 < A < 116$ З МНОЖИННИМ ВИЛЬОТОМ ЧАСТИНОК”* є **актуальною**, має як **фундаментальне**, так і **практичне** значення.

Дослідження, що представлені в дисертаційній роботі, виконані в рамках науково-дослідницьких тем Київського національного університету імені Тараса Шевченка: державної бюджетної теми № 01БФ051-15 «Комплексні дослідження механізмів ядерних реакцій, властивостей атомних ядер та наслідків дії іонізуючого випромінювання» та державної бюджетної теми №06БФ051-05 «Розробка методик дослідження продуктів (n,x),(γ,x) реакцій та оцінки впливу малих доз опромінення на біоту». Деякі розділи дисертаційної роботи виконувались спільно з Харківським інститутом фізики високих енергій та ядерної фізики ННЦ ХФТІ та НДК "Прискорювач" ННЦ ХФТІ.

Метою дисертаційної роботи було отримання нових ядерних даних з можливістю їх подальшого фундаментального та прикладного застосування, а саме вимірювання нових величин ізомерних відношень ядерних реакцій з множинним вильотом частинок (γ,x) для області енергій гальмівних гамма-квантів $32 \div 84$ МеВ з використанням активаційного методу та перевірки узгодження отриманих експериментальних даних з результатами теоретичних розрахунків.

Наукова новизна. Автором розроблено методику визначення ізомерних відношень продуктів фотоядерних реакцій з множинним вильотом нейтронів та протону з коректним врахуванням внеску від ядер-попередників в ізобарному ланцюжку розпаду, утворених в супутніх реакціях.

Вперше визначено величини ізомерних відношень виходів для:

– продуктів фотоядерних реакцій з множинним вильотом нейтронів $^{107}\text{Ag}(\gamma,3n)^{104\text{m.g}}\text{Ag}$, $^{109}\text{Ag}(\gamma,5n)^{104\text{m.g}}\text{Ag}$, $^{113}\text{In}(\gamma,3n)^{110\text{m.g}}\text{In}$, $^{105}\text{In}(\gamma,5n)^{110\text{m.g}}\text{In}$, $^{115}\text{In}(\gamma,7n)^{108\text{m.g}}\text{In}$ для області енергій гальмівних гамма-квантів до 32 – 84 MeB;

– продуктів фотоядерних реакцій з множинним вильотом нейтронів та протону $^{90}\text{Zr}(\gamma,2np)^{87\text{m.g}}\text{Y}$, $^{90}\text{Zr}(\gamma,3np)^{86\text{m.g}}\text{Y}$, $^{91}\text{Zr}(\gamma,3np)^{87\text{m.g}}\text{Y}$, $^{91}\text{Zr}(\gamma,4np)^{86\text{m.g}}\text{Y}$ при максимальній енергії гальмівних гамма-квантів 84 MeB;

– $^{52\text{m.g}}\text{Mn}$ продукту фотоядерної реакції з вильотом нейтрону та протону $^{54}\text{Fe}(\gamma,np)^{52\text{m.g}}\text{Mn}$ в енергетичному діапазоні до 32,8 – 43,6 MeB.

Уточнено значення параметрів гігантського дипольного резонансу для ядер ^{60}Ni , ^{63}Cu , ^{64}Zn з використанням теоретичних розрахунків для врахування можливих вихідних каналів фотоядерних реакцій.

Проведено теоретичні розрахунки ізомерних відношень з використанням програмного коду TALYS та виконано їх порівняння з експериментально отриманими величинами ізомерних відношень виходів для ядер $^{52\text{m.g}}\text{Mn}$, $^{86\text{m.g}}\text{Y}$, $^{87\text{m.g}}\text{Y}$, $^{104\text{m.g}}\text{Ag}$, $^{108\text{m.g}}\text{In}$ і $^{110\text{m.g}}\text{In}$.

Практичне значення одержаних результатів. Визначені в роботі нові 22 значення величин ізомерних відношень для продуктів фотоядерних реакцій є важливими для доповнення і оновлення баз ядерних даних, та можуть бути використані для тестування теоретичних моделей, які застосовуються в сучасних розрахункових кодах. Дані отримані для реакцій $^{107}\text{Ag}(\gamma,3n)^{104\text{m.g}}\text{Ag}$, $^{109}\text{Ag}(\gamma,5n)^{104\text{m.g}}\text{Ag}$, $^{113}\text{In}(\gamma,3n)^{110\text{m.g}}\text{In}$, $^{105}\text{In}(\gamma,5n)^{110\text{m.g}}\text{In}$, $^{115}\text{In}(\gamma,7n)^{108\text{m.g}}\text{In}$, $^{90}\text{Zr}(\gamma,2np)^{87\text{m.g}}\text{Y}$, $^{90}\text{Zr}(\gamma,3np)^{86\text{m.g}}\text{Y}$, $^{91}\text{Zr}(\gamma,3np)^{87\text{m.g}}\text{Y}$, $^{91}\text{Zr}(\gamma,4np)^{86\text{m.g}}\text{Y}$ вже включені до міжнародної бази ядерних даних EXFOR Міжнародного Агентства з Атомної Енергії (МАГАТЕ).

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних у роботі літературних джерел (132 найменувань). Загальний об'єм роботи складає 117 сторінок, яка містить 8 таблиць, 39 рисунків.

У **Вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету, об'єкт, предмет та методи досліджень.

В **першому розділі** наведено огляд літератури з питань дослідження збудження ізомерів у фотонейтронних реакціях та застосування методу ізомерних відношень. Особливу увагу приділено підходам та методиці дослідження високорогових фотоядерних реакцій із множинним вильотом частинок з використанням методу ізомерних відношень для області енергій від 30 до 100 MeB. Вказано на проблемні питання методик, що використовуються в методі ізомерних відношень, а також на перспективність використання фотоядерних реакцій для дослідження характеристик ядер.

У **Другому розділі** представлено методику визначення ізомерних відношень продуктів фотоядерних реакцій з використанням аналізу сумарного гамма-переходу з метастабільного і основного стану ядра, та наведено величини ізомерних відношень для ядер $^{104m,g}\text{Ag}$, $^{108m,g}\text{In}$ та $^{110m,g}\text{In}$, отриманих по наступних каналах реакцій: $^{107}\text{Ag}(\gamma,3n)$, $^{109}\text{Ag}(\gamma,5n)$, $^{115}\text{In}(\gamma,7n)$, $^{113}\text{In}(\gamma,3n)$, $^{115}\text{In}(\gamma,5n)$ для області енергій гальмівного гамма-випромінювання 32 – 84 MeV.

У **третьому розділі** приведено методику визначення ізомерних відношень з коректним урахуванням внеску супутніх ядерних реакцій та результати експериментального визначення ізомерних відношень продуктів фотоядерних реакцій $^{90}\text{Zr}(\gamma,3np)^{86m,g}\text{Y}$, $^{91}\text{Zr}(\gamma,4np)^{86m,g}\text{Y}$, $^{90}\text{Zr}(\gamma,2np)^{87m,g}\text{Y}$, $^{91}\text{Zr}(\gamma,3np)^{87m,g}\text{Y}$ при максимальній енергії гальмівного випромінювання 84 MeV і $^{54}\text{Fe}(\gamma,np)^{52m,g}\text{Mn}$ для енергій 32,8, 38,3, 43,6 MeV.

У **четвертому розділі** представлено порівняльний аналіз отриманих експериментальних величин ізомерних відношень для ядер $^{52m,g}\text{Mn}$, $^{86m,g}\text{Y}$, $^{87m,g}\text{Y}$, $^{104m,g}\text{Ag}$, $^{108m,g}\text{In}$ і $^{110m,g}\text{In}$ та розрахованих з використанням коду TALYS. А також, описано спосіб визначення параметрів гігантського дипольного резонансу з урахуванням всіх можливих вихідних каналів розпаду компаунд-ядра та результати розрахунків уточнених параметрів гігантського дипольного резонансу для ядер ^{60}Ni , ^{63}Cu , ^{64}Zn .

Роботу завершують **висновки та список літературних джерел**.

Дисертаційна робота оформлена на належному рівні з використанням сучасних текстових та графічних редакторів. Її основні результати викладено у 21 публікації, серед яких 11 наукових статей у фахових журналах. Результати роботи апробовано на 12 наукових конференціях та нарадах.

Автореферат повністю розкриває основні положення представленої дисертаційної роботи.

Однак дисертаційна робота не позбавлена і певних незначних недоліків та описок, а саме:

- не вдалий вираз «...інтенсивність відповідної гамма-лінії на один акт розпаду ядра...» коректно писати «...інтенсивність випромінювання гамма-квантів відповідної енергії на один акт розпаду ядра...» (28 с.);

- не вдалий вираз «...для визначення ізомерного відношення використовується гамма-лінія ізомерного переходу та одна з гамма-ліній каскаду розрядки збудженого ядра-продукта бета-розпаду основного стану...» коректно писати «...для визначення ізомерного відношення використовуються піки в апаратурному спектрі, які відповідають реєстрації гамма-кванту, що випромінюється при ізомерному переході та реєстрації одного з гамма-квантів каскаду розрядки збудженого ядра-продукта бета-розпаду основного стану» (39 с.);

- на рисунках третього розділу (рис. 3.1, рис. 3.2, рис. 3.3) присутні позначення на англійській мові (63, 64, 659 с.);
- в підписах осей на рисунках четвертого розділу (рис. 4.3, рис. 4.6, рис. 4.7, рис. 4.8.) присутні описки (94, 101, 102, 107 с.).

Вищенаведені зауваження ні в якій мірі не знижують загальну високу оцінку дисертаційної роботи Голінка-Безшийко Л.О.

Значний об'єм експериментальних досліджень, а також одержані важливі результати, які пройшли належну апробацію на конференціях, дозволяють вважати розглянуту дисертаційну роботу *закінченим науковим дослідженням*.

Вважаю, що дисертаційна робота Голінка-Безшийко Лариси Олександрівни *“ІЗОМЕРНІ СТАНИ ПРОДУКТІВ ФОТОЯДЕРНИХ РЕАКЦІЙ НА ЯДРАХ $351 < A < 116$ З МНОЖИННИМ ВИЛЬОТОМ ЧАСТИНОК”* по актуальності поставлених завдань, науковому і методологічному рівню їх розв'язання, об'єму та значимості одержаних результатів є завершеною науковою працею. В ній одержано нові науково обгрунтовані експериментальні результати, які відповідним чином узагальнено і інтерпретовано.


Вважаю, що дисертаційна робота Голінка-Безшийко Лариси Олександрівни виконана на високому науковому і методологічному рівні, має як теоретичне, так і практичне значення, відповідає вимогам щодо кандидатських дисертацій, зокрема, „Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння звання старшого наукового співробітника”, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 07.03.2007 № 423, а її автор заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.16 - фізика ядра, елементарних частинок і високих енергій.

21 січня 2016 року

Офіційний опонент, к.ф.-м.н., с.н.с
відділу фотоядерних процесів
Інституту електронної фізики НАН України

 Парлаг О.О.

Підпис к. ф.-м. н., с.н.с. Парлага О.О. засвідчую:
Вчений секретар
Інституту електронної фізики
НАН України, к.ф.-м.н.

 Торич З.З.

