

М.В. СЕДОВ, И.Ю. СКОБЕЛЕВ

Объединенный институт высоких температур РАН, Москва, Россия
Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, Москва, Россия

РАСЧЕТ ГЕНЕРАЦИИ ЯДЕРНЫХ ИЗОМЕРОВ КРИПТОНА В ЛАЗЕРНО-КЛАСТЕРНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ

Проведены численные исследования оптимальных условий для получения ядерных изомеров в экспериментах, связанных с взаимодействием интенсивных фемтосекундных импульсов релятивистской интенсивности с газовыми кластерными мишенями. Полученные результаты представляют интерес для будущих экспериментов по эффективному получению изомеров криптона, а методы численного расчета, разработанные в этой работе, могут быть применены к другим элементам.

M. V. SEDOV, I. YU. SKOBELEV

Joint Institut for High Temperature of the Russian Academy of Science, Moscow, Russia
National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow, Russia

SIMULATION OF THE PRODUCTION OF KRYPTON NUCLEAR ISOMER IN LASER- CLUSTER INTERACTION

We numerically investigated the optimal conditions for generating nuclear isomers in experiments involving the interaction of intense femtosecond pulses of relativistic intensity with gas-cluster targets. The results obtained are of interest for future experiments on the efficient generation of krypton isomers, and the numerical calculation methods developed in this work can be applied to other elements.

Ядерные изомеры это метастабильные (время жизни ≥ 0.1 мс.) возбужденные состояния атомного ядра. В настоящее время ядерные изомеры активно изучаются в рамках ядерной астрофизики [1], также они перспективны для использования в ядерных батареях [5], ядерных лазерах [7] и ядерных часах [8]. В данной работе мы рассматриваем ядерный изомер криптона ^{83m}Kr , который широко применяется для калибровки различных детекторов. Используя трехмерное моделирование методом частиц-в-ячейках, мы исследовали взаимодействие фемтосекундного (30 фс) лазерного излучения с криптоновыми кластерами диаметром 50-100 нм в диапазоне интенсивности 10^{18} - 10^{20} Вт/см². Время расчета было ограничено 300 фс, последующее распространение горячих электронов ($E > 500$ кэВ) в газовой струе рассчитывалось методом Бете-Блоха. На рис. 1 приведено количество изомеров на 1 Дж. вложенной лазерной энергии с учетом полного поглощения.

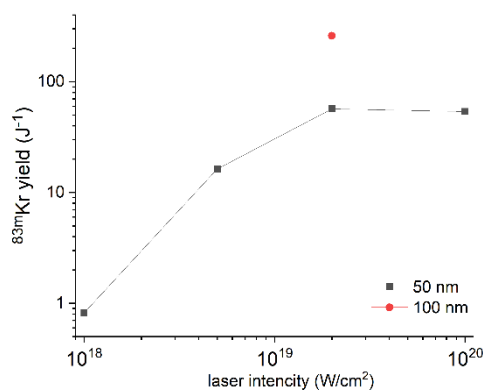


Рис. 1 количество сгенерированных изомеров ^{83m}Kr на 1 Дж лазерной энергии.

Показано, что в генерацию изомеров основной вклад вносят горячие электроны, распространяющиеся из точки фокуса по всей газовой струе. Из полученной зависимости генерации изомеров от лазерной интенсивности видно, что она выходит на плато, начиная с интенсивности 2×10^{19} Вт/см² (см. рис.5). Увеличение диаметра кластера в два раза увеличивает эффективность генерации изомеров в 5 раз. Результаты расчета верифицированы сравнением с известными экспериментальными данными [Feng PRL 2022]. Полученные результаты будут использованы для планирования будущих экспериментов по изучению поведения ядерных изомеров криптона при облучении интенсивным лазерным излучением.

Список литературы

1. D. Belic et al. // Phys. Rev. Lett., 1999, Vol. 83, № 25, P. 5242–5245.
2. P. Walker and G. Dracoulis, // Nature, 1999, Vol. 399, №. 6731, P. 35–40.
3. E. V. Tkalya // 2011. Phys. Rev. Lett., Vol. 106, №. 16, P. 162501.
4. B. Seiferle et al. // Nature, 2019, Vol. 573, № 7773, P. 243–246.
5. J. Feng et al. // Phys. Rev. Lett., 2022, Vol. 128, №. 5, P. 052501.