



Contribution ID: 51

Type: Oral

Accélération d'ions à partir de jets de gaz de haute densité

Thursday, October 3, 2019 9:40 AM (20 minutes)

En l'espace de quinze ans des progrès considérables ont été accomplis dans le domaine de l'accélération d'ions par laser dont les applications vont de la physique nucléaire [1] à l'astrophysique [4] en passant par la médecine [2, 3].

Les caractéristiques des paquets d'ions ainsi accélérés sont liées à celles de l'interaction laser-matière. Ces paquets d'ions sont ultra intenses (quelques 10^{12} ions), très compacts (quelques $10\mu\text{m}$ à la source) et très brefs (quelques 100 ps), ce qui crée des intensités crête de quelques kA de protons. Les distributions en énergie de ces paquets sont continues et peuvent atteindre quelques dizaines de MeV.

Habituellement les ions sont accélérés à partir de cibles solides mettant en jeu le mécanisme appelé « Target Normal Sheath Acceleration » (TNSA) [5]. Le TNSA est un processus robuste et bien connu mais incompatible avec la nouvelle génération de lasers capables de tirer des impulsions PW toutes les secondes. C'est pourquoi notre collaboration travaille sur l'accélération d'ions à partir de cibles gazeuses denses. Des résultats théoriques prédisent qu'un nouveau processus y serait favorisé, le « Collisionless Shockwave Acceleration » (CSA) qui produirait des paquets d'ions aussi intenses que le TNSA mais plus collimatés et avec un spectre en énergie plus défini. Les résultats expérimentaux sont encore rares, car la production du jet de gaz surcritique (10^{21} molécules/cm³) sortant d'une buse submillimétrique sous une pression de 1 kbar n'est pas facile [6,7]. Nous avons fait nos premiers pas dans le domaine lors d'une campagne d'expériences en 2018 sur l'installation laser de haute intensité PICO2000 au LULI à l'Ecole Polytechnique de Palaiseau. Nous avons réussi à y accélérer des protons jusqu'à plusieurs MeV avec un jet de gaz de haute densité de H₂ ainsi que des alphas à partir d'un jet d'hélium [8]. Les résultats expérimentaux seront présentés ainsi que leurs comparaisons aux simulations 2D PIC (Particle In Cell) pour mieux les comprendre.

[1] Denis-Petit, D. et al. Laser driven de-excitation of ^{84}mRb , Ch.21, Applications of Laser-Driven Particle Acceleration, Eds. Parodi, Bolton, Schreiber, CRC press, ISBN 9781498766418 (2018)

[2] Malka, V. et al. Practicability of protontherapy using compact laser systems, Med. Phys. 31, 1587 (2004).

[3] Seimetz, M et al. Detailed requirements for a laser-based proton/ion accelerator for radioisotope production, IEEE Nuclear Science Symp. and Medical Imaging Conf. (NSS/MIC) pp 8–12. (2015).

[4] Lattuada, D. et al. Model-independent determination of the astrophysical S factor in laser-induced fusion plasmas, Phys.Rev.C 93, 045808 (2016)

[5] Roth, M. et al. Ion Acceleration—Target Normal Sheath Acceleration, CERN Yellow Reports, vol. 1, p.231 (2016)

[6] Henares, J.L. et al. Optimization of critical-density gas jet targets for laser ion acceleration in the collisionless shockwave acceleration regime, J. Phys.: Conf. Ser. 1079 012004 (2018)

[7] J.L. Henares et al., Development of critical-density gas jet targets for laser-driven ion acceleration, Accepted at Rev. Sci. Instrum. (2019)

[8] P. Puyuelo-Valdes et al., Laser driven ion acceleration in high-density gas jets, Proc. SPIE 11037, Laser Acceleration of Electrons, Protons, and Ions V, 110370B (2019), <https://doi.org/10.1117/12.2520799>

Primary author: TARISIEN, Medhi (CENBG)

Presenter: TARISIEN, Medhi (CENBG)

Session Classification: Session Accélération plasma