

Posudek vedoucího práce na diplomovou práci Zuzany Kuglerové nazvanou „Tepelné a netepelné projevy interakce laserového záření s pevnou látkou“

Práce se v souladu se zadáním zabývá interakcí laserového záření, především krátkovlnného, s pevnou látkou a jejími tepelnými a netepelnými projevy. Zvláštní pozornost je věnována otázce, jak změřit nebo teoreticky předpovědět podíl termalizované energie z celkové energie deponované v pevné látce dopadajícím laserovým impulzem.

V teoretické části práce je čtenář nejdříve uveden do problematiky laserů, především krátkovlnných. Dále jsou shrnuty poznatky o interakci intenzivního XUV/rtg. záření s hmotou. Na příkladech jsou zde představeny a diskutovány mechanismy nevratných změn v různých materiálech vystavených působení XUV/rtg. laserových impulzů. Jedna kapitola je věnována prohřáté husté hmotě (WDM – *warm dense matter*) jako unikátnímu přechodovému stavu mezi pevnou látkou a hustým plazmatem navozenému volumetrickým ohřevem terče krátkovlnným laserovým zářením. Dále jsou zde podrobně popsány experimentální a teoretické postupy umožňující rozlišit tepelné a netepelné procesy odpovědné za tavení pevné látky, případně jiné fázové přeměny. Následuje přehled metod využitelných k určení podílu tepelné (termalizované; s ohledem na netepelné procesy dissipované) energie na celkové energii laserového pulzu absorbované v materiálu terče. Důraz je kladen na postupy založené na měření nárůstu teploty (především sledováním emise tepelného záření, tedy optickou pyrometrií) v různých částech terče, z něhož je posléze stanoveno množství uvolněného tepla.

Předmětem experimentální části práce je ověření možnosti využití pokročilé termokamery FLIR A6700sc pro právě popsany účel. Kalibrována byla pomocí objektů vyhřátých na danou teplotu v teplotně programovatelné pídce. Následně byla touto termokamerou sledována dynamika prohřívání testovacího hliníkového terče nanosekundovými impulzy KrF excimerového laseru pracujícího ve střední ultrafialové oblasti spektra. Takto byly zviditelněny časové změny plošného rozložení teploty na odvrácené straně vzorku. Nastavení kamery pomocí mezikroužků umožnilo pozorovat vývoj teploty na milisekundové časové škále s velmi dobrým prostorovým rozlišením v celé stopě svazku a jejím širším okolí. Přibližné řešení rovnice vedení tepla v tenké fólii umožnilo popsat vývoj teploty v libovolném místě měřeného teplotního pole na odvrácené straně terče. V důsledku nemožnosti měřit s touto kamerou rychlé (nanosekundové) děje, však měření probíhá jen na delších časových škálách, kdy se vedení tepla ustálí. Měření se tedy mine s prvotními prudkými změnami teploty probíhajícími během depozice energie laserového impulzu a těsně po ní. Pro stanovení podílu termalizované energie však toto omezení nehraje velkou roli. Přestože princip měření je poměrně jednoduchý, jeho spolehlivá, přesná a reprodukovatelná realizace představuje fyzikálně-technicky náročný úkol. Mohu konstatovat, že ho diplomantka vyřešila úspěšně.

Samotná práce je promyšleně rozvržena, logicky vystavěna a dobře vypravena. Stylisticky je text vypracován na solidní úrovni. Lze v něm sice najít nějaké překlepy, není jich ale mnoho a čtenář si je většinou uvědomí již v daném kontextu. Nejsou zavádějící a nijak výrazně nesnižují vypovídací hodnotu textu.

Při obhajobě bych diplomantce rád položil následující dvě otázky:

1. Chápu, že při daném rozsahu práce nelze odvozovat všechny vzorce. Nicméně, vztah mezi určitou vlnovou délkou interagujícího elektromagnetického záření a jí příslušející kritickou hustotou plazmatu diskutovaný na str. 20 je velmi významný pro uchopení rozdílů interakcí krátkovlnných a dlouhovlnných laserů s plazmatem. Mohla by diplomantka tento vztah odvodit v rámci obhajoby?

2. Bylo by možno využít pro stanovení podílu termalizované energie některou z metod fyzikální akustiky? Pokud ano, tak jakou?

Práci pokládám za zdařilou, vypracovanou podle zadání a přínosnou jak pedagogicky, tak vědecky. Doporučuji ji přijmout k obhajobě jako diplomovou práci k získání titulu Ing. v oboru fyzika a technika termojaderné fúze. Navrhuji klasifikovat ji jako výbornou (A).

V Hamburku, 16. srpna 2021

Ing. Libor Juha, CSc.

Oddělení radiální a chemické fyziky
Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.
Na Slovance 2
182 21 Praha 8

tel.: 737675240
e-mail: juha@fzu.cz