

А. Т. Рудчик^{1,*}, А. А. Рудчик¹, О. Е. Куцик¹, К. Русек², К. В. Кемпер³,
Е. П'ясецькі², А. Столяж², А. Тціньська², Вал. М. Пірнак¹, О. А. Понкратенко¹,
І. Строек⁴, Є. І. Кошій⁵, Р. Сюдак⁶, С. Б. Сакута⁷, С. А. Вознюк¹,
А. П. Ільїн¹, Ю. М. Степаненко¹, В. В. Улещенко¹, Ю. О. Ширма¹

¹ Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна

² Лабораторія важких іонів Варшавського університету, Варшава, Польща

³ Відділ фізики Флоридського державного університету, Таллахасі, США

⁴ Національний центр ядерних досліджень, Варшава, Польща

⁵ Циклотронний інститут Техаського А&М університету, Техас, США

⁶ Інститут ядерної фізики ім. Г. Неводнічанського, Краків, Польща

⁷ Національний дослідницький центр «Курчатовський інститут», Москва, Росія

⁸ Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

*Відповідальний автор: rudchik@kinr.kiev.ua

ПРУЖНЕ Й НЕПРУЖНЕ РОЗСІЯННЯ ІОНІВ ¹⁵N ЯДРАМИ ¹³C ПРИ ЕНЕРГІЇ 84 MeV

Отримано нові експериментальні дані диференціальних перерізів пружного й непружного розсіяння іонів ¹⁵N ядрами ¹³C при енергії $E_{\text{лаб}}(^{15}\text{N}) = 84$ MeV. Експериментальні дані проаналізовано за методом зв'язаних каналів реакцій. Пружне й непружне розсіяння ядер ¹⁵N + ¹³C та найбільш важливі реакції передачі нуклонів і кластерів включались у схему зв'язку каналів. Визначено параметри потенціалу Вудса - Саксона взаємодії ядер ¹⁵N + ¹³C в основних та збуджених станах, а також параметри деформації цих ядер. Оцінено внески реакцій одно- та двоступінчастих передачі нуклонів і кластерів у диференціальні перерізи пружного й непружного розсіяння ядер ¹⁵N + ¹³C. Отримані в даній роботі результати дослідження пружного розсіяння ядер ¹⁵N + ¹³C при енергії $E_{\text{лаб}}(^{15}\text{N}) = 84$ MeV порівняно з результатами дослідження пружного розсіяння іонів ¹⁵N ядрами ¹²C при енергії $E_{\text{лаб}}(^{15}\text{N}) = 81$ MeV.

Ключові слова: ядерні реакції ¹³C(¹⁵N, ¹⁵N), $E = 84$ MeV, $\sigma(\theta)$, механізми розсіяння та параметри потенціалу Вудса - Саксона, метод зв'язаних каналів реакцій.

A. T. Rudchik^{1,*}, A. A. Rudchik¹, O. E. Kutsyk¹, K. Rusek², K. W. Kemper³, E. Piasecki², A. Stolarz²,
A. Trzcńska², Val. M. Pirnak¹, O. A. Ponkratenko¹, I. Strojek⁴, E. I. Koshchiiy⁵, R. Siudak⁶,
S. B. Sakuta⁷, S. A. Vozniuk¹, A. P. Ilyin¹, 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, Warsaw University, Warsaw, Poland

³ Physics Department, Florida State University, Tallahassee, USA

⁴ National Institute for Nuclear Research, Warsaw, Poland

⁵ Cyclotron Institute, Texas A&M University, College Station, USA

⁶ H. Niewodniczanski Institute of Nuclear Physics, Krakow, Poland

⁷ National Research Centre "Kurchatov Institute", Moscow, Russia

*Corresponding author: rudchik@kinr.kiev.ua

ELASTIC AND INELASTIC SCATTERING OF ¹⁵N IONS BY ¹³C NUCLEI AT ENERGY 84 MeV

New experimental data of the ¹⁵N + ¹³C elastic and inelastic scattering were obtained at the energy $E_{\text{лаб}}(^{15}\text{N}) = 84$ MeV. The data were analyzed within the coupled-reaction-channels method. The elastic and inelastic scattering of nuclei ¹⁵N + ¹³C as well as the more important nucleon and cluster transfer reactions were included in the channels-coupling scheme. The WS potential parameters for the ¹⁵N + ¹³C nuclei interactions in ground and excited states as well as deformation parameters of these nuclei were deduced. The contributions of one- and two-step transfers in the ¹⁵N + ¹³C elastic and inelastic scattering were estimated. The results of the ¹⁵N + ¹³C elastic scattering at the energy $E_{\text{лаб}}(^{15}\text{N}) = 84$ MeV, obtained in this work, were compared with that of the ¹⁵N + ¹²C elastic scattering at the energy $E_{\text{лаб}}(^{15}\text{N}) = 81$ MeV.

Keywords: nuclear reactions ¹³C(¹⁵N, ¹⁵N), $E = 84$ MeV, $\sigma(\theta)$, scattering mechanisms and Woods-Saxon potential, coupled-reaction-channels analysis.

REFERENCES

1. A. Gamp et al. Interfering proton and neutron transfer in the reaction ¹³C(¹⁵N, ¹⁴N)¹⁴C. *Nucl. Phys. A* 250 (1975) 341.

2. E Piasecki et al. *Project ICARE at HIL* (Warsaw: Heavy Ion Laboratory, 2007) 38 p.
3. A.T. Rudchik et al. Elastic and inelastic scattering of ^{15}N ions by ^{12}C nuclei at energy 81 MeV. *Yaderna Fizyka ta Energetyka (Nucl. Phys. At. Energy)* 19(3) (2018) 210. (Ukr)
4. A.T. Rudchik et al. Elastic and inelastic scattering of ^{15}N ions by ^{12}C at 81 MeV and the effect of transfer channels. *Acta Physica Polonica B* 50 (2019) 753.
5. Yu. F Smirnov, Yu. M Tchuvil'sky. Cluster spectroscopic factors for the p -shell nuclei. *Phys. Rev. C* 15 (1977) 84.
6. I.J. Thompson. Coupled reaction channels calculations in nuclear physics. *Comp. Phys. Rep.* 7 (1988) 167.
7. S.Yu. Mezhevych et al. The $^{13}\text{C} + ^{11}\text{B}$ elastic and inelastic scattering and isotopic effects in the of $^{12,13}\text{C} + ^{11}\text{B}$ scattering. *Nucl. Phys. A* 724 (2003) 29.
8. A.T. Rudchik et al. ^{15}N elastic and inelastic scattering by ^{11}B at 84 MeV. *Nucl. Phys. A* 939 (2015) 1.
9. A.T. Rudchik, Yu.M. Tchuvil'sky. 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)
10. A.T. Rudchik, Yu.M. Tchuvil'sky. Spectroscopic amplitudes of multinuclear clusters in the $1p$ -shell nuclei and multinuclear transfer reaction analysis. *Ukr. J. Phys.* 30 (1985) 819. (Rus)
11. J. Cook DF POT: a program for the calculation of double folded potentials. *Comp. Phys. Com.* 25 (1982) 125.
12. H. De Vries, C.W. De Jager, C. De Vries. Nuclear charge-density-distribution parameters from elastic electron scattering. *Atomic Data and Nuclear Data Tables* 36 (1987) 495.

Надійшла/Received 21.09.2020