

Posudok vedúceho bakalárskej práce

Autor práce: Marek Vlasák
Názov práce: Mechanizmy urýchľovania elektrónů v predplazmatu hustého terče
Vedúci práce: Ing. Róbert Babjak
Konzultant: doc. Ing. Jan Pšikal, Ph.D.

Predložená bakalárska práca sa venuje urýchľovaniu elektrónov v predplazme nadkriticky hustých terčov pri dopade relativistických laserových pulzov. V posledných rokoch bolo publikovaných mnoho teoretických a experimentálnych štúdií o vplyve horúcich elektrónov na urýchľovanie iónov v tenkých pevných terčoch a ukazuje sa, že môžu viesť k výraznému zvýšeniu energie. Napriek tomu stále nie je detailne známe, aký mechanizmus urýchľovania elektrónov je dominantný pre dané vlastnosti terča a laserového pulzu. V rámci práce bol študovaný vplyv dĺžky predplazmy na teplotu a maximálnu energiu urýchlených elektrónov pomocou Particle-In-Cell (PIC) kódu Smilei. Relativistický laserový pulz dopadal na plne ionizovaný vodíkový terč s exponenciálne narastajúcou hustotou predplazmy. Efekty prítomné pri interakcii boli v práci popísané pomocou diagnostík komponentov elektromagnetického poľa, fázových priestorov častíc a hustôt.

Práca je písaná v českom jazyku, obsahuje štyri kapitoly. Prvá kapitola popisuje základné pojmy z elektromagnetizmu a teórie plazmy nevyhnutné na vysvetlenie javov prítomných v praktickej časti práce. Ďalej sa obšírne venuje Gaussovskému zväzku a interakcii nabitej častice s rovinnou vlnou. V krátkosti je tiež spomenutý vznik predplazmy pri dopade intenzívnych laserových pulzov na nadkriticky hustý terč. Druhá kapitola sa venuje mechanizmom urýchľovania elektrónov, ktoré sú relevantné pre prípad predplazmy. Spomenuté sú všetky mechanizmy, ktoré sú v danom prípade dominantné, a to menovite priame laserové urýchľovanie, stochastický ohrev a $j \times B$ ohrev. Tretia kapitola popisuje metódu PIC, ktorá bola hlavným numerickým nástrojom používaným v rámci práce. Boli vysvetlené numerické algoritmy PIC kódov, no takisto bol popísaný samotný kód Smilei a jeho paralelizácia.

V poslednej kapitole sú popísané parametre samotných simulácií a diskutované ich výsledky. Analýza výsledkov simulácií je detailná a pokrýva väčšinu javov prítomných pri interakcii relativistických pulzov s predplazmou ako relativistická samofokuzácia, tvorba plazmového kanálu, relativistická transparentia, odraz pulzu od plazmy s nadkritickou hustotou. Skúmaných bolo šesť prípadov pre rôzne charakteristické dĺžky predplazmy od 0 po 15 μm a rozdiely v prítomných javoch pri rôznych dĺžkach predplazmy boli dôkladne rozobraté. Zaujímavo boli dané do súvislosti samofokuzácia s relativistickou transparentiou a ich vplyv na maximálne energie elektrónov čo považujem za cenný výsledok. Pre prípad predplazmy s charakteristickou dĺžkou 6 μm bol dobre pozorovaný vplyv stochastického ohrevu na zvýšenie energií elektrónov predurýchlenými priamym laserovým urýchľovaním. Nárast teploty a maximálnej energie elektrónov s narastajúcou dĺžkou predplazmy bol zrozumiteľne ilustrovaný na grafe distribučných funkcií. Hoci výsledky simulácií boli analyzované kvalitne, niektoré tvrdenia mohli byť silnejšie podporené dátami zo simulácií,

hlavne v podkapitole 5.3 - Diskuze výsledků. Vysvetlenie podobných teplôt pre prípad predplazmy s charakteristickou dĺžkou 3 a 6 μm pôsobí jemne zmätočne. Takisto rozdelenie výsledkov simulácií do logicky zorganizovaných podkapitol by urobilo text prehľadnejší a pomohlo by zrozumiteľnosti výsledkov.

V závere konštatujem, že ciele bakalárskej práce boli splnené a aj napriek spomínaným výhradám mala práca vysokú úroveň. Študent pracoval pravidelne počas celého akademického roka, samostatne riešil zadané úlohy a aktívne sa zaujímal o problematiku. Prácu doporučujem k obhajobe a navrhujem výslednú známku **A (výborně)**.

V Leviciach dňa 8.8.2022

Ing. Róbert Babjak