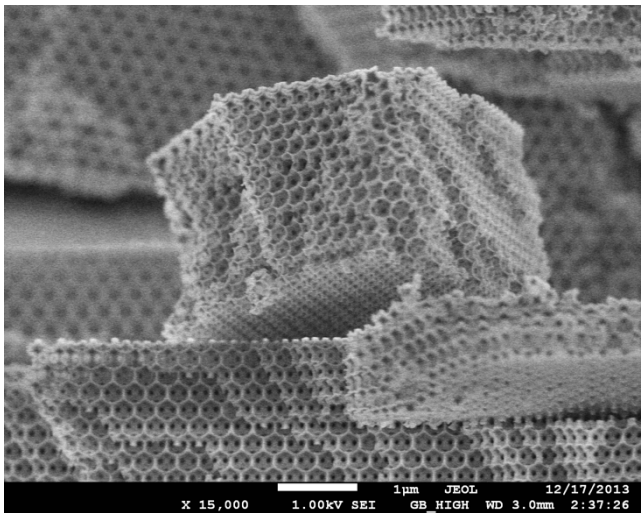
Modelování laserové interakce s ultra řídkou pěnou

Abstrakt: V experimentech zkoumajících interakci laserového záření s plazmatem za účelem vytváření intenzivních zdrojů rentgenového záření nebo zapálení inerciální fúze, vědci často využívají pěny a další složité strukturované materiály. Tyto materiály se mohou při intenzivním ozáření laserovými paprsky rychle proměnit z uspořádané pevné látky na téměř homogenní plazma. Úpravou parametrů jako je intenzita laseru, vlnová délka a složení a struktura materiálu můžeme ovlivnit například teplotu tohoto plazmatu.

Toto plazma může být využito jako výkonný zdroj rentgenových paprsků (i γ-paprsků) [1-2] s možným využitím v různých aplikacích, jako je zobrazování hustého plazmatu, testování materiálů apod. Výsledné plazma je také zajímavé pro pokročilý výzkum v oblasti plazmoniky s velmi silným elektromagnetickým polem [3].

V této práci se zaměříme na mikroskopickou fyziku spojenou s interakcí laserového záření s pěnou. Budeme zkoumat procesy jako je ionizace, expanze plazmatu, homogenizace, absorpce energie laserového paprsku, generace energetických elektronů a rentgenových paprsků. Výzkum budeme provádět pomocí kinetických simulací založených na metodě Particle-in-cell. Společně budeme zkoumat tuto velmi zajímavou oblast fyziky laserového plazmatu, která je součástí našeho ambiciózního vědeckého projektu, zaslaného do soutěže Grantové agentury ČR.



Obrázek 1: Snímek pěny ze skenovacího elektronového mikroskopu vyrobené naším kolegou Janem Proškou pro budoucí experimenty.

Literatura:
[1] https://doi.org/10.1063/5.0024682

[2] https://doi.org/10.1038/s41467-021-27694-7

[3] https://doi.org/10.1007/978-3-319-44290-7

Typ práce: bakalářská, výzkumný úkol, diplomová

Školitel: doc. Ing. Ondřej Klimo, Ph.D.
Školitel specialista: Ing. Martin Jirka, Ph.D.
Kontakt: ondrej.klimo@fjfi.cvut.cz, 778 532 235

Modelling of laser interaction with ultra-low-density foam

Abstract: In experiments exploring laser-plasma interactions for creating intense X-ray sources or achieving inertial confinement fusion, scientists often utilize foams and other complex structured targets. These materials can swiftly transform from a structured solid into a nearly uniform plasma when bombarded with intense laser beams. By adjusting parameters like laser intensity, wavelength, and target composition, we can control the temperature of this plasma.

These plasmas are very promising sources for producing powerful X-rays (γ-rays) [1-2] used in various applications such as imaging of dense plasmas, testing materials, ensuring national security. The resulting plasma is also interesting for advancing high-field plasmonics [3].

We will focus on the microscopic physics involved in these interactions. We'll investigate processes like ionization, plasma expansion, homogenization, laser energy absorption, and the generation of energetic electrons and X-rays. This will be accomplished using kinetic simulations based on the Particle-in-cell method. Together, we will investigate this fascinating area as part of our ambitious scientific project, currently under consideration by the Czech Science Foundation.

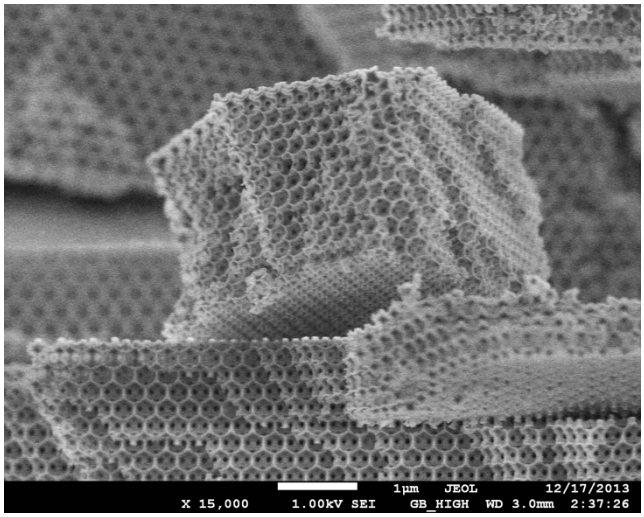


Figure 2: Scanning electron microscopy image of a foam fabricated by our colleague Jan Proška for future experiments.

References:
[1] https://doi.org/10.1063/5.0024682

[2] https://doi.org/10.1038/s41467-021-27694-7

[3] https://doi.org/10.1007/978-3-319-44290-7

Type of thesis: bachelor thesis, master thesis

Supervisor: doc. Ing. Ondřej Klimo, Ph.D.
Supervisor specialist: Ing. Martin Jirka, Ph.D.
Contact: ondrej.klimo@fjfi.cvut.cz, 778 532 235