

Optimalizace laserem řízených elektronových urychlovačů pomocí strojového učení

Vedoucí práce: Ing. Martin Jirka, Ph.D.

Školitel – specialista: Ing. Petr Valenta, Ph.D. (ELI Beamlines)

E-mail: martin.jirka@fjfi.cvut.cz

Typ práce: BP, DP

Při průchodu intenzivních laserových pulzů plynným prostředím dochází k ionizaci atomů plynu a vzniku plazmatu. Za vhodných podmínek vytváří laserový pulz v plazmatu tzv. brázdové pole, které lze využít k urychlování elektronů [1]. Takto vytvořené urychlovače dokážou urychlit elektrony na energie řádu GeV na vzdálenosti pouhých několika cm [2]. Pro srovnání, konvenční urychlovače k získání stejných energií potřebují dráhu přesahující km.

V rámci tohoto tématu se student(ka) seznámí s metodami počítačového modelování laserem řízených elektronových urychlovačů v plazmatu. Cílem práce bude identifikovat parametry laseru a plazmatu klíčové z hlediska jejich vlivu na urychlování, a následně využít metody strojového učení k maximalizaci energie elektronového svazku v závislosti na těchto parametrech. Téma bude řešeno ve spolupráci s pracovištěm ELI Beamlines.

[1] E. Esarey et al., *Rev. Mod. Phys.* **81**, 1229 (2009).

[2] A. Picksley et al., *Phys. Rev. Lett.* **133**, 255001 (2024).

Machine learning optimization of laser-driven electron accelerators

Supervisor: Ing. Martin Jirka, Ph.D.

Co - Supervisor: Ing. Petr Valenta, Ph.D. (ELI Beamlines)

E-mail: martin.jirka@fjfi.cvut.cz

Type: Bachelor thesis, Master thesis

When an intense laser pulse interacts with a gaseous target, the gas atoms are ionized and a plasma is created. Under certain conditions, the laser pulse generates a wakefield in the plasma, which can be used for electron acceleration [1]. Such accelerators are capable of accelerating electrons to GeV

energies over just a few cm [2]. For comparison, conventional accelerators require distances exceeding a km to achieve the same energy.

Within the scope of this topic, the student will familiarize themselves with methods for computer modeling of laser-driven electron accelerators in plasma. The goal of the work is to identify key laser and plasma parameters that influence acceleration and to apply machine learning methods to maximize the energy of the electron beam with respect to these parameters. The topic will be realized in collaboration with ELI Beamlines.

[1] E. Esarey et al., *Rev. Mod. Phys.* **81**, 1229 (2009).

[2] A. Picksley et al., *Phys. Rev. Lett.* **133**, 255001 (2024).