

Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Arbeit wurden Simulationen zur laserinduzierten Ionenbeschleunigung von Heliumionen durchgeführt. Hierbei wurden Simulationsparameter verwendet, die mit den Gegebenheiten am ARCTurus-Laser der Heinrich-Heine-Universität in Düsseldorf übereinstimmen. Ein neuer Beschleunigungsmechanismus konnte gefunden und beschrieben werden. Gleichzeitig ließ sich bestätigen, dass Ionenbeschleunigung aus einem Gasjet unter diesen Voraussetzungen möglich ist. Für ein geplantes Experiment, bei dem polarisierte ^3He -Ionen beschleunigt werden sollen, wurden die Simulationsparameter entsprechend angepasst. Es konnte festgestellt werden, dass die Verwendung von ^3He -Gas als Lasertarget zu gleichwertigen Ergebnissen führt. Auch ließ sich zeigen, dass ein niedriger Gasdruck – wie er für vorpolarisiertes ^3He -Gas gefordert wird – ebenfalls zu beschleunigten Ionen führt. Desweiteren wurden zwei Messreihen am ARCTurus-Laser durchgeführt, deren Ziel die Erzeugung von Ionen aus einem Gasjet als Lasertarget war. Es wurden verschiedene Target- und Laserparameter untersucht, dennoch ließ sich im Experiment keine Ionenerzeugung nachweisen. Aus den gesammelten Erkenntnissen können jedoch Vorschläge für spätere Experimente entwickelt werden. Für die Experimente wurde eine schmale Lavaldüse mit einem minimalen Durchmesser im μm -Bereich angefertigt. Zudem wurde ein Faradaybecher konstruiert, der gegen den Schwingungsuntergrund eines Laserplasmaexperiments abgeschirmt wurde. Beides wurde erfolgreich getestet.

In einer vorbereitenden Studie konnte eine passende Nachweisreaktion für das geplante Polarisationsexperiment gefunden werden. Es wurden Ratenabschätzungen zur Reaktionsrate dieser Reaktion und zu konkurrierenden Reaktionen durchgeführt. Hierzu wurde eine passende Abschirmung konzipiert.

Eine weitere Ratenabschätzung betrachtete die Fusionsreaktion $^3\vec{\text{He}}(^3\vec{\text{He}}, 2p)^4\text{He}$, mit dem Ziel, eine Messung der Spinabhängigkeit des Wirkungsquerschnitts vorzubereiten.

Abstract

In the framework of this thesis, simulation studies on laser-induced ion-acceleration with a gas jet target were performed. This was carried out with experimental parameters consistent to the conditions at the ARCTurus laser facility at Heinrich Heine University in Düsseldorf. A new acceleration mechanism was discovered and subsequently described. This new mechanism provides evidence for the possibility of accelerating ions from a gas-jet target under the aforementioned conditions. The simulation parameters had been adapted to a planned experiment, with the aim to accelerate polarized ^3He -ions. This showed that these results are mostly equivalent to using ^4He -gas as a laser target. Also the low density – which is needed for prepolarized ^3He -gas – does not prevent the generation of accelerated ions.

Furthermore, two measurements at the ARCTurus laser facility were carried out. The goal was to generate laser-induced ions from a gas-jet target. It was not possible, however, to demonstrate the extraction of accelerated ions with the different target and laser parameters used in this study. Nevertheless the findings lead to a number of suggestions for future measurements. For the purpose of the experiment an ultra thin Laval nozzle with a smallest diameter of micrometer range was specifically designed, as well as a faraday cup which provided shielding from the frequency background of the laser plasma. Both had been successfully tested and used during the experiment. During a preliminary study a suitable analysis reaction for the planned polarization measurement was found. The reaction rate for this could be determined as well as the reaction rates for competing reactions for which a suitable shielding was devised. A further estimation was made for the reaction rate of $^3\vec{\text{He}}(^3\vec{\text{He}}, 2p)^4\text{He}$, with the aim to prepare for a future measurement of the spin dependence of the total cross section.