

超声分子束和低温等离子体相互作用研究

Friday, 11 October 2019 10:50 (20 minutes)

在磁约束聚变等离子体的研究领域，超声分子束（supersonic molecular beam，简称SMB）是一种有效的诊断等离子体的手段，超声分子束和等离子体相互作用对于聚变等离子体的加料和诊断都具有一定的研究价值。本实验基于核工业西南物理研究院的直线型等离子体装置 LEAD（Linear Experimental Advanced Device），研究了超声分子束和等离子体的相互作用过程。LEAD 装置中的等离子体是在弱磁场约束（大约 400Gs）条件下的低温等离子体（温度在 eV 量级），同托卡马克装置中边缘等离子体参数相近，因此本研究可以用于模拟 SMB 和托卡马克装置的边缘等离子体的相互作用。

实验中 SMB 和等离子体的源气体均采用氩气，喷气时间为 3ms。SMB 经过一个特殊设计的 skimmer 去除边缘横向扩散速度较大的分子，并自由飞行一段距离后进入 LEAD 装置中和等离子体发生相互作用，用高速相机采集相互作用产生的辐射光，来研究相互作用过程。拍摄速度分别设置为 3200fps 和 50000fps，以记录较大空间区域的广域反应过程和局部反应过程。通过分析广域空间的亮度演化过程，发现当 SMB 密度较大时，SMB 可以直接阻断等离子体柱。当 SMB 密度减小后，SMB 可以使等离子体柱发生一定程度的弯曲形变，但是不能阻断等离子体柱。当 SMB 密度较小时，SMB 不能改变等离子体柱的形状。

通过研究局部反应过程，发现可通过图像中亮斑头部的位置移动信息来计算 SMB 在等离子体中的传播速度。结果发现当 SMB 刚进入等离子体中时，其传播速度最大，之后其传播速度逐渐减小至 0。速度峰值在 15bar-45bar 范围内约为 80m/s 到 380m/s，且随着背压的增大而逐渐增大，当背压超过 45bar 后，速度峰值保持基本不变或略有下降。射频功率决定了等离子体的密度，功率越大，等离子体密度越大，对应的速度峰值越小。对于 SMB 阻断等离子体柱的情况，阻断时间的范围在 0.7ms 到 2.6ms。阻断时间随着背压的增大而增大，随着射频功率的增大而减小。这些研究结果在一定程度上验证了之前模拟计算的结果，同时对于深入研究 SMB 和磁约束聚变中的等离子体相互作用具有重要的意义。

基金资助和作者简介：

基金资助：本次实验得到了国家自然科学基金 (11575121, 11275133) 和国家磁约束聚变项目 (2014GB125004) 的支持。

作者简介：刘东，男，四川大学物理学院博士研究生，主要研究超声分子束的性质及其和其它物质，如电子、等离子体和激光等的相互作用。

Abstract Type

Talk

Primary author: Mr 刘, 东 (四川大学物理学院)

Co-authors: Mr 王, 华杰 (核工业西南物理研究院); Mr 王, 占辉 (核工业西南物理研究院); Dr 曲, 国峰 (四川大学原子核科学技术研究所); Mr 刘, 灏 (核工业西南物理研究院); Prof. 韩, 纪锋 (四川大学原子核科学技术研究所)

Presenter: Mr 刘, 东 (四川大学物理学院)

Session Classification: S4: 探测器和电子学及应用技术

Track Classification: 探测器和电子学及应用技术