

Измерение сечений ядерных реакций взаимодействия протонов и дейтронов с литием

Бикчурина М.И.^{1,2}, Быков Т.А.^{1,2}, Касатов Д.А.^{1,2}, Колесников Я.А.^{1,2},
Остреинов Г.М.^{1,2}, Савинов С.С.^{1,2}, Соколова Е.О.^{1,2} и Таскаев С.Ю.^{1,2}

¹Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск, проспект
Академика Лаврентьева, д. 11

²Новосибирский Государственный Университет, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2

В Институте ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН предложен, создан и функционирует эпитепловой источник нейтронов на базе ускорителя заряженных частиц и литиевой мишени для развития бор-нейтронозахватной терапии (БНЗТ), – перспективного метода лечения злокачественных опухолей, и для других различных применений. Источник нейтронов состоит из тандемного ускорителя заряженных частиц оригинальной конструкции, литиевой нейтроногенерирующей мишени для генерации нейтронов в результате реакции ${}^7\text{Li}(p,n){}^7\text{Be}$ или ${}^7\text{Li}(d,n)$ и системы формирования пучка терапевтического пучка нейтронов [1]. Установка способна производить α -частицы в результате различных реакций [2].

Знание сечений реакций $\text{Li}(p,)$, $\text{Li}(d,)$ важно как для оценки ядерных данных, так и в рамках БНЗТ и других приложений. В данной работе с хорошей точностью для энергий протонов/дейтронов $E = 0,4 - 2,2$ МэВ исследуются сечения следующих ядерных реакций: ${}^7\text{Li}(d,n\alpha){}^4\text{He}$, ${}^7\text{Li}(d,\alpha){}^5\text{He} \rightarrow \alpha + n$, ${}^6\text{Li}(d,\alpha){}^4\text{He}$, ${}^6\text{Li}(d,p){}^7\text{Li}$, ${}^6\text{Li}(d,p){}^7\text{Li}^*$, ${}^7\text{Li}(p,\alpha){}^4\text{He}$. Измерения проведены с помощью полупроводникового α -спектрометра на основе кремния методом спектроскопии рассеяния ионов. Измерено энергетическое распределение α -частиц из толстого слоя карбида бора при облучении пучком протонов с энергией от 0,6 до 2,1 МэВ. Результаты показывают, что с помощью тонкого слоя бора можно измерять сечения ядерных реакций ${}^{11}\text{B}(p,\alpha){}^8\text{Be}$, ${}^{11}\text{B}(p,\alpha){}^8\text{Be}^*$ и ${}^{11}\text{B}(p,\alpha)\alpha$. Для осаждения тонкого слоя бора на металлическую подложку предлагается использовать метод магнетронного распыления с предварительным нагревом теплоизолированной мишени слаботочным высоковольтным разрядом. Измерение сечения реакции представляет большую ценность как для бор-протон-захватной терапии, так и для безнейтронной термоядерной энергетики на реакции ${}^{11}\text{B}(p,\alpha)\alpha$.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы Приоритет-2030.

Список литературы

1. S. Taskaev, E. Berendeev, M. Bikchurina, T. Bykov, D. Kasatov, I. Kolesnikov, A. Koshkarev, A. Makarov, G. Ostreinov, V. Porosev, S. Savinov, I. Shchudlo, E. Sokolova, I. Sorokin, T. Sycheva, G. Verkhovod. Neutron Source Based on Vacuum Insulated Tandem Accelerator and Lithium Target. *Biology* 10 (2021) 350.
2. S. Taskaev, M. Bikchurina, T. Bykov, D. Kasatov, Ia. Kolesnikov, A. Makarov, G. Ostreinov, S. Savinov, E. Sokolova. Cross-section measurement for the ${}^7\text{Li}(p,\alpha){}^4\text{He}$ reaction at proton energies 0.6 - 2 MeV. *Nuclear Inst. and Methods in Physics Research B* 525 (2022) 55-61.