

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ И РАДИАЦИОННОЙ ФИЗИКИ (ИЯРФ)

ПОЛУЧЕНИЕ НОВЫХ СВЕРХТЯЖЕЛЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

В рамках комплексной программы «Развитие техники, технологий и научных исследований в области использования атомной энергии в Российской Федерации на период до 2024 года» РФЯЦ-ВНИИЭФ совместно с Лабораторией ядерных реакций (ЛЯР) ОИЯИ, АО «ГНЦ НИИАР» и ФГУП «Комбинат ЭХП» реализует проект «Разработка комплекса по синтезу сверхтяжелых элементов, включая разработку технологий и получение изотопов для синтеза», целью которого является получение новых элементов с $Z = 119$ и $Z = 120$ в результате реакций ${}_{97}^{249}\text{Bk} + {}_{22}^{50}\text{Ti}$ и ${}_{98}^{251}\text{Cf} + {}_{22}^{50}\text{Ti}$ соответственно.

Синтез новых сверхтяжелых элементов (СТЭ) позволит глубже понять строение ядерной материи, моделировать процессы образования тяжелых элементов во Вселенной, прогнозировать их существование в природе. Элемент с $Z = 119$ станет первым элементом в восьмом периоде Периодической таблицы химических элементов.

Проект, головным исполнителем которого является РФЯЦ-ВНИИЭФ, предусматривает следующие направления работ:

- разработка комплекса для синтеза СТЭ, включающего высокоточный инжектор многозарядных ионов на базе сверхпроводящего ионного источника электронно-циклотронного резонанса (ЭЦР), – ЛЯР ОИЯИ;
- разработка комплекса разделения изотопов трансурановых элементов на базе высокоэффективного масс-сепаратора нового поколения – РФЯЦ-ВНИИЭФ;

- разработка технологий и получение изотопов для синтеза СТЭ:

- создание новых технологий радиохимического выделения и очистки изотопов трансурановых элементов – АО «ГНЦ НИИАР»;

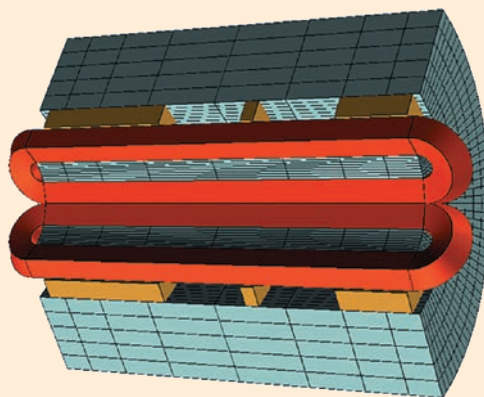
- получение изотопов ${}^{48}\text{Ca}$ и ${}^{50}\text{Ti}$ для создания интенсивных пучков ионов ЭЦР источника – ФГУП «Комбинат ЭХП».

В результате выполнения проекта в 2021 г.:

- в ЛЯР ОИЯИ разработана конструкторская документация (КД) на ряд подсистем ЭЦР источника, КД на сверхпроводящую магнитную систему, проведены исследования

оптимальных условий инжекции полученных из источника ЭЦР низкоэнергетичных пучков ионов ${}^{48}\text{Ca}$ в циклотрон, разработана технология изготовления сегментов ускорительных мишеней с изотопами ${}^{243}\text{Am}$, ${}^{248}\text{Cm}$;

- в РФЯЦ-ВНИИЭФ разработана КД на составные части экспериментального образца масс-сепаратора – приемник изотопов и вакуумную систему, КД на составную часть технологического участка комплекса разделения изотопов – участок сбора и регенерации неразделенного вещества; проведены исследования с целью обоснования технических характеристик технологи-



3D изображение базовой модели магнитной системы источника ЭЦР

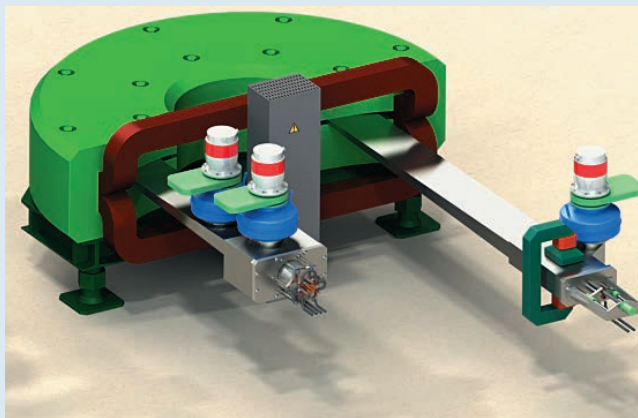


Схема электромагнитного масс-сепаратора

ческого участка комплекса разделения изотопов;

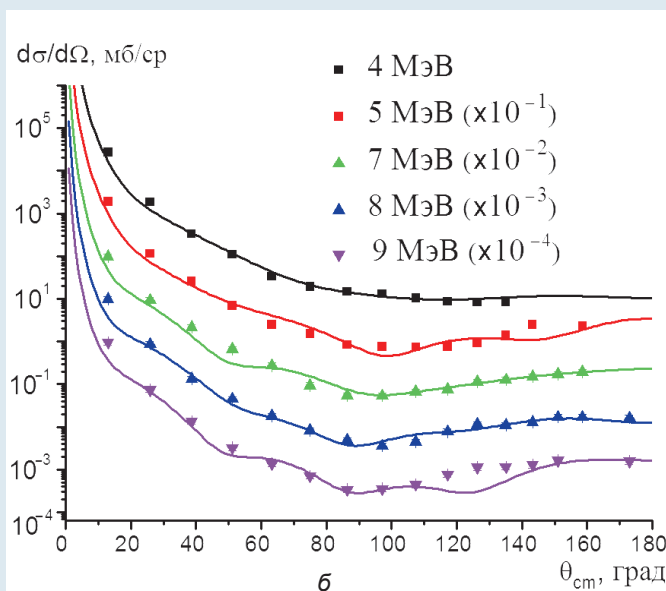
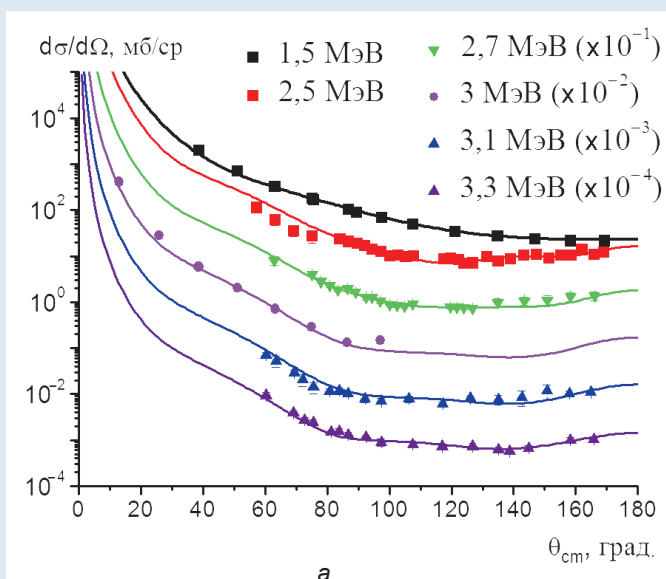
– в АО «ГНЦ НИИАР» проведены радиохимическая переработка, очистка и паспортизация препарата ^{242}Pu ; изготовление, облучение и радиохимическая переработка двух опытных мишеней с кадмиевым экраном с миллиграммовыми количествами тяжелых изотопов юрия; экспериментально определен эффективный выход изотопов берклия и калифорния при облучении юрия в опытных мишенях с кадмиевым экраном.

ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

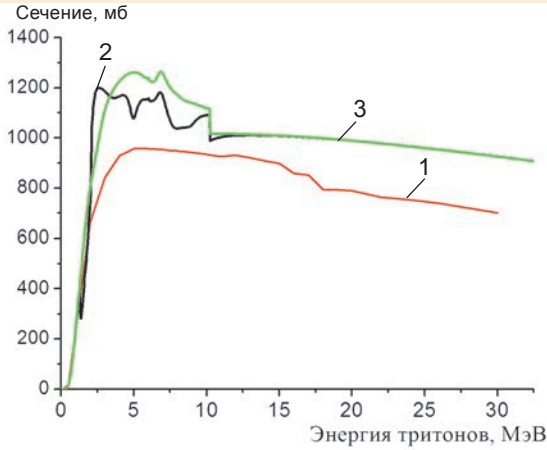
Выполнено экспериментально-теоретическое исследование упругого рассеяния тритонов на ядре ^{10}B . На электростатическом ускорителе ЭГП-10 измерены дифференциальные сечения $^{10}\text{B}(t, t_0)^{10}\text{B}$ при энергиях тритонов 3, 4, 5, 7, 8, 9 МэВ в интервале углов от 10° до 170° с шагом 10° с использованием мишени из бора с изотопным составом 60 % ^{10}B и 40 % ^{11}B . Литературные данные по рассматриваемой реакции охватывают энергетический диапазон только от 1,5 до 3,3 МэВ. Экспериментальные данные описаны (см. рисунки) по оптической модели с помощью разработанного в ИЯРФ программного кода OptModel (свидетельство о государственной регистрации № 2014619860), в котором когерентно учтена амплитуда резонансной составляющей упругого рассеяния. Нарушение унитарности матрицы рассеяния составляло 5 %. Роль резонансного рассеяния проявляется при углах более 100° , что показано на последнем рисунке, где представлено описание экспериментальных данных при энергии тритонов 3,1 МэВ по имеющимся оптическим пара-



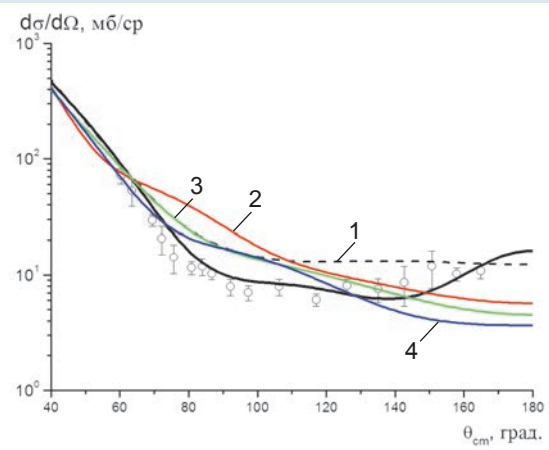
Мишенный модуль



Описание дифференциальных сечений упругого рассеяния для различных энергий налетающих тритонов



Полные сечения реакции $^{10}\text{B} + t$: 1 – суммирование сечений основных каналов реакций $^{10}\text{B} + t$ из ENDF-B/VIII; 2 – анализ ИЯРФ по оптической модели с учетом резонансного рассеяния; 3 – анализ ИЯРФ по оптической модели



Описание экспериментальных данных (○) при энергии тритонов 3,1 МэВ по оптическим параметрам ИЯРФ с учетом резонансов (—) и по оптическим параметрам, взятым из литературы: 1 – Phys. Rev. 1969. Vol. 178. P. 1551; 2 – Phys. Rev. 1978. Vol. 17. P. 1283; 3 – Nucl. Phys. A. 1971. Vol. 169. P. 521; 4 – Phys. Rev. C. 2015. Vol. 91. P. 024611

метрам с учетом резонансов и по оптическим параметрам, взятым из литературных источников.

Таким образом, впервые

получены экспериментальные данные по упругому рассеянию тритонов на ядре ^{10}B в диапазоне энергий тритонов до 9 МэВ и показана необходимость

учета резонансного рассеяния в оптико-модельном анализе.

ИНСТИТУТ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (ИЦТ)

Внедрена импортнезависимая система собственной разработки – СПЖЦ «Цифровое предприятие» версии 2 в контуре в 7 НИИ, 4 конструкторских бюро и на 4 опытных производствах. Система СПЖЦ «Цифровое предприятие» обеспечивает защиту

всех видов конфиденциальной информации (ГТ, КТ, ДСП) до уровня «совершенно секретно» включительно. Более 20 тысяч сотрудников ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» успешно используют систему СПЖЦ «Цифровое предприятие» в ежедневной работе.

Выходит на финишную прямую трехлетняя разработка уникальной программной системы управления всеми процессами предприятия СПЖЦ «Цифровое предприятие» версии 3, разрабатываемой по заказу Правительства РФ, которая состоит из 17 отдельных про-

