



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**  
**FAKULTA JADERNÁ A FYZIKÁLNĚ INŽENÝRSKÁ**  
*Katedra fyzikální elektroniky*

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**

*Student:* **Bc. Petr V a l e n t a**

*Studijní program:* **Aplikace přírodních věd**

*Obor:* **Informatická fyzika**

*Akademický rok:* **2016/2017**

*Název práce:* **Zaostření krátkého intenzivního laserového impulsu do velmi malého  
(česky) ohniska v částicových simulacích interakce s plazmatem**

*Název práce:* **Tight-focusing of short intense laser pulses in particle-in-cell  
(anglicky) simulations of laser-plasma interaction**

*Cíl práce:*

Cílem práce je implementovat novou okrajovou podmínku v částicovém simulačním kódu EPOCH (případně vytvořit za tímto účelem zvláštní program), která umožní simulaci krátkého intenzivního laserového impulsu zaostřeného do ohniska menšího, než umožňuje paraxiální aproximace. Tato okrajová podmínka bude otestována a použita v modelových simulacích, kde bude studován vliv zaostření laserového impulsu na průběh laserové interakce s plazmatem.

*Pokyny pro vypracování:*

- 1) Seznamte se s fyzikou šíření a fokusace krátkých ultra-intenzivních laserových impulsů. Popište paraxiální aproximaci a její omezení a vypracujte přehled možností zaostření laserových impulsů do velmi malého ohniska.
- 2) Připravte metodu pro zadání okrajové podmínky v částicových simulacích s kódem EPOCH, která umožní zaostření laserového impulsu do ohniska menšího než je střední vlnová délka laserového záření. Metodu implementujte a otestujte.
- 3) Pro vybrané případy provádějte simulace interakce laserového záření s plazmatem a popište kvantitativní a kvalitativní rozdíly v závislosti na velikosti ohniska.

*Doporučená literatura:*

1. P. Gibbon, Short Pulse Laser Interactions with Matter, Imperial College Press, London, 2005.
2. T. D. Arber et al., Contemporary particle-in-cell approach to laser-plasma modelling, Plasma Physics and Controlled Fusion 57, 113001 (2015).
3. A. Macchi, A Superintense Laser-Plasma Interaction Theory Primer, SpringerBriefs in Physics, Springer, Dordrecht (2013).
4. C. K. Birdsall, A. B. Langdon, Plasma Physics via Computer Simulation, Hilger, Bristol (1991).
5. I. Thiele et al., Boundary conditions for arbitrarily shaped and tightly focused laser pulses in electromagnetic codes, Journal of Computational Physics 321, 1110 (2016).
6. R. L. Garay-Avendaño et al., Exact analytic solutions of Maxwell's equations describing propagating nonparaxial electromagnetic beams, Applied Optics 53, 4524 (2014).
7. JX. Li. et al., Fields of an ultrashort tightly focused laser pulse, Journal of the Optical Society of America B 33, 405 (2016).

*Jméno a pracoviště vedoucího práce:*

**doc.Ing.Ondřej Klimo, Ph.D.**

Katedra fyzikální elektroniky, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT v Praze

*Jméno a pracoviště konzultanta:*

**Dr. Stefan Andreas Weber**

Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i. (ELI)

*Datum zadání:* 21. říjen 2016

*Datum odevzdání:* 5. květen 2017

Doba platnosti zadání je dva roky od data zadání



vedoucí katedry



děkan

V Praze 21.10.2016