

THE STUDY OF MULTINUCLEON TRANSFER REACTIONS FOR SYNTHESIS OF NEW HEAVY AND SUPERHEAVY NUCLEI

H. M. Devaraja^{a,1}, *A. V. Yeremin*^{a,b}, *S. Heinz*^c, *A. G. Popeko*^{a,b}

^a Joint Institute for Nuclear Research, Dubna

^b Dubna State University, Dubna, Russia

^c GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH, Darmstadt, Germany

The standard reaction methods, such as fragmentation, fission or fusion used to synthesize exotic nuclei, have reached their experimental limits. Multinucleon transfer (MNT) reactions are discussed as the potential method to reach the still unknown region of exotic proton/neutron-rich heavy and superheavy nuclei. Studies of MNT reactions to follow this goal are presently a hot topic in various laboratories around the world. At the SHIP velocity filter of GSI Darmstadt, our high sensitivity leads for the first time in collisions of $^{48}\text{Ca} + ^{248}\text{Cm}$ to the discovery of five new isotopes with $Z \geq 92$ produced in MNT reactions. It also enabled the observation of three nuclei of the quite heavy and neutron-rich isotope ^{260}No . These results are very promising for further studies of MNT reactions for the synthesis of new heavy and superheavy nuclei. The implementation of improved detection efficiency, a faster data acquisition system, the use of various actinide targets, a longer irradiation time along with optimal field settings will be beneficial. This additionally allows one to suppress high background and to observe new neutron-deficient nuclides in the $Z \geq 92$ region of interest with a half-life of up to microseconds, and also several above-target nuclides located close to the border in the present nuclear chart are possible to be reached. In this context, first experimental tests for separation of the transfer products with the use of the SHELS velocity filter at FLNR JINR in Dubna were performed. The applied fast detection systems assured its best possible performance, similar to SHIP, for the future investigation of deep inelastic transfer collisions. In this paper, our results are discussed together with previous measurements, and perspectives are given for the application of multinucleon transfer reactions to produce new heavy and superheavy isotopes. A project of a new kinematic separator intended for studies of MNT reactions is also discussed. We plan to implement the project together with modernization of U400 cyclotron (U400R).

Стандартные реакции, такие как фрагментация, расщепление или слияние, используемые для синтеза экзотических ядер, достигли своих экспериментальных пределов. В качестве потенциальной замены им обсуждается использование реакций мультинуклонной передачи (МНП) для достижения до сих пор неизвестной области существования протон/нейтрон-избыточных тяжелых и сверхтяжелых ядер. Исследования МНП-реакций для достижения данной цели являются в настоящее время очень популярными в различных лабораториях мира. Фильтр по

¹E-mail: devaraja@jinr.ru

быстротам SHIP в GSI в Дармштадте может обеспечить впервые в мире высокую чувствительность, необходимую для открытия пяти новых изотопов с $Z \geq 92$ в реакциях МНП при столкновениях $^{48}\text{Ca} + ^{248}\text{Cm}$. Также он позволяет наблюдать три ядра достаточно тяжелого и нейтрон-избыточного изотопа ^{260}No . Полученные результаты являются многообещающими для дальнейших исследований возможности использования реакций МНП для синтеза новых тяжелых и сверхтяжелых ядер. Использование улучшенной эффективности детектирования, более быстрой системы сбора данных, различных мишеней-актинилов, более длительного времени облучения наряду с оптимальными настройками поля может помочь проводимым исследованиям. Перечисленные изменения также помогут подавить сильный фон и беспрепятственно наблюдать новые нейтрон-дефицитные нуклиды в исследуемой области $Z \geq 92$, время полураспада которых составляет микросекунды, и несколько нуклидов со сравнимыми с исследуемыми Z , находящимися близко к границе известной карты ядер. Первые тесты по разделению продуктов передачи с помощью фильтра по быстротам SHELS были проведены в ЛЯР ОИЯИ в Дубне. Используемые системы быстрого детектирования обеспечили наилучшую возможную результативность, сходную с SHIP, и могут в дальнейшем применяться для исследования глубоконеупругих столкновений с передачей. В данной работе представленные результаты сравниваются с предыдущими опубликованными измерениями, а также обсуждаются перспективы применения реакций с мультинуклонной передачей для синтеза новых тяжелых и сверхтяжелых изотопов. Также в работе обсуждается новый кинематический сепаратор, предназначенный для исследований реакций МНП. В дальнейшем планируется улучшение проекта за счет модернизации циклотрона U400 (U400R).

PACS: 25.70.Hi; 25.70.Jj; 25.70.Kk; 25.70.Bc

Received on April 11, 2022.