

А. В. Михайлов<sup>1</sup>, Ю. М. Павленко<sup>2</sup>, В. Л. Шаблов<sup>1</sup>, А. В. Степанюк<sup>2</sup>, І. А. Тирас<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Обнінський інститут атомної енергетики,  
Національний дослідницький ядерний університет МІФІ, Обнінськ, Росія*  
<sup>2</sup> *Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ*

## ЭФФЕКТЫ КУЛОНОВСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В МНОГОЧАСТИЧНЫХ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЯХ С ОБРАЗОВАНИЕМ ДВУХФРАГМЕНТНЫХ РЕЗОНАНСОВ

Розроблено модифіковану теорію взаємодії в кінцевому стані, що враховує кулонівську взаємодію продуктів розпаду двофрагментних ядерних резонансів із супутнім продуктом реакції, включаючи випадок біляпорогових резонансів. Досліджено також зміну співвідношення гілок розпаду для біляпорогового резонансу  ${}^7\text{Li}^*$  ( $E_x = 7,45$  MeV), що збуджується в реакції  ${}^7\text{Li}(\alpha, \alpha){}^7\text{Li}^*$  при  $E_\alpha = 27,2$  MeV.

*Ключові слова:* тричастинкові ядерні реакції, ядерні резонанси, теорія резонансів, кулонівська взаємодія, біляпорогові резонанси, канали розпаду, співвідношення гілок розпаду.

А. В. Михайлов<sup>1</sup>, Ю. Н. Павленко<sup>2</sup>, В. Л. Шаблов<sup>1</sup>, А. В. Степанюк<sup>2</sup>, И. А. Тырас<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Обнинский институт атомной энергетики,  
Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, Обнинск, Россия*  
<sup>2</sup> *Институт ядерных исследований НАН Украины, Киев*

## ЭФФЕКТЫ КУЛОНОВСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В МНОГОЧАСТИЧНЫХ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЯХ С ОБРАЗОВАНИЕМ ДВУХФРАГМЕНТНЫХ РЕЗОНАНСОВ

Разработана модифицированная теория взаимодействия в конечном состоянии, которая учитывает кулоновское взаимодействие продуктов распада двухфрагментных ядерных резонансов с сопутствующим продуктом реакции, включая случай околопороговых резонансов. Исследовано также изменение соотношения вервей распада для околопорогового резонанса  ${}^7\text{Li}^*$  ( $E_x = 7,45$  МэВ), возбуждаемого в реакции  ${}^7\text{Li}(\alpha, \alpha){}^7\text{Li}^*$  при  $E_\alpha = 27,2$  МэВ.

*Ключевые слова:* трехчастичные ядерные реакции, ядерные резонансы, теория резонансов, кулоновское взаимодействие, околопороговые резонансы, каналы распада, соотношение ветвей распада.

A. V. Mikhailov<sup>1</sup>, Yu. N. Pavlenko<sup>2</sup>, V. L. Shablov<sup>1</sup>, A. V. Stepaniuk<sup>2</sup>, I. A. Tyras<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Obninsk Institute for Nuclear Power Engineering,  
National Research Nuclear University MePhI, Obninsk, Russia*  
<sup>2</sup> *Institute for Nuclear Research, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv*

## COULOMB INTERACTION EFFECTS IN MANY-PARTICLE NUCLEAR REACTIONS WITH TWO-FRAGMENT RESONANCE FORMATION

The modified final-state interaction theory taking into consideration the Coulomb interaction between two-fragment nuclear resonance decay products and accompanying reaction products is developed including the case of near-threshold resonances. The branching ratio change is also studied for the near-threshold resonance  ${}^7\text{Li}^*$  ( $E_x = 7.45$  MeV), which is formed in the reaction  ${}^7\text{Li}(\alpha, \alpha){}^7\text{Li}^*$  at  $E_\alpha = 27.2$  MeV.

*Keywords:* three-particle reactions, nuclear resonances, resonance theory, Coulomb interaction, near-threshold resonances, decay channels, branching ratio.

## REFERENCES

1. Komarov V.V., Green A.M., Popova A.M., Shablov V.L. Coulomb and nuclear field effects on two-body resonances // *Modern Phys. Lett. A.* - 1987. - Vol. 2. - P. 81 - 88.
2. Kuchiev M.Yu., Sheinerman S.A. Resonance processes with three charged particle in the final state // *Zh. Eksp. Teor. Fiz.* - 1986. - Vol. 90. - P. 1680 - 1689.
3. Ashurov A.R., Zubarev D.A., Mukhamedzhanov A.M., Yarmukhamedov R. Reactions with three charged particles and a resonance in the intermediate state// *Sov. J. Nucl. Phys.* - 1991. - Vol. 53. - 97 - 106.
4. Komarov V.V., Popova A.M., Karmanov F.I. et al. Scattering properties of two-fragment systems produced by many-particle reactions // *Phys. of Elem. Part. and Atom. Nucl.* - 1992. - Vol. 23, No. 4. - P. 1035 - 1087.
5. Nemetz O.F., Popova A.M., Komarov V.V. et al. Change in the scattering properties of two-fragment nuclear systems in many-particle nuclear reactions // *Izv. Akad. Nauk SSSR: ser. fiz.* - 1990. - Vol. 54, No. 5. - P. 942 - 948.
6. Pugatch V.M., Kozir Yu.E., Medvedev V.I. et al. Quantum characteristics of short lived states of  $^8\text{Be}$  excited in binary and three-particle reactions // *Izv. Akad. Nauk SSSR: ser. fiz.* - 1985. - Vol. 49. - P. 905 - 910.
7. Fazio G., Giardina G., Karmanov F.I., Shablov V.L. Properties of the Resonance Scattering in Two-Fragment Systems Formed in Many-Particle Nuclear Reactions // *Int. J. Mod. Phys. E.* - 1996. - Vol. 5. - P. 175 - 190.
8. Shablov V.L., Tyras I.A. Modeling the dynamics of the final state interaction in nuclear reactions with charged particles // *Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika.* - 2007. - Vol. 3, No. 2. - P. 127 - 131.
9. Nemets O.F., Pavlenko Yu.N., Shablov V.L. et al. Angular correlations and decay branching ratio for excited state of  $^7\text{Li}^*(7,45 \text{ MeV})$  in reactions  $^7\text{Li}(\alpha, \alpha)^7\text{Li}^*$  // *Nucl. Phys. At. Energy.* - 2007. - Vol. 1(19). - P. 36 - 44.
10. Komarov V.V., Popova A.M., Shablov V.L. Dynamics of Few Quantum Particle Systems. - M.: Moscow University, 1996. - 334 p.
11. Pavlenko Yu.N. The method of branching ratio measurements for nuclear unbound states produced by three particle reactions // *Problems of atomic science and technology. Ser. Nucl. Phys. Inv.* - 2005. - Vol. 6 (45). - P. 11 - 16.
12. Shablov V.L., Bilyk V.A., Popov Yu.V. Cook's method in the problem of the many-body Coulomb wave operator convergence // *Fundamental and applied mathematics.* - 2002. Vol. 8. - P. 559 - 566.
13. Peterkop R.K. Theory of Ionization of Atoms. - Boulder: Colorado Associated University Press, 1977. - 263 p.
14. Nordsieck A. Reduction of an Integral in the Theory of Bremsstrahlung // *Phys. Rev.* - 1954. - Vol. 93. - P. 785 - 787.
15. Wildermuth K., Tang Y.C. A United Theory of Nuclei. - M.: Mir, 1980. - 502 p. (In Russian).
16. Nikitiu N. Phase-shift analysis in Physics of Nuclear Interactions. - M.: Mir, 1983. - 416 p.
17. Pavlenko Yu.N., Shablov V.L., Bondarenko O.S. et al. Space distributions and decay probability for excited state of  $^7\text{Li}^*(7.45 \text{ MeV})$  in reaction  $^7\text{Li}(\alpha, \alpha^6\text{Li})n$  // *Nucl. Phys. At. Energy.* - 2007. - Vol. 20 - P. 65 - 74.
18. Smith A.B., Guenther P.T., Whalen J.F. Neutron total and scattering cross sections of  $^6\text{Li}$  in the low-MeV range // *Nucl. Phys. A.* - 1982. - Vol. 373, No. 2. - P. 305 - 325.
19. Reed M., Simon B. Methods of Modern Mathematical Physics IV: Analysis of Operators. - New York, San Francisco, London: Academic Press, 1978. - 404 p.
20. Pavlenko Yu.N., Dobrikov V.N., Doroshko N.L. et al. Decay properties of short lived resonances of light nuclei in many-particle nuclear reactions // *Int. J. of Mod. Phys. E.* - 2010. Vol. 19, Iss. 5-6. - P. 1220 - 1226.
21. Merkuriev S.P., Faddeev L.D. Quantum Scattering Theory for Few Particle Systems. - M.: Nauka, 1985. - 400 p.
22. Shablov V.L., Bilyk V.A., Popov Yu.V. The momentum representation of the two-body Coloumb Green's function // *J. Phys. IV (France).* - 1999. - Vol. 9, Pr 6. - P. 65 - 69.
23. Baz' A.I., Zel'dovich Ya.B., Perelomov A.M. Scattering, Reactions, Decays in Nonrelativistic Quantum Mechanics. - M.: Nauka, 1971. - 544 p.

Надійшла 11.11.2014

Received 11.11.2014