

Posudek vedoucího práce na bakalářskou práci Jakuba Buličky nazvanou „Charakterizace, optimalizace a využití kapilárního výbojového XUV laseru pro simulaci poškození materiálů vystavených současně ionizujícímu a neionizujícímu záření“

Práce se v souladu s jejím zadáním zabývá otázkou, jak nejlépe experimentálně zkoumat nevratné změny probíhající v materiálech ozářených současně impulzy intenzivního ionizujícího a neionizujícího záření. Zvláštní pozornost je věnována možnostem využít k tomuto účelu kombinaci krátkovlnné (extrémně ultrafialové – XUV) koherentní emise kapilárního výbojového argonového laseru s dlouhovlnnou (UV-Vis-NIR) širokopásmovou emisí pinčujícího argonového plazmatu představujícího aktivní prostředí tohoto laseru. Jádrem experimentální části práce je charakterizace obou emisí kompaktního repetičního kapilárního XUV laseru (CDL - *capillary-discharge laser*), který je na školicím pracovišti k dispozici.

V teoretické části práce je uveden přehled dosud provedených experimentů, při nichž bylo studováno současné působení ionizujícího a neionizujícího záření na různé materiály. Pro srovnání je popsán také takový ozařovací experiment provedený s izolovanými molekulami. Detailně je zde zachyceno poškození materiálů navrhovaných pro vnitřní stěny budoucích inerciálních fúzních reaktorů exponovaných ionizujícím a neionizujícím zářením emitovaným fúzním plazmatem. V teoretické části autor diskutuje také experimenty motivované využitím současného účinku k povrchovému opracování resp. nanostrukturování materiálů pro vytváření mikroelektronických nebo mechatronických prvků. Vyjmenovány a popsány jsou také různé zdroje záření vhodné (především ty již využívané) ke zkoumání současného působení ionizujícího a neionizujícího záření. Zvláštní pozornost je věnována kolizně čerpanému XUV laseru, jehož aktivním médiem je pinčující kapilární výboj v argonu, kde probíhá laserová akce typu ASE (*amplified spontaneous emission*) v neonu podobných iontech argonu (Ar^{8+}). Jde o laser s ustáleným ziskem produkující krátké pulzy XUV záření o vlnové délce 46,9 nm. Podrobný popis tohoto zařízení je zde na místě, neboť předložená bakalářská práce je zaměřena na posouzení možnosti využití koherentní XUV emise a dlouhovlnné širokopásmové emise kapilárního výboje v argonu k systematickému studiu současného účinku záření z různých spektrálních oborů na vybrané materiály.

Teoretickou část hodnotím celkově jako zdařilou. Poznámky k ní mám pouze dvě. V kapitole o vysokých harmonických bych uvítal podrobnější popis různých realizací ve vzácných plynech v pulzních tryskách resp. plynových kyvetách. Autor věnuje více pozornosti generaci vysokých harmonických v pevných látkách, což je téma jistě vysoce aktuální, v praxi se však tyto zdroje zatím šířeji nevyužívají. Také mohla být podrobnější část věnovaná sčasování krátkovlnných laserů na volných elektronech s dlouhovlnnými konvenčními lasery. Chápu, že dosud byly takové sestavy využity především ke studiu duální akce v izolovaných molekulách, které je v předložené bakalářské práci zmíněno jen okrajově. Nicméně, jejich potenciál pro studium takových procesů v pevných látkách je značný.

V experimentální části je nejdříve představena realizace kompaktního CDL až do technických detailů. Pozornost je pak věnována rekonstrukci profilu fokusovaného XUV laserového svazku emitovaného kompaktním CDL metodou ablačních otisků (imprintů) v organickém polymeru poly(methyl metakrylátu) - PMMA. Je zde zpracován velký objem dat z mikroskopie atomárních sil (AFM) ozářeného povrchu PMMA. K rekonstrukci podélného profilu XUV laserového svazku z těchto dat autor využil WSxM softwaru a NoReFry (*Nonlinear Response Function Recovery*) algoritmu. Tak získal kaustickou křivku, kterou správně interpretoval. Provedl také spektrální analýzu jak XUV, tak UV-Vis emise plazmatu argonového kapilárního výboje jako aktivního prostředí kompaktního CDL. Tím byl získán základní soubor charakteristik elektromagnetických emisí z kompaktního argonového CDL

umožňující rámcové plánování interakčních experimentů cílených na studium duální akce (současného účinku) ionizujícího a neionizujícího záření.

Předložená bakalářská práce je poměrně obsáhlá; 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 uchazeči rád položil následující dvě otázky:

1. Jak by bylo možno změnou parametrů kapilárního výboje měnit (ladit) poměr krátkovlnné monochromatické a dlouhovlnné širokopásmové emise z kompaktního CDL zařízení?
2. Existuje možnost optickými metodami řízeně zeslabovat dlouhovlnnou nekoherentní emisi kompaktního CDL při zachování hustoty toku fotonů jeho koherentní XUV emise?

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

V Praze, 16. srpna 2022

Ing. Libor Juha, CSc.

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

tel.: 737675240

e-mail: juha@fzu.cz