

МЕТОД И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРИТИЕВЫХ МИШЕНЕЙ

Д. Чумаков, В. Кабак, Му Юйчэнь, Г.Н. Дудкин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: dkc1@tpu.ru

В ядерной астрофизике одной из основных проблем является проблема «космологического лития». Проблема «космологического лития» является серьезной проблемой для понимания ранней Вселенной и подвергает сомнению стандартную модель Big bang nucleosynthesis (SBBN). Массовая распространенность ядер лития-7, определенная средствами наблюдательной астрономии, примерно в 3 раза меньше результатов расчетов по SBBN модели (проблема «космологического лития-1»). Проблема «космологического лития-2» заключается в том, что до последнего времени массовая распространенность ядер лития-6, определенная средствами наблюдательной астрономии, была примерно в 1000 раз больше значений расчетов по SBBN модели. Основу расчетов по SBBN модели составляет знание сечений и астрофизических S – факторов ядерных реакций, участвующих в примордиальном синтезе. В ТПУ впервые предлагается измерить сечение и астрофизический S – фактор реакции $T(^3\text{He},\gamma)^6\text{Li}$ в диапазоне энергий 16-19 кэВ в с.ц.м., используя импульсный ускоритель легких ионов Холловского типа. Для калибровки экспериментальной установки будет использована реакция $T(^1\text{H},\gamma)^4\text{He}$, исследование которой, кроме того, имеет самостоятельное научное значение.

Значительную трудность представляет применение в экспериментах тритиевой мишени, обусловленную сложностью ее изготовления, ее радиоактивностью, а также ее большой площадью (74 см²). Мишени представляют собой диск из молибдена диаметром 97 мм и толщиной 0.2 мм, на одну из торцевых поверхностей которой нанесен методом Сивертса слой из тригида титана. Толщина нанесенного слоя составляет 1.5 мкм. Измерение распределения концентрации атомов трития по глубине слоя мишени из тригида титана осуществляется методом детектирования тритонов отдачи (ERD-метод) с использованием пучка α -частиц с энергией 2.3 МэВ, создаваемого с помощью ускорителя Ван де Граафа лаборатории нейтронной физики ОИЯИ. При этом не проводятся измерения концентрации трития по площади мишени вследствие большой затраты ускорительного времени.

Нами предложен метод исследования концентрации трития по площади, используя ее радиоактивность. Тритий, радиоактивный изотоп водорода имеет период полураспада $T_{1/2} = 12.262$ года и распадается по β^- -распаду, образуя изотоп ^3He . Максимальная энергия бета частиц равна $E_\beta = 18.6$ кэВ, что вполне достаточно, чтобы возбудить $k\alpha$ и $k\beta$ рентгеновские линии титана с энергиями $E_{k\alpha} = 4.51$ кэВ и $E_{k\beta} = 4.93$ кэВ. Регистрируя эти рентгеновские линии по площади мишени, и нормируясь на концентрацию трития, измеренную на ускорителе Ван де Грааф, можно определить равномерность распределения трития по площади мишени.

Для регистрации рентгеновских линий применен полупроводниковый кремниевый детектор ППД «БДЕР-КИ-11К» $d=12$ мм, с коллимацией. Бериллиевое окно $h=25$ мкм. В данном докладе представлены результаты исследования равномерности распределения трития по площади мишени для 4-х тритиевых мишеней.