

А. Т. Рудчик^{1,*}, А. А. Рудчик¹, О. О. Чепурнов¹, К. Русек², К. В. Кемпер³, Є. І. Коший⁴, С. Ю. Межевич¹,
Вал. М. Пірнак¹, О. А. Понкратенко¹, А. Столяж², Р. Сюдак⁵, А. П. Ільїн¹, Ю. М. Степаненко¹,
В. В. Улещенко¹, Ю. О. Ширма¹

¹ Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ

² Лабораторія важких іонів Варшавського університету, Варшава, Польща

³ Відділ фізики, Флоридський державний університет, Таллахасі, США

⁴ Циклотронний інститут Техаського А&М університету, Техас, США

⁵ Інститут ядерної фізики ім. Г. Неводнічанського, Краків, Польща

*Відповідальний автор: rudchik@kinr.kiev.ua

МЕХАНІЗМИ РЕАКЦІЇ ${}^6\text{Li}({}^{10}\text{B}, {}^9\text{Be}){}^7\text{Be}$ ПРИ ЕНЕРГІЇ 51 МеВ. СТРУКТУРА ТА ВЗАЄМОДІЯ ЯДЕР ${}^9\text{Be} + {}^7\text{Be}$

Отримано нові експериментальні дані диференціальних перерізів реакції ${}^6\text{Li}({}^{10}\text{B}, {}^9\text{Be}){}^7\text{Be}$ при енергії 51 МеВ пучка іонів ${}^{10}\text{B}$ для основних станів ядер ${}^9\text{Be}$ і ${}^7\text{Be}$ та збуджень 0,429 - 7,2 МеВ ядра ${}^7\text{Be}$. Експериментальні дані реакції проаналізовано за методом зв'язаних каналів реакцій (МЗКР) для багатьох типів передач нуклонів і кластерів, спектроскопічні амплітуди (фактори) яких в ядрах ${}^9\text{Be}$ і ${}^7\text{Be}$ обчислювались з використанням траєкторіально-інваріантної моделі оболонки. У МЗКР-розрахунках реакції використано потенціали Вудса - Саксона. Для вхідного каналу реакції використано параметри потенціалу, одержані раніше з аналізу експериментальних даних пружного розсіяння іонів ${}^{10}\text{B}$ ядрами ${}^6\text{Li}$ при енергії 51 МеВ, а параметри потенціалу взаємодії ядер ${}^9\text{Be} + {}^7\text{Be}$ вихідного каналу реакції визначалися із підгонки МЗКР-розрахунків до експериментальних даних реакції. Таким чином, у даній роботі отримано відомості про оптичний потенціал взаємодії ядер ${}^9\text{Be} + {}^7\text{Be}$, основні механізми реакції та структуру ядер ${}^9\text{Be}$ і ${}^7\text{Be}$.

Ключові слова: експериментальні дані реакції ${}^6\text{Li}({}^{10}\text{B}, {}^9\text{Be}){}^7\text{Be}$, $E = 51$ МеВ; $\sigma(\theta)$; механізми реакції, параметри потенціалу взаємодії ядер ${}^9\text{Be} + {}^7\text{Be}$, спектроскопічні амплітуди нуклонів і кластерів ядер ${}^9\text{Be}$ і ${}^7\text{Be}$.

А. Т. Rudchik^{1,*}, А. А. Rudchik¹, О. О. Chepurnov¹, К. Rusek², К. W. Kemper³,
E. I. Koshchy⁴, S. Yu. Mezhevych¹, Val. M. Pirnak¹, O. A. Ponkratenko¹, A. Stolarz²,
R. Siudak⁵, A. P. Iyyn¹, Yu. M. Stepanenko¹, V. V. Uleshchenko¹, Yu. O. Shyrma¹

¹ Institute for Nuclear Research, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

² Heavy Ion Laboratory of Warsaw University, Warsaw, Poland

³ Physics Department, Florida State University, Tallahassee, USA

⁴ Cyclotron Institute, Texas A&M University, College Station, USA

⁵ H. Niewodniczański Institute of Nuclear Physics, Cracow, Poland

*Corresponding author: rudchik@kinr.kiev.ua

${}^6\text{Li}({}^{10}\text{B}, {}^9\text{Be}){}^7\text{Be}$ REACTION MECHANISMS. STRUCTURE AND INTERACTION OF ${}^9\text{Be} + {}^7\text{Be}$ NUCLEI

New experimental data of angular distributions for the ${}^6\text{Li}({}^{10}\text{B}, {}^9\text{Be}){}^7\text{Be}$ reaction were measured at the energy $E_{\text{lab}}({}^{10}\text{B}) = 51$ MeV for the ground states of nuclei and excited 0.429 - 7.2 MeV states of ${}^7\text{Be}$. The reaction experimental data were analyzed within coupled-reaction-channels method (CRC) for many types of the nucleon and cluster transfers which spectroscopic amplitudes (factors) in the ${}^9\text{Be}$ and ${}^7\text{Be}$ nuclei were calculated using translation invariant shell model. The Woods - Saxon potential was used for CRC-calculations. The ${}^6\text{Li} + {}^{10}\text{B}$ potential parameters were deduced before from the analysis of experimental data of ${}^{10}\text{B}$ ions scattering by ${}^6\text{Li}$ nuclei at the energy $E_{\text{lab}}({}^{10}\text{B}) = 51$ MeV and the ${}^9\text{Be} + {}^7\text{Be}$ potential parameters for exit reaction channel were deduced from the CRC-calculations fitting to the reaction experimental data. Thus, the information about the ${}^9\text{Be} + {}^7\text{Be}$ optical potential, the basic reaction mechanisms and the ${}^9\text{Be}$ and ${}^7\text{Be}$ nuclei structures were deduced.

Keywords: nuclear reactions ${}^6\text{Li}({}^{10}\text{B}, {}^9\text{Be}){}^7\text{Be}$ data at $E = 51$ MeV, $\sigma(\theta)$, reaction mechanisms, parameters of ${}^9\text{Be} + {}^7\text{Be}$ potential, spectroscopic amplitudes of nucleons and clusters in the ${}^9\text{Be}$ and ${}^7\text{Be}$ nuclei.

REFERENCES

1. S. Verma et al. Measurements of elastic scattering for ${}^7\text{Be}$, ${}^7\text{Li} + {}^9\text{Be}$ systems and fusion cross sections for ${}^7\text{Li} + {}^9\text{Be}$ system. *Eur. Phys. J. Special Topics* **150** (2007) 75.
2. A.T. Rudchik et al. Comparison of ${}^7\text{Li}$, ${}^7\text{Be} + {}^9\text{Be}$ elastic scattering in the coupled-reaction-channels approach. *Eur. Phys. J. A* **41** (2009) 31.
3. K.A. Weber et al. Elastic scattering of ${}^7\text{Li}$ from light target nuclei. *Nucl. Phys. A* **186** (1972) 145.

4. K.W. Kemper et al. Spectroscopic information from the ${}^9\text{Be}({}^7\text{Li}, {}^6\text{He}){}^{10}\text{B}$ and ${}^9\text{Be}({}^7\text{Li}, {}^6\text{Li}){}^{10}\text{Be}$ reaction. [Phys. Rev. C 15\(5\) \(1977\) 1726](#).
5. F. Carstoin et al. Refractive effects in the scattering of loosely bound nuclei. [Phys. Rev. C 70 \(2004\) 054610](#).
6. A.T. Rudchik et al. Elastic and inelastic scattering of ${}^{10}\text{B}$ ions by ${}^6\text{Li}$ nuclei at energy 51 MeV. [Yaderna Fizyka ta Energetyka \(Nucl. Phys. At. Energy\) 21\(1\) \(2020\) 29](#). (Ukr)
7. Yu.F. Smirnov, Yu.M. Tchuvilsky. Cluster spectroscopic factors for the p-shell nuclei. [Phys. Rev. C 15 \(1977\) 84](#).
8. A.T. Rudchik, Yu.M. Tchuvilsky. Spectroscopic amplitude calculations for different clusters in the 1p-shell nuclei (code DESNA). Preprint of the Institute for Nuclear Research AS UkrSSR (Kyiv, 1982) 27 p. (Rus)
9. A.T. Rudchik, Yu.M. Tchuvilsky. Spectroscopic amplitudes of multinuclear clusters in the 1p-shell nuclei and multinuclear transfer reaction analysis. [Ukr. J. Phys. 30 \(1985\) 819](#). (Rus)
10. A.N. Boyarkina. *Structure of the Nuclei of the 1p Shell* (Moskva: Moskovskiy Universitet, 1973) 62 p.
11. J. Cook. DF POT: a program for the calculation of double folded potentials. [Comp. Phys. Com. 25 \(1982\) 125](#).

Надійшла/Received 23.09.2021