

Фотоядерные реакции на стабильных изотопах эрбия, диспрозия, палладия и молибдена

Saturday 5 July 2025 14:10 (20 minutes)

Экспериментальное исследование фотоядерных реакций на средних и тяжелых ядрах позволяет изучать особенности возбуждения и распада гигантского дипольного резонанса (ГДР). Для исследования были выбраны четные по протонам химические элементы: эрбий ($Z=68$), диспрозий ($Z=66$), палладий ($Z=46$), молибден ($Z=42$). Они имеют довольно много стабильных изотопов, что позволяет проследить изменение сечений фотонуклонных реакций в зависимости от массового числа. Получение выходов и сечений фотоядерных реакций на средних и тяжелых ядрах также имеет важное значение для задач наработки медицинских изотопов, ядерной астрофизики, создания источников нейтронов и т.д. Изотопы ^{166}Ho , ^{161}Tb , ^{105}Rh , ^{99}Mo (^{99m}Tc) считаются перспективными для диагностики и лечения различных заболеваний, поэтому в настоящее время рассматривается возможность наработки данных нуклидов на ускорителях электронов фотоядерным методом. Для такого способа получения радиоизотопов необходимо знать выходы реакций, приводящих к образованию не только целевого, но и побочных изотопов. В области астрофизики интерес представляют изотопы ^{164}Er , ^{162}Er , ^{158}Dy , ^{156}Dy , ^{102}Pd , ^{94}Mo , ^{92}Mo . Они относятся к группе обойденных ядер, содержание которых во Вселенной нельзя описать процессами медленного и быстрого захвата нейтронов. Одним из вариантов образования таких изотопов являются фотоядерные реакции. Однако для оценки скоростей образования и распада обойденных ядер необходимо с высокой точностью знать сечения фотонуклонных реакций на этих изотопах.

В настоящей работе для экспериментального исследования фотопротонных и фотонейтронных реакций использовалась гамма-активационная методика [1]. Мишени естественного изотопного состава из эрбия, диспрозия, палладия и молибдена облучались пучком тормозных γ -квантов от импульсного разрезного микротрона НИИЯФ МГУ с энергией электронов 55 МэВ [2]. Спектры наведенной активности были измерены на детекторе из сверхчистого германия Canberra GC3019. Идентификация изотопов, образовавшихся в результате фотоядерных реакций, проводилась с помощью анализа энергий γ -квантов и периодов полураспада изотопов, полученных в результате аппроксимации зависимости интенсивности фотопиков от времени. Экспериментальные выходы реакций рассчитывались по площадям фотопиков в спектрах остаточной активности с учетом мертвого времени детектора, дрейфа интенсивности пучка γ -квантов во время измерения и различных каналов образования конечного изотопа. Экспериментальные выходы сравнивались с данными, полученными на основе комбинированной модели фотонуклонных реакций (КМФР) [3,4] и по программе TALYS [5]. Результаты сравнения указывают на необходимость учета изоспинового расщепления ГДР, квадрупольного резонанса и обертона ГДР для корректного описания фотоядерных реакций на изотопах эрбия, диспрозия, палладия и молибдена.

1. S. Belyshev, A. Ermakov, B. Ishkhanov et al. Nucl. Inst. Meth. A, **745**, 133-137 (2014).
2. А.Н. Ермаков, Б.С. Ишханов, В.В. Ханкин и др. Приборы и техника эксперимента, **2**, 20–37 (2018).
3. Б.С. Ишханов, В.Н. Орлин. Ядерная физика, **74**(1), 21-41 (2011).
4. Б.С. Ишханов, В.Н. Орлин. Ядерная физика, **78**(7-8), 601–617 (2015).
5. A. Koning, S. Hilaire, S. Goriely. Eur. Phys. J. A, **59**, 131 (2023).

Primary authors: ФУРЦОВА, Надежда (Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова; НИИЯФ МГУ); АЛИЕВ, Рамиз (НИЦ "Курчатовский Институт"); БЕЛЫШЕВ, Сергей (Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова; НИИЯФ МГУ); КУЗНЕЦОВ, Александр (Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова; НИИЯФ МГУ); ПОРЯДИНА, Олеся (Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова); ХАНКИН, Вадим (НИИЯФ МГУ)

Presenter: ФУРЦОВА, Надежда (Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова; НИИЯФ МГУ)

Session Classification: 2. Experimental and theoretical studies of nuclear reactions

Track Classification: Section 2. Experimental and theoretical studies of nuclear reactions.