Posudek vedoucího práce na disertační práci Ing. Tomáše Buriana „Spektroskopické studium interakcí fokusovaného svazku rentgenového laseru s hmotou“

Uplynulé dvě dekády vývoje fyziky vysokých hustot energie jsou charakteristické kvantitativním i kvalitativním růstem různých dílčích směrů výzkumu interakce velmi intenzivního extrémního ultrafialového a rentgenového záření s hmotou. Tomuto výzkum je věnována značná pozornost jednak pro základní porozumění chování hmoty za extrémních podmínek, jednak pro četná možná využití získaných poznatků a ověřených postupů v řadě dílčích oborů, např. laboratorní astrofyzice, fyzice a technice termojaderné syntézy, radiobiologii (radiační biofyzice) a radiační terapii, opracování povrchů materiálu, nanotechnologiích a mnoha dalších. Zmíněný pokrok byl umožněn především akcelerací vývoje, realizace a implementace výkonových zdrojů koherentního krátkovlnného, tj. extrémního ultrafialového (EUV – *Extreme Ultraviolet*), měkkého rentgenového (SXR – *Soft X-Ray*) a rentgenového (rtg.), záření - ať již plazmových, nebo urychlovačových (tj. elektronových svazkových). Základní úlohou fyziky vysokých energií dnes již není jen soustředit a deponovat dostatečné množství energie v co nejmenším objemu vzorku, ale průběh depozice a jím dosažený stav hmoty přesně definovat, spolehlivě reprodukovat a detailně charakterizovat. K tomu je možno využít celou řadu spektroskopických technik.

Aplikace různých spektroskopických metod a postupů pro studium unikátních stavů hmoty dosahovaných v pevných látkách soustředěním svazků krátkovlnných laserů je předmětem předkládané disertační práce. Vzhledem ke zvoleným technikám je práce rozdělena následovně: (a) spektrální charakterizace emise vysokoenergetických fotonů (EUV/SXR/rtg.) z hustého plazmatu vytvořeného svazkem krátkovlnného laseru fokusovaného na povrch pevných látek, (b) spektrální charakterizace emise nízkoenergetických fotonů (OES – *Optical Emission Spectroscopy*) z povrchu plazmového výtrysku vytvořeného svazkem krátkovlnného laseru fokusovaného na pevný terč, (c) hmotová spektroskopie (MS – *Mass Spectrometry*) iontů emitovaných z povrchu pevných látek ozářených fokusovanými svazky EUV/SXR laserů různých typů, (d) luminiscence scintilačních materiálů indukovaná krátkovlnnými lasery a studium nevratného poškození takových látek krátkovlnným laserovým zářením, a (e) e*x situ* spektroskopická zkoumání nevratných změn vyvolaných na površích pevných látek působením fokusovaných svazků krátkovlnných laserů různých typů.

V obecné části práce (str. 2-46) je na konkrétních příkladech objasněna podstata uplatněných spektroskopických přístupů a podán přehled prací jak doktoranda, tak jiných autorů, které ukazují, jak jsou spektroskopické metody využívány ke studiu hustého plazmatu vytvářeného objemovým ohřevem pevné látky krátkovlnnými lasery. Ke komplexnímu zhodnocení doktorandova dosavadního výzkumu a plánům a perspektivám dalšího jeho výzkumu je věnována kapitola „Souhrn výsledků a výhledy“. Stručná rekapitulace všech zjištění je pak podána v „Závěru“, jež je následován seznamem použité literatury, kde jsou práce, jichž je doktorand spoluautorem barevně vyznačeny.

Klíčovou část posuzované práce tvoří soubor článků otištěných v oborově příslušných časopisech. Tyto publikace vyšly v kvalitních časopisech, včetně těch špičkových, jako jsou např.*Nature, Nature Physics* nebo *Physical Review Letters*, a byly mnohokrát citovány jinými autory. Ve čtyřech (P6-P8, P10) z deseti (P1-P10) přiložených článků doktorand figuruje jako první nebo korespondující autor. Na str. 49 specifikuje svůj konkrétní podíl na dosažení výsledků publikovaných v pracích zahrnutých do příloh (P1-P10). Mohu potvrdit, že uvedený popis je korektní a vystihuje skutečný stav.

Tomáš Burian pracoval v našem týmu již jako diplomant a po úspěšném absolvování KFE FJFI ČVUT v Praze v práci pokračoval jako doktorand na KFPP MFF UK v Praze. Od počátku diplomového projektu se zapojil do mezinárodních spoluprací na velkých laserových

zařízeních. Ačkoliv pracoval hlavně s lasery na volných elektronech, má zkušenosti i s konvenčními výkonovými laserovými systémy a jimi řízenými sekundárními zdroji energetických fotonů. Jde o vynikajícího pracovníka v oboru experimentální fyziky vysokých hustot energie. Ovládá i pokročilé partie teorie, jeho nejsilnější stránkou je však řešení obtížných fyzikálně-technických problémů. V řadě interakčních experimentů sehrál klíčovou roli. Od 12. 6. 2019 zastává z pověření ředitele FZÚ AV ČR, v.v.i. a ředitele Ústavu fyziky plazmatu AV ČR, v.v.i. funkci technického garanta Centra PALS, společného pracoviště obou ústavů.

K formální stránce prezentace výsledků v předložené disertaci: práce je účelně rozvržena a i při poměrně značném rozsahu a tematické šíři působí kompaktním dojmem. I obecná část práce obsahuje zajímavé a podnětné výsledky, které ještě nebyly publikovány (např. viz str. 19 a 23). Stylisticky je český text vypracován na solidní úrovni. Články v příloze prošly náročným recenzním řízením v redakcích časopisů a mezi spoluautory je řada rodilých mluvčí z USA a UK; jde tedy o texty velmi dobré úrovně jak po faktické, tak i po formální a jazykové stránce.

Posuzovaná práce naplnila zadání, prokázala schopnost doktoranda nejen samostatně pracovat na dosažení originálních vědeckých výsledků, ale i aktivně a efektivně se zapojit do mezinárodních spoluprací na velkých zařízení a v tomto silně kompetitivním prostředí se prosadit. Práci hodnotím jako velmi zdařilou, doporučuji ji uznat jako disertační a postoupit k obhajobě na MFF UK v Praze.

V Praze, 29. července 2019

Ing. Libor Juha, CSc.

Oddělení radiační a chemické fyziky
Fyzikální ústav AV ČR
Na Slovance 2
182 21 Praha 8

tel.: 266052741
e-mail: juha@fzu.cz