



Ідентифікатор подання: 55

Тип: Секційна доповідь

Властивості високоенергетичних резонансних станів у ядрі ${}^8\text{Be}$

четвер, 29 травня 2025 р. 12:15 (20 хвилин)

Властивості високоенергетичних резонансних станів у ядрі ${}^8\text{Be}$

В. І. Жаба, В. С. Василевський, Ю. А. Лашко

Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України, Київ, Україна

Досліджено природу та структуру високоенергетичних резонансних станів у ${}^8\text{Be}$, розташованих поблизу порогу $p+{}^7\text{Li}$. Для вивчення формування цих резонансів використовується мікроскопічна багатокластерна та багатоканальна модель [1, 2]. Предметом нашого вивчення є структура та домінуючі канали розпаду подвійних резонансних станів (резонансів-близнюків) з позитивною парністю (1+, 2+, 3+ та 4+).

Оскільки основна увага приділяється аналізу збуджених станів поблизу порогу розпаду ${}^7\text{Li}+p$ ядра ${}^8\text{Be}$, важливо розглянути всі трикластерні конфігурації, які можуть генерувати найважливіші бінарні канали в цьому діапазоні енергій. Для цього ми використовуємо два окремі модельні простори, кожен з яких розроблений для врахування певного набору трикластерних конфігурацій та відповідних бінарних каналів. Перший модельний простір складається з трьох трикластерних конфігурацій:

$${}^4\text{He} + {}^3\text{H} + p, {}^4\text{He} + {}^3\text{He} + n, {}^4\text{He} + d + d,$$

які дозволяють нам врахувати такі бінарні канали:

$$p + {}^7\text{Li}, {}^3\text{H} + {}^5\text{Li}, n + {}^7\text{Be}, {}^3\text{He} + {}^5\text{He}, d + {}^6\text{Li}, {}^4\text{He} + {}^4\text{He}.$$

Другий модельний простір доповнює перший, включаючи додаткову трикластерну конфігурацію ${}^4\text{He}+2p+2n$, що дозволяє розглянути два додаткові бінарні канали: $2n+{}^6\text{Be}$, $2p+{}^6\text{He}$. Одна зі складових кожного бінарного каналу розглядається явно як двокластерна підсистема. Тому модель забезпечує більш реалістичний опис внутрішньої структури взаємодіючих кластерів, кожен з яких має різні характеристики кластеризації. Більше того, цей підхід дозволяє враховувати поляризацію кластерів, тобто здатність кластерів змінювати свій розмір і форму при наближенні до іншого кластера.

Як нуклон-нуклонну взаємодію ми обрали потенціал Хасегави-Нагати. Вхідні параметри моделі підібрані так, щоб відтворити енергії основного $3/2^-$ та першого збудженого $1/2^-$ станів ${}^7\text{Li}$ та ${}^7\text{Be}$.

Дана модель пояснює, як формуються резонансні стани $2+$, що лежать нижче порогу $p+{}^7\text{Li}$. Продемонстровано, що ці резонанси є станами Фешбахівського типу, що виникають внаслідок зв'язку відкритого каналу ${}^4\text{He}+{}^4\text{He}$ із закритими каналами $p+{}^7\text{Li}$, $n+{}^7\text{Be}$ та $d+{}^6\text{Li}$ при цих енергіях. Загалом, цей підхід забезпечує реалістичний опис експериментально спостережуваного резонансного спектру [3] поблизу порогу розпаду ${}^7\text{Li}+p$, включаючи стани негативної парності 1^- та 2^- . Наші результати узгоджуються з іншими мікроскопічними розрахунками [4-6], але пропонують більш детальне розуміння внутрішньої структури та шляхів розпаду цих резонансів.

Ми провели детальний аналіз структури резонансних станів близнюків $1+$, $2+$, $3+$ та $4+$ та визначили їхні домінуючі канали розпаду. Продемонстровано, що кластерна поляризація відіграє вирішальну роль у формуванні цих резонансів-близнюків. Показано, що з вибраним нуклон-нуклонним потенціалом неможливо отримати два резонансні стани $2+$ нижче порогу $p+{}^7\text{Li}$ без врахування кластерної поляризації. Без поляризації один з цих резонансів знаходиться трохи нижче порогу $p+{}^7\text{Li}$, тоді як другий - вище нього. Врахування кластерної поляризації значно знижує другий резонансний стан $2+$, що добре узгоджує обидва резонанси з експериментальними даними.

На противагу цьому, енергії 1^- та 2^- резонансів поблизу порогу розпаду ${}^7\text{Be}+n$ ядра ${}^8\text{Be}$ значною мірою нечутливі до ступеня поляризації бінарних підсистем. 2^- резонанс та найнижчий 1^- стан можуть бути пов'язані з розсіянням нейтронів на основному та першому збудженому станах ${}^7\text{Be}$ відповідно, тоді як другий 1^- резонанс узгоджується з конфігурацією розсіяння ${}^3\text{He}$ на ${}^5\text{He}$.

Вплив резонансних станів на поперечні перерізи та астрофізичні S-фактори реакцій буде досліджено в наступній роботі. Особлива увага буде приділена області низьких енергій у вхідних каналах реакцій, які включають утворення та розпад ядер ${}^6\text{Li}$, ${}^7\text{Li}$ та ${}^7\text{Be}$.

2. V.I. Zhaba, Yu.A. Lashko, V.S. Vasilevsky. Many-channel microscopic cluster
 model of ${}^8\text{Be}$. I. Formation of high-energy resonance states 2025. arXiv:2503.23222 [nucl-th].
3. D.R. Tilley et al. Nucl. Phys. A 745 (2004) 155.
4. P. Descouvemont, D. Baye. Nucl. Phys. A 573 (1994) 28.
5. J.P.L. Fernandez, N. Michel, M. Ploszajczak. EPJ Web of Conferences 311 (2024) 00016.
6. P. Gysbers et al. Phys. Rev. C 110 (2024) 015503.

Authors: ЖАБА, Віктор Іванович (Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України); ВАСИЛІВСЬКИЙ, Віктор Семенович (Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України); ЛАШКО, Юлія Анатоліївна (Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України)

Доповідач: ЖАБА, Віктор Іванович (Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України)

Тип засідання: Теоретична ядерна фізика

Класифікація за напрямком: Теоретична ядерна фізика