Лазерное ускорение протонов из низкоплотных мишеней и новые радиоактивные источники для медицинских приложений

Брантов А.В., Быченков В.Ю.

Физический институт им. П. Н. Лебедева Российской академии наук, Москва, Россия, brantov@sci.lebedev.ru

Лазерные методы ускорения ионов до высоких энергий вот уже более десяти лет привлекают повышенный интерес благодаря возможности применений пучков ионов в управляемом термоядерном синтезе, в ядерной физике, в радиографии, а также в медицине, для получения короткоживущих изотопов и для адронной терапии.

В связи с тем, что современные технологии позволяют получать малоплотные плоские мишени (аэрогели, нанопористые материалы), отвечающие плотности электронов от нескольких до нескольких десятков критических, возникает вопрос не позволит ли их использование более эффективно ускорять ионы. Данная работа дает положительный ответ на этот вопрос, доказывает, что энергия ускоренных частиц может быть увеличена с использованием мишеней, имеющих электронную плотность порядка релятивистской критической, и количественно устанавливает предел увеличения максимальной энергии ионов.

С использованием трехмерного численного моделирования, найдены оптимальные режимы ускорения протонов из тонких фольг и низкоплотных мишеней, облучаемых коротким мощным лазерным импульсом. Продемонстрировано, что максимальная энергия может быть увеличена с использованием малоплотных мишеней с плотностью порядка релятивистской критической плотности. Показано, что короткий лазерный импульс с энергией порядка 3 Дж может ускорять протоны до энергии в 70 МэВ с использованием мишеней с плотностью порядка 10 критических плотностей.

Одно из наиболее перспективных применений пучков ионов, ускоренных лазерными методами, состоит в их использовании для инициирования ядерных реакций. Широко обсуждается возможность генерации направленных пучков нейтронов и получения короткоживущих изотопов, необходимых, например, для ядерной медицины.

В данной работе показывается возможность использования лазерно-ускороенных пучков протонов и дейтронов для производства радиоактивных медицинских изотопов для однофотонной эмиссионной компьютерной томографии и позитрон эмиссионной томографии, а также для получения направленных пучков нейронов, используемых для терапии на быстрых нейтронах и борозахватной терапии онкологических заболеваний. На основе проведенных исследований приводятся параметры лазеров и мишеней, необходимые для генерации пучков ионов для наработки изотопов в необходимых количествах [1].

Литература

1. Bychenkov V.Yu., Brantov A.V., Mourou G. Laser and Particle beams, 2014, **32**(4), 605.